

+



UNICEPLAC
CENTRO UNIVERSITÁRIO

Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos - UNICEPLAC
Curso de Engenharia Civil
Trabalho de Conclusão de Curso

**Estudo de caso das longarinas de aço do viaduto do BRT da DF 065
do Catetinho.**

Gama-DF
2021

+

DANIEL DA SILVA TEIXEIRA
GUILHERME MATHEUS CARVALHO DOS SANTOS

**Estudo de caso das longarinas de aço do viaduto do BRT da DF 065
do Catetinho.**

Monografia apresentada como requisito para
conclusão do curso de Engenharia Civil do Centro
Universitário do Planalto Central Aparecido dos
Santos – Uniceplac.

Orientador: Prof. Ms. Thiago Primo Sousa

Gama-DF
2021

S237e

Santos, Guilherme Matheus Carvalho dos.

Estudo de caso das longarinas de aço do viaduto do BRT da DF 065 do Catetinho. / Guilherme Matheus Carvalho dos Santos, Daniel da Silva Teixeira. – 2021.

37 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos - UNICEPLAC, Curso de Engenharia Civil, Gama-DF, 2021.

Orientação: Prof. Me. Thiago Primo Sousa.

1. Patologias. 2. Restaurar. 3. Viaduto. I. Teixeira, Daniel da Silva. II. Título.

CDU: 624

+

**DANIEL DA SILVA TEIXEIRA
GUILHERME MATHEUS CARVALHO DOS SANTOS**

Estudo de caso das longarinas de aço do viaduto do BRT da DF 065 do Catetinho.

Monografia apresentada como requisito para conclusão do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos – Uniceplac.

Orientador: Prof. Ms. Thiago Primo Sousa

Gama, 25 de novembro de 2021.

Banca Examinadora

Prof. Ms. Thiago Primo Sousa
Orientador

Prof. Dr. Christian Moreira
Examinador

Prof. Ms. Maycol Moreira Coutinho
Examinador

+

Este trabalho é dedicado para meus familiares em geral, pois sem eles não seria possível concluir esse curso de graduação em engenharia civil.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiro a Deus por ter sustentado e dado graça de passar por todas as barreiras durante o percorrer desse curso, por ter dado saúde, foi uma caminhada longa e difícil, mas, por fim, estamos alcançando mais uma etapa nas nossas vidas.

Agradeço aos professores no qual tivemos, que com seu conhecimento e experiência foi passado com grande dedicação.

RESUMO

Dentro da construção civil existem as edificações feitas por materiais metálicos, sendo de diversos tipos, como estruturas metálicas, steel frame, entre outros. Como todo método construtivo, as estruturas metálicas também podem apresentar patologias, no qual são deformações ou problemas ocasionadas nas estruturas da edificação. Existem diversos tipos de patologias nesse tipo de estrutura, como a corrosão que é o tipo de patologia mais comum nesse tipo de estrutura, existem também patologias no processo de fabricação das peças metálicas no qual é mais fácil a visualização no processo construtivo da obra, dentre outros, mas para toda patologia nas estruturas metálicas existem métodos que deve ser adotado para restaurar a edificação, outro ponto importante é quanto a preservação dessas estruturas, no qual existem procedimentos que podem ser adotados para maior durabilidade estrutural. Uma estrutura de aço com patologias pode ser perigosa para ser utilizada, para determinar se a estrutura está em segurança existem técnicas e ensaios não destrutivos para tal determinação. Esse trabalho define Estudo de caso das longarinas de aço do viaduto do BRT da DF 065 do Catetinho, onde apresenta patologias aparentes e possível causa e tratamento.

Palavras-chave: Patologias. Estruturas. Metálicas. Restaurar. Segurança. Viaduto. BRT. Catetinho.

ABSTRACT

Within civil construction there are buildings made of metallic materials, being of different types, such as metallic structures, steel frame, among others. Like any construction method, metallic structures can also present pathologies, which are deformations or problems caused in the building structures. There are several types of pathologies in this type of structure, such as corrosion, which is the most common type of pathology in this type of structure, there are also pathologies in the manufacturing process of metal parts in which it is easier to visualize in the construction process of the work, among others, but for every pathology in metallic structures there are methods that must be adopted to restore the building, another important point is regarding the preservation of these structures, in which there are procedures that can be adopted for greater structural durability. A steel structure with pathologies can be dangerous to use, to determine if the structure is safe there are techniques and non-destructive tests for such determination. This work defines the Case Study of the steel spars of the BRT viaduct of the DF 065 do Catetinho, where it presents apparent pathologies and possible cause and treatment.

Keywords: Pathologies. Structures. Metallic. To restore. Safety. Viaduct. BRT. Catetinho.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura Metálica estação ferroviária.....	17
Figura 2 - Corrosão em Estrutura Metálica.....	18
Figura 3 - Trincas em ligações com soldas.....	20
Figura 4 - Estrutura soldada com solda industrial.....	21
Figura 5 - Viaduto do BRT Sul da DF-065 próximo ao catetinho.....	23
Figura 6 - Viaduto do BRT Sul da DF-065 próximo ao catetinho.....	23
Figura 7 - Longarinas do viaduto do BRT do catetinho.....	24
Figura 8 - Longarinas oxidadas do viaduto do BRT Sul da DF-065.....	25
Figura 9 - Longarinas oxidadas do viaduto do BRT Sul da DF-065.....	25
Figura 10 - Oxidação nos pinos da longarina do viaduto do BRT Sul da DF-065.....	26
Figura 11 - Corrosão no viaduto do BRT do Catetinho.....	27
Figura 12 - Tipo de escova de aço utilizada na limpeza de oxidação.....	28
Figura 13 - Tipo de escova de aço utilizada na limpeza de oxidação.....	28
Figura 14 - Primer anticorrosivo.....	29

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 OBJETIVO GERAL.....	11
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
1.3 PROBLEMA.....	11
1.4 HIPÓTESE.....	12
1.5 JUSTIFICATIVA.....	12
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	13
2.1 PATOLOGIA: ORIGEM E DEFINIÇÃO.....	13
2.1.1 Causas e Sintomas.....	15
2.2 VIADUTO: DEFINIÇÃO.....	16
2.3 ESTRUTURAS MISTAS: DEFINIÇÃO.....	16
2.4 SISTEMAS CONSTRUTIVOS.....	17
2.5 PATOLOGIAS MAIS RECORRENTES EM ESTRUTURAS DE AÇO.....	18
3 MÉTODOS E DISCUSSÕES.....	22
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
5 REFERÊNCIAS.....	33
ANEXO A.....	37

1 INTRODUÇÃO

No Brasil existem uma série de sistemas construtivos, entre eles os que predominam são: alvenaria convencional, alvenaria estrutural e paredes de concreto, porém a engenharia tem passado por um processo de modernização, e o uso de outras tecnologias na construção, tem se tornado mais comuns ao longo dos anos, principalmente em residências populares. As estruturas de aço, são exemplos de sistemas construtivos, que vem sendo cada vez mais comum, seu uso no Brasil. Esse sistema construtivo é industrializado, ou seja: todas as peças são produzidas na fábrica e são montadas no canteiro de obra. Ainda convém lembrar que, para se projetar um sistema construtivo industrializado, se requer uma visão do sistema de inovação tecnológica e estrutura para abordar completamente os aspectos de segurança, funcionalidade e durabilidade.

Neste contexto, as manifestações patológicas ao longo do tempo, se tornam algo corriqueiro, visto que, nenhuma edificação é eterna. Assim, é de extrema importância o estudo das patologias relacionada aos sistemas construtivos, na engenharia civil. Essas estruturas devem ser cuidadosamente projetadas e executadas pelos engenheiros e profissionais e após a construção, a preservação das estruturas é essencial para evitar ao máximo a manutenção.

De acordo com Helene:

A causa das manifestações patológicas, está relacionada aos vários fenômenos que influenciam no surgimento das anomalias nas estruturas, como agentes atmosféricos, variações térmicas, agentes biológicos, incompatibilidade de materiais, variação de umidade, cargas excessivas, etc. (HELENE apud SANTOS, TSUTSUMOTO E FIORITI, 2014, p. 3).

Fica evidente a necessidade de pesquisas exploratórias em relação a estudos patológicos, para se identificar e corrigir possíveis manifestações patológicas futuras, não só nas estruturas convencionais, mas também nas estruturas de aço, visto que, costumeiramente este sistema é atacado por patologias, por exemplo, a corrosão.

+

1.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem por finalidade uma pesquisa científica na literatura, entre as patologias mais comuns que ocorrem em estruturas de aço. Por conseguinte, um estudo de caso, para analisar as longarinas de aço do viaduto do BRT localizado na DF 065 do Catetinho.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Através deste trabalho pretende-se estudar os seguintes itens:

- Vistoriar as longarinas do viaduto para identificar patologias;
- Analisar patologias na Estruturas de Aço do viaduto;
- Verificar os métodos de recuperação da estrutura.;
- Evitar patologias nesses tipos de estruturas.

1.3 PROBLEMA

Acredita-se que é comum, ouvir com mais frequência em patologias de concreto armado, mas as estruturas de aço, também possuem os seus problemas. Por exemplo, uma patologia muito comum nas estruturas de aço é a corrosão da armadura, sendo que, possui uma série de outras patologias, tendo como principais, falhas de projeto no processo de fabricação das peças metálicas, umidade do local, a oxidação que quando não tratada leva a corrosão, também a solda, que pode trazer consigo patologias.

1.4 HIPÓTESE

As patologias de modo geral, ocorrem devido as falhas no projeto ou falta de manutenção nas estruturas, tratando de estruturas metálicas, as causas de patologias nesse tipo de edificação podem ser evitadas antes do surgimento, alguns colapsos estruturais podem ser evitados ou até mesmos restaurados de acordo com a degradação do problema levando em conta o custo-benefício para tal recuperação.

1.5 JUSTIFICATIVA

O presente projeto de pesquisa tem por motivação estudar, as manifestações patológicas em estruturas de aço, além de um estudo de caso em relação a um viaduto.

Estudos exploratórios relacionados a aparições patológicas, são de suma importância para desenvolvimento de soluções, não só em estruturas convencionais, mas também em estruturas de aço. Além disso, os estudos de caso, são uma forma de aprofundar o conhecimento adquirido e dessa forma, entender os acontecimentos do local com coletas e análises de dados, para que possíveis correções, não só das estruturas do caso escolhido, mas também, de casos similares, sejam encontradas.

Desta maneira, esperamos contribuir com o tema, apontando possíveis manifestações patológicas que estão presentes e além de apresentar prevenções, também encontrar prováveis soluções para corrigi-las.

2 REVISÃO DA LITERATURA

No presente capítulo apresentam-se os fundamentos básicos que embasaram este trabalho, tal como a definição e construção de conceitos pertinentes como patologias e viaduto. Além de conceitos básicos de métodos construtivos e dos principais problemas encontrados nas estruturas de aço.

Para a elaboração da revisão da literatura, foram considerados uma série de artigos, livros e trabalhos encontrados nas pesquisas, aproximadamente 60 trabalhos de diversos autores foram considerados, porém, apenas uma lista de 32 trabalhos foi de fato, preponderantes para o presente referencial teórico, assim dizendo, podendo destacar como principais os autores WEIMER (2018), HELENE (2019), SANTOS, TSUTSUMOTO e FIORITI (2014), além de principalmente as normas técnicas.

2.1 PATOLOGIA: ORIGEM E DEFINIÇÃO

Um dos fundamentos que norteiam este trabalho são as patologias, segundo o site Brasil escola, o termo patologia deriva do grego pathos, que significa doença, e logos, que significa estudo, logo “estudo das doenças”. Ou seja, pode ser entendido como uma ciência que estuda anormalidades ou irregularidades que confrontam com o que comumente é o normal ou natural. É habitual que o termo patologia, seja relacionado a medicina, no entanto, ao longo dos anos tem sido atribuída a outras áreas de estudo, e na engenharia civil não seria diferente.

É importante salientar que, as expressões patologia e manifestações patológicas, possuem definições diferentes, enquanto patologia pode ser entendida como uma ciência estudada na engenharia civil, as manifestações patológicas são os sintomas ou lesões que se desenvolvem na edificação.

Na construção civil é empregado que, patologia é o estudo de problemas ou falhas na edificação, bem como suas causas, que podem ser manifestadas de diversas formas e em qualquer edificação. Com isso, pelo fato de ser encontrada em diversos aspectos, recebe o nome de manifestações patológicas. WEIMER (2018, p.15) afirma que, “caracterizam a manifestação patológica em si, as lesões ou os defeitos, que podem ser caracterizados e classificados mediante inspeções visuais”. É possível identificar uma manifestação patológica apenas observando, porém, em outros casos o problema é mais complexo, exigindo uma análise individualizada ou por inspeções repetidas, por exemplo, pela análise de projeto.

HELENE (2019, p.7) diz que, “a patologia das construções é a ciência que procura, de forma sistêmica, estudar os defeitos incidentes nos materiais construtivos, componentes e elementos ou na edificação como um todo”. Aqui o conceito é bem minucioso, abordando não apenas o aspecto visual, mas também, buscando a procedência dos materiais, investigando a origem dos problemas, além de entender toda a mecânica da aparição e desenvolvimento das manifestações patológicas, inclusive como destaca Helene (2019), as suas formas de manifestação. Por outro lado, OLIVEIRA (2013 p. 24) diz que, “patologia é o estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema.”, ou seja, são os estudos cujo a finalidade seja, identificar o problema de forma geral, neste aspecto, podem ser analisados os sintomas, os mecanismos, as causas e a origem do problema, o que torna mais fácil o entendimento do assunto abordado.

Para SILVA E JONOV (2019, p.2), “patologia significa não atendimento ao desempenho desejado”, em outras palavras, a construção já não desempenha seu papel naquilo que se espera. Diante disso, pode ser entendido que os problemas gerados, comprometem a segurança e o dinamismo da estrutura.

Neste sentido, é de suma importância entender como é dada a origem das patologias e manifestações patológicas, ou seja, em qual etapa da construção o problema foi de fato ocasionado, visto que, a origem desses problemas, podem ser desencadeadas tanto a etapa de planejamento, quanto na etapa do uso das construções.

WEIMER (2018, P.16) diz, “algumas das etapas que envolvem o processo construtivo são o planejamento, o projeto, a fabricação de materiais e demais componentes (fora do canteiro de obras), a execução da edificação e, por fim, o seu uso — que é a etapa mais longa.” É através destas etapas que, será possível identificar o fenômeno patológico, por meio de um diagnóstico

+

adequado, podendo-se verificar, por exemplo, se as trincas na viga são decorrentes de projeto incorreto, má qualidade do aço, uso de concreto de baixa resistência ou mesma sobrecarga da estrutura WEIMER (2018).

Ainda cabe lembrar que, existem os casos que correspondem a acontecimentos de catástrofes naturais, em que há um caráter imprevisível, onde essas ocorrências são praticamente impossíveis de se prevê.

2.1.1 Causas e Sintomas

Podem ser citados como agentes causadores das manifestações patológicas, as cargas que estão sujeitas as estruturas, a variação de umidade e de temperatura, agentes biológicos e atmosféricos, incompatibilidade de materiais, etc. WEIMER (2018). A importância de se investigar os agentes causadores de anormalidades nas estruturas é o primeiro passo para se alcançar uma solução. Além disso, a análise da causa das anomalias, representa uma evolução no processo construtivo, também a melhoria da qualidade do produto final e reduz os custos de manutenção. É pertinente entender que, a causa do problema independe da origem, por exemplo, as fissuras em vigas, acontecem devido as cargas aplicadas (agente causador), mesmo que neste caso, a origem seja pelo fato de que, os materiais são de baixa qualidade, se não existir a carga, a fissura não aparecerá.

Neste contexto, os sintomas que a estrutura apresenta é um passo inicial para que seja possível a identificação, não só das causas, mas também da origem do problema que a estrutura está manifestando, além disso, é através dos sintomas que poderão ser escolhidas as prováveis soluções para a recuperação da estrutura.

Caracteriza-se como sintomas, as manifestações que aparecem e se desenvolvem nas estruturas, são as lesões, defeitos e problemas, que podem ser identificadas e classificadas, apenas com inspeção tátil visual WEIMER (2018). Os sintomas mais comuns, que podem ser apontadas facilmente nas construções são, as trincas, fissuras e rachaduras, as deformações e flechas excessivas em vigas e pilares, corrosão nas estruturas de aço, ninhos ou bicheiras de concreto

+

devido à separação dos agregados que compõem o concreto (falhas no preenchimento) e bolor ou mofo em alvenarias e em estruturas de concreto.

2.2 VIADUTO: DEFINIÇÃO

A norma brasileira ABNT NBR 7188, define viaduto como uma estrutura para transpor um obstáculo artificial (avenida, rodovia etc.). Assim dizendo, viaduto diferentemente de uma ponte, construída para vencer cursos de água, é uma estrutura destinada a vencer obstáculos, como vãos ou vias. Estes, podem ser constituídos de sistemas construtivos mistos de aço e de concreto, na qual se refere o estudo de caso deste trabalho, que possui o tabuleiro (laje) de concreto e suas longarinas (vigas) de aço, de forma que aborde, os aspectos de funcionalidade, durabilidade e segurança da estrutura como um todo.

É importante pontuar, que para se averiguar os aspectos de segurança de uma estrutura, cabe uma série de procedimentos como inspeções minuciosas, realização de ensaios, análise estrutural, etc. Porém, se tratando de um viaduto, o aspecto visual sempre será um fator preponderante, que pode gerar insegurança aos os usuários, além disso, a própria utilização do viaduto, mesmo que aparentemente não tenha grandes avarias, a capacidade de carga da mesma é alterada com o passar do tempo, isso, sem maiores investigações, alteração essa que varia mais conforme a agressividade do meio ambiente onde ela esteja implantada. VITORIO (2015)

2.3 ESTRUTURAS MISTAS: DEFINIÇÃO

A NBR 8800/2008 define, estruturas mistas são aquelas formadas por componentes de aço e de concreto, armado ou não, trabalhando em conjunto. As estruturas mistas são um método estrutural, formado por uma combinação de perfis de aço e concreto, projetado para aproveitar as vantagens e características de cada material.

A construção do sistema misto é adequada para estruturas de vãos médios e altos e locais de difícil acesso. Além disso, comparado com o sistema tradicional de concreto armado, caracteriza-se por uma redução significativa na velocidade de execução e no peso total da estrutura.

2.4 SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Dentro da construção civil, existem sistemas construtivos que são determinados de acordo com o projetista, no qual é escolhido o melhor sistema construtivo para a edificação projetada e qual tem o melhor custo-benefício, atendendo as necessidades dos clientes e usuários da edificação. Dentro desses sistemas construtivos, podemos citar, o concreto armado, alvenaria estrutural, wood frame, e estruturas metálicas. A estrutura metálica é um tipo de construtivo utilizado na construção civil e é composta por perfis metálicos (principalmente aço). Pode ser aplicada, a vários tipos de projetos e tem como principais vantagens, a velocidade na obra, a sustentabilidade, padronização e custo-benefício. A imagem abaixo (Figura 1), mostra um exemplo de uma edificação composta por um sistema construtivo de estrutura metálica, uma estação ferroviária.

+

Figura 1 - Estrutura Metálica estação ferroviária.



Fonte: PÁGINA DO SOLEO PISCINAS.

Assim como os outros sistemas construtivos, as estruturas metálicas também sofrem com patologias, que nesse tipo de estrutura, podem ser manifestadas de diversas formas. Uma patologia muito comum, em estrutura metálica é a corrosão, que é processo na qual um determinado material (geralmente um metal), sofre uma reação de oxirredução com o meio em que se encontra, resultando na degradação completa, parcial ou estrutural. A Figura 2 mostra um exemplo de uma peça metálica, em que a corrosão já se mostra em estado bem avançado, o que neste caso pode prejudicar a funcionalidade da estrutura e conseqüentemente afetando a segurança.

Figura 2 - Corrosão em Estrutura Metálica



2.5 PATOLOGIAS MAIS RECORRENTES EM ESTRUTURAS DE AÇO

“O aço oxida quando em contato com gases nocivos ou umidade, necessitando por isso de cuidados para prolongar sua durabilidade.” (SACCHI e SOUZA, 2016, p, 23). A oxidação é o início do processo de degradação do aço e deve ser tratada logo após seu aparecimento, para não dar origem à corrosão. Pois, o efeito corrosivo gera custos indesejados e insegurança. GREGÓRIO, MOREIRA, FARIAS e PIRES (2020). A oxidação do aço, começa quando a superfície desprotegida entra em contato direto com gases nocivos ou umidade. Dessa forma, é muito importante uma proteção para a estrutura metálica, a proteção mais comum é a pintura industrial, e a mesma, é uma técnica anticorrosiva muito eficiente, BESSA (2019).

Uma falha de projeto, nesse sistema construtivo que utiliza aço, pode levar a custos muito altos na obra, falhas de projeto pode levar a estrutura, a instabilidade e desalinhamento das peças metálicas. Segundo BAUERMANN (2002), no desenvolvimento dos projetos, deve-se levar em conta todo o processo de produção e no caso das construções metálicas, incluem-se a fabricação de componentes industrializados, o transporte e a montagem dos mesmos, resultando em um plano de atividade que deve ser desenvolvida pelos especialistas envolvidos no projeto. As falhas de projeto em estruturas metálicas, podem ocorrer no processo de fabricação das peças metálicas, quanto na montagem da estrutura ou falhas em pinturas. Um outro exemplo muito comum de falha de projeto, são as falhas no sistema de vedação vertical, SANTOS (2016).

Segundo WEIMER (2018, p.13), “As estruturas precisam ser muito bem projetadas e executadas por engenheiros e profissionais especializados e, após a sua construção, devem ser preservadas pelos usuários, a fim de evitar ao máximo a necessidade de manutenção.” Uma obra bem projetada e sua execução bem construída é o primeiro passo, para evitar futuras manutenções indesejadas (SILVA, 2012), porém, é evidente que além de um bom projeto e uma boa execução da obras com as peças metálicas é importante a preservação das estruturas, além de fazer manutenções prévias, todos esses aspectos são necessários para uma vida longa da estrutura.

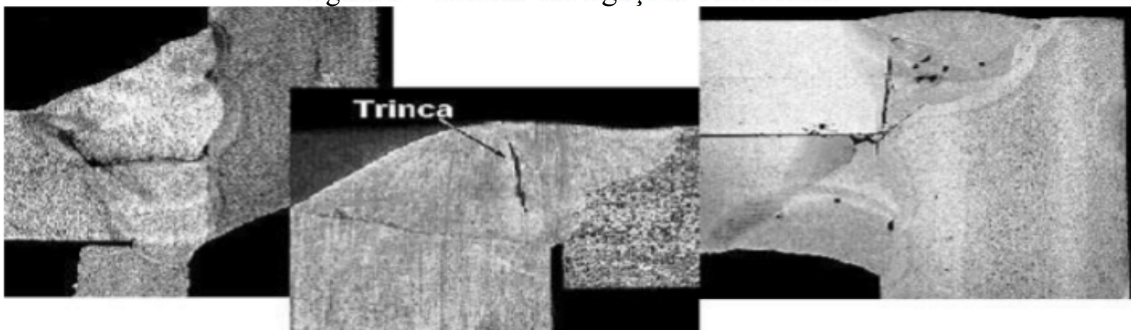
+

"O sucesso de uma obra em estrutura de aço, inicia-se na sua concepção e no desenvolver de seu projeto." SANTOS, TSUTSUMOTO E FIORITI (2014, p. 12). O desenvolvimento correto de um projeto é eficaz para prevenir possíveis patologias. Esta etapa de elaboração do projeto é crucial para todo o futuro da construção. É nela que, são decididos todos os processos de construção e execução, além de todo o material utilizado, e por isso é de suma importância, se ter bastante atenção nesta etapa do planejamento da estrutura.

É muito importante salientar que, a caracterização dos materiais componentes da estrutura em si, esteja em conformidade com o que recomendam as normas, também, é importante atentar para as características físicas dos materiais. Pois, de acordo com WEIMER (2018, p. 14) "O conjunto de fatores involuntários, que incluem tanto o desgaste natural em estruturas, como acidentes e casos de imprudência, ao se utilizarem materiais inadequados por questões de economia, promovem a deterioração das estruturas".

Outra técnica muito utilizada nas estruturas de aço, são as ligações com solda, e ela traz consigo patologias. NETO, NASCIMENTO E LIMA (2018, p. 7) afirma que "Um dos grandes problemas que acontecem nas estruturas de aço são as ligações com soldas e o defeito mais constante é o de trincas após a soldagem". As trincas (Figura 3) podem ser desencadeadas por uma série de motivos, e esses motivos para as aparições de trincas após a soldagem, podem ser verificados pelos seguintes aspectos: a composição química do arame de soldagem é incorreta, o cordão de solda é muito pequeno e a qualidade dos materiais utilizados na soldagem são ruins.

Figura 3 - Trincas em ligações com soldas



Fonte: NETO, NASCIMENTO E LIMA, 2018.

Alguns procedimentos para a prevenção de trincas após a soldagem são: Pré-aquecimento do metal como solicitado, garantir um resfriamento adequado da área de solda, remoção de

impurezas, uso do metal apropriado, certificação de que a área soldada seccional seja suficiente, a utilização da velocidade de soldagem e a amperagem adequadas e para evitar trincas na cratera, verificar se a cratera está devidamente preenchida CASTRO (1999).

Possíveis soluções para os problemas encontrados, no caso de trincas após soldagens, são apresentadas por NETO, NASCIMENTO E LIMA (2018, p.8) que dizem, “Tente um eletrodo revestido de tipo básico, evitar materiais de base que não sejam soldáveis com o equipamento disponível e soldagem na vertical ascendente; aumento da qualidade do metal depositado e utilização de maior diâmetro possível do eletrodo revestido.”

"Nem todos os tipos de aço estrutural podem ser soldados com qualquer tipo de eletrodo." (ANDRADE 2016, p. 30). A verificação adequada dos eletrodos de solda é essencial para a fusão do material de aço. Pois a utilização de um eletrodo comum, pode desencadear manifestações patológicas em alguns aços estruturais específicos, na qual acontece a incompatibilidade, dos materiais no momento da soldagem.

Outra forma de ocorrência de problemas, nessas estruturas, no ato da soldagem é a patologia por porosidade, MOREIRA (2019, p.116) enfatiza que, “A patologia por porosidade ocorre através de gases presos enquanto ocorre a solidificação no material fundido. Geralmente essa patologia é encontrada nas soldas”. Fica claro que, a porosidade é uma das causas de patologias em estruturas de aço, principalmente nas soldas.

PFEIL, PFEIL (2008), afirmam que, as soldas podem apresentar grande variedade de defeitos ou patologias, entre elas podemos citar:

- Fraturas a frio que é o calor interno da solda, afeta a microestrutura tanto do metal da solda quanto a região conhecida como zona termicamente afetada.
- As fraturas a quente que também podem ocasionar problemas na solda, ocorrem no processo de solidificação e são devidas a presença de impurezas, geralmente o enxofre e o fósforo.
- A fusão incompleta ou penetração inadequada, é comum quando não tem corrente.
- A porosidade é a retenção de bolhas de gás durante o resfriamento, ocorre devido ao excesso de corrente ou a distância do eletrodo com a chapa.
- Inclusão de escória é comum em soldas feitas de várias camadas, quando não remove a escória em cada passe.

+

Figura 4 - Estrutura soldada com solda industrial.



Fonte: OPTIMUS MONTAGENS, 2021.

Visto isso, fica evidente que a maioria das patologias em ligações com soldas geralmente estão relacionadas a falhas durante o processo de execução e podem ser evitadas a partir do cuidado e controle durante o procedimento de soldagem, PEIXOTO (2012).

3 MÉTODOS E DISCUSSÕES

O método adotado para a elaboração do presente trabalho, baseia-se em uma revisão bibliográfica sobre manifestações patológicas em estruturas de aço, para entender os processos das principais causas, prevenções e possíveis soluções, dando ênfase aos tipos patológicos mais ocorrentes nestas estruturas. Além do mais, um estudo de caso com coletas e análises de dados, visual do viaduto do BRT Sul da DF-065 próximo ao catetinho. Com os dados obtidos e a partir da revisão bibliográfica, foi feita uma correlação, abordando o conhecimento adquirido através da pesquisa, com os dados avaliados do estudo de caso, com isso, a identificação dos problemas e das possíveis soluções e prevenções das longarinas do viaduto. O estudo deste trabalho, foi fundamentado em pesquisas na literatura, apresentando a definição e construção dos conceitos discutidos neste estudo como: Patologias e estruturas de aço.

O viaduto do BRT Sul da DF-065 próximo ao catetinho, começou a ser construído em 2011, sendo sua conclusão somente em dezembro de 2013, fica localizado no Park Way , Brasília - DF, 70297-400, sobre longitude e latitude a $15^{\circ}56'49.6''S$ $47^{\circ}59'33.2''W$, o viaduto foi projetado para passagem de ônibus articulados e não articulados do BRT Sul do Distrito Federal.

O projeto foi executado em um sistema construtivo misto, objetivando aproveitar as vantagens e características de cada material, com os pilares de sustentação do tabuleiro em concreto armado, longarinas de sustentação em aço e pavimentação também em concreto armado, conforme Figuras 5 e 6.

Figura 5 - Viaduto do BRT Sul da DF-065 próximo ao catetinho



Fonte: COMPILAÇÃO PRÓPRIA, 2021.

Figura 6 - Viaduto do BRT Sul da DF-065 próximo ao catetinho



Fonte: COMPILAÇÃO PRÓPRIA, 2021.

Foi realizada uma análise visual da estrutura e tendo como base e utilizando o referencial teórico, foi identificado que, em uma parte das longarinas do viaduto apresentam processos de oxidação, e em outros pontos podemos observar início de corrosão nas peças metálicas. Sabemos que a oxidação é a degradação do aço ou metal de forma inicial, isso ocorre devido a perda de

+

elétrons de um material para outro, ficando com a carga mais positiva, isto é, o seu Nox (Número de oxidação) aumenta.

Como apresentado na Figura 7, as longarinas do viaduto apresentam 3 vãos livres de aço de aproximadamente 15 metros e o vão mais afetado com a oxidação é o vão central (longarinas que ficam no meio do viaduto).

Figura 7 - Longarinas do viaduto do BRT do catetinho



FONTE: Google Maps, 2021.

O processo de oxidação nessas longarinas, acarretam em diversos efeitos negativos a estrutura, desde problemas estéticos até problemas estruturais. A oxidação apresenta manchas avermelhadas na estrutura o que causa um problema estético para o viaduto, devido a cor das longarinas, que pode gerar insegurança aos usuários, mas o maior problema, seria a corrosão, o que poderia acarretar, desde a perda de seção do aço, até a degradação completa, parcial ou estrutural. Observando isso, o viaduto a longo prazo, poderia tornar-se inutilizável devido a esse problema estrutural, caso não houvessem as manutenções preventivas.

A Figura 8 e 9 mostra o vão central do viaduto com problemas patológicos, no qual as longarinas junto com as barras de travamento apresenta oxidação e em alguns pontos, início de corrosão.

+

Figura 8 - Longarinas oxidadas do viaduto do BRT Sul da DF-065



Fonte: COMPILAÇÃO PRÓPRIA, 2021.

Figura 9 - Longarinas oxidadas do viaduto do BRT Sul da DF-065



Fonte: COMPILAÇÃO PRÓPRIA, 2021.

Com base no referencial teórico e o local no qual o viaduto está localizado, onde observa-se um grande fluxo de circulação de veículos e comparando-os com a análise visual, essa oxidação no viaduto ocorre devido o material exposto ao clima, à umidade e ao gás carbonífico emitido pelos veículos que ali circulam, a estrutura em si não apresenta uma proteção alcalina para combater a oxidação, e a falta de manutenção faz com que o material como um todo, perca elétrons deixando com uma cor avermelhada que chamamos de oxidação.

+

As ligações das peças metálicas, apresentam oxidação avançada na parte da solda eletrolítica conforme a Figura 10. Em análise visual, as peças ainda não apresentam problemas estruturais, mas se a oxidação continuar avançando em toda a estrutura e com a falta de manutenção, este processo de problemas estruturais pode avançar rapidamente.

Figura 10 - Oxidação nos pinos da longarina do viaduto do BRT Sul da DF-065



Fonte: COMPILAÇÃO PRÓPRIA, 2021.

As partes mais externas das longarinas, onde se tem maior contato com o sol e chuva, contém partes que a oxidação avançou em um grau que evoluiu para corrosão, começando a perder seção de aço na longarina, a Figura 11 mostra a parte externa da longarina já em processo de corrosão.

Figura 11 - Corrosão no viaduto do BRT do Catetinho



FONTE: COMPILAÇÃO PRÓPRIA, 2021.

Para evitar o processo de oxidação e eventualmente a corrosão nas peças metálicas, devem ser feitas manutenções preventivas, analisando assim, toda a peça metálica e fazendo teste de corrosão na estrutura, tanto de forma mecânica, como de forma eletroquímica, no qual apresenta um diagnóstico preciso das peças, para que o usuário possa desfrutar da vida útil máxima do material.

Para corrigir esse problema de oxidação nas peças metálicas do viaduto, deve-se primeiro obter o diagnóstico do teste de corrosão, para depois tomar as decisões de qual é o melhor método a ser utilizado para manutenção corretiva. Com base na literatura e comparando com a análise visual um dos métodos que pode ser adotado para essa manutenção é a forma mecânica, no qual primeiro deve preparar a estrutura, tirando todas as impurezas necessárias para sua manutenção. Para esse processo é recomendado utilizar produtos químicos ou de forma manual, utilizar escovas de aço apropriadas para esse serviço, conforme mostra as Figuras 12 e 13.

Figura 12 - Tipo de escova de aço utilizada na limpeza de oxidação



Fonte: ROPAN ESCOVAS ESPECIAIS.

Figura 13 - Tipo de escova de aço utilizada na limpeza de oxidação



Fonte: ROPAN ESCOVAS ESPECIAIS.

A NBR 8800:2008 estabelece que, os materiais devem ser protegidos contra a corrosão que possa influir na sua resistência ou no desempenho da estrutura. A proteção contra corrosão nos aços resistentes à corrosão atmosférica, pode ser obtida por camadas de proteção ou outros meios eficazes, seja isoladamente ou em combinação.

Após a limpeza de toda a estrutura, existem formas de evitar e proteger essa estrutura da oxidação e corrosão, como a galvanização das peças metálicas, proteção catódica, proteção

+

anódica, revestimentos metálicos e revestimentos não-metálicos orgânicos (tintas e polímeros). Porém, para cada estrutura é importante estabelecer o tipo de proteção com o melhor custo benefício.

Para a estrutura analisada e levando em conta o custo benefício devido a macroestrutura, seria importante a aplicação de revestimento não-metálicos orgânicos (tintas ou polímeros), devido à facilidade de aplicação e a boa proteção contra a corrosão, podendo contribuir também para a estética do viaduto. Para utilização desse método de proteção, primeiro deve ser aplicado o primer (Figura 14) que é o ideal para contato direto com a peça estrutural, trazendo uma proteção para o material contra resistência ao atrito e intemperes como sol, chuva e agentes corrosivos, e por fim, devem ser aplicadas as tintas de acabamento, que serão os responsáveis por toda a proteção externa, que podem ser provocadas por meio de agentes corrosivos.

Figura 14 - Primer anticorrosivo



Fonte: AMERICANAS.COM, 2021.

O não cumprimento das normas de impermeabilização no viaduto, deixando o mesmo exposto a atmosfera, em contato com as condições climáticas e gases nocivos sem o devido tratamento das peças metálicas gerou patologias, no qual deve ser realizado uma manutenção preventiva em todas as peças, gerando custos indesejáveis, além disso problema poderia ter sido evitado, caso tivesse sido realizado a impermeabilização das peças metálicas de forma adequada seguindo a norma de impermeabilização.

+

Caso as medidas de tratamento e manutenções pontuais não sejam promovidas, de forma corretiva, o problema pode se agravar, o que a longo prazo pode se tornar um risco, a segurança dos usuários do viaduto.

Além disso, foi realizado o preenchimento da ficha de inspeção rotineira da NORMA DNIT 010/2004, que tem o objetivo de promover a inspeção rotineira, que é um processo de se observar defeitos que possam afetar o desempenho da obra, para que de forma embasada, perante um documento/ferramenta governamental, observar de forma técnica o estado da estrutura, além de ter ótimos referências em relação ao viaduto em questão. A ficha preenchida segue em anexo A.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo sobre as longarinas do viaduto do BRT da DF 065 do catetinho, identificou patologias em toda a estrutura do viaduto, porém as longarinas que apresentaram maiores problemas, são as longarinas centrais do viaduto. Foi analisado que o maior problema patológico na estrutura é a corrosão nas longarinas, devido à falta de manutenção periódica e por não ter uma proteção contra processos corrosivos, que poderiam ter sido implementadas antes do término da construção do viaduto.

Assim como os sistemas construtivos convencionais, como alvenaria convencional e alvenaria estrutural, as estruturas de aço também possuem os seus problemas, e a melhor forma de se avaliar e compreender esses problemas são exatamente os estudos exploratórios na literatura.

Assim, este trabalho pretendeu, através da pesquisa científica na literatura e um estudo de caso, contribuir com o tema, ajudando no entendimento sobre patologias e manifestações patológicas mais recorrentes nas estruturas de aço, além disso, explorar as formas de recuperação e fomentar os processos de manutenção preventivas e recuperativas, e também, garantir a importância deste tipo de estudo sobre peças metálicas. Durante esses processos, foram identificadas as principais manifestações patológicas nestas estruturas, como oxidação, falhas de projetos, execução e materiais equivocados e nas ligações com solda. Dessa forma, as principais causas das manifestações patológicas referentes às edificações estudadas, estão relacionadas à variação de umidade e de temperatura, o processo de produção dos projetos e a execução das ligas com soldas, além da falta de manutenção.

Dado o exposto, considerando os conhecimentos obtidos através do desenvolvimento deste trabalho de conclusão, bem como através do estudo de caso, cada manifestação patológica, possui suas formas de serem evitadas, por exemplo, tintas industriais anticorrosivas ou verificar se a cratera está devidamente preenchida para evitar trincas nas soldas ou simplesmente a utilização dos materiais adequados. Além disso, acredita-se que a melhor forma de se prevenir uma manifestação patológica eminente são as manutenções preventivas.

Visto isso, a necessidade de ampliar os estudos, acerca de novas tecnologias na área da construção civil, assim como dos potenciais manifestações patológicas dos sistemas construtivos,

+

principalmente nas estruturas de aço é a melhor forma de se obter resultados satisfatórios, em relação aos métodos de recuperação e os meios de se evitar esses problemas.

Assim, o estudo de caso das longarinas apresenta processo de corrosão em partes da estrutura, no qual pode ser fundamentada com a ficha de inspeção rotineira do manual do DNIT, sendo necessárias manutenções para evitar a perda de seção do aço nas longarinas e evitar colapso na estrutura a longo prazo.

5 REFERÊNCIAS

AEC WEB. Sistema construtivo misto - método estruturas. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/produto/sistema-construtivo-misto-metodo-estruturas/21729>>. Acesso em: 3 de outubro de 2021.

ALVES, Paula Schneid . CORROSÃO – O QUE É, E POR QUÊ ELA OCORRE?. BETA EQ. RS, 2019. Disponível em: <https://betaeq.com.br/index.php/2019/04/15/corrosao-o-que-e-e-por-que-elaoocorre/#:~:text=Corros%C3%A3o%20%C3%A9%20um%20termo%20qu%C3%ADmico,em%20que%20este%20se%20encontra>. Acesso em: 22 abr. 2021.

Andrade, S. Comportamento e Projeto de Estruturas de Aço. Rio de Janeiro-RJ: Grupo GEN, 2016. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595156500/>. Acesso em: 26 de outubro de 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7188. Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8800. Projeto de estruturas de aço e de estruturas mista de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, 2008.

BESSA, Antonio Ronivon de Oliveira. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURA METÁLICA: UM ESTUDO DE CASO DA CORROSÃO, CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS EM PILARES TRELIÇADOS NA CIDADE DE ÁGUA NOVA-RN, Monografia (formação no curso de Engenharia Civil) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos ferros, p. 73. 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/5057>. Acesso em: 26 out. 2021

BIOLUB. Como fazer a manutenção de superfícies oxidadas?. Notícia BQL. 2018. Disponível em: <https://biolub.com.br/blog/como-fazer-a-manutencao-de-superficies-oxidadas/>. Acesso em: 3 out. 2021.

BLOG DAS CORES. Anticorrosivo: Conheça a importância dele na pintura dos metais!. Blog das cores. 2021. Disponível em: <https://www.blogdascors.com.br/2021/02/anticorrosivo-conheca-importancia-na-pintura-metais/>. Acesso em: 15 nov. 2021.

BRASIL ESCOLA. O que é patologia? . Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/biologia/o-que-patologia.htm>. Acesso em: 2 de maio de 2021>. Acesso em: 3 de outubro de 2021.

BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. NORMA DNIT 010/2004 - PRO , de 20 de janeiro de 2004. Diário Oficial da União.

CASTRO, E. PATOLOGIA DOS EDIFÍCIOS EM ESTRUTURA METÁLICA. monografia (mestrado em engenharia civil) - Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, P. 204.1999.

+

CORROSÃO: o que é e como evitá-la em sua indústria. PROPEQ. Disponível em: https://propeq.com/corrosao-o-que-e-e-como-evitar/?gclid=CjwKCAjw7--KBhAMEiwAxfpkWL-eLFT-PE5a0V1SCUpATEwXTruHWOKU4HVZjhU8gm9Gj1WA_7nOEBoCBYkQAvD_BwE. Acesso em: 3 out. 2021.

FOGAÇA, Jennifer. Oxidação e Redução. Manual da Química. Disponível em: <https://www.manualdaquimica.com/fisico-quimica/oxidacao-reducao.htm>. Acesso em: 3 out. 2021.

HELENE, Paulo Roberto do Lago; BOLINA, Fabricio Longhi; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca. Patologia de estruturas. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

LAB TESTE. Ensaio de corrosão. Lab testes laboratórios metalúrgicos. Disponível em: <https://www.labteste.com.br/ensaio-corrosao>. Acesso em: 14 out. 2021.

MAURICIO DA SILVA GREGORIO; ELOAN MARLON DOS REIS MOREIRA; BRUNO MATOS DE FARIAS; RACHEL CRISTINA SANTOS PIRES. PATOLOGIAS DO AÇO NA CONSTRUÇÃO: FALHAS NO PROCESSO CONSTRUTIVO E RECOMENDAÇÕES. Epitaya E-books, [S. l.], v. 1, n. 15, p. 271-282, 2020. Disponível em: <https://portal.epitaya.com.br/index.php/ebooks/article/view/108>. Acesso em: 26 out. 2021

MOREIRA, Eloan Marlon dos Reis. ESTUDO DE PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS METÁLICAS E O IMPACTO AMBIENTAL NA PRODUÇÃO DO MATERIAL. jul./set. 2019. SEMIOSES: Inovação, Desenvolvimento e Sustentabilidade. Rio de Janeiro, v.13, n. 3, P 115/116. Disponível em: <https://apl.unisuam.edu.br/index.php/semioses/article/view/383/170>. Acesso em: 2 de maio de 2021.

NETO, José A. da Silva; NASCIMENTO, Irenildo Firme; LIMA, Marcos Severino. Principais ocorrências patológicas nas estruturas metálicas no município de Campina Grande-PB. CONAPESC, ano. Disponível em: http://editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2018/TRABALHO_EV107_MD1_SA28_ID362_26032018071935.pdf. Acesso em: 2 de maio de 2021.

OLIVEIRA, Danilo Ferreira. Levantamento de causas de patologias na construção civil. Monografia (graduação em engenharia civil) - Universidade federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 107. 2013.

OPTIMUS MONTAGENS. Solda em aço carbono. SP, 2021. Disponível em: <https://www.mmeletrica.com.br/solda-em-aco-carbono>. Acesso em: 21 maio. 2021.

PAGOTTO, JOSIAS FALARARO. MÉTODOS DE PROTEÇÃO CONTRA A CORROSÃO DE LIGAS METÁLICAS. São Carlos, 2013 Tese (INSTITUTO DE QUÍMICA DE SÃO CARLOS) - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.

PEIXOTO, Danielle de Souza Lelis. “PATOLOGIA EM ELEMENTOS DE LIGAÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS”. 2012. Monografia (Especialização) – Curso de Construção Civil, Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte MG, 2012. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS9A4JH5/1/monografia_patologia_em_elementos_de_liga_o_em_estruturas_met_licas.pdf. Acesso em: 25 de outubro de 2021.

PFEIL, Walter; PFEIL, Michèle. Estruturas de aço: Dimensionamento Prático de Acordo com a NBR 8800:2008. 8ª Edição. Rio de Janeiro: O GEN, outubro de 2008.

QUIMATIC TAPMATIC. Oxidação, corrosão e ferrugem não são a mesma coisa! Saiba como proteger os metais. Quimatic Tapmatic. Disponível em: <https://www.quimatic.com.br/blog/2017/03/entender-a-diferenca-entre-oxidacao-ferrugem-e-corrosao-garante-melhor-protexao-aos-metais/>. Acesso em: 3 out. 2021.

SACCHI, Caio César. Manifestações Patológicas e Controle de Qualidade na Montagem e Fabricação de Estruturas Metálicas. Revista Eletrônica de Engenharia Civil, volume 13, número 01, p. 20-34, junho, 2017.

SANTOS, Mariana Araújo dos. Recomendações para projeto e detalhamento de juntas e interfaces utilizadas em sistemas de vedação vertical em alvenaria para estruturas de aço. 2016. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2016. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/7797>. Acesso em: 26 out. 2021

SANTOS, Thais da Silva. Manifestações Patológicas em Edificações com Estruturas de Aço em Presidente Prudente. Congresso Latino-Americano da Construção Metálica, São Paulo - SP, p. 1-13, setembro, 2014.

SANTOS, Thais da Silva; TSUTSUMOTO, Nayra Yumi; FIORITI, Cesar Fabiano. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES COM ESTRUTURAS DE AÇO EM PRESIDENTE PRUDENTE. Setembro de 2014. ABCEM. Construmetal 2014, 13 pág. São Paulo, SP. Disponível em: <https://www.abcem.org.br/construmetal/2014/downloads/contribuicao-tecnocientifica/Thais-da-Silva.pdf>. Acesso em: 2 de maio de 2021.

SILVA, Adriano de Paula; JANOV, Cristiane Machado Parisi. PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES. Minas Gerais: UFMG. Agosto, 2019. Apresentação em slide share. 231 slides. Color. Curso de especialização em construção civil da UFMG. Disponível em: <https://demc.ufmg.br/adriano/Patologia%20das%20Construcoes.pdf>. Acesso em: 11 de outubro de 2021.

SILVA, Rafael. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM SISTEMAS CONSTRUTIVOS DE AÇO - ALGUMAS MEDIDAS PREVENTIVAS. Outubro de 2012. ABCEM. Construmetal 2012. Construção Metálica ed. 107, 13 pág, São Paulo, SP. Disponível em: <https://www.abcem.org.br/construmetal/2012/arquivos/Cont-tecnicas/33-Construmetal2012-manifestacoes-patologicas-em-sistemas-construtivos-de-aco.pdf>. Acesso em: 2 de maio de 2021.

VITORIO, José Afonso Pereira. PONTES E VIADUTOS RODOVIÁRIOS: Conceituação, conservação, segurança e reforço estrutural. 2015. P, 71. (especialização em inspeção, manutenção e recuperação de estruturas) - Escola Politécnica de Pernambuco Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Recife, 2015.

WEIMER, Bianca funk; THOMAS, Maurício. DRESCH, Fernanda. Patologia das Estruturas. SAGAH, 2018.

+

ANEXO A

Relação dos itens há vistoriar - Anexo A da Norma DNIT 010-2004PRO		
BURACOS/ ABERTURAS	INEXISTENTE	
ARMADURA EXPOSTA	MUITO OXIDADA	
CONCRETO DESAGREGADO	INEXISTENTE	
FISSURAS	NÃO OBSERVADO	
MARCAS DE INFILTRAÇÃO	NÃO POSSUI	
ASPECTOS DO CONCRETO	BOA QUALIDADE	
COBRIMENTO	EXCELENTE	
VIGAMENTO PRINCIPAL		
FISSURAS FINAS	INEXISTENTE	
TRINCAS (fissuras $w > 0,3\text{mm}$)	NÃO OBSERVADO	
ARMADURA PRINCIPAL	MUITO OXIDADA	CORROSÃO
DESAGREGAÇÃO DE CONCRETO	INEXISTENTE	
DENTE GERBER	NÃO POSSUI	
DEFORMAÇÃO (flexa)	NÃO OBSERVADA	
ASPECTOS DO CONCRETO	CONSERVADO	
COBRIMENTO	CONSERVADO	
MESOESTRUTURA		
ARMADURA EXPOSTA	MUITO OXIDADA	GRANDE INCIDÊNCIA
CONCRETO DESAGREGADO	NÃO POSSUI	
FISSURAS	NÃO OBSERVADO	
APARELHOS DE APOIO	CONSERVADO	
ASPECTOS DO CONCRETO	CONSERVADO	
COBRIMENTO	CONSERVADO	
DESAPRUMO	NÃO	
DESLOCABILIDADE DOS PILARES	NÃO POSSUI	
INFRAESTRUTURA		
RECALQUE DE FUNDAÇÕES	NÃO	
DESLOCAMENTO DE FUNDAÇÃO	NÃO	
EROSÃO NO TERRENO DE FUNDAÇÃO	NÃO	
ESTACAS DESENTERRADAS	NÃO	
PISTA ACESSO		
INRRREGULARIDADE NO PAVIMENTO	CONSERVADO	
JUNTA DE DILATAÇÃO	CONSERVADO	
ACESSOS x PONTES	CONSERVADO	
ACIDENTES COM VEÍCULO	NÃO HOUE	