



**CENTRO UNIVERSITÁRIO FAEMA - UNIFAEMA**

**JUCELIA DE SOUZA SANTANA**

**PATOLOGIAS EM ELEMENTOS ESTRUTURAIS METÁLICOS NAS  
CONSTRUÇÕES DA CIDADE DE ARIQUEMES, RONDÔNIA**

**ARIQUEMES – RO  
2022**

**JUCELIA DE SOUZA SANTANA**

**PATOLOGIAS EM ELEMENTOS ESTRUTURAIS METÁLICOS NAS  
CONSTRUÇÕES DA CIDADE DE ARIQUEMES, RONDÔNIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA, como pré-requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Ms. Silênia Priscila da Silva Lemes.

**ARIQUEMES - RO  
2022**

**FICHA CATALOGRÁFICA**  
**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

S232p Santana, Jucelia de Souza.  
Patologias em elementos estruturais metálicos nas construções da cidade de Ariquemes, Rondônia. / Jucelia de Souza Santana. Ariquemes, RO: Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA, 2022.  
41 f. ; il.  
Orientador: Prof. Ms. Silênia Priscila da Silva Lemas.  
Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia Civil – Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA, Ariquemes/RO, 2022.  
  
1. Construção Civil. 2. Estruturas Metálicas. 3. Patologias. 4. Projeto Urbano. 5. Rondônia. I. Título. II. Lemes, Silênia Priscila da Silva  
  
CDD 620.1

**Bibliotecária Responsável**  
Herta Maria de Açucena do N. Soeiro  
CRB 1114/11

**JUCELIA DE SOUZA SANTANA**

**PATOLOGIAS EM ELEMENTOS ESTRUTURAIS METÁLICOS NAS  
CONSTRUÇÕES DA CIDADE DE ARIQUEMES, RONDÔNIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA, como pré-requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Ms. Silênia Priscila da Silva Lemes.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Ms. Silênia Priscila da Silva Lemes  
Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA

---

Prof. Esp. Lincoln de Souza Lopes  
Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA

---

Prof. Esp. João Victor da Silva Costa  
Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA

**ARIQUEMES – RO  
2022**

Dedico este trabalho a Deus por me ajudar até aqui. Ao meu esposo por me acompanhar e apoiar nesta jornada tão difícil.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por tudo que ele me proporcionou nessa caminhada.

Ao meu esposo por ter sempre me incentivado e não ter medido esforços para que o meu sonho tornasse realidade.

Á toda minha família, por todo carinho e amor, por estar ao meu lado nos momentos de dificuldades e por me apoiar nesta caminhada.

Á minha orientadora Priscila por ter me ajudado a desenvolver o TCC, pelas correções, incentivos e o seu tempo dedicado a me ajudar.

Á todos os professores que passaram pela minha trajetória, por todo conhecimento adquirido, contribuindo para o contribuiu para o aperfeiçoamento.

Aos meus colegas que mantiveram comigo desde o começo da graduação, por ter me acolhido e ter dividido comigo momentos felizes e inesquecíveis.

Enfim, sou grata a todos que me ajudaram, incentivaram e acreditaram que chegaria até aqui, meu muito obrigada

## RESUMO

As estruturas metálicas são elementos estruturais produzidos em material metálico, especialmente o carbono e o aço. Porém, nas estruturas metálicas acontecem muitas patologias, principalmente relacionadas a projetos, execução, planejamento, e materiais utilizados de má qualidade etc. O objetivo deste trabalho é analisar a existência de patologias em elementos estruturais metálicos de construções comerciais da cidade de Ariquemes, Rondônia. Este estudo foi executado mediante uma pesquisa de campo descritiva observacional, das patologias presentes nas estruturas metálicas de quatro construções, na cidade de Ariquemes, por meio de visitas e registros fotográficos in loco. A primeira e a quarta estrutura metálica apresentam praticamente as mesmas patologias, essas estruturas estão em situação estável, contudo, possuem corrosão generalizada em vários locais, avarias na pintura de acabamento; marcas de coloração marrom-avermelhadas em razão do processo de corrosão, particularmente por insuficiência de manutenção, excesso de umidade e exposição direta a águas pluviais. Já a segunda estrutura e a terceira têm marcas de coloração marrom-avermelhadas por causa da corrosão, singularmente pela exposição prolongada às intempéries, essa morbidade estava presente em toda a extensão das duas coberturas. Portanto, para ter um ótimo desempenho estrutural duradouro é primordial a efetivação de todas as fases construtivas que envolvem o projeto, planejamento da edificação, mão de obra qualificada, e materiais de elevada qualidade, concomitantemente com as manutenções regulares, obtendo qualidade na obra.

**Palavras-chave:** Construções; Estrutura Metálica; Patologias; Projeto.

## ABSTRACT

Metallic structures are structural elements produced in metallic material, especially carbon and steel. However, many pathologies occur in metallic structures, mainly related to projects, execution, planning, and used materials of poor quality, etc. The objective of this work is to analyze the existence of pathologies in metallic structural elements of commercial buildings in the city of Ariquemes, Rondônia. This study was carried out through an observational descriptive field research, of the pathologies present in the metallic structures of four buildings, in the city of Ariquemes, through visits and photographic records in loco. The first and fourth metallic structure present practically the same pathologies, these structures are in a stable situation, however, they have generalized corrosion in several places, damages in the finishing painting; reddish-brown marks due to the corrosion process, particularly due to insufficient maintenance, excessive humidity and direct exposure to rainwater. The second and third structures, on the other hand, have reddish-brown marks due to corrosion, particularly due to prolonged exposure to the weather, this morbidity was present throughout the entire length of the two roofs. Therefore, in order to have a great lasting structural performance, it is essential to carry out all the constructive phases that involve the project, building planning, qualified labor, and high quality materials, concomitantly with regular maintenance, obtaining quality in the work.

**Keywords:** Constructions; Metal Structure; Pathologies; Project.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - Arquitetura moderna em aço.....  | 16 |
| Figura 2 - Falhas em construções metálicas decorrentes de erros ou incompatibilidade de projetos..... | 20 |
| Figura 3 - Falta de fusão na soldagem.....  | 21 |
| Figura 4 - Situação da estrutura metálica .....   | 27 |
| Figura 5 - Pilares com corrosão .....   | 28 |
| Figura 6 - Base de fundação com corrosão .....  | 28 |
| Figura 7 - Base pilar com escoamento de água.....   | 29 |
| Figura 8 - Manchas brancas no pilar .....   | 29 |
| Figura 9 - Corrosão nas extremidades da estrutura metálica.....                                       | 30 |
| Figura 10 - Corrosão na solda da ligação entre os pilares e tesouras .....                            | 30 |
| Figura 11 - Cobertura do supermercado .....   | 30 |
| Figura 12 - Cobertura da quadra poliesportiva .....   | 31 |
| Figura 13 - Marquise de edificação comercial.....   | 32 |
| Figura 14 - Corrosão nos perfis da estrutura da marquise .....  | 33 |
| Figura 15 - Corrosão nos perfis da estrutura da marquise .....  | 33 |

## **LISTA DE QUADROS**

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1 - As manifestações patológicas mais comuns e as principais causas..... | 18 |
| Quadro 2 - Falhas e defeitos nas pinturas - causas e soluções.....              | 23 |
| Quadro 3 - Resumo das patologias de todas as edificações verificadas .....      | 34 |

## LISTA DE GRÁFICO

|   |    |
|---|----|
| Gráfico 1 - Média geral das falhas em estrutura metálica em muitos países europeus<br>..... | 20 |
|---|----|

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....                                     | <b>12</b> |
| 1.2 OBJETIVOS .....   | 14        |
| <b>1.2.1 Objetivo Geral</b> .....                             | <b>14</b> |
| <b>1.2.2 Objetivos Específicos</b> .....                      | <b>14</b> |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....                          | <b>15</b> |
| 2.1 ESTRUTURAS METÁLICAS.....                                 | 15        |
| 2.2 PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS METÁLICAS .....                  | 16        |
| <b>2.2.1 Falhas em projetos</b> .....                         | <b>19</b> |
| <b>2.2.2 Falhas na fabricação</b> .....                       | <b>21</b> |
| <b>2.2.3 Falhas na pintura</b> .....                          | <b>22</b> |
| 2.3 SISTEMAS PREVENTIVOS E DE TRATAMENTO DESSAS PATOLOGIAS .. | 25        |
| <b>3 METODOLOGIA</b> .....                                    | <b>26</b> |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....                         | <b>27</b> |
| <b>CONCLUSÃO</b> .....  | <b>38</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....                                      | <b>39</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

As estruturas metálicas são caracterizadas como elementos estruturais criados em material metálico, principalmente o carbono e o aço (OLIVEIRA, 2019). Hoje em dia, a procura pela qualidade e o aumento da racionalização dos procedimentos construtivos, objetivando o aumento da produtividade, qualidade e conseqüentemente a diminuição dos custos de construção, decorreram em uma demanda elevada por estruturas metálicas (ALMEIDA, 2017).

Assim, a indústria de estruturas metálicas, é muito difundida no Reino Unido, Estados Unidos e Alemanha há várias décadas, e o Brasil nos últimos anos vem possuindo um expressivo crescimento. A construção metálica aumentou em torno de 30% a 50% mais que as construções com concreto nos últimos tempos (CORTEZ *et al.*, 2017; ALMEIDA, 2017).

Entretanto, algumas vezes, o emprego da estrutura metálica se torna limitada em razão da dificuldade para encontrar definidos tipos de perfis de aço em determinadas regiões. A especificação é a maior interferência nos custos de criação e montagem, onde se estabelecem as qualidades do produto e as tolerâncias exigidas. O fator financeiro quando não verificado em conjunto, é um dos elementos que mais bloqueia a utilização desse tipo de estrutura. Outro quesito fundamental é as patologias, especialmente a corrosão, que em inúmeros casos pode alcançar até 30% do valor da estrutura (ALMADA *et al.*, 2021).

Dessa forma, a elevada competitividade do mercado, requisita soluções que, juntamente com o processo construtivo das estruturas, conseguem melhorar a eficácia do processo, eliminando algumas fases construtivas, reduzindo influências entre os demais sistemas construtivos e aumentando a qualidade do produto final (ALMEIDA, 2017).

A patologia é considerada a ciência que analisa a origem, as manifestações e a natureza das patologias. É uma palavra de origem grega, que se separa em duas palavras: "PATHOS" e "LOGOS", isto é, o estudo de doenças. Nesta situação, trata-se de todas as anomalias associadas com o estabelecimento de um modo geral. Assim nas estruturas metálicas ocorrem várias patologias, sendo os problemas principais patológicos referentes a projetos, execução, planejamento, materiais utilizados, má utilização etc. As anomalias de construção e descuidos com a

manutenção predial contínua são provocadores dos maiores riscos pessoais e materiais importantes, desde o próprio proprietário da edificação e o usuário, a comunidade de uma forma geral (SILVA NETO; NASCIMENTO; LIMA, 2018).

Todavia, para que essas estruturas sejam bem aplicadas, suas possíveis patologias necessitam ser prevenidas. Uma construção deve ofertar condições de utilização e de segurança para que não ocorra influências do meio em que está introduzida. Qualquer anormalidade que aconteça com o edifício ocasionará inúmeros tipos de danos (OLIVEIRA, 2019). Para um maior desenvolvimento na realização, deve-se realizar um sistema de controle de qualidade nas distintas etapas de um projeto, dessa maneira, poupar improvisos na construção. A inserção de um controle de qualidade no detalhamento, criação e montagem das estruturas, assegura a minimização da necessidade de ações para reparar falhas. Aplicar ensaios não destrutivos é um instrumento de elevada importância na análise da integridade e do estado atual de uso das obras (SACCHI; SOUZA, 2017).

Diante do exposto, verifica-se que as patologias nas estruturas metálicas é frequente e acontecem desde a execução do projeto até as fases finais da construção, principalmente por ser uma técnica pouco difundida entre os profissionais da construção civil, então, pretende-se esclarecer por meio de um estudo de campo as causas das patologias nessas estruturas metálicas em construções comerciais, para orientar os profissionais da construção civil.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a existência de patologias em elementos estruturais metálicos de construções comerciais da cidade de Ariquemes, Rondônia.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Verificar os aspectos gerais, materiais empregados e a situação das anomalias;
- Descrever as possíveis causas das patologias encontradas;
- Relatar os resultados obtidos por meio de um quadro e discutir com outros autores as informações alcançadas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ESTRUTURAS METÁLICAS

As estruturas metálicas são consideradas como elementos estruturais da construção civil, fabricadas totalmente em material metálico, especialmente o aço. Este é constituído essencialmente por carbono e ferro e sua resistência depende da quantidade de carbono usado. Assim, quanto mais carbono utilizado, maior será a resistência do aço destinado a estrutura metálica, contudo, este será mais frágil (OLIVEIRA, 2019).

Na construção civil o emprego de estruturas metálicas propicia uma economia de tempo, porque ela não precisa de tempo de cura como em construções de concreto, bem como na perda, devido ser um empreendimento seco e as peças já são elaboradas para montagem das siderúrgicas, embora necessite de mão de obra especializada. Além disso, as estruturas metálicas são leves, possibilitando um menor custo na realização da fundação de edificações e geração de espaços com distintas formas que possam ser executados por montagem, sem que aconteça perda de qualidade diferente da edificação (SCHLICHTING, 2018).

Outros benefícios da estrutura é a estética (Figura 1), que incentiva modernidade nas obras, possuindo uma tendência de mostrar esta estrutura como principal parte da arquitetura, com seus elementos retilíneos, mas deve-se observar o custo maior na proteção contra corrosão. Também pode ser demonstrado como vantagens a adequação às questões ambientais, em razão de ser racional na utilização dos materiais, limpa, rápida e com nível pequeno de desperdício (RODRIGUES, 2017).

O estudo dessas estruturas é primordial pois, no Brasil ainda não tem normas e padrões de construção, emprego e qualidade das estruturas metálicas. Dessa forma, levando em conta que a construção desse tipo de estrutura segue um sistema com características apropriadas, por exemplo, todas as fases do projeto devem ser cuidadas para que não sejam cometidos erros construtivos. No Brasil, as obras em estruturas metálicas sofrem bastante pela ação do clima, porque aqui existe uma enorme variação climática, com elevados picos de temperatura, alta e baixa, inúmeras vezes no mesmo dia, e altos volumes de chuvas e poluição, um local muito agressivo e potencialmente provocador de múltiplas patologias nessas estruturas (OLIVEIRA, 2019).

Figura 1 - Arquitetura moderna em aço



Fonte: Rodrigues (2017).

## 2.2 PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS METÁLICAS

Na engenharia, a palavra patologia pode ser compreendida como um processo de deterioração dos produtos, encarregados por fazer parte do sistema estrutural, em que cada material possui sua forma particular de reagir aos agentes internos e externos e apresenta uma velocidade de degradação distinta uma da outra (BESSA, 2019).

Os problemas patológicos aparecem a qualquer instante em uma residência, assim para preveni-los, surgiu-se a precisão de uma ciência que os estudasse, analisasse e predispucesse alternativas viáveis, para corrigi-las. Então, à ciência, colocou o nome de Patologia de Edificações, sendo um campo de estudo, dentro da área da construção civil e não é antiga. Demonstrando-se muito atual, ganhou destaque, especialmente, nos últimos anos, pela significância que apresenta (FERREIRA FILHO, 2017).

No Brasil, as obras de pequeno porte até as de grande porte, como por exemplo, viadutos, pontes, obras hidráulicas, túneis, construções comerciais e residenciais, sofrem influência do clima. Altos gradientes de temperatura, diversas vezes ao dia, poluição, volumes elevados de chuvas e locais de grande

agressividade, colaboram para o aparecimento de manifestações patológicas que estão relacionadas com uma ou mais maneiras de deterioração (SACCHI, 2016).

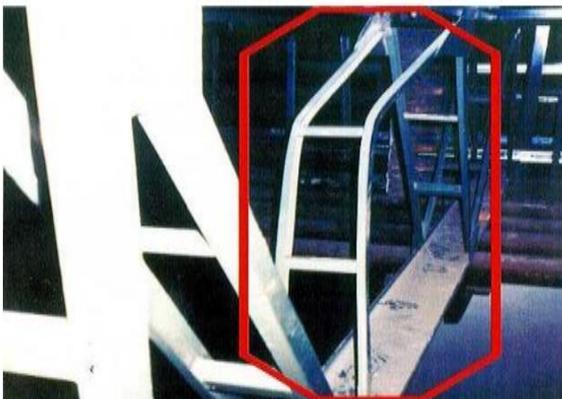
Dessa forma, as patologias em estruturas metálicas são produzidas de inúmeras formas e são inicializadas por fenômenos que acarretam a anomalia, como os agentes atmosféricos, variações térmicas, incompatibilidade de materiais, cargas excessivas, agentes biológicos, umidade, entre outros elementos, em que os problemas são ocasionados por erros originados desde a concepção inicial do projeto até problemas na realização (BESSA, 2019).

As anomalias são também geradas, na maioria das vezes, por falhas no projeto, erros na criação e montagem das estruturas por negligência ou falta de controle de qualidade ou então da ausência de manutenção (SACCHI; SOUZA, 2017).

Assim, as patologias principais nas estruturas metálicas podem ser classificadas em adquiridas, atávicas e transmitidas. As adquiridas são ocasionadas por agentes agressivos externos, como vibrações, poluição, líquidos corrosivos etc. A corrosão é a patologia adquirida mais frequente nessas estruturas, sendo um tipo de deterioração que pode ser encontrada facilmente em construções metálicas. O aço oxida em contato com umidade ou gases nocivos, precisando de cuidados para aumentar sua durabilidade. Já as patologias transmitidas são oriundas de vícios construtivos ou também desconhecimento técnico sendo transferidos de um imóvel para outro e por fim, as atávicas são as associadas a má elaboração de projeto, como detalhamento incorreto, erros de cálculo, escolha inadequada de perfis etc (BESSA, 2019; SACCHI; SOUZA, 2017).

Além disso, existem as manifestações patológicas mais habituais em estruturas de aço que podem ser determinadas em cinco tipos principais, conforme o quadro 1 a seguir:

Quadro 1 - As manifestações patológicas mais comuns e as principais causas

| <b>Manifestações patológicas no aço</b> | <b>Principais causas</b>  | <b>Figuras</b>   |
|---|---|--|
| <b>Corrosão localizada</b>              | Causada por deficiência de drenagem das águas pluviais e deficiências de detalhes construtivos, permitindo o acúmulo de umidade e de agentes agressivos.  |    |
| <b>Corrosão generalizada</b>            | Causada pela ausência de proteção contra o processo de corrosão.  |    |
| <b>Deformações excessivas</b>           | Causadas por sobrecargas ou efeitos térmicos não previstos no projeto original, ou ainda, deficiências na disposição de travejamentos.  |  |
| <b>Flambagem local ou global</b>        | Causadas pelo uso de modelos estruturais incorretos para verificação da estabilidade, ou deficiências no enrijecimento local de chapas, ou efeitos de imperfeições geométricas não consideradas no projeto e cálculo. |  |

|  |  |  |
|--|--|--|
| <p><b>Fratura e propagação de fraturas</b></p> | <p>Falhas estas iniciadas por concentração de tensões, devido a detalhes de projeto inadequados, defeitos de solda, ou variações de tensão não previstas no projeto.</p> |  |
|--|--|--|

Fonte: Sacchi (2016); Silva Neto; Nascimento; Lima (2018).

Diante disso, seja qual for a patologia pode afetar a funcionalidade e segurança da estrutura estando associada com o descuido, economia ou cobiça. Sendo difíceis de serem reparadas e geralmente exigem uma recuperação de elevado custo (TEIXEIRA, 2017).

### 2.2.1 Falhas em projetos

Os erros na fase de produção dos projetos são a causa de maior parte das patologias. A precisão é uma característica essencial de um sistema metálico, o detalhamento necessita ser com precisão milimétrica e também os cuidados devem ser redobrados. Um projeto elaborado incorretamente é o responsável pelas anomalias e destruição precoce de uma estrutura. Ressalta-se que 41% das patologias que afetam as estruturas estão de forma direta relacionadas a erros (PEIXOTO, 2012).

A vida útil de uma estrutura surge no projeto e consolida na realização, porém os conceitos do projeto devem alcançar até o término da efetuação. Em cada uma das regras existem diversos desafios a serem vencidos, como o de compreender que projetar é realizar o gerenciamento do desempenho da estrutura no decorrer do tempo, controlando o procedimento de perda do desempenho e evitando falhas durante um tempo que justifique os recursos aplicados (SACCHI; SOUZA, 2017).

Conforme Sacchi (2016), estabelecimentos da área de construção entrevistados, observou-se que a predisposição da obra para possuir problemas patológicos nas estruturas metálicas, ou de uma de suas partes são decorrentes da má criação de projeto, má compatibilidade dos projetos, erros de cálculo, escolha

inapropriada dos perfilados, determinação errada das espessuras das chapas e da utilização de tipos de aço com resistências diversas das definidas no projeto. Ou ainda, por ausência de um controle de qualidade nas fases de projeto. Assim, tais problemas várias vezes são resolvidos de maneira ineficiente e inadequada (Gráfico 1 e Figura 2).

Gráfico 1 - Média geral das falhas em estrutura metálica em muitos países europeus



Fonte: Adaptado de Peixoto (2012).

Figura 2 - Falhas em construções metálicas resultantes de erros ou incompatibilidade de projetos



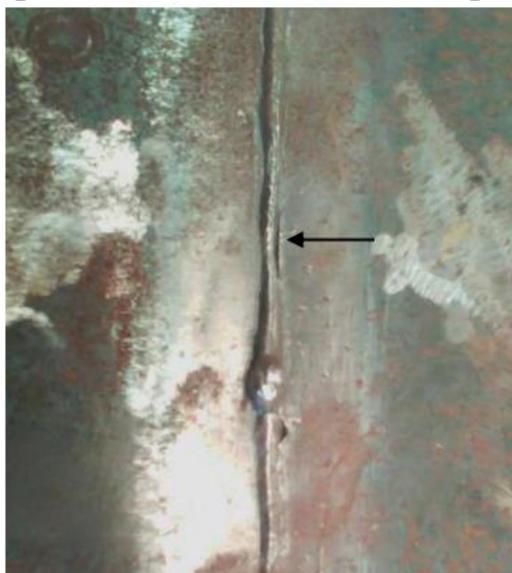
Fonte: Adaptado Sacchi (2016).

### 2.2.2 Falhas na fabricação

As atividades efetivadas nas fábricas de estruturas metálicas têm que passar por múltiplas técnicas de inspeção. O fabricante deve estabelecer procedimentos de controle de qualidade, para assegurar que todo o trabalho seja realizado conforme as exigências. A inspeção deve ser executada por funcionário certificado e qualificado para exercer a atividade e atuar em todas as etapas do método de fabricação. Além das técnicas de controle de qualidade do fabricante, o produto e a qualidade da tarefa devem ficar continuamente sujeitos à inspeção por profissionais e representantes do dono da obra (SACCHI, 2016).

As falhas habituais nas fases de fabricação da estrutura são associadas as soldas, furações e pinturas das estruturas, também erros de dimensionamento; falta de elementos estruturais como conectores e contraventamentos para enrijecer, o que interfere na estabilidade do sistema; ausência de ancoragem dos elementos construtivos entre si, estruturas metálicas para cobertura, estrutura metálica/concreto etc.; incompatibilidade entre a estrutura metálica e os elementos de fundação, causando excentricidades e esforços não esperado no dimensionamento; excesso ou falta de parafusos de ligação ou com furação inadequada; deficiência na concepção do sistema de fundações e ausência de chumbadores nas bases das fundações (Figura 3) (PEIXOTO, 2012).

Figura 3 - Falta de fusão na soldagem



Fonte: Sacchi; Souza (2017).

### 2.2.3 Falhas na pintura

A pintura é a técnica mais difundida de proteção anticorrosiva, devendo ser encarada como uma tecnologia dinâmica, complexa, capaz de acompanhar o crescimento tecnológico em outros setores e de se adequar as tendências de um mundo de economia globalizada, com apelo forte pela preservação do meio ambiente (BARCELOS FILHO, 2016).

Quando a função do revestimento por pintura é a proteção de uma estrutura, relata-se que este procedimento representa o uso de um esquema de pintura em relação a superfície a ser defendida, este esquema de pintura é um processo dentro do qual se definem todos os detalhes técnicos englobados em sua aplicação, como por exemplo: tipo de preparação e o nível de limpeza; tintas de fundo (primer) intermediária e de acabamento a serem utilizadas; os critérios para realização de retoques na pintura; a espessura de cada uma das demãos de tintas; os intervalos entre demãos e as técnicas de aplicação das tintas; as normas e os procedimentos a serem acompanhados para cada tarefa a ser executada e os ensaios de controle de qualidade a serem realizados na pintura (GROSSO, 2016).

Uma visão nova de esquema de pintura, com destaque na qualidade da especificação, critérios de inspeção, tintas menos dependentes de situações climáticas, procedimentos enquadrados em conceitos de saúde ocupacional e proteção ambiental, é apresentada como elemento de diminuição de custos. Com fundamento no estágio recente de progresso da tecnologia dos revestimentos anticorrosivos, pode-se levar em consideração que um esquema de pintura moderna é aquele que obtém propriedades excelentes de desempenho, preservação ambiental e custo (BARCELOS FILHO, 2016).

No entanto, ainda existem alguns defeitos mais frequentes em pinturas de estruturas metálicas encontrados na prática, com suas maneiras de apresentação, eventuais causas e prováveis correções, conforme o quadro 2 mencionado abaixo:

Quadro 2 - Falhas e defeitos nas pinturas - causas e soluções

| Descrição dos tipos de falhas ou defeitos  | Causas   | Correções   | Figuras   |
|--|--|---|---|
| <p><b>Impregnação (lixa):</b><br/>Superfície da tinta apresenta-se áspera como lixa.</p>   | <p>Abrasivos e poeiras levados pelo vento para a tinta ainda úmida. Pintura sobre superfícies contaminadas com abrasivos e poeira. Aplicação de tintas com rolo ou trincha contaminados com pelos, areia, poeira ou abrasivos.</p> | <p>Proteger a área a ser pintada. Retirar a tinta ainda úmida com panos umedecidos em solventes. Lixar a pintura contaminada e aplicar nova demão.</p>  |    |
| <p><b>Poros (porosidade):</b><br/>A película de tinta apresenta descontinuidades invisíveis a olho nu ou não.</p>                              | <p>Superfície contaminada. Retenção de solventes ou ar no filme de tinta. Atomização deficiente. Temperatura do substrato muito alta. Água no ar de atomização da pistola.</p>   | <p>Lixar a superfície e aplicar nova demão, ou retirar toda a pintura e fazer nova aplicação.</p>   |   |
| <p><b>Pele ou casca de laranja:</b><br/>A pintura apresenta-se rugosa semelhante a uma casca de laranja.</p>                                   | <p>Ocorre nas aplicações com pistola devido: à proximidade da superfície; à pressão baixa na pistola; à um solvente muito volátil; à tinta muito viscosa; à umidade no solvente; à um bico inadequado.</p>                         | <p>Ajustar as condições de aplicação. Lixar e aplicar novas demãos.</p>   |  |
| <p><b>Pulverização seca (over spray):</b><br/>A superfície da tinta apresenta um aspecto fosco e áspero, porém sem o desprendimento do pó.</p> | <p>Solvente muito volátil. Pistola muito distante da superfície ou com pressão excessiva. Temperatura ambiente muito elevada.</p>  | <p>Aplicar um pano umedecido com solvente antes da secagem da tinta. Após a secagem, lixar e aplicar nova demão, ajustando a distância da pistola à superfície e/ou utilizando um solvente menos volátil.</p> |  |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| <p><b>Empolamento (bolhas):</b><br/>A película de tinta apresenta-se com saliências semiesféricas que variam de tamanho e intensidade.</p>  | <p>Retenção de solventes. Processo corrosivo acelerado. Efeito de eletrose. Contaminação do ar e/ou dos equipamentos de aplicação com sal, óleo, água e outros. Incompatibilidade entre demãos de tintas. Umidade relativa do ar elevada. Superfície fria.</p>  | <p>Após secar, lixar as partes afetadas, preparar a superfície e repintar conforme a especificação técnica. A depender da extensão do problema, deve-se lixar e aplicar novas demãos.</p>                      |    |
| <p><b>Enrugamento:</b><br/>A película de tinta apresenta-se irregular, com encolhimento e/ou ondulação da película.</p>   | <p>Espessura da película muito alta. Solventes muito voláteis. Superfície fria. Não atendimento dos intervalos entre demãos.</p>  | <p>Após secar, lixar as partes afetadas, preparar a superfície e repintar conforme a especificação técnica. A depender da extensão do problema, deve-se remover ou lixar a pintura e aplicar novas demãos.</p> |    |
| <p><b>Sangramento:</b><br/>A película apresenta-se manchada pelo afloramento de substâncias ou pigmento da cor da demão que está abaixo, devido à solubilidade da demão inferior.</p> | <p>Cores claras sobre cores escuras, principalmente sobre o vermelho ou marrom. O solvente do novo acabamento dissolve a tinta antiga. A ação de solventes fortes da tinta de acabamento provoca a dissolução da tinta de fundo, manchando o acabamento. Aplicação de tintas sobre tintas à base de alcatrão.</p> | <p>Dar uma demão de selagem. Consultar o fabricante quanto a recomendação de produtos.</p>   |  |
| <p><b>Oxidação Precoce:</b><br/>A superfície pintada apresenta-se com pontos de corrosão logo após a aplicação da primeira ou das primeiras demãos.</p>                               | <p>Rugosidade excessiva (picos expostos). Película muito fina em meios muito agressivos.</p>  | <p>Controlar a rugosidade. Aplicar demãos mais espessas em ambientes mais agressivos. Diminuir, dentro dos limites, os intervalos entre demãos para reduzir os riscos de corrosão precoce.</p>                 |  |

Fonte: Sacchi; Souza (2017); Souza (2015).

### 2.3 SISTEMAS PREVENTIVOS E DE TRATAMENTO DESSAS PATOLOGIAS

As estruturas metálicas devem ser projetadas, detalhadas, calculadas e construídas observando sempre o lugar envolvido e realizar a mais adequada manutenção para aumentar a vida útil da estrutura (OLIVEIRA; VIANA; RUFINO, 2019).

Ademais, os modos de prevenir a corrosão são: calcular a estrutura com furos de drenagem, em tamanhos e quantidades suficientes, para garantir a drenagem da água; assegurar em que acessos sejam facilitados; as cantoneiras devem ser projetadas para proporcionar o livre fluxo de ar, ofertando a rápida secagem da superfície; os espaços sejam os mais amplos, para permitir uma manutenção adequada; evitar que peças fiquem semienterradas ou semi-submersas; prevenir juntas sobrepostas de materiais distintos; evitar criação de pares, como aço em contato com bronze, cobre ou outro metal (SCHLICHTING, 2018).

Então, para auxiliar a elevar a vida útil dos metais, desenvolvem-se produtos cada dia mais, como, esmalte sintético para acabamentos exteriores, fundo para pintura como zarcão ou primer entre outros, emborrachadas para vedação, epóxi para locais úmidos, entre outros (TEIXEIRA, 2017).

Existem também outros procedimentos de tratamentos como galvanização, a quente e a frio. Galvanização a frio apresenta uma vantagem grande e que pode ser efetuada no local usando um revestimento com tinta aerossol na constituição, é empregado 85% de zinco, bastante empregada no retoque de peças galvanizadas antes a quente. A galvanização a quente denominada também de galvanização a fogo, é um método em que o metal é submerso em uma mistura de zinco fundido, sendo em uma temperatura de aproximadamente 445° a 460° graus célicos revestindo o metal com o zinco (TEIXEIRA, 2017).

### 3 METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado por meio de uma pesquisa de campo descritiva observacional, em que os fatos foram observados, analisados e discutidos, sem que o autor interfira sobre eles, referente as patologias presentes em elementos estruturais metálicos de quatro construções comerciais, na cidade de Ariquemes, Rondônia.

A pesquisa realizada foi durante três semanas, através de visitas em campo em quatro estruturas para analisar todas as anomalias e suas possíveis causas, realizando uma inspeção visual, assim como o ambiente nas suas proximidades e todas as características como o tipo de telha utilizada, material usado, aspectos gerais da situação da construção. Também se efetuou um registro fotográfico in loco de cada estrutura metálica, com a finalidade de produzir informações que colabore para uma descrição visual densa e aumento do entendimento dos processos patológicos que englobam as edificações estudadas.

A fotografia ressalta-se como instrumento para compreender os significados engendrados pelas imagens, suas maneiras de geração e mediação de sentidos. De forma que, no universo da pesquisa esse instrumento é empregado tanto para alcançar informações como para tecer conclusões (RIOS *et al.*, 2017).

Essas construções foram escolhidas de maneira intencional, devido a maior facilidade de acesso a essas obras. O empregador autorizou o estudo e forneceu todas as informações necessárias.

Os resultados foram comparados com os parâmetros expostos na revisão bibliográfica, com a finalidade de demonstrar os aspectos gerais das anomalias encontradas e as corrosões, descobrir as possíveis causas, consequências das patologias.

Dessa forma, os resultados obtidos na pesquisa foram relatados e discutidos com estudos referentes ao assunto, para apresentar prováveis soluções para as situações averiguadas, de modo que o imóvel cumpra com o seu papel de uma forma sempre satisfatória, assegurando para as pessoas um total conforto, segurança e condições de utilização correta de uma maneira geral.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a visita nas obras, foram coletados dados e realizada uma análise detalhada das estruturas metálicas presentes na edificação para atingir os objetivos da pesquisa.

Dessa forma, a primeira obra pesquisada tem 4 anos, possui a integridade estrutural da cobertura com vão-livre de 05 m x 11,40 m de comprimento, usando 03 tesouras, o vão entre elas é de 05 m e 0,70m de beiral frente e fundo.

O material usado para a fabricação da estrutura metálica foi: Cobertura com tesouras compostas por banzos superior e inferior em perfil U 100x40 #13, montantes e diagonais em perfil U 92x30#14, enterçamento em perfil U enrijecido 100x40x20#14, alinhamento, travamento e reforços em ferro de perfil estrutural, com diferentes espessuras, sendo seus elementos interligados por solda elétrica.

Assim, a estrutura metálica está em situação estável (Figura 4). Além do mais, foi averiguado que as falhas nessa estrutura metálica aconteceram principalmente por ausência de um projeto e ausência de manutenção preventiva, ocasionando corrosão em diversos locais, causada pela falta de proteção contra o processo de corrosão, patologia conhecida como corrosão generalizada.

Figura 4 - Situação da estrutura metálica



Fonte: Própria Autora (2022).

Os pontos identificados na imagem acima um e dois estão demonstrando as áreas da estrutura que tem um contato direto com agentes de intemperismo, promovendo umidade e acarretando oxidação do aço.

A pintura na estrutura metálica para proteger contra agentes corrosivos foi feita duas demãos de fundo primer, todavia, por meio de uma inspeção visual, foi analisado que a pintura apresenta irregularidades na distribuição, ou seja, não foi distribuída uniformemente, sendo uma camada mais espessa e outra mais fina, observando rugosidade na superfície da pintura, acelerando então o processo de corrosão. Dessa forma ocorreu falhas no processo de pintura dos elementos estruturais.

Os pilares em perfil UDC 200X75X25#13 e base de fundação também possuem início de corrosão (Figura 5 e 6).

Figura 5 - Pilares com corrosão



Fonte: Própria Autora (2022).

Figura 6 - Base de fundação com corrosão



Fonte: Própria Autora (2022).

Existe um sistema de drenagem de água pluvial que escoar direto na base pilar, aumentando o processo de oxidação do aço (Figura 7).

Figura 7 - Base pilar com escoamento de água (Eflorescência)



Fonte: Própria Autora (2022).

Além do mais, as manchas brancas no pilar, é devido a infiltração que está ocorrendo dentro do pilar, por causa da água (Figura 8).

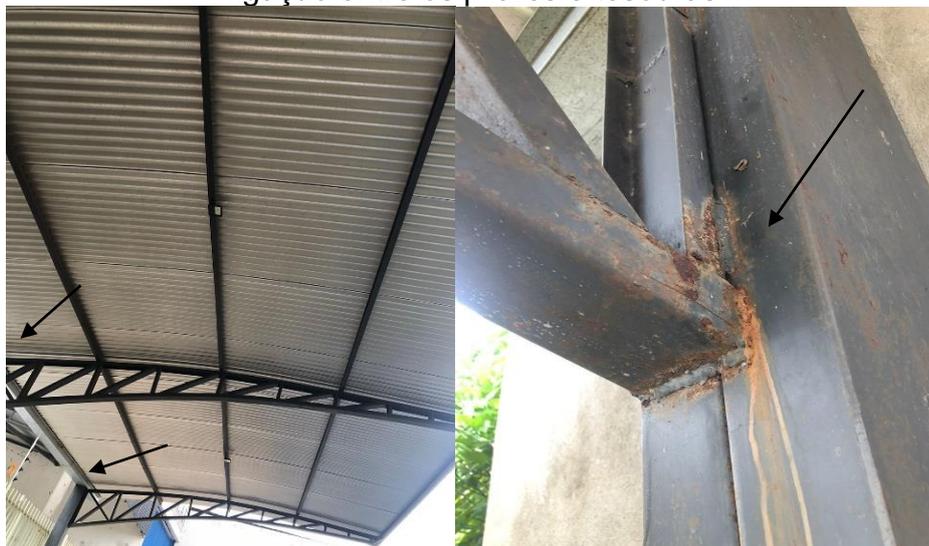
Figura 8 - Manchas brancas no pilar



Fonte: Própria Autora (2022).

No entanto, o maior índice de corrosão é nas extremidades da estrutura, por apresentar maior contato com a umidade, a solda de ligação entre os pilares e as tesouras também possuem elevado índice de corrosão (Figura 9 e 10).

Figura 9 e 10 - Corrosão nas extremidades da estrutura metálica e na solda da ligação entre os pilares e tesouras



Fonte: Própria Autora (2022).

As corrosões encontradas no estado atual não estão comprometendo a estabilidade da estrutura, todavia, este processo de degradação natural do aço em contato com a umidade a longo prazo, pode provocar a perda de seção efetiva do aço, propiciando a diminuição da resistência do material, necessitando assim, que ocorra prevenção dos problemas já identificados, para não piorar com o passar do tempo. Além da probabilidade de aparecer novas manifestações, atrapalhando o funcionamento estrutural e ocasionando um maior custo de manutenção posterior.

A segunda construção em pesquisa, foi a edificação comercial de um supermercado, porém não foi possível obter a idade, conforme ilustra a Figura 11.

Figura 11 - Cobertura do supermercado



Fonte: Própria Autora (2022).

Essa cobertura tem a medida de 22 metros x 11 metros, também composta por 04 tesouras, fabricada com tesouras constituídas por Perfil U 75x40#13 para os banzos e PU 68x30#14. As terças são de PUDC 75x40x15#14. Tem um vão de 11 metros e o cobrimento com telhas metálicas galvanizadas onduladas TO17.

Conforme mostrado na figura acima, as telhas de aço galvanizado não estão totalmente isentas de problemas, mesmo com a vida útil longa e níveis variados de proteção. Após a ausência de proteção contra corrosão, as telhas da edificação foram severamente corroídas e ficaram vermelhas, indicando que o aço havia sido afetado pela corrosão e essa morbidade estava presente em toda a extensão da cobertura. Ocasionalmente essas anomalias devido a falta de projeto.

A terceira edificação da pesquisa (Figura 12) é uma quadra poliesportiva pública, também não foi possível conseguir informações da idade, cuja patologia encontrada é similar a anterior em estudo.

Figura 12 – Cobertura da quadra poliesportiva



Fonte: Própria Autora (2022).

As telhas de aço revestido de seção ondulada estão em condição de corrosão severa, em toda a extensão, patologia designada como corrosão generalizada, muito frequente em quadras públicas da cidade de Ariquemes. Podendo ser provocada

pela qualidade do material das telhas, falta de proteção contra o processo de corrosão ou até mesmo pela ausência de projeto e manutenção na mesma.

A quarta obra estudada, não teve dados da idade de construção, possui a integridade estrutural da cobertura com vão-livre de 03 m x 15,0 m de comprimento, usando 04 tesouras com o vão entre elas de 05 m (Figura 13).

Figura 13 - Marquise de edificação comercial



Fonte: Própria Autora (2022).

O material empregado para a fabricação da estrutura metálica foi: Cobertura com tesouras compostas por banzos superior e inferior em perfil U 75x40 #14, montantes e diagonais em perfil U 68x30#14, enterçamento em perfil U enrijecido 75x40x20#14, alinhamento, travamento e reforços em ferro de perfil estrutural, com diferentes espessuras, sendo seus elementos interligados por solda elétrica.

A corrosão é o principal processo de deterioração do metal, que ocorre quando um material reage com o meio ambiente, fenômeno patológico identificado na inspeção visual da figura acima, apresentando corrosão de perfis estruturais, devido à exposição constante aos agentes intempéries (Figura 14 e 15).

Nesta configuração, o ataque é distribuído uniformemente por uma grande área da superfície metálica. Um ponto básico que deve ser ressaltado para que o aço-carbono sofra corrosão atmosférica é a existência simultânea de água e oxigênio. Na ausência de um deles, a corrosão não ocorre. Ou seja, o dossel em estudo está em contato direto com a precipitação e o oxigênio é livre como parte do ar.

Figura 14 e 15 - Corrosão nos perfis da estrutura da marquise



Fonte: Própria Autora (2022).

A corrosão atmosférica dos aços-carbono, trata-se da reação do oxigênio, constituinte da atmosfera, à temperatura ambiente com o metal, estando a superfície recoberta por uma película (macroscópica ou microscópica) de água e agentes poluentes dissolvidos, chamado de eletrólito.

Constatou-se que a falha dessa estrutura metálica aconteceu particularmente pela ausência, de projeto, exposição à umidade no local, levando a oxidação da estrutura, ocasionada pela falta de proteção contra o processo de corrosão, sendo diagnosticada como patologia de corrosão generalizada. Porém, a oxidação encontrada não está comprometendo a estabilidade da estrutura, pois, não está perdendo área de secção, acarretando atualmente apenas desconforto visual, mas, a longo prazo pode estar propiciando a perda de seção dos perfis dobrados da estrutura.

Além do mais, a tabela abaixo apresenta-se um resumo das anomalias analisadas, destacando os aspectos gerais e as causas prováveis, a partir de informações obtidas a campo e do registro fotográfico efetivado.

Quadro 3 - Resumo das patologias de todas as edificações verificadas

| <b>PRIMEIRA ESTRUTURA EM ANÁLISE</b> |   |   |
|--------------------------------------|---|---|
| <b>Base do pilar</b>                 |    | <p style="text-align: center;"><b>Aspectos gerais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrosão nos cordões de solda entre as chapas dos pilares;</li> <li>• Avarias a pintura de acabamento;</li> <li>• Marcas de coloração marrom-avermelhadas devido ao processo de corrosão;</li> <li>• Diminuição da massa dos perfis.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Possíveis causas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Insuficiência de manutenção;</li> <li>• Excesso de umidade;</li> <li>• Exposição direta a águas pluviais.</li> </ul>   |
| <b>Pilar</b>                         |   | <p style="text-align: center;"><b>Aspectos gerais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrosão nos cordões de solda entre as chapas dos pilares;</li> <li>• Avarias a pintura de acabamento;</li> <li>• Marcas de coloração marrom-avermelhadas em razão do processo de corrosão;</li> <li>• Redução da massa dos perfis;</li> <li>• Machas brancas por causa da infiltração na face interna do pilar que está preenchido de concreto;</li> <li>• Sistema de escoamento de água direto na base do pilar.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Possíveis causas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausência de manutenção;</li> <li>• Exposição direta a águas pluviais.</li> </ul> |
| <b>Cordões de solda das tesouras</b> |  | <p style="text-align: center;"><b>Aspectos gerais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrosão nos cordões de solda;</li> <li>• Avarias a pintura de acabamento;</li> <li>• Marcas de coloração marrom-avermelhadas por causa do processo de corrosão na ligação entre os perfis "U".</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Possíveis causas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de manutenção;</li> <li>• Excesso de umidade;</li> <li>• Exposição direta a águas pluviais.</li> </ul>  |

| <b>SEGUNDA ESTRUTURA EM ANÁLISE</b>  |  |   |
|--------------------------------------|--|---|
| <b>Cobertura do supermercado</b>     |    | <p><b>Aspectos gerais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marcas de coloração marrom-avermelhadas devido ao processo de corrosão</li> </ul> <p><b>Possíveis causas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de proteção contra a corrosão.</li> </ul>  |
| <b>TERCEIRA ESTRUTURA EM ANÁLISE</b> |  |   |
| <b>Cobertura da quadra esportiva</b> |   | <p><b>Aspectos gerais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marcas de coloração marrom-avermelhadas em razão ao processo de corrosão</li> </ul> <p><b>Possíveis causas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausência de proteção contra a corrosão.</li> </ul>   |
| <b>QUARTA ESTRUTURA EM ANÁLISE</b>   |  |   |
| <b>Marquise</b>                      |  | <p><b>Aspectos gerais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrosão nos cordões de solda;</li> <li>• Avarias a pintura de acabamento;</li> <li>• Marcas de coloração marrom avermelhadas devido ao processo de corrosão na ligação entre os perfis "U".</li> </ul> <p><b>Possíveis causas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Insuficiência de manutenção;</li> <li>• Excesso de umidade;</li> <li>• Exposição direta a águas pluviais.</li> </ul> |

Fonte: Própria Autora (2022).

Na pesquisa de Oliveira, Viana e Rufino (2019), existe também a presença de corrosão, em uma parte da estrutura metálica, designada de corrosão localizada, condizendo com este estudo. A estrutura está exposta ao ambiente, estando sujeita às ações climáticas como as intempéries, normalmente esse tipo de corrosão é provocada por deficiência de drenagem da água, propiciando acúmulo em definidas

partes da estrutura, acelerando o processo de corrosão, juntamente com a ausência de proteção a agentes corrosivos.

Esse autor complementa que a manutenção deve ser executada de forma periódica e por inspetores habilitados. A maior parte dos problemas de corrosão podem ser corrigidos facilmente, se for verificado em tempo suficiente. A limpeza pode ser mecânica ou manual, e o revestimento protetor sempre deve ser recomposto segundo as especificações do projeto. Logo, o custo de intervenção nesta situação é muito pouco e a sobrevida estrutural alcançada é significativa (OLIVEIRA, VIANA; RUFINO, 2019).

Santos, Fioriti e Tsutsumoto (2016), relata que no levantamento de campo executado, averiguou que a manifestação patológica predominante nas estruturas foi a corrosão. Existente em várias partes da estrutura metálica, também teve a presença de infiltração, assim, os danos produzidos pela corrosão podem possibilitar o desempenho inadequado dos sistemas estruturais em questão. Explicitamente, a exposição ao ambiente (intempéries) é o principal agente acelerador destas patologias nas estruturas pesquisadas. Além do mais, a visível disposição incorreta dos perfis permitindo o acúmulo de água e resíduos sólidos como poeira, e a falta de cuidados que objetivam à proteção do local, compromete continuamente a vida útil destes elementos.

Desse modo, as soluções de reparo é a limpeza dos lugares corroídos com jatos de areia, utilizando seguidamente à limpeza, um primer e concomitantemente uma pintura preventiva e inibidora de processos novos corrosivos, porém, em condições mais sérias, em que a corrosão danificou a peça estruturalmente, determina-se que seja substituída totalmente ou parcialmente (BENARDINO; ISOPPO, 2017; SANTOS; FIORITI; TSUTSUMOTO, 2016).

Portanto, as estruturas metálicas sofreram falhas por não terem realizado o projeto, sendo primordial sua realização, garantindo a eficácia da construção. As falhas encontradas foram: incompatibilidade dos projetos de estruturas metálicas com os de estruturas em concreto armado, detalhamento deficiente, ausência de projeto e conseqüentemente não teve dimensionamento, materiais inadequados, realização incorreta, sendo as principais falhas responsáveis pelos danos localizados e pela degradação prévia de uma estrutura. Dessarte, ações de gerenciamento e um plano de controle de qualidade na fase do projeto são imprescindíveis para o aumento da qualidade nas estruturas metálicas, pois esses

problemas, diversas vezes são resolvidos de maneira inapropriada e ineficiente (BENARDINO; ISOPPO, 2017).

Ademais, o sucesso de uma construção com estrutura metálica inicia na concepção, devendo ser projetada, detalhada, calculada e construída sobre a consideração do ambiente que as englobe, verificando-se no decorrer da sua vida útil, o desenvolvimento da mais adequada manutenção, aproveitando para serem comodamente inspecionadas. Em contrapartida, os pontos mais vulneráveis das estruturas devem ser identificados perfeitamente, na fase de projeto e na de construção, para que seja provável determinar, nesses pontos, um sistema de manutenção particular e um programa intensivo de inspeções (OLIVEIRA, VIANA; RUFINO, 2019).

## CONCLUSÃO

O presente estudo efetivou o levantamento das patologias observadas e detalhamento delas, revelando as causas dessa problemática e algumas maneiras de prevenção ou reforços para ser executados.

Assim, a primeira e a quarta estrutura possuem quase as mesmas patologias, estão em situação estável, todavia, tem corrosão generalizada em inúmeros lugares, marcas de coloração marrom-avermelhadas por causa do processo de corrosão, avarias na pintura de acabamento; essencialmente por ausência de manutenção, exposição direta a águas pluviais e bastante umidade. A segunda e a terceira estrutura apresentam também marcas de coloração marrom-avermelhadas devido a corrosão, porém a pintura não tem influência, é principalmente causada pela exposição contínua às intempéries, presente em toda a extensão das duas coberturas.

Dessa forma, para a obtenção de um excelente desempenho estrutural prolongado é fundamental a realização de todas as fases construtivas que incluem o projeto, planejamento da construção, mão de obra qualificada e materiais de alta qualidade para serem usados, juntamente com as manutenções periódicas com o objetivo de ter qualidade na obra.

Além disso, essas patologias precisam ser tratadas de forma mais aprofundada, sistematizando as informações coletadas por meio das inspeções visuais, para permanecer um nível maior de controle tecnológico e fiscalização, reduzindo essas causas e obtendo um controle rigoroso referente ao desenvolvimento das patologias na edificação.

Portanto, necessita-se de mais estudos sobre esse assunto, para dar continuidade a esse trabalho, propondo um projeto de reparo das estruturas, corrigindo todas as anomalias presentes e os tratamentos possíveis para prevenir futuramente o aparecimento de novas patologias.

## REFERÊNCIAS

ALMADA, Max Silva *et al.* **Estudo de viabilidade do uso das estruturas metálicas nas edificações**. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, 2021. Disponível em: <https://www.confrea.org.br/midias/uploads-imce/Contecc2021/Civil/ESTUDO%20DE%20VIABILIDADE%20DO%20USO%20DAS%20ESTRUTURAS%20MET%20LICAS%20NAS%20EDIFICA%20ES.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2022.

ALMEIDA, Wanderley Ribeiro. **Utilização de sistemas estruturais metálicos no atual cenário da construção civil brasileira: estudo de caso para a montagem de estrutura e cobertura de galpão industrial de médio porte**. Monografia (Pós-Graduação em Gerenciamento de Obras), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em: [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/19172/1/CT\\_GEOB\\_XXIII\\_2017\\_35.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/19172/1/CT_GEOB_XXIII_2017_35.pdf). Acesso em: 28 mar. 2022.

BARCELOS FILHO, Jorge de Souza. **Inspeção de tanques estruturais em embarcações**. 2016. 47f. Monografia (Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas), Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://www.redebim.dphdm.mar.mil.br:8080/pergamumweb/vinculos/000015/0000151c.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2022.

BERNARDINO, Leonel Brignoli; ISOPPO, João Octávio Justo. **Erros de projeto na execução de obras: estudo de caso em uma escola de educação básica no município de Sombrio – SC**. 2017. 77f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2017. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/4498/1/TCC%20Eng%20Civil%20Projetos.pdf>. Acesso em: 28 set. 2022.

BESSA, Antônio 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**. 2019. 73f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros, 2019. Disponível em: [https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/5057/1/Ant%C3%B4nioROB\\_MONO.pdf](https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/5057/1/Ant%C3%B4nioROB_MONO.pdf). Acesso em: 25 set. 2021.

CORTEZ, Lucas Azevedo da Rocha *et al.* **Uso das estruturas de aço no Brasil. Ciências exatas e tecnológicas**, Alagoas, v. 4, n. 2, p. 217-228, 2017. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/citationstylelanguage/get/chicago-author-date?submissionId=5215&publicationId=4126>. Acesso em: 28 mar. 2022.

FERREIRA FILHO, José Osvaldo. **Estudo sobre os métodos convencionais de reabilitação e reforço de estruturas de aço**. 2017. 88f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campo Mourão, 2017. Disponível em: [http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6433/2/metodosreabilitacao\\_reforco\\_estruturas.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6433/2/metodosreabilitacao_reforco_estruturas.pdf). Acesso em: 25 set. 2021.

GROSSO, Marcella. **Detecção de defeitos em aços com revestimentos anticorrosivos através da técnica de termografia aliada ao emprego de**

**simulação computacional**. 2016. 139f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais), Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://www.metalmat.ufrj.br/index.php/br/pesquisa/producao-academica/dissertacoes/2016-2/247--227/file>. Acesso em: 25 set. 2021.

OLIVEIRA, Alexia Marília de Sá; VIANA, Gabriel Lopes Coelho; RUFINO, Gustavo Lopes. **Levantamento de manifestações patológicas em estruturas de aço e concreto armado**. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia - CONTECC Palmas/TO, 2019. Disponível em: <https://www.confeca.org.br/sites/default/files/uploads-imce/Contecc2019/Civil/LEVANTAMENTO%20DE%20MANIFESTA%C3%87%C3%95ES%20PATOL%C3%93GICAS%20EM%20ESTRUTURAS%20DE%20A%C3%87O%20E%20CONCRETO%20ARMADO.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2022.

OLIVEIRA, Silas Cesar. **Influência da modificação superficial por ataque químico sobre a resistência mecânica em estruturas metálicas**. 2019. 60f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Faculdade Evangélica de Goianésia – FACEG, Goianésia, 2019. Disponível em: [http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/1683/1/2019\\_1\\_SIIILAS.pdf](http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/1683/1/2019_1_SIIILAS.pdf). Acesso em: 26 mar. 2022.

PEIXOTO, Danielle de Souza Lelis. **Patologia em elementos de ligação de estruturas metálicas**. 2012. 79f. Monografia (Pós-Graduação em Construção Civil), Escola de Engenharia UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: [https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9A4JH5/1/monografia\\_patologia\\_em\\_elementos\\_de\\_liga\\_o\\_em\\_estruturas\\_met\\_licas.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9A4JH5/1/monografia_patologia_em_elementos_de_liga_o_em_estruturas_met_licas.pdf). Acesso em: 25 set. 2021.

RIOS, Fábio Remy de Assunção *et al.* Manifestações patológicas construtivas em edificações no centro de Campina Grande-PB. **Revista On-line do Centro de Ensino Superior e Desenvolvimento**, v. 18, n. 28/29, p.1-14, 2017. Disponível em: <http://revistatema.facisa.edu.br/index.php/revistatema/article/viewFile/1018/pdf>. Acesso em: 26 mar. 2022.

RODRIGUES, Robson André. **O uso das estruturas metálicas na construção civil**. 2017. 30f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Faculdade Finom de Patos de Minas, Patos de Minas, 2017. Disponível em: <https://www.finom.edu.br/assets/uploads/cursos/categoriasdownloads/files/20181017161001.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2022.

SACCHI, Caio César. **Avaliação de desempenho estrutural e manifestações patológicas em estruturas metálicas**. 2016. 138f. Dissertação (Mestre em Estruturas e Construção Civil), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/8100/DissCCSad.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 25 set. 2021.

SACCHI, Caio César; SOUZA, Alex Sander Clemente. Manifestações patológicas e controle de qualidade na montagem e fabricação de estruturas metálicas. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 13, n.1, 2017. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view>. Acesso em: 25 set. 2021.

SANTOS, Bruna Anacleto; FIORITI, Cesar Fabiano; TSUTSUMOTO, Nayra Yumi. **Investigação de manifestações patológicas nas estruturas de aço do parque do povo**. Congresso Latino-americano da Construção Metálica, São Paulo, 2016. Disponível em: [https://www.abcem.org.br/construmetal/2016/downloads/sessao-poster/13\\_Investigacao-de-Manifestacoes-Patologicas-nas-Estruturas-de-Aco-do-Parque-do-Povo.pdf](https://www.abcem.org.br/construmetal/2016/downloads/sessao-poster/13_Investigacao-de-Manifestacoes-Patologicas-nas-Estruturas-de-Aco-do-Parque-do-Povo.pdf). Acesso em: 17 jun. 2022.

SCHLICHTING, Willyan Lima. **A relevância do uso de estruturas de aço em obras habitacionais populares**. 2018. 60f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão – SC, 2018. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/4423/1/TCC%20-%20Relev%C3%A2ncia%20do%20uso%20de%20estruturas%20met%C3%A1licas%20em%20obras%20habitacionais-converted.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2022.

SILVA NETO, José Anselmo; NASCIMENTO, Irenildo Firme; LIMA, Marcos Severino. **Principais ocorrências patológicas nas estruturas metálicas no município de Campina Grande-PB**. III CONAPESC, 2018. Disponível em: [http://editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2018/TRABALHO\\_EV107\\_MD1\\_SA28\\_ID362\\_26032018071935.pdf](http://editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2018/TRABALHO_EV107_MD1_SA28_ID362_26032018071935.pdf). Acesso em: 25 set. 2021.

SOUZA, Bruno. **Uso do projeto robusto para identificação de fatores que contribuem na intensidade do aspecto de “casca de laranja” em superfície de para-choques pintados**. 2015. 122f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/38877/R%20-%20D%20-%20BRUNO%20DE%20SOUZA.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. Acesso em: 25 set. 2022.

TEIXEIRA, Reinaldo Paulo. **Patologias de estruturas metálicas**. 2017. 31f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Faculdade Finom de Patos de Minas, Patos de Minas, 2017. Disponível em: <https://www.finom.edu.br/assets/uploads/cursos/categoriasdownloads/files/20181017161048.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2022.



## RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

**DISCENTE:** Jucélia de Souza Santana

**CURSO:** Engenharia Civil

**DATA DE ANÁLISE:** 28.10.2022

### RESULTADO DA ANÁLISE

#### Estatísticas

Suspeitas na Internet: **1%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet 

Suspeitas confirmadas: **0,8%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados 

Texto analisado: **90,85%**

*Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).*

Sucesso da análise: **100%**

*Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.*

Analisado por Plagius - Detector de Plágio 2.8.5  
sexta-feira, 28 de outubro de 2022 09:58

### PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho da discente **JUCÉLIA DE SOUZA SANTANA**, n. de matrícula **36289**, do curso de Engenharia Civil, foi aprovado na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 1%. Devendo a aluna fazer as correções necessárias.

(assinado eletronicamente)

**HERTA MARIA DE AÇUCENA DO N. SOEIRO**

**Bibliotecária CRB 1114/11**

Biblioteca Central Júlio Bordignon  
Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA