

A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO PERIÓDICA EM ESTRUTURAS METÁLICAS VISANDO GARANTIR A SEGURANÇA E A DURABILIDADE: ESTUDO DE CASO

THE IMPORTANCE OF PERIODIC MAINTENANCE IN METAL STRUCTURES TO ENSURE SAFETY AND DURABILITY: CASE STUDY

LA IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO PERIÓDICO EN LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD Y LA DURABILIDAD: ESTUDIO DE CASO

Matheus Cesar de Ricco¹, José Eduardo Quaresma², Fabiana Florian³

<https://doi.org/10.47820/recima21.v5i1.5941>

PUBLICADO: 11/2024

RESUMO

O estudo apresenta a importância da manutenção periódica em estruturas metálicas para garantir a segurança e a durabilidade. Estruturas metálicas, amplamente usadas na construção civil, necessitam de inspeções regulares para prevenir falhas como corrosão, fadiga e deformações, que podem comprometer a integridade e segurança das edificações. A falta de manutenção pode levar a danos graves, como o colapso estrutural e perdas financeiras significativas. A pesquisa revela que, ao implementar práticas de manutenção adequadas, incluindo inspeções visuais e ensaios não destrutivos, é possível prolongar a vida útil das estruturas e evitar custos elevados associados a reparos emergenciais. Foi realizada uma pesquisa qualitativa, observacional e um estudo em um galpão industrial no município de Taquaritinga-SP observou-se ausência de manutenção que resultou em danos severos. Conclui-se que a manutenção periódica não só assegura a segurança das edificações, mas também contribui para a eficiência e valorização a longo prazo das estruturas metálicas.

PALAVRAS-CHAVE: Corrosão. Edificações. Inspeções. Manutenção. Estruturas. Segurança.

ABSTRACT

The study emphasizes the importance of periodic maintenance for metallic structures to ensure safety and durability. Metallic structures, widely used in construction, require regular inspections to prevent failures such as corrosion, fatigue, and deformation, which can compromise the integrity and safety of buildings. Lack of maintenance can lead to severe damage, such as structural collapse and significant financial losses. The research reveals that implementing proper maintenance practices, including visual inspections and non-destructive testing, can extend the lifespan of structures and avoid high costs associated with emergency repairs. The case study of the industrial warehouse in Taquaritinga-Sp illustrates how the absence of maintenance resulted in severe damage, highlighting the effectiveness of the renovations and expansions carried out to restore and improve the structure. Thus, it is emphasized that periodic maintenance not only ensures the safety of buildings but also contributes to the long-term efficiency and value of metallic structures.

KEYWORDS: Buildings. Corrosion. Inspections. Maintenance. Structures. Safety.

RESUMEN

El estudio presenta la importancia del mantenimiento periódico de las estructuras metálicas para garantizar la seguridad y la durabilidad. Las estructuras metálicas, muy utilizadas en la construcción civil, necesitan inspecciones periódicas para evitar fallos como la corrosión, la fatiga y las deformaciones, que pueden comprometer la integridad y la seguridad de los edificios. La falta de mantenimiento puede provocar daños graves, como el colapso estructural y pérdidas financieras significativas. La investigación revela que mediante la implementación de prácticas de mantenimiento adecuadas, incluidas inspecciones visuales y pruebas no destructivas, es posible extender la vida útil de las estructuras y evitar altos costos asociados con las reparaciones de emergencia. Se realizó una investigación cualitativa, observacional y se realizó un estudio en un galpón industrial del municipio de Taquaritinga-SP, se observó ausencia de mantenimiento que resultó en daños severos. Se concluye

¹ Graduando do Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara - UNIARA. Araraquara-SP.

² Orientador. Docente do Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara - UNIARA. Araraquara-SP.

³ Coorientador. Docente do Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara - UNIARA. Araraquara-SP.

que el mantenimiento periódico no solo garantiza la seguridad de los edificios, sino que también contribuye a la eficiencia y mejora a largo plazo de las estructuras de acero.

PALABRAS CLAVE: *Corrosión. Edificios. Inspecciones. Mantenimiento. Estructuras. Seguridad.*

1. INTRODUÇÃO

As estruturas metálicas são componentes essenciais na construção civil, sendo amplamente empregadas em edificações, pontes, torres e outras construções que exigem alta resistência e durabilidade. Estas estruturas, formadas principalmente por elementos de aço, oferecem vantagens como a facilidade de fabricação, montagem e manutenção, além de sua reconhecida resistência mecânica. No entanto, a longevidade e a segurança dessas estruturas dependem de uma prática fundamental: a manutenção periódica.

A falta de manutenção adequada em estruturas metálicas pode levar a danos significativos, como corrosão, fadiga e deformação, que comprometem a integridade das construções. Esses problemas não só reduzem a vida útil das estruturas, mas também aumentam os riscos de falhas catastróficas que podem colocar vidas em perigo. O problema central deste estudo reside exatamente na necessidade de garantir que as estruturas metálicas recebam a atenção devida em termos de manutenção para evitar tais consequências.

O objetivo deste trabalho é apresentar a importância da manutenção periódica em estruturas metálicas, abordando como essa prática é crucial para assegurar a segurança e a durabilidade dessas construções ao longo do tempo. São apresentadas diretrizes para a elaboração de um plano de manutenção eficaz, fundamentadas em pesquisas e normas técnicas recentes. Além disso, o estudo examina as consequências da ausência de manutenção preventiva, ilustrando como a negligência pode resultar em prejuízos financeiros significativos e, em casos extremos, em colapsos estruturais.

Este tema é de extrema relevância, pois, em um cenário onde a segurança e a sustentabilidade são cada vez mais prioritárias, a manutenção periódica emerge não apenas como uma exigência normativa, mas também como um investimento estratégico. A prática adequada de manutenção previne falhas, reduz custos de reparo e assegura que as estruturas metálicas permaneçam funcionais e seguras ao longo de sua vida útil (Colen, 2023).

Neste contexto, a prática da manutenção preventiva em estruturas metálicas não apenas atende a exigências de segurança e normas técnicas, mas também representa um investimento estratégico para as organizações, assegurando a eficiência operacional, a confiabilidade das estruturas e a satisfação dos usuários. Ao priorizar a manutenção periódica, as empresas podem evitar paralisações não programadas, mitigar riscos de acidentes e prejuízos financeiros, e promover a sustentabilidade a longo prazo de suas instalações (Colen, 2023).

Em relação à prática, a falta de manutenção periódica pode causar a interrupção de serviços, ocasionando perdas financeiras e até de credibilidade por parte da empresa. Além disso, problemas na infraestrutura podem colocar em risco a integridade física dos colaboradores (Vale, 2021).

A pesquisa bibliográfica foi realizada com a base de dados do Google Acadêmico com as palavras-chave: “Manutenção periódica em Estruturas Metálicas” ao longo dos últimos 8 anos. Trata-se de uma pesquisa qualitativa e observacional de um estudo realizado no Município de Taquaritinga-

Sp.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste estudo, são apresentados os conceitos fundamentais das estruturas metálicas, enfatizando os fatores que influenciam a sua segurança e durabilidade. A importância da manutenção periódica dessas estruturas é destacada para garantir sua integridade ao longo do tempo. São discutidas as práticas recomendadas para inspeções e testes de monitoramento, essenciais para a detecção precoce de possíveis problemas. Normas e regulamentações pertinentes também são abordadas, fornecendo uma visão abrangente dos requisitos legais e técnicos que regem o uso e a manutenção de estruturas metálicas.

A importância do aço na construção civil é indiscutível, sendo um material amplamente utilizado devido às suas propriedades únicas e vantagens significativas. Os avanços tecnológicos e fatores econômicos têm impulsionado o uso de aços estruturais de média e alta resistência mecânica, contribuindo para a concepção de estruturas mais leves e esbeltas na indústria da construção metálica. O aço é reconhecido por sua alta resistência em comparação com outros materiais, sendo um material homogêneo de produção controlada, o que favorece a eficiência e a qualidade das estruturas metálicas (Pannoni, 2017).

As estruturas metálicas feitas de aço são duráveis e possuem longa vida útil, devido à resistência do material à corrosão e ao desgaste. Essa durabilidade contribui para a sustentabilidade das construções ao longo do tempo, reduzindo a necessidade de manutenção frequente e garantindo a segurança e a estabilidade das edificações. Assim, o aço é essencial na construção civil por sua capacidade de proporcionar estruturas robustas, seguras e eficientes, atendendo às demandas de projetos variados, desde edifícios residenciais e comerciais até infraestruturas complexas e de grande porte (Oliveira, 2021).

Conforme abordado na dissertação de Colen (2023), a corrosão, fadiga e deformação plástica representam desafios significativos para as estruturas metálicas, podendo comprometer sua integridade e vida útil. A corrosão, em particular, é um problema recorrente que pode resultar em perda de material e redução da resistência da estrutura. A fadiga, por sua vez, decorrente de cargas cíclicas, pode levar ao surgimento de trincas e eventual falha da estrutura. Já a deformação plástica, quando não controlada, pode comprometer a capacidade de carga e a segurança da estrutura.

Além desses aspectos, é fundamental considerar outros fenômenos, como instabilidade estrutural e impacto, que também podem impactar negativamente a durabilidade e a segurança das estruturas metálicas. Portanto, a implementação de medidas preventivas, como revestimentos protetores e sistemas de drenagem adequados, juntamente com análises de vida útil e inspeções periódicas, é essencial para garantir a integridade estrutural e a longevidade das estruturas em ambientes desafiadores.

A importância da manutenção periódica para garantir a durabilidade e o desempenho das estruturas está destacada na Norma ABNT NBR 8800:2008. Segundo a norma, para assegurar que a estrutura mantenha suas características durante o período de vida útil de projeto, é fundamental realizar a inspeção periódica dos elementos de aço, protegê-los contra corrosão e outros fatores de

agressividade, e executar os reparos necessários decorrentes de danos ambientais. Além disso, a norma enfatiza a importância de elaborar um manual de utilização, inspeção e manutenção, especificando os requisitos básicos para a manutenção preventiva necessária a fim de garantir a vida útil prevista para a estrutura.

Para avaliar a condição das estruturas metálicas, são utilizados diversos métodos de inspeção e testes. Conforme Silva (2022), alguns dos métodos mais comuns incluem a inspeção visual, ultrassom, radiografia, magnetoscopia e líquidos penetrantes. Essas técnicas são essenciais para identificar danos visíveis, fissuras, inclusões e falhas de solda, permitindo uma avaliação abrangente da integridade estrutural. A inspeção visual é uma técnica fundamental que envolve a observação direta da estrutura para identificar danos visíveis, como corrosão, fissuras e deformações.

O método de ultrassom, de acordo com Silva (2022), envolve a emissão de ondas sonoras de alta frequência através do material, permitindo a detecção de defeitos internos sem danificar a estrutura. Já a radiografia, utiliza raios X ou gama para penetrar no material e produzir imagens que revelam descontinuidades internas, sendo eficaz para inspeção de soldas e regiões internas da estrutura.

A magnetoscopia, envolve a magnetização da superfície de aço e a aplicação de partículas ferrosas para identificar fissuras superficiais e defeitos. Por sua vez, os líquidos penetrantes revelam fissuras superficiais através da absorção de um líquido penetrante aplicado na superfície do material. (Silva, 2022).

As normas e regulamentações relevantes relacionadas à manutenção de estruturas metálicas, são a ABNT NBR 8800:2008 - Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios, que estabelece os critérios gerais para o projeto de estruturas metálicas e a ABNT NBR 15421:2006 - Manutenção de edificações - Requisitos para o sistema de gestão de manutenção, que define requisitos para a implementação de um sistema de gestão de manutenção.

É fundamental cumprir essas normas para garantir a integridade estrutural e a segurança das pessoas que utilizam ou estão próximas às estruturas metálicas.

Além disso, será enfatizada a importância de seguir as diretrizes de segurança estabelecidas, as quais incluem procedimentos de inspeção, identificação precoce de problemas e implementação de medidas corretivas adequadas. Estes padrões de qualidade são essenciais para assegurar que a manutenção seja realizada de forma eficaz e que as estruturas metálicas permaneçam em condições seguras e funcionais ao longo do tempo.

2.1 Práticas de manutenção em estruturas metálicas

A realização de inspeções visuais regulares é de extrema importância para a manutenção preditiva de equipamentos e estruturas, permitindo a identificação precoce de possíveis defeitos e descontinuidades. Segundo Silva (2022), os ensaios visuais são fundamentais para garantir a integridade dos componentes, prevenir falhas inesperadas e prolongar a vida útil dos equipamentos.

Além da inspeção visual, existem métodos avançados de ensaios não destrutivos que complementam essa técnica, tais como ultrassom, radiografia, magnetoscopia e líquidos penetrantes. O ultrassom utiliza ondas sonoras de alta frequência para detectar defeitos internos em materiais, sendo útil na identificação de trincas, inclusões e espessuras irregulares. A radiografia, por sua vez,

emprega radiação ionizante para visualizar a estrutura interna de um componente, revelando falhas como vazios, inclusões e trincas (Silva, 2022).

A magnetoscopia utiliza campos magnéticos para identificar descontinuidades superficiais e subsuperficiais em materiais ferromagnéticos, enquanto os líquidos penetrantes são empregados para detectar trincas e fissuras em superfícies não porosas. Cada técnica possui suas aplicações específicas, sendo essenciais para a garantia da segurança e confiabilidade dos equipamentos e estruturas (Silva, 2022).

De acordo com Silva (2022), a utilização de tecnologias modernas para o monitoramento contínuo da integridade estrutural é essencial para prevenir falhas e garantir a segurança de equipamentos e estruturas. Sensores que detectam movimentos, tensões e outras variações são fundamentais para coletar dados em tempo real sobre o comportamento estrutural, identificando anomalias e variações que possam indicar potenciais falhas. Essas tecnologias, ao fornecer alertas antecipados, permitem a tomada de medidas corretivas antes que ocorram falhas catastróficas, possibilitando a identificação de tendências de deterioração e a realização de intervenções preventivas de forma mais eficiente e segura.

Os reparos preventivos são definidos como intervenções realizadas antes que os problemas se agravem, com base em inspeções regulares que identificam potenciais falhas ou desgastes. Exemplos comuns incluem a aplicação de revestimentos anticorrosivos, inspeções e manutenções periódicas, e reforços estruturais. Por outro lado, os reparos corretivos são descritos como intervenções realizadas após a identificação de danos ou falhas que já comprometeram a estrutura, visando corrigir os problemas existentes. Exemplos típicos de reparos corretivos incluem a substituição de componentes danificados, reparo de soldas ou juntas defeituosas, e reforços emergenciais. Ambos os tipos de reparos desempenham um papel crucial na manutenção adequada de estruturas metálicas (Zanolla, 2021).

Colen (2023) diz que para avaliar as condições iniciais da estrutura, é fundamental considerar fatores ambientais e a história da estrutura, realizando inspeções visuais detalhadas, análise de documentação técnica e investigação de eventos passados que possam ter impactado a integridade da estrutura. Essa abordagem holística permite identificar áreas de potencial fragilidade e estabelecer uma linha de base para futuras comparações e monitoramento contínuo.

Ao criar um cronograma de manutenção, é essencial definir a frequência das inspeções e intervenções com base na criticidade da estrutura, nas condições ambientais e na história de manutenção, garantindo que o cronograma seja flexível para se ajustar a descobertas inesperadas durante as inspeções. Isso possibilita a realização de intervenções imediatas em caso de problemas urgentes e a revisão periódica do plano de manutenção para assegurar sua eficácia ao longo do tempo (Silva, 2022).

A atribuição de responsabilidades às equipes de manutenção e gestão é crucial para o sucesso do plano de manutenção, enfatizando a importância da qualificação dos profissionais envolvidos para realizar inspeções, interpretar dados e executar intervenções de forma segura e eficaz. A comunicação clara e a definição de papéis e responsabilidades contribuem para a eficiência e eficácia das operações de manutenção (Colen, 2022).

Para uma manutenção eficaz, é fundamental contar com os recursos adequados, como equipamentos de inspeção, materiais para reparo, *softwares* de gestão de manutenção, acesso a informações técnicas atualizadas e treinamentos regulares para a equipe, garantindo a qualidade e segurança das atividades de manutenção e contribuindo para a preservação da integridade estrutural e a prolongação da vida útil da estrutura (Zanolla, 2021).

Rodrigues (2022) diz que a manutenção preventiva é essencial para garantir a integridade das estruturas metálicas, proporcionando benefícios significativos, como o prolongamento da vida útil, a redução de custos operacionais, o aumento da segurança e a melhoria da eficiência operacional. Por outro lado, a deterioração das estruturas metálicas pode resultar em falhas catastróficas, representando um sério risco para a vida das pessoas devido à perda de resistência estrutural e ao potencial colapso repentino.

Os custos financeiros associados a falhas estruturais são substanciais e abrangem uma variedade de aspectos, incluindo os reparos de emergência imediatos necessários para corrigir os danos, as indenizações pagas às vítimas afetadas, as interrupções de serviço que podem impactar negativamente as operações e a perda de reputação da empresa, o que pode resultar em consequências a longo prazo (Rodrigues, 2022).

Portanto, é fundamental compreender a importância da manutenção preventiva para evitar falhas estruturais graves, proteger a segurança das pessoas e evitar os custos financeiros e impactos negativos associados a tais incidentes. Investir em práticas de manutenção preventiva adequadas é um investimento crucial para a segurança e a sustentabilidade das estruturas metálicas em longo prazo.

A estrutura da imagem a seguir, pertencentes a uma obra em Taquaritinga-SP, apresenta danos significativos resultantes da falta de manutenção periódica. O local esteve abandonado por 15 anos, durante os quais não houve intervenções regulares para inspeção e reparo, o que causou a deterioração gradual dos materiais e comprometeu a integridade da construção. A negligência na manutenção preventiva levou ao acúmulo de pequenos defeitos que, com o tempo, evoluíram para problemas estruturais mais graves, colocando em risco a segurança e a funcionalidade da estrutura. A situação ilustra claramente as consequências da omissão dessas práticas fundamentais, destacando a importância da manutenção periódica para garantir a longevidade e a estabilidade de qualquer construção.

3. ESTUDO DA IMPORTÂNCIA DAS PRÁTICAS DE MANUTENÇÃO EM UM GALPÃO INDUSTRIAL

Esta seção apresenta um estudo de um galpão industrial localizado no município de Taquaritinga-SP com uma área de 801,30 m², dentre o período de agosto de 2023 a fevereiro de 2024.

A figura 1, pertencentes a uma obra em Taquaritinga-SP, apresenta danos significativos resultantes da falta de manutenção periódica. O local esteve abandonado por 15 anos, durante os quais não houve intervenções regulares para inspeção e reparo, o que causou a deterioração gradual dos materiais e comprometeu a integridade da construção. A negligência na manutenção preventiva levou ao acúmulo de pequenos defeitos que, com o tempo, evoluíram para problemas estruturais mais graves, colocando em risco a segurança e a funcionalidade da estrutura. A situação ilustra claramente as consequências da omissão dessas práticas fundamentais, destacando a importância da manutenção

periódica para garantir a longevidade e a estabilidade de qualquer construção.



Figura 1 - Situação inicial da estrutura metálica
Fonte: O autor, 2023

Com o passar dos anos, a ausência de um programa de manutenção preventiva resultou na degradação significativa da estrutura, comprometendo sua segurança e funcionalidade. Este caso de estudo visa observar o estado inicial do galpão, acompanhar os projetos de recuperação desenvolvidos, e o resultado final após a execução das obras de reconstrução.

3.1 Estado inicial

A estrutura metálica apresentou diversos problemas devido à falta de manutenção adequada ao longo dos anos. Os principais danos identificados foram:

Corrosão: A exposição prolongada aos elementos sem proteção adequada resultou em corrosão severa nas partes metálicas do galpão, assim demonstra a figura 2. A ferrugem comprometeu a integridade estrutural, especialmente nas colunas e vigas de suporte.



Figura 2- Tesoura Metálica danificada
Fonte: O autor, 2023

Fissuras: Fissuras começaram a aparecer em várias partes da estrutura, indicando um enfraquecimento progressivo do material. As fissuras foram particularmente visíveis nas áreas mais expostas às intempéries.

Colapso Parcial: Devido à corrosão e ao enfraquecimento estrutural, na figura 1 e 3 mostra a metade da estrutura do galpão que eventualmente desabou. Esse colapso parcial representou um sério risco de segurança e interrompeu as operações industriais no local.

A principal causa da deterioração foi a ausência de um programa de manutenção preventiva. A negligência na inspeção e reparação periódica da estrutura levou à degradação progressiva dos materiais metálicos, culminando no colapso parcial da estrutura.



Figura 3-Pilar metálico danificado
Fonte: o autor, 2023

3.2 Projeto de reconstrução

Diante dos danos significativos sofridos pelo galpão industrial, foi desenvolvido um projeto detalhado de recuperação e ampliação com o objetivo de restaurar a estrutura à sua plena funcionalidade e garantir sua durabilidade a longo prazo. Os principais aspectos do projeto de reconstrução foram:

- Desenhos e Projetos

Os desenhos e projetos do plano de recuperação e ampliação foram elaborados para abordar especificamente os problemas de corrosão, fissuras e o colapso parcial da estrutura. Os principais componentes do projeto incluíram:

- Reforço Estrutural

Desenhos detalhados mostrando o reforço das colunas e vigas metálicas, com a substituição das partes mais danificadas e a aplicação de materiais resistentes à corrosão.

- Fundação e Base

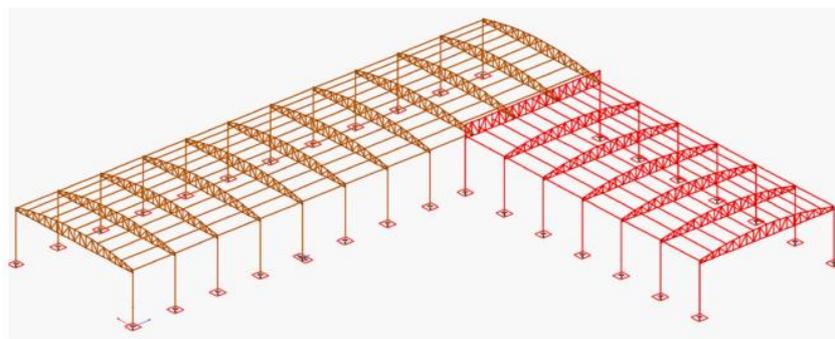
Planos para reforçar a fundação do galpão, garantindo uma base sólida e estável para suportar

a estrutura reconstruída e ampliada.

- Cobertura e Revestimento

Projetos para a substituição da cobertura e do revestimento do galpão, utilizando materiais modernos e duráveis que ofereçam melhor proteção contra as intempéries.

- Ampliação da Estrutura



LEGENDA



Figura 4 - Projeto estrutural - estrutura metálica

Fonte : O autor, 2023

Adição de novos setores ao galpão para aumentar sua capacidade de armazenamento e funcionalidade. Os projetos e acompanhamentos da obra foram realizados por um engenheiro civil responsável pela obra garantindo que todas as etapas fossem executadas com a máxima excelência. O engenheiro adotou um enfoque minucioso e criterioso em cada fase do projeto, assegurando que todas as especificações técnicas fossem rigorosamente cumpridas.

A reconstrução e ampliação do galpão industrial envolveram o uso de técnicas e materiais avançados para garantir a qualidade e a durabilidade da obra. Alguns dos principais materiais e técnicas utilizados foram:

Aço Galvanizado: Utilizado para substituir as partes corroídas, devido à sua resistência à corrosão e longa vida útil.

Soldagem de Alta Resistência: Aplicada para unir os novos componentes metálicos, garantindo a integridade estrutural da nova construção e ampliação.

Tratamento Anticorrosivo: Toda a estrutura metálica foi tratada com revestimentos anticorrosivos para prevenir futuros problemas de ferrugem.

Monitoramento de Qualidade: Implementação de técnicas de monitoramento contínuo durante a obra, utilizando equipamentos de inspeção modernos para assegurar a conformidade com os padrões de qualidade.

3.3 Estado final após a reforma e ampliação

Após a conclusão da reforma e ampliação, a nova estrutura mostrada nas figuras 5 e 6, não apenas restaurou a funcionalidade do galpão, mas também expandiu suas capacidades e melhorou consideravelmente sua segurança e durabilidade.

Dimensões Antes da Reforma: O galpão original possuía uma altura de 6,50 metros e uma área 810,30 m². A estrutura foi significativamente comprometida por corrosão severa, fissuras e um colapso parcial.

Reforço e Ampliação: Após a reforma, a estrutura foi reforçada com aço galvanizado e técnicas de soldagem de alta resistência. Além disso, foi acrescentada uma nova área de 450,00 m² à estrutura existente, aumentando a capacidade total do galpão para 1260,30 m² como se pode ver na Figura 5.

Cobertura e Revestimento: A cobertura e o revestimento foram substituídos por materiais modernos e duráveis, oferecendo melhor proteção contra as intempéries e melhorando a eficiência energética do galpão.

Segurança: O galpão foi equipado com sistemas de segurança adicionais, incluindo proteções contra incêndio e sistemas de monitoramento, para garantir a segurança de todas as operações realizadas no local.

Estética: A reforma trouxe uma melhoria estética significativa ao galpão, com uma aparência mais moderna e bem conservada, refletindo o investimento na qualidade e na aparência da estrutura.



Figura 5 - Situação externa após reforma da estrutura metálica
Fonte: O autor, 2024



Figura 6 - Situação interna após reforma da estrutura metálica
Fonte: O autor, 2024

4. RESULTADOS

Após a reforma e ampliação do galpão industrial, se observou uma série de melhorias significativas. A estrutura metálica foi totalmente restaurada e reforçada, eliminando os problemas de corrosão e garantindo a integridade estrutural. A área do galpão foi ampliada para um total de 1260,30 m², com uma adição de 450,00 m², o que aumentou consideravelmente a capacidade de armazenamento e a funcionalidade do espaço.

Os materiais modernos e duráveis utilizados na cobertura e no revestimento proporcionaram uma proteção superior contra intempéries e melhoraram a eficiência energética. O sistema de segurança foi atualizado, incluindo medidas contra incêndios e um sistema de monitoramento contínuo, o que elevou a segurança das operações. Além disso, a reforma trouxe uma melhoria estética, refletindo o investimento na qualidade da estrutura.

Os impactos financeiros e operacionais foram positivos, com a recuperação total da funcionalidade do galpão e a minimização de custos futuros com manutenção. A valorização do imóvel e a satisfação dos usuários foram notáveis, demonstrando a eficácia da intervenção e a importância da manutenção preventiva. É importante ressaltar que a manutenção periódica é crucial para evitar falhas estruturais e garantir a durabilidade e a segurança contínua da estrutura.

5. CONCLUSÃO

A manutenção periódica é essencial para garantir a segurança e a durabilidade das estruturas metálicas. A ausência de manutenção pode levar a deterioração significativa e falhas estruturais, como evidenciado pelo estudo de caso do galpão industrial em Taquaritinga - SP. O estudo demonstra que a prática regular de inspeções e reparos preventivos é crucial para evitar problemas graves e prolongar a vida útil das estruturas.

As técnicas de inspeção e monitoramento avançadas, como ultrassom, radiografia e magnetoscopia, são ferramentas valiosas para identificar e corrigir danos antes que se agravem. A adoção de um planejamento rigoroso e a implementação de um plano de manutenção detalhado são fundamentais para a preservação da integridade estrutural e a redução de custos associados a falhas.

A experiência prática apresentada reforça a importância de não apenas atender às normas técnicas, mas também de considerar a manutenção periódica como um investimento estratégico na segurança e eficiência operacional das estruturas metálicas. A aplicação de técnicas modernas e a realização de reformas e ampliações com materiais avançados garantem que as estruturas permaneçam seguras, funcionais e sustentáveis ao longo de sua vida útil.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8800/08**: projetos de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro: ABNT, 2008. Disponível em: https://engcivil20142.wordpress.com/wpcontent/uploads/2018/03/nbr8800_2008_1.pdf. Acesso em: 28 out. 2024.

COLEN, C. **Adaptação da metodologia “fitness for service” à manutenção de estruturas metálicas industriais sujeitas a corrosão atmosférica**. 2023. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Porto, 2023. Disponível em: <https://repositorioaberto.up.pt/bitstream/10216/153382/3/646711.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2024

PANNONI, F. D. **Projeto e Durabilidade**. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2017. Disponível em: <https://www.jodi.com.br/wpcontent/uploads/2021/01/Manual-CBCA-Projeto-e-durabilidade.pdf>. Acesso em: 28 out. 2024.

RODRIGUES, R. G. S. **Análise do processo corrosivo e suas consequências em estrutura metálica em academia ao ar livre em pau do ferros - rn**. 2022. TCC (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros – RN, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/items/cbc83aa5-4d2c-47c9-8316-1ffcc993e632>. Acesso em: 25 abr. 2024.

SAN. **Manutenção de torres metálicas**: por que você deve se preocupar com isso?. Osasco: SAN, s. d. Disponível em: <https://www.gruposolucoes.com/blog/manutencao-de-torres-metalicas--por-que-voce-deve-se-preocupar-com-isso>. Acesso em: 25 abr. 2024.

SILVA, I. A. D. A. R. D. **Métodos de inspeção por ensaios não destrutivos**: treinamento e capacitação interna para uma empresa. 2022. TCC (graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, Ouro Preto - MG, 2022. Disponível em: <http://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/4327>. Acesso em: 25 abr. 2024

VALE, F. A. P. *et al.* A prevenção de alterações em estruturas metálicas visando a sustentabilidade. **Brazilian Journals of Business**, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.34140/bjbv3n1-022>. Acesso em: 25 abr. 2024.