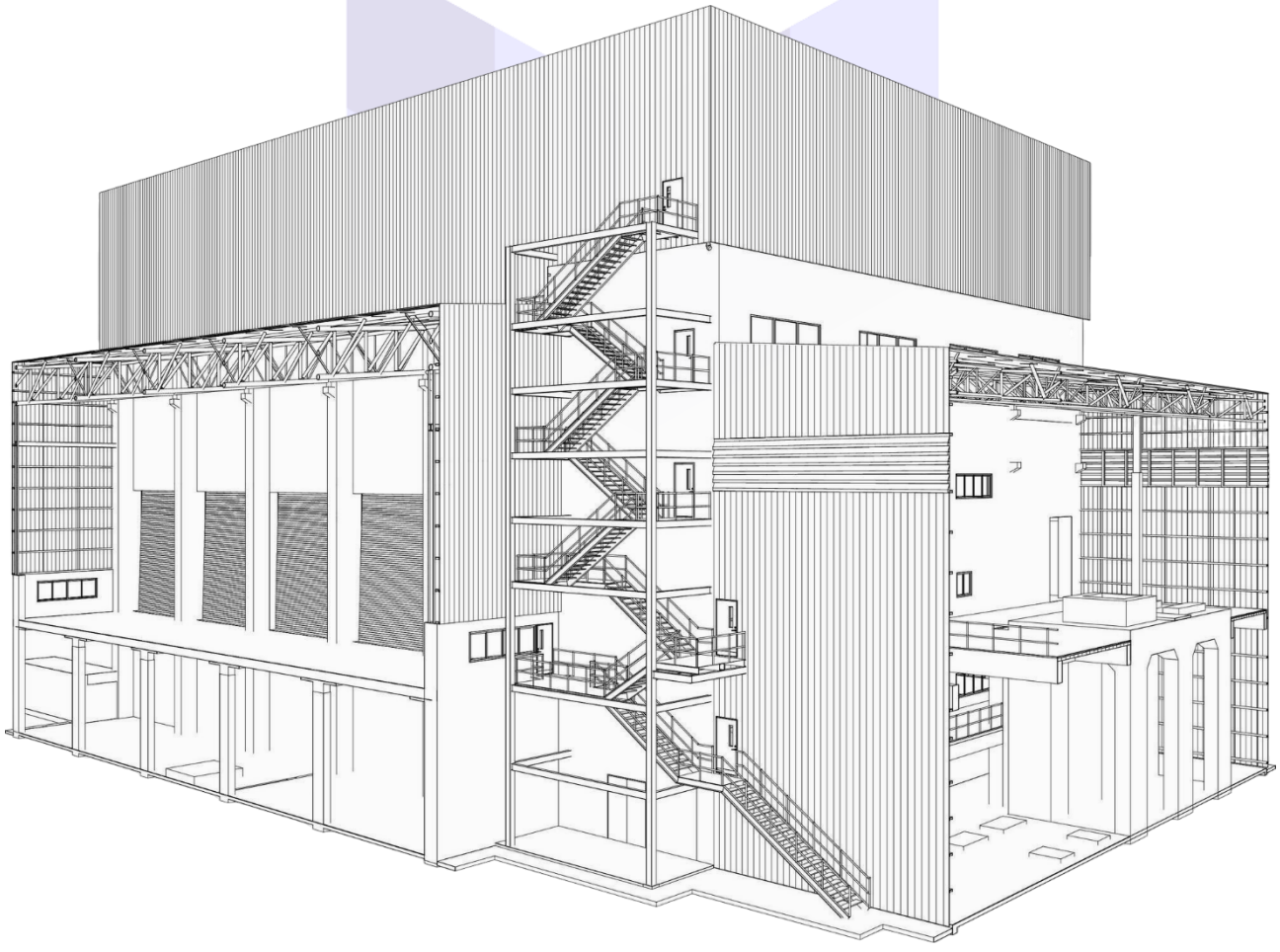
ESTRUTURA METÁLICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Portal
IDEA
.com.br



Fabricação, Montagem e Manutenção

Processo de Fabricação e Corte

1. Introdução

O processo de fabricação de estruturas metálicas envolve uma série de etapas industriais que visam transformar perfis e chapas metálicas em componentes estruturais prontos para montagem em obra. Essas etapas incluem corte, conformação, perfuração, montagem preliminar, soldagem, pintura e inspeção. O sucesso do projeto estrutural em aço depende da qualidade e precisão com que essas fases são executadas, garantindo que os elementos atendam às dimensões, tolerâncias e especificações de projeto.

Entre os procedimentos mais relevantes estão os **processos de corte térmico e mecânico**, a **perfuração e conformação dos perfis metálicos** e a **realização de ensaios de controle de qualidade**, fundamentais para assegurar a integridade e a confiabilidade das peças produzidas.

2. Corte Mecânico e Térmico

O corte é a primeira etapa de preparação das peças que compõem as estruturas metálicas. Ele define o comprimento e o formato dos elementos estruturais, devendo ser realizado com precisão para evitar perdas de material, retrabalho e dificuldades na montagem.

2.1 Corte Mecânico

O corte mecânico é realizado por ação direta de ferramentas, sem aquecimento considerável do material. Entre os métodos mais utilizados estão:

- **Tesoura guilhotina:** utilizada para cortar chapas em linha reta com grande rapidez;
- **Serra de fita ou serra circular:** aplicadas para cortar perfis metálicos com diferentes geometrias e ângulos;
- **Puncionamento:** método mecânico que combina corte e perfuração em peças de pequena espessura.

O corte mecânico é adequado para materiais mais finos ou cortes retos e padronizados. Sua principal vantagem é o **baixo custo operacional** e a ausência de zona termicamente afetada, o que preserva as propriedades mecânicas do aço.

2.2 Corte Térmico

O corte térmico utiliza calor para fundir ou oxidar o metal ao longo da linha de corte. É indicado para peças mais espessas, cortes complexos ou perfis com geometria variada. Os métodos mais comuns são:

- **Oxicorte:** utiliza uma chama de gás combustível e oxigênio para aquecer e oxidar o aço carbono. É eficiente, mas gera zona termicamente afetada ampla, exigindo cuidados posteriores.
- **Corte a plasma:** forma um jato de gás ionizado de alta temperatura e velocidade. Permite cortes rápidos e precisos, inclusive em metais não ferrosos.
- **Corte a laser:** proporciona cortes extremamente precisos com mínima deformação térmica. Indicado para peças que exigem acabamento fino e alta qualidade dimensional.

O corte térmico, embora mais caro que o mecânico, oferece **maior versatilidade e precisão** em perfis complexos, sendo amplamente utilizado em indústrias de médio e grande porte.

3. Perfuração e Conformação de Perfis

Após o corte, os elementos estruturais passam por processos de **perfuração** e **conformação**, necessários para garantir a montagem correta da estrutura e a instalação de elementos de fixação, como parafusos e rebites.

3.1 Perfuração

A perfuração consiste na abertura de furos nas peças metálicas, geralmente com máquinas de broca ou sistemas automatizados CNC. Os furos devem obedecer a tolerâncias rígidas para permitir o perfeito encaixe dos parafusos estruturais, respeitando critérios normativos quanto ao diâmetro, espaçamento e distância mínima das bordas.

O **puncionamento**, como alternativa ao furo com broca, é usado em chapas mais finas e quando se deseja maior produtividade. Contudo, pode gerar rebarbas ou deformações que exigem acabamento posterior.

3.2 Conformação

A conformação é o processo de modificação da geometria original dos perfis por meio de dobra, calandragem ou prensagem, sem remoção de material. Isso permite obter peças com curvaturas, chanfraduras ou vincos de acordo com a necessidade do projeto arquitetônico ou estrutural.

Os principais processos incluem:

- **Dobra de chapas em dobradeiras hidráulicas;**
- **Calandragem de tubos ou perfis curvos;**

- **Prensagem de chapas para ajustes dimensionais.**

É fundamental respeitar os limites de deformação do aço para evitar fissuras ou perda de resistência. As propriedades do material, como o limite de escoamento e a ductilidade, influenciam diretamente a viabilidade do processo de conformação.

4. Ensaios de Controle de Qualidade

O controle de qualidade é indispensável na fabricação de estruturas metálicas. Seu objetivo é garantir que as peças atendam às exigências do projeto, das normas técnicas e dos critérios de desempenho estabelecidos pelo cliente e pela legislação vigente.

Os ensaios podem ser classificados em **ensaios destrutivos** e **ensaios não destrutivos**.

4.1 Ensaios Destrutivos

São realizados em amostras específicas retiradas da produção, com o objetivo de verificar as propriedades mecânicas do aço e a qualidade das soldas.

Os principais ensaios incluem:

- **Tração:** determina o limite de escoamento, resistência à ruptura e alongamento do material;
- **Dobramento:** avalia a ductilidade e a adesão em soldas;
- **Impacto (Charpy):** verifica a tenacidade do material em diferentes temperaturas;
- **Dureza:** mede a resistência superficial do aço, podendo indicar tratamentos térmicos ou falhas.

4.2 Ensaios Não Destrutivos (END)

São aplicados diretamente nas peças que serão utilizadas na obra, sem comprometer sua integridade. Têm como objetivo detectar **trincas, poros, inclusões ou descontinuidades** que possam comprometer o desempenho estrutural.

Entre os métodos mais comuns estão:

- **Líquido penetrante:** identifica fissuras superficiais em peças não porosas;
- **Ultrassom:** detecta falhas internas por meio de ondas sonoras de alta frequência;
- **Partículas magnéticas:** revela defeitos superficiais em materiais ferromagnéticos;
- **Radiografia industrial:** possibilita a visualização interna de soldas e chapas espessas.

Os resultados desses ensaios são registrados em relatórios técnicos e certificados de qualidade que acompanham os lotes fabricados.

5. Considerações Finais

O processo de fabricação e corte de estruturas metálicas exige **planejamento preciso, equipamentos adequados e controle rigoroso de qualidade**. A correta execução dos cortes, perfurações e conformações assegura que as peças se encaixem corretamente durante a montagem e suportem os esforços previstos no projeto.

A escolha entre corte térmico ou mecânico depende da espessura do material, da complexidade da peça e do nível de acabamento exigido. Já a conformação e a perfuração devem respeitar os limites do material para evitar falhas prematuras. Por fim, os ensaios de controle de qualidade são indispensáveis para validar o processo e garantir a segurança estrutural da obra.

Uma estrutura metálica bem fabricada não apenas reduz retrabalho e desperdício, mas também contribui para a durabilidade, a estética e o desempenho da edificação.

Referências Bibliográficas

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8800: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios**. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
- MACHADO, R. A. **Estruturas de Aço – Fundamentos e Aplicações**. São Paulo: Blucher, 2016.
- PINTO, S. J. M. **Construções Metálicas: Projeto e Detalhamento**. Rio de Janeiro: LTC, 2010.
- COUTINHO, R. Q. **Soldagem: Tecnologia, Qualidade e Aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 2012.
- COSTA, M. C. M. da. **Ensaios de Materiais Metálicos**. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

Portal IDEA .com.br

Montagem e Execução em Obra de Estruturas Metálicas

1. Introdução

A montagem de estruturas metálicas em obra representa uma etapa crítica do processo construtivo. Ao contrário das estruturas moldadas in loco, os componentes metálicos são fabricados previamente em ambiente industrial, com precisão dimensional, e transportados para o canteiro, onde serão unidos por meio de parafusos, soldas ou encaixes mecânicos. Essa característica demanda um alto grau de planejamento, logística eficiente, controle de qualidade rigoroso e atenção à segurança do trabalho.

A execução em campo envolve diversas atividades, como descarga, posicionamento, escoramento, alinhamento e fixação definitiva dos elementos. A correta condução dessas etapas garante não apenas a integridade da estrutura, mas também o cumprimento de prazos e a prevenção de acidentes.

Portal IDEA .com.br

2. Equipamentos e Logística de Montagem

2.1 Equipamentos de Carga e Elevação

A montagem de estruturas metálicas requer o uso de equipamentos de movimentação e içamento que variam conforme a dimensão e o peso das peças, o local da obra e o cronograma de execução. Os principais equipamentos incluem:

- **Guindastes hidráulicos ou treliçados:** utilizados para içar perfis de grande porte, treliças ou painéis pré-montados;
- **Gruas:** mais comuns em obras verticais e áreas com restrições de acesso;
- **Caminhões munck:** adequados para transporte e elevação de peças leves e médias;

- **Plataformas elevatórias:** para acesso seguro às alturas durante a fixação dos elementos;
- **Cabos, eslingas e lingas:** que devem ser dimensionados para suportar os esforços de içamento com segurança.

A escolha do equipamento deve considerar fatores como altura de trabalho, peso das peças, espaço disponível para manobras, tipo de fundação e restrições ambientais ou urbanas.

2.2 Transporte e Armazenamento

A logística de transporte e armazenamento no canteiro de obras é vital para garantir a integridade das peças metálicas e evitar atrasos. Alguns cuidados importantes são:

- A descarga deve ser feita com equipamentos apropriados, evitando impactos e deformações;
- As peças devem ser armazenadas em local nivelado, sobre calços de madeira ou aço, e protegidas contra intempéries;
- A sequência de entrega das peças deve estar compatível com a ordem de montagem, evitando manuseios desnecessários.

Peças danificadas ou fora das tolerâncias devem ser imediatamente identificadas e comunicadas ao responsável técnico para verificação e, se necessário, substituição.

3. Planejamento e Sequenciamento de Obra

A montagem de uma estrutura metálica exige planejamento minucioso, que inclui desde a análise de projeto até o cronograma físico-financeiro da obra. O planejamento deve integrar todas as etapas envolvidas, como:

- **Análise de interferências com outras disciplinas:** fundações, alvenarias, instalações prediais e acabamentos;
- **Definição da ordem de montagem:** respeitando a estabilidade da estrutura em cada fase;
- **Verificação das condições do terreno e acessos:** essenciais para o posicionamento dos equipamentos de montagem;
- **Compatibilização com cronogramas paralelos:** evitando conflitos entre equipes de trabalho.

O sequenciamento deve considerar o princípio da **estabilidade progressiva**, garantindo que, a cada etapa, a estrutura montada seja autossustentável ou devidamente escorada até o travamento definitivo.

Além disso, é necessário prever **elementos provisórios** como:

- Escoras temporárias;
- Cabos de ancoragem;
- Ganchos de içamento soldados ou parafusados;
- Plataformas de apoio para trabalhadores.

Os diagramas de montagem, quando fornecidos, detalham a ordem exata de instalação dos componentes e os pontos de içamento, sendo fundamentais para a equipe de campo.

4. Segurança do Trabalho na Montagem Metálica

A montagem de estruturas metálicas envolve riscos significativos, principalmente relacionados à altura, ao uso de equipamentos pesados e ao manuseio de peças de grande porte. A adoção de medidas de segurança é imprescindível para proteger trabalhadores e terceiros.

4.1 Riscos Mais Comuns

- **Quedas de altura:** devido ao trabalho em plataformas elevadas e estruturas sem proteção;
- **Quedas de objetos:** como ferramentas, parafusos e peças soltas;
- **Choques mecânicos:** causados por movimentos de içamento mal coordenados;
- **Esforço físico excessivo:** em movimentações manuais ou uso de ferramentas vibratórias;
- **Exposição ao calor e ao ruído:** especialmente durante operações de soldagem ou corte.

4.2 Medidas de Prevenção

- Uso obrigatório de **Equipamentos de Proteção Individual (EPIs)**: capacetes, cintos de segurança com talabarte, luvas, óculos de proteção, botas com biqueira de aço, abafadores auriculares;
- Instalação de **linhas de vida, guarda-corpos e redes de proteção**;
- Treinamento específico para trabalhos em altura (NR-35), operação de guindastes (NR-11), sinalização de segurança e prevenção de acidentes com máquinas e equipamentos (NR-12);
- Delimitação de áreas de risco com barreiras físicas e sinalização visual;
- Supervisão técnica permanente por profissionais qualificados e com experiência em montagem metálica.

Além disso, deve ser elaborada uma **Análise Preliminar de Riscos (APR)** para cada etapa crítica da montagem, identificando os perigos e estabelecendo procedimentos operacionais seguros.

5. Considerações Finais

A montagem de estruturas metálicas em obra é uma etapa que requer planejamento técnico rigoroso, logística bem definida e cultura organizacional voltada para a segurança. O sucesso do processo depende da interação entre projeto, fabricação, transporte e execução, exigindo coordenação multidisciplinar e capacidade de adaptação a variáveis de campo.

Os profissionais envolvidos devem estar capacitados tanto do ponto de vista técnico quanto das normas de segurança, sendo capazes de interpretar desenhos, executar a montagem com precisão e tomar decisões rápidas diante de imprevistos.

A estrutura metálica, pela sua natureza modular e industrializada, oferece vantagens significativas em relação a sistemas convencionais, mas exige atenção especial à montagem para garantir o desempenho esperado em termos de estabilidade, durabilidade e funcionalidade.

Portal IDEA .com.br

Referências Bibliográficas

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8800: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios**. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
- BRASIL. Ministério do Trabalho. **NR-35 – Trabalho em Altura**, Portaria nº 593, de 28 de abril de 2014.
- BRASIL. Ministério do Trabalho. **NR-11 – Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais**, atualizações de 2021.
- MACHADO, R. A. **Estruturas de Aço – Fundamentos e Aplicações**. São Paulo: Blucher, 2016.
- PINTO, S. J. M. **Construções Metálicas: Projeto e Detalhamento**. Rio de Janeiro: LTC, 2010.
- COUTO, H. A. **Gerenciamento da Segurança e Saúde no Trabalho em Obras**. Belo Horizonte: Proteção Publicações, 2013.

Portal IDEA com.br

Proteção e Manutenção das Estruturas Metálicas

1. Introdução

As estruturas metálicas oferecem vantagens significativas no contexto da construção civil, como alta resistência, leveza, velocidade de montagem e precisão dimensional. No entanto, para garantir seu desempenho ao longo do tempo, é indispensável aplicar sistemas de **proteção contra agentes agressivos**, como umidade, agentes químicos, atmosferas industriais e altas temperaturas. Além disso, práticas de **manutenção preventiva e corretiva** são fundamentais para preservar a integridade e prolongar a vida útil da estrutura.

Os principais métodos de proteção envolvem o uso de **pinturas anticorrosivas**, **galvanização**, **sistemas de proteção contra incêndios** e **inspeções periódicas**, com eventuais **reforços estruturais** quando identificadas patologias ou alterações nas condições de uso.

Portal IDEA .com.br

2. Pintura Anticorrosiva e Galvanização

2.1 Corrosão em Estruturas Metálicas

A corrosão é um processo eletroquímico de deterioração do metal causado pela interação com o ambiente, especialmente em presença de umidade, oxigênio e contaminantes atmosféricos. A taxa de corrosão depende de fatores como a umidade relativa do ar, temperatura, poluição atmosférica e salinidade. Para prevenir esse processo, aplicam-se sistemas de proteção superficial.

2.2 Pintura Anticorrosiva

A **pintura anticorrosiva** consiste na aplicação de camadas protetoras que isolam o aço do ambiente agressivo. Esse sistema normalmente envolve três etapas:

- **Primer (camada de fundo):** responsável pela adesão da tinta ao metal e proteção inicial;
- **Intermediária (opcional):** aumenta a espessura total da proteção;
- **Acabamento:** proporciona resistência mecânica, proteção adicional e efeito estético.

As tintas podem ser do tipo epóxi, poliuretano ou alquídicas, escolhidas conforme a agressividade do ambiente. Para maior eficácia, a superfície metálica deve passar por um tratamento prévio, como jateamento abrasivo ou limpeza química, conforme orientações da **ABNT NBR 15218:2005**.

2.3 Galvanização

A **galvanização** é o processo de recobrimento do aço com uma camada de zinco, que atua como barreira física e proteção catódica. O método mais utilizado é a **galvanização por imersão a quente**, em que o aço é mergulhado em zinco fundido.

Vantagens da galvanização:

- Longa durabilidade mesmo em ambientes agressivos;
- Baixa necessidade de manutenção;
- Proteção eficaz de superfícies internas e externas.

A espessura da camada de zinco e o preparo da superfície são definidos por normas técnicas, como a **ABNT NBR 6323:2018**. Em casos específicos, é comum combinar galvanização com pintura, formando o sistema chamado **duplex**, que proporciona proteção superior.

3. Proteção Contra Incêndios

O aço estrutural, embora não seja inflamável, perde rapidamente sua resistência mecânica quando exposto a temperaturas elevadas, como as que ocorrem durante um incêndio. Por isso, é necessário adotar medidas de proteção térmica que retardem o aquecimento da estrutura, preservando sua integridade por tempo suficiente para evacuação e combate ao fogo.

3.1 Tintas Intumescentes

As **tintas intumescentes** são revestimentos que, quando expostos ao calor, expandem-se e formam uma camada espumosa e isolante, dificultando a elevação da temperatura do aço. Essas tintas são aplicadas por meio de pistola, trincha ou rolo e podem ser usadas tanto em ambientes internos quanto externos, desde que protegidas com uma camada de acabamento adequada.

Portal IDEA .com.br

Vantagens:

- Preservação da estética arquitetônica;
- Facilidade de aplicação em perfis complexos;
- Compatibilidade com sistemas de pintura anticorrosiva.

A aplicação deve seguir critérios de espessura mínima e testes de desempenho baseados na norma **ABNT NBR 14432:2021**, que trata da classificação da carga de incêndio das edificações.

3.2 Chapas Protetoras

As **chapas protetoras** são materiais incombustíveis, como placas de gesso acartonado, placas cimentícias ou mantas isolantes, que envolvem os elementos estruturais. Elas proporcionam isolamento térmico eficaz e são comumente usadas em edifícios com exigências elevadas de resistência ao fogo.

Embora mais robustas, essas soluções podem aumentar o peso e a complexidade de montagem, além de interferir na estética e na manutenção das estruturas metálicas expostas.

4. Inspeções Periódicas e Reforços Estruturais

A manutenção da estrutura metálica deve ser baseada em **inspeções periódicas**, com foco na detecção precoce de falhas ou degradações que possam comprometer o desempenho estrutural. Os intervalos entre as inspeções dependem do ambiente de exposição, tipo de proteção aplicada e importância da edificação.

4.1 Itens a Serem Verificados

- **Corrosão visível:** descascamento de tinta, ferrugem, bolhas ou manchas;
- **Fissuras ou deformações:** em vigas, pilares ou conexões;
- **Desgaste de parafusos ou soldas:** provocados por vibração, sobrecarga ou falha de execução;
- **Acúmulo de umidade ou resíduos:** que favorecem a corrosão localizada;
- **Aderência de sistemas de proteção (pintura ou tinta intumescente).**

As inspeções devem ser registradas por meio de relatórios técnicos, que indicam o estado atual da estrutura, recomendações de manutenção e necessidade de reforços.

4.2 Reforços Estruturais

Quando identificadas falhas ou necessidade de aumento de capacidade de carga, pode-se recorrer ao reforço estrutural. As técnicas mais utilizadas incluem:

- Adição de chapas ou perfis metálicos (reforço local);
- Soldagem de enrijecedores ou contraventamentos;

- Substituição de peças comprometidas;
- Aumento da espessura da proteção contra corrosão ou fogo.

O projeto de reforço deve ser elaborado por engenheiro qualificado, com base em análise estrutural detalhada, considerando as novas solicitações e condições de apoio da estrutura existente.

5. Considerações Finais

A durabilidade e a segurança das estruturas metálicas dependem tanto da qualidade do projeto e da execução quanto das estratégias adotadas para sua proteção e manutenção ao longo do tempo. O emprego de sistemas eficientes de **pintura anticorrosiva**, **galvanização** e **proteção contra incêndios** é indispensável para garantir o desempenho adequado em diferentes contextos ambientais e de uso.

As **inspeções periódicas** permitem identificar problemas em estágio inicial, reduzindo os custos com reparos emergenciais e prevenindo acidentes. Já os **reforços estruturais**, quando necessários, devem ser cuidadosamente projetados para restaurar ou ampliar a capacidade resistente da estrutura, sem comprometer sua funcionalidade ou estabilidade.

Portanto, a proteção e manutenção das estruturas metálicas não devem ser encaradas como etapas secundárias, mas como parte essencial da engenharia preventiva e da gestão de ativos físicos ao longo do ciclo de vida das edificações.

Referências Bibliográficas

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8800: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios**. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15218: Pintura de estruturas metálicas com tinta anticorrosiva – Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14432: Carga de incêndio para edificações – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6323: Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.
- MACHADO, R. A. **Estruturas de Aço – Fundamentos e Aplicações**. São Paulo: Blucher, 2016.
- PINTO, S. J. M. **Construções Metálicas: Projeto e Detalhamento**. Rio de Janeiro: LTC, 2010.
- COSTA, M. C. M. da. **Manutenção Predial: Estratégias para a Gestão e Inspeção de Edificações**. São Paulo: Pini, 2015.

Portal IDEA .com.br