

Estruturas Metálicas: Conceitos, Aplicações e Análises

Danilo Michel Vidigal da Silva¹
Luiz Felipe Bauri²

RESUMO

As estruturas metálicas desempenham um papel fundamental em várias áreas da engenharia civil, mecânica e arquitetura, devido a isso, este trabalho de conclusão de curso (TCC) oferece uma análise abrangente das estruturas metálicas, explorando os seus conceitos, aplicações e métodos de análise. A introdução aborda um macro tema breve, que norteia a necessidade sobre o assunto, servindo para contextualizar o objetivo do trabalho. Ainda na introdução são apresentadas as relevâncias do estudo de estruturas metálicas, seus objetivos e justificativa. No desenvolvimento é apresentado a metodologia do estudo, que segue por meio de uma revisão bibliográfica, e os resultados e discussões, dada pelo estudo dos principais autores relacionados sobre o tema, evidenciando os conceitos, principais aplicações, métodos de análises e as normas regulamentadoras que regem este tipo de modelo estrutural, com o intuito de responder à pergunta do estudo: Quais são as vantagens e principais aplicações, que tornam o uso das estruturas metálicas, um recurso plenamente satisfatório para o desenvolvimento de um projeto estrutural? E como é realizada a análise para o dimensionamento deste modelo estrutural? Visando isso, este trabalho buscou conceitualizar, apresentar e compreender o estudo de estruturas metálicas, em uma linha de raciocínio teórica sem demais complexidades, com intuito de responder de forma prática e objetiva estes questionamentos.

Palavras-chave: Análise Estrutural. Estruturas de Aço. Desempenho Estrutural. Dimensionamento. Normas Técnicas.

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da Globalização ascendendo as tecnologias das comunicações, informações e transportes, nota-se grandes indústrias se propagando ao redor do mundo. Em meio este fenômeno, e visando a alta competitividade no mercado, estas indústrias buscam por soluções rápidas e eficazes para atender suas diversas necessidades, como localização estratégica e estruturação.

No Brasil, é fácil perceber este impacto, principalmente em grandes cidades e rodovias. As alterações das paisagens nestas regiões surpreendem, com construções surgindo repentinamente em um curto tempo. Essa agilidade é dada pelo emprego de

¹ Acadêmico(a) do curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera de Osasco.

² Orientador(a). Docente do curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Anhanguera de Osasco.

novas tecnologias usadas na construção civil, destaque para a proliferação do uso de Estruturas metálicas, que vem proporcionando eficiência e eficácia para soluções de sistemas estruturais em geral.

A aplicação de estruturas metálicas tornou-se um recurso imprescindível no meio da construção civil e em diversos outros setores, sendo bastante mencionada por arquitetos, engenheiros e projetistas, no desenvolvimento de seus projetos. No setor industrial, cenário onde sua aplicação abrange um valor significativo, as estruturas metálicas são utilizadas em instalações de produção, armazenamento, edificação e movimentação, fornecendo suporte para equipamentos pesados e resistindo às condições adversas do ambiente. Com isto, o emprego de estruturas metálicas proporciona inúmeras vantagens, atrelados a um menor período para a sua execução e finalização do projeto.

O objetivo geral é compreender a importância e as vantagens da utilização de estruturas metálicas, composto pelos objetivos específicos que são: conceituar o seu modelo, apresentar suas principais aplicações, compreender os métodos utilizados para o seu dimensionamento e as entidades normativas que regem este tipo de projeto. Para um melhor desenvolvimento e compreensão do assunto, o estudo é focado no setor industrial, onde a sua utilização abrange um valor significativo.

E quais são as vantagens e principais aplicações, que tornam o uso das estruturas metálicas, um recurso plenamente satisfatório para o desenvolvimento de um projeto estrutural? E como é realizada a análise para o dimensionamento deste modelo estrutural? Diante destas relevâncias, este trabalho, buscou relacionar algumas das principais obras no assunto de estruturas metálicas, com o objetivo de se alcançar uma abordagem concisa, em uma linha de raciocínio teórico e sem demais complexidades.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O método de pesquisa utilizado neste trabalho, foi por meio de uma revisão literária, em pesquisa bibliográfica. Onde foram citados e abordados os principais autores e temas relacionados a pesquisa, tendo como principal fonte, livros e artigos que estejam relacionados a Estruturas Metálicas e seus derivados. A pesquisa foi

desenvolvida sem delimitação do período de publicação, porém a busca por conteúdos atualizados foi de extrema prioridade.

As palavras-chave usadas para pesquisa foram: Processos de fabricação de estruturas metálicas, Resistência dos materiais, Softwares de análise industrial, ASTM e ABNT.

2.2 Resultados e Discussão

2.2.1 Conceito de estruturas metálicas

As estruturas metálicas, são um conjunto de elementos estruturais, constituído principalmente por materiais metálicos, com ênfase para o aço, principal material utilizado, devido suas propriedades e ampla versatilidade (Moreno, 2022). O emprego das estruturas metálicas em escala industrial teve indicadores a partir de 1750 (Pinheiro, 2005).

A primeira obra em larga escala foi a construção de uma ponte no território da província de Coalbrookdale (GB), sobre o rio Severn. Este projeto foi realizado pelos engenheiros Abrahan Darby III e John Wilkinson entre 1777 e 1781. Outras duas obras em estruturas metálicas, estão bastante conhecidas, são, a Estátua da Liberdade, localizada em Nova York (US), idealizada e construída respectivamente por Edouard de Laboulaye e Frédéric Auguste Bartholdi, ambos franceses, no ano de 1886. E a monumental Torre Eiffel em Paris (FR), com o projeto desenvolvido e executado por engenheiros da empresa de Gustave Eiffel entre 1887 e 1889 (Mendonça, 2014).

A realização de sua produção no Brasil, iniciou-se no ano de 1812, sendo que o grande avanço na fabricação de perfis em larga escala ocorreu com a implantação das grandes siderúrgicas. Como exemplo, a Companhia Siderúrgica Nacional – CSN, que iniciou suas atividades por volta do ano de 1946 (Pinheiro, 2005).

Ainda em estudos citados pelo mesmo Autor, existem dois tipos para a comercialização do aço, que são os produtos siderúrgicos, que podem ser classificados genericamente em barras, perfis e chapas. E os produtos metalúrgicos que produzem perfis compostos por chapas dobradas ou compostos por chapas soldadas, exemplos:

Produtos Siderúrgicos: Cantoneiras de abas iguais, Cantoneiras de abas desiguais, Perfil H, Perfil I, Perfil T, Perfil U, Barra redonda, Barra chata, Tubo circular, Tubo retangular ou quadrado, Chapas em bobinas e Chapas finas e grossas.

Produtos Metalúrgicos: Perfil U, Perfil U enrijecido, Cantoneira, Perfil cartola, Perfil Z, Chapas trapezoidais, Tê soldado e Duplo Tê soldado.

Por padrão, os perfis laminados ou conformados a quente no Brasil são designados com códigos literais (Pinheiro,2005), exemplo:

L: Para cantoneiras de abas iguais ou desiguais;

I: Perfil de seção transversal parecida com I;

H: Perfil de seção transversal parecida com H;

U: Perfil de seção transversal parecida com U;

T: Perfil de seção transversal parecida com T;

Estes perfis são designados composto por altura mm (dada em milímetros) e peso kg/m (em quilograma/metro), exemplo:

HPP500: Perfil H, abas paralelas, série pesada, com altura de 500mm.

Perfis de chapas dobrada ou perfis conformados a frio, são designados como: Tipo, altura, aba, dobra e espessura, podendo ser acrescentada a designação “chapa dobrada” para diferenciar dos perfis laminados. Também são designados os Perfis soldados como:

CS: Perfil coluna soldada; **VS:** Perfil viga soldada;

CVS: Perfil coluna-viga soldada; **PS:** Perfil soldado;

Tipos já padronizados podem ter designação de acordo com seus fabricantes.

Complementando o estudo Pfeil e Pfeil (2009) diz que, os aços que são utilizados em estruturas metálicas são divididos em dois grupos: aços carbonos que são os mais usados, que provém do aumento de resistência do ferro puro, dada pelo acréscimo de carbono e uma pequena quantidade de manganês. E o aço de baixa liga, que são aços-carbonos acrescidos de elementos de liga como, cobre, cromo colúmbio, vanádio, níquel entre outros que aumentam suas propriedades mecânicas, tornando o bastante solicitado em elementos estruturais que necessitam de soldagem.

Em Ferraz (2003) também é citado, que as principais propriedades do aço são a elasticidade, plasticidade, ductilidade, fragilidade, resiliência, fluência, fadiga e dureza. O Aço possui variação de propriedades conforme seu teor de carbono, se o teor de carbono for baixo sua propriedade é dúctil, se for alta se torna frágil, ressalta (Hibbeler, 2010).

A quantidade de tipos de aço para construções metálicas existentes no mercado é muito grande. Cada tipo de aço é adequado para um certo tipo de aplicação. As especificações de materiais existentes nos projetos utilizam designações especificadas em diferentes normas, como: SAE, AISI, ASTM (US), ABNT (BR), DIN (DE), JIS (JP), AFNOR (FR) e BS (GB) (Pinheiro, 2005).

As designações dos aços estruturais, como também suas características são listadas no anexo A da NBR-8800. No anexo é especificado duas series de aço em formato de tabela, o aço de série ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), e o aço de série ASTM (American Society for Testing and Materials).

A classificação por meio da série ABNT é dada por normas específicas para cada tipo de aço, como exemplo a NBR 7007 que trata de aços-carbono e micro ligados para uso estrutural em geral, nesta norma a designação dos perfis possuem as siglas MR (Média resistência mecânica), AR (Alta resistência mecânica) e a COR (Resistência a corrosão atmosférica). Já pela série ASTM, a classificação é dada por aços-carbono, aços de baixa e alta resistência mecânica, aços de baixa liga e alta resistência mecânica resistentes a corrosão atmosférica e aços de baixa liga temperados e auto revenidos (ABNT,2008). Exemplos:

Tipo de aço série ABNT: MR 250: 250 MPa; 400-560MPa.

Tipo de aço série ASTM: A36: 36 ksi aprox. 250 MPa; 58 ksi aprox. 400-550MPa.

Onde os valores em Mpa correspondem à resistência ao escoamento e resistência a ruptura, respectivamente.

Os processos de fabricação das estruturas metálicas incluem a conformação, soldagem, corte e tratamento térmico, entre outros. A seleção do processo adequado depende das características do projeto e das propriedades desejadas do material. Em resumo, as estruturas metálicas oferecem uma combinação única de resistência, durabilidade, versatilidade e eficiência, tornando-as uma escolha ideal para uma ampla variedade de projetos estruturais em diferentes setores e aplicações.

2.2.2 Principais aplicações de estruturas metálicas

Existem diversas aplicações para as estruturas metálicas, devido sua ampla versatilidade, seu emprego está presente em diversos tipos de edificações como indústrias, comércios e residências. Dentre suas principais aplicações pode-se citar a

construção de telhados, hangares, pontes, torres, reservatórios guindastes, escadas, mezaninos, pontes rolantes e diversas outras aplicações (Pinheiro, 2005).

Como o Brasil é um país em crescimento, o setor industrial é o grande consumidor de estruturas metálicas, absorvendo a maior parte da produção (Santos, 2007). As estruturas metálicas representam uma escolha altamente eficiente em uma variedade de projetos estruturais devido a uma série de vantagens que oferecem em construções de grande porte, como edifícios comerciais, industriais e residenciais. As estruturas metálicas também são frequentemente preferidas devido à sua capacidade de suportar grandes vãos e cargas pesadas, permitindo espaços amplos e abertos sem a necessidade de apoios intermediários.

Em instalações industriais, as estruturas metálicas são utilizadas em aplicações como: Prateleiras para armazenamento, contribuindo para um ganho significativo da área útil de trabalho, já que passa a usufruir de seu espaço vertical; Também a estruturação de Pórticos fixos e rolantes, que fornecem apoio para equipamentos pesados, e para equipamentos de movimentação de cargas; Mezaninos que aumentam a superfície de área útil de trabalho, gerando um novo andar, sem comprometer o ambiente; E como elementos estruturais dos próprios galpões com aplicações de colunas, vigas, paredes em chapas, telhados, portões e demais outras.

Além disso, as estruturas metálicas são amplamente utilizadas na construção de pontes e viadutos, onde sua capacidade de suportar grandes extensões é fundamental para atravessar rios, vales e rodovias de forma eficiente. Elas também desempenham um papel vital nas indústrias de energia e telecomunicações, sendo empregadas na construção de torres eólicas, torres de transmissão de energia elétrica e antenas, devido à sua resistência e estabilidade, garantindo um suporte seguro e confiável dos sistemas.

Na indústria offshore, as estruturas metálicas são indispensáveis na construção de plataformas de petróleo e gás, bem como em estruturas de ancoragem e instalações navais de produção marítima, graças à sua resistência à corrosão e capacidade de suportar cargas dinâmicas em ambientes marinhos desafiadores. As estruturas metálicas também são comumente usadas em construções modulares e pré-fabricadas, onde componentes pré-fabricados podem ser produzidos em fábricas e montados no local de construção, resultando em tempos de construção mais rápidos e custos reduzidos. (Castro, 1999).

2.2.3 Vantagens e desvantagens para estruturas metálicas

As estruturas metálicas oferecem uma série de vantagens significativas em comparação com outros materiais de construção, o que explica sua ampla aplicação em uma variedade de projetos. Segundo Bellei (2010), as principais vantagens da utilização da estrutura em aço são as seguintes:

Resistência e Durabilidade: O aço, o material mais comumente utilizado em estruturas metálicas, é conhecido por sua excepcional resistência à tração e compressão. Isso permite que as estruturas metálicas suportem cargas pesadas e resistam a forças externas, como ventos fortes, terremotos e impactos, proporcionando uma estrutura durável e robusta;

Leveza: Apesar de sua resistência, o aço é relativamente leve em comparação com outros materiais de construção, como concreto e madeira. Isso facilita o transporte, manuseio e montagem das estruturas metálicas, resultando em tempos de construção mais rápidos e custos reduzidos;

Versatilidade e Flexibilidade de Design: As estruturas metálicas podem ser facilmente moldadas e adaptadas para uma ampla variedade de formas e tamanhos, permitindo uma flexibilidade de design excepcional. Isso possibilita a criação de estruturas arquitetônicas complexas e inovadoras, que podem atender às necessidades estéticas e funcionais dos projetos mais exigentes;

Pré-fabricação e Montagem Rápida: As peças das estruturas metálicas podem ser pré-fabricadas em fábricas e montadas no local de construção, o que resulta em tempos de construção significativamente reduzidos. Isso é especialmente vantajoso em projetos que exigem prazos de entrega apertados ou minimização de interrupções nas operações existentes;

Economia de Espaço: Devido à sua alta resistência e leveza, as estruturas metálicas permitem a criação de perfis estruturais mais esbeltos, ocupando menos espaço em comparação com outras opções de construção. Isso é particularmente benéfico em projetos onde a maximização do espaço útil é essencial;

Manutenção Reduzida: As estruturas metálicas são geralmente menos suscetíveis a danos causados por insetos, fungos, umidade e outros agentes ambientais, o que resulta em custos de manutenção mais baixos ao longo da vida útil da estrutura;

Sustentabilidade: O aço é um material reciclável e pode ser reutilizado indefinidamente sem perder suas propriedades mecânicas. Além disso, o processo de

fabricação de estruturas metálicas consome menos energia em comparação com outros materiais de construção, tornando-as uma opção mais sustentável para projetos de construção;

As estruturas metálicas possuem inúmeras vantagens, também citadas por Pinheiro (2005) que são: precisão milimétrica na fabricação das estruturas, garantia das dimensões e propriedades dos materiais, resistência a vibrações e choques, execução de projetos mais rápidos e limpos, possibilidade de desmontagem e reutilização, além de alta resistência estrutural. Porém também possuem desvantagens como:

Limitação de execução em fábrica: Em função do transporte até o local de sua montagem final;

Necessidade de tratamento superficial: Devido a oxidação das peças gerado pelo contato com o ar atmosféricos;

Mão de obra e equipamentos especializados: Para sua fabricação e montagem;

Limitação de fornecimento: Mesmo sendo um material em abundâncias, existem ainda poucas indústrias que trabalham com o manuseio e fornecimento de perfis estruturais;

Exposição a altas temperaturas: Como também especificado em Hibbeler (2005) e Pfeil e Pfeil (2009), que também ressaltam que o material sofre alterações em suas propriedades, quando exposto a altas temperaturas, em caso de incêndio por exemplo, apesar de o aço não propagar chamas, a estrutura pode sofrer alterações de perda na resistência e oferecer riscos a sua estabilidade.

Para Bellei, Pinho e Pinho (2008), a pergunta “Quando construir em aço?” é frequentemente repetida e as respostas estão quase sempre apoiadas em uma extensa lista de vantagens do uso das estruturas de aço (que não fornecem informações suficientes para uma avaliação correta da influência de cada uma delas) nos estudos comparativos de custos, que nada mais são que casos particulares, que não podem ser aplicados como regra.

Em Rossatto (2015) é comparado alguns aspectos específicos entre as estruturas metálicas com outro tipo estrutural, seguido pelo quadro abaixo, e finalizando com uma breve reflexão da autora;

Quadro 1- Análise comparativa entre estruturas metálica e de concreto armado

Aspectos	Estrutura metálica em aço	Estrutura em concreto armado
Resistência	Maior resistência em relação ao concreto.	Menor resistência em relação ao aço.
Peso	Menor peso da estrutura	Estrutura mais pesada
Mão de obra	Não possui tanta mão de obra qualificada.	Mais qualificada para os métodos construtivos tradicionais como concreto armado e alvenaria
Custo por m²	Mais cara em relação à estrutura superior e mais barata em relação às fundações.	Mais barata em relação à estrutura superior e mais cara em relação às fundações.
Capacidade de cobrir grandes áreas	Capacidade de suportar maiores vãos	Precisa de vigas, não suportando grandes vãos.
Perfis estruturais	Estruturas metálicas são bem elaboradas arquitetonicamente traduzem aspectos de arrojo e modernidade, perfis estruturais mais esbeltos e, conseqüentemente, maior área útil, esse método construtivo foi tornando-se usual	Perfil tradicional tem uso predominante no Brasil,
Pilares	As colunas de aço ocupam um menor espaço em relação à estrutura de concreto e gasta menor quantidade de pilares necessários que em edifícios comerciais proporcionam garagens mais amplas	As colunas de concreto ocupam um maior espaço em relação à estrutura de aço e gasta maior quantidade de pilares em edifícios comerciais proporcionam garagens restritas
Relação altura/ vão	$h = \text{vão}/20$ redução de 0,4m na distância entre pisos em relação ao concreto armado	$h = \text{vão}/10$
Prazos de construção	reduções nos prazos de 35% nos edifícios comerciais e 25% nos edifícios habitacionais em relação ao concreto	-

Fonte: Adaptado de Rossatto (2015)

[...] a economia de uma obra com estrutura metálica depende de diferentes fatores em comparação a uma obra em concreto armado, e por isso devem ser muito bem analisadas para que haja um melhor custo-benefício na escolha do sistema construtivo. Como exemplo, estruturas metálicas geram

cargas menores para a fundação, menor tempo de construção, menor consumo de revestimento, maior área útil e maior velocidade de giro do capital investido. Em contrapartida, sistemas de concreto armado exigem uma mão de obra menos especializada, o que é mais barato e acessível, sendo o concreto um material, economicamente, mais viável que o aço, mas, como possuem baixa resistência e rigidez do material, necessitam de grandes seções transversais para resistir aos esforços atuantes, dando origem a conjuntos robustos, fator limitante ao projeto arquitetônico (Rossatto, 2015, p. 76).

Mesmo com algumas desvantagens, suas vantagens, tornam as estruturas metálicas uma escolha popular em uma ampla gama de aplicações, desde edifícios comerciais e residenciais até pontes, torres de transmissão, instalações industriais e muito mais. Devido à aspectos como, menor período de execução do projeto, precisões geométricas, menor complexidade em necessidades para remanejo de layouts industriais, capacidade de reutilização dos materiais, limpeza dentre outras.

2.2.4 Análise para o dimensionamento estrutural

As estruturas podem ser classificadas em cinco categorias: estruturas tracionadas, estruturas comprimidas, estruturas de cisalhamento, estruturas de flexão e treliças. Esta classificação vai depender do tipo de tensões primárias que poderá ocorrer sobre as cargas do projeto, estas categorias também podem ser combinadas de acordo com o projeto (Kassimali, 2015).

Vale ressaltar que na fase de dimensionamento, deve-se considerar o solo, a fundação e todos os elementos da estrutura, como as propriedades mecânicas do material empregado; Características geométricas como área, centro de gravidade, momento de inércia, raio de giração, momento resistente elástico e plástico; Carregamentos permanentes, variáveis e excepcionais; Ações externas como temperatura e eventos climáticos; Elementos de ligações (Fixos ou móveis); E o tipo de aplicação, sendo necessário o pré-dimensionamento específico para cada componente.

A análise apresentada em Pfeil e Pfeil (2009), diz que na fase de dimensionamento e detalhamento, o conhecimento nas análises estrutural e resistência dos materiais são imprescindíveis, junto as regras de execuções e recomendações dadas pelas normas regulamentadoras. Ainda em Pfeil e Pfeil (2009)

é levantado dois métodos usados para análise estrutural, o método das tensões admissíveis, e o método dos estados limites.

O método das tensões admissíveis leva em consideração um dimensionamento dado pela máxima tensão de esforços, inferior a tensão de resistência ao ponto de escoamento do material, obtido pela análise na área do seu regime elástico e um coeficiente de segurança dada por um valor único que contemple diversas características do material (Hibbeler, 2010).

O método dos estados limites, também conhecido como estados limites, é o método adotado pela NBR 8800, baseia-se na análise da ruptura mecânica ou seu deslocamento excessivo, que possam corromper a estrutura. Neste método ouve a inclusão de análise nos estados elásticos e plásticos nas peças estruturais (Pinheiro, 2005).

Existem vários softwares usados como ferramentas para o desenvolvimento, análise e dimensionamento de estruturas metálicas, distintos para detalhamento e cálculo estrutural. Os programas de detalhamento têm como principal objetivo produzir pranchas de desenho com todas as informações necessárias para fabricação e montagem da estrutura, como cotas, diâmetro de furos, parafusos, recortes etc. Exemplos: TSSTEEL; AUTOCAD; TEKLA (Jacob, 2021).

Os programas de cálculo estrutural são utilizados na etapa de definir as bitolas das peças, e suas vinculações como exemplo temos: SAP2000; STRAP; CYPEDAD Metálicas 3D etc. Todos estes softwares, facilitam as etapas de dimensionamento e concepção do projeto, porém vale ressaltar que isso não dispensa o conhecimento teórico e os procedimentos regidos pelas normas regulamentadoras (Jacob, 2021).

A análise para o dimensionamento de um modelo estrutural de estruturas metálicas segue um conjunto de etapas e métodos para assegurar que a estrutura seja segura, eficiente e cumpra com os requisitos de projeto estabelecidos. Inicialmente, é essencial definir os parâmetros de projeto, como cargas de serviço, tipos de carregamentos, fatores de segurança aplicáveis e quaisquer restrições pertinentes. Em seguida, a estrutura é modelada utilizando software de análise estrutural, garantindo que o modelo represente com precisão a geometria da estrutura, os materiais empregados, as conexões entre os elementos e as condições de contorno.

Após a modelagem, as cargas de serviço são aplicadas de acordo com os parâmetros de projeto estabelecidos, incluindo cargas permanentes e cargas

variáveis. Com as cargas aplicadas, são determinados os esforços internos na estrutura, tais como momentos fletores, forças cortantes e esforços axiais, utilizando métodos analíticos ou análise de elementos finitos (FEA), conforme a complexidade da estrutura.

Em diante, é realizada a verificação da capacidade de resistência dos elementos estruturais, comparando os esforços atuantes com as capacidades de resistência dos materiais, levando em consideração os fatores de segurança adequados. Com base nessa verificação, os elementos estruturais são dimensionados para atender aos requisitos de carga e resistência, incluindo dimensionamento de seções transversais, espaçamentos de vigas e pilares, e detalhes de conexão.

Por fim, os resultados da análise são documentados e os detalhes finais do projeto são elaborados, incluindo desenhos de construção, especificações de materiais e detalhes de conexão. Ao seguir esses passos, os engenheiros asseguram que as estruturas metálicas sejam projetadas e dimensionadas de forma segura e eficiente, atendendo aos requisitos de desempenho e segurança estabelecidos para o projeto específico (Kassimali,2015).

2.2.5 Entidades e Normas Técnicas Aplicadas ao Projeto de Estrutura Metálica

Em caso de projetos e obras em estruturas metálicas, tem-se normalizadas as características mecânicas e químicas dos materiais, a metodologia para o cálculo estrutural e o detalhamento em nível de projeto executivo, regidos por entidades normativas. As entidades normativas são associações representativas de classe, ou organismos oficiais, que determinam os procedimentos a serem seguidos para execução de uma determinada atividade.

No Brasil, o órgão regulamentador para a execução de projetos relacionados a estruturas metálicas é a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), a norma que regulamenta sua execução é a NBR 8800, antiga NB-14 de 14 de abril de 1986 que foi atualizada em 25 de agosto de 2008 (ABNT). Ela é denominada como “Projeto de estrutura de aço e de estruturas de aço e concreto de edifícios”, e fornece as diretrizes necessárias para o projeto completo da estrutura de aço, abordando desde os requisitos de resistência até detalhes construtivos de montagem. Seguidas de normas complementares para o seu dimensionamento estrutural (Pinheiro,2005).

A norma NBR 14762, intitulada de "Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio", é crucial para determinar os procedimentos adequados para o dimensionamento de perfis formados a frio, uma vez que estes desempenham um papel importante na composição da estrutura.

Além da norma NBR 6120/80, que trata das "Cargas para cálculo de estrutura de edificações", é utilizada para determinar as cargas de serviço que atuam sobre a estrutura, considerando fatores como ocupação, peso próprio da estrutura, vento, entre outros, para garantir a segurança e estabilidade da estrutura. E algumas outras normas como:

ABNT NBR 6123/88 - Forças devidas ao vento em edificações;

ABNT NBR 8681/84 – Ações e segurança na estrutura;

ABNT NBR 14 323/99 – Dimensionamentos de estruturas de aço de edifícios em; situação de incêndio

ABNT NBR 14 432/00 – Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificação;

ABNT NBR 5884/99 – Perfil I estrutural de aço soldado por arco elétrico.

Assim, o cumprimento destas normas técnicas proporciona um embasamento sólido e confiável para o desenvolvimento do projeto de estrutura metálica, assegurando que todas as etapas do processo sejam realizadas de acordo com padrões reconhecidos e garantindo a qualidade e segurança do projeto.

3 CONCLUSÃO

As Estruturas Metálicas oferecem uma ampla versatilidade, suas aplicações possuem uma combinação única de resistência, durabilidade, segurança e eficiência, tornando-as uma escolha ideal para diversos projetos estruturais em diferentes setores. Nestes setores, as estruturas metálicas são utilizadas em instalações de produção, armazenamento, edificação e movimentação, fornecendo suporte para equipamentos pesados e resistindo às condições adversas do ambiente.

O emprego das estruturas metálicas proporciona inúmeras vantagens como, alta resistência a vibrações e choques, durabilidade, leveza, versatilidade, capacidade de remanejo e precisão milimétrica, atrelados a execuções de projetos mais rápidos e limpos. Mesmo quando comparado com outro modelo estrutural, como o concreto armado, a escolha das estruturas metálicas se torna uma boa alternativa ao depender

da aplicação, isso porque, em relação ao concreto armado, as estruturas metálicas possuem uma maior resistência com capacidade de suporta grandes vãos, menor peso estrutural, precisão milimétrica e um menor tempo para sua execução. Porém também possuem algumas desvantagens como, pouca mão de obra qualificada, maior custo, necessidade de tratamento superficial e perda de resistência se exposta a altas temperaturas. Ainda assim mesmo com algumas desvantagens, suas vantagens, tornam as estruturas metálicas uma escolha popular em uma ampla gama de aplicações, fortalecendo a sua importância, principalmente no setor industrial.

O método das tensões admissíveis e o método dos estados limites são dois dos métodos usados para análise estrutural de estruturas metálicas, sendo o segundo adotado pela norma ABNT NBR-8800. Também existem softwares voltados para facilitar o dimensionamento e detalhamento das estruturas metálicas como o SAP2000, CYPECAD, AUTOCAD, TEKLA entre outros que seguem as diretrizes estabelecidas pelas entidades normativas. A ABNT NBR-8800 é a norma que rege este tipo de modelo estrutural, seguida por outras normas complementares, elas especificam as diretrizes e considerações gerais de construção, além de especificar tipo de material e demais parâmetros, assegurando que todas as etapas do processo sejam realizadas de acordo com padrões reconhecidos e garantindo a qualidade e segurança do projeto.

Pode-se concluir o alcance dos objetivos realizados neste trabalho, uma vez respondidos os questionamentos que embasou o foco da pesquisa, servindo como um conteúdo introdutório de pesquisa para demais estudos relacionados ao tema. Vale ressaltar a dificuldade da busca por conteúdos atualizados, o que não implicou na confiabilidade e qualidade do material, devido a autores consolidados como referências no assunto. Assim foi possível demonstrar o conceito de estruturas metálicas, apresentar suas principais aplicações, compreender seus principais métodos de análise e as entidades normativas que regem este tipo de modelo estrutural, de uma forma sucinta, sem demais complexidades.

REFERÊNCIAS

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

BELLEI, Ildony H. **Edifícios industriais em aço**: Projeto e cálculo 2ª Ed. Editora Pini. São Paulo, 2010.

BELLEI, Ildony H.; PINHO, Fernando O.; PINHO, Mauro O. Edifícios de múltiplos andares em aço. 2.ed. São Paulo: PINI, 2008.

CASTRO, Eduardo Mariano Cavalcante de. **Patologia dos edifícios em estrutura metálica**. Ouro Preto, 1999. Dissertação (Mestrado em engenharia civil) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP, 1999. Disponível em: <http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6247> Acesso em: 12.mar 2024.

FERRAZ, Henrique. **O Aço na Construção Civil**. Revista Eletrônica de Ciências, Arquiteturas e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

HIBBELER, Russell Charles. **Resistência dos Materiais**. 7. ed. Pearson, 2010

JACOB, Felipe. **Melhores softwares para detalhamento de estruturas metálicas**. Blog. o Calculista de Aço, São Jose dos Campos, 2021. Disponível em: <https://calculistadeaco.com.br/melhores-softwares-para-detalhamento-de-estruturas-de-metalicas/> Acesso em: 02.fev 2024

KASSIMALI, Aslam. **Análise Estrutural**: Tradução da 5. ed. Norte Americana. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

MENDONÇA, Juliana Guelber de. **Arte e técnica**: O ferro na arquitetura do século XIX e início do XX no Rio de Janeiro. 2014. Dissertação (Pós-graduação em arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, 2014. Disponível em: <http://Objdig.ufrj.br> > teses PDF. Acesso em: 21 out. 2023.

MORENO, Milena. **Estruturas Metálicas**: Veja como abordar esse conceito no seu projeto. Inbec, 2022. Disponível em: <http://inbec.com.br/blog/estruturas-metalicas-veja-como-abordar-esse-conceito-em-seu-projeto> Acesso em: 23 out. 2023.

PFEIL, Walter; PFEIL, Michèle. **Estruturas de Aço**: Dimensionamento prático, 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

PINHEIRO, Antônio Carlos Da Fonseca Bragança. **Estruturas Metálicas**: Cálculos, detalhes, exercícios e projetos. São Paulo: Blücher, 2005.

ROSSATTO, Barbara Maier. **Estudo comparativo de uma edificação em estrutura metálica/concreto armado**: estudo de caso. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia Civil, Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul, 2015.