

A RELEVÂNCIA DO USO DO AÇO NA CONSTRUÇÃO CIVIL THE RELEVANCE OF THE USE OF STEEL IN CIVIL CONSTRUCTION

Bruno Knupfer Ferreira da Costa

*Acadêmico do 10º período do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos – Brasil. e-mail: Brunoknupfer@gmail.com

Heitor Ferraz Machado Braga

*Acadêmico do 10º período do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos – Brasil. E-mail: heitormocc@gmail.com

Pedro Emílio Amador Salomão

**Graduado, Mestre e Doutor em Química, Faculdade Presidente Antônio Carlos – Brasil. E-mail: pedroemilioamador@yahoo.com.br

Resumo

O aço vem sendo empregado na construção civil desde o século XII, devido ao fato de profissionais da área terem descoberto nele, propriedades com potencial de revolucionar o mercado da engenharia. Entretanto, apesar da grande expansão do aço, a quantidade de construções em estruturas metálicas ainda é pouco expressiva. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo analisar a relevância do uso do aço na construção civil. Para tanto, realizou-se uma revisão bibliográfica acerca do tema, onde foi verificado que o aço possui inúmeras vantagens e propriedades como versatilidade, durabilidade, flexibilidade, compatibilidade com outros materiais e, além do mais, está em sintonia com o desenvolvimento sustentável. Em contrapartida, as suas desvantagens como alto custo e limitação de mercado, possuem grande potencial de influenciar negativamente o crescimento das estruturas em aço.

Palavras-chave: aço; construção civil; estruturas metálicas.

Abstract

Steel has been made in civil construction since the 12th century, due to the fact that professionals in the field have discovered in it properties with the potential to revolutionize the engineering market. However, despite the great expansion of steel, the number of metallic constructions is still not very significant. In view of this, the present study aimed to seek the use of steel in civil construction. To this end, a bibliographic review of the theme was carried out, where it was verified that steel has advantages and properties such as versatility, durability, flexibility, compatibility with other materials and, in addition, it is in line with sustainable development. On the other hand, as their disadvantages such as high cost and market limitations, they have a great potential to negatively influence the growth of steel structures.

Keywords: steel; construction; metallic structures.

1. Introdução

A indústria da construção civil está em constante busca por materiais e técnicas mais eficientes para atender os desafios que surgem no mercado da engenharia. Dentro desse contexto, profissionais da área encontraram no aço propriedades com potencial de revolucionar a construção civil.

Segundo o Centro de Estudos de Estruturas de Aço e Mistas de Aço e Concreto da UFMG – CEAM (2009), a utilização do aço deu início no século XII, na forma de tirantes e pendurais de ferro fundido, que funcionava apenas como elementos que auxiliavam as estruturas de madeira. No século XVI, surgiram os telhados em ferro fundido. Porém, todas essas aplicações eram pouco racionais, visto que o estudo sobre a funcionalidade do aço ainda estava em andamento.

A utilização do aço como elemento estrutural iniciou-se efetivamente no século XVIII na Inglaterra, com a construção de uma ponte em metal sobre o Rio Severn. Apesar do alto custo do material, a resistência encontrada nele permitiu a construção de uma estrutura de maior extensão (STEELGROUP, 2019).

Assim, nascia um marco na história da engenharia, mas foi apenas no século XIX que o aço se disseminou na construção civil devido ao surgimento do concreto armado. Dessa forma, foi descoberto um material para resistir a altas cargas, com boa resistência a compressão encontrada no concreto e a tração característica encontrada no aço. Com essa junção, foi possível erguer edifícios mais altos como o Edifício Ingalls em Ohio, considerado o primeiro arranha-céu do mundo.

No Brasil, pouco se sabe sobre o início da utilização do aço na construção civil. Há relatos que entre o século XIX e início do século XX o aço passou a ser usado em forma de peças pré-fabricadas, porém, o preço da importação desse material era alto, dificultando assim, a sua disseminação no país, mas foi somente depois da segunda guerra mundial, com a implantação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), em 1946, que o país passou a fabricar as suas próprias peças.

Diante disso, o Brasil experimentou um grande crescimento da economia e da indústria, a construção civil alavancou. A companhia siderúrgica passou a fornecer o aço em diversas peças, dentre as mais utilizadas destacam-se as chapas

metálicas, perfis laminados, cabos e tubos, cujas peças compõem as estruturas metálicas, e as barras de aço que compõem o concreto armado.

Atualmente, no século XXI, o aço busca cada vez mais o seu espaço na construção civil, sendo que o seu uso está bem consolidado na composição do concreto armado, porém, em relação a estruturas metálicas ainda notam-se limitações.

Portanto, apesar da grande expansão do aço no decorrer dos séculos e das grandes vantagens encontradas no material, existem fatores a serem considerados que indicam a relevância da sua utilização na construção civil de acordo com cada demanda do mercado.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral

Analisar a relevância do uso do aço na construção civil com ênfase em estruturas metálicas.

1.1.2. Objetivo Específico

- Realizar revisão bibliográfica sobre o contexto do aço e sua abrangência na construção civil;
- Analisar as propriedades do aço;
- Descrever as vantagens e desvantagens da utilização do aço.

2. Revisão da Literatura

2.1. O aço

Segundo Dias (2006), o aço é uma liga metálica constituída basicamente de ferro e carbono, derivada do refinamento do ferro-gusa, podendo ter outros elementos.

O aço costuma ser utilizado na fabricação de peças metálicas ou estruturas. Ele pode ser classificado por sua composição, por sua microestrutura, processo de acabamento, propriedades, tratamento térmico, aplicações, dentre outros. Portanto, existem diversos parâmetros para classificar o aço.

Quanto a sua composição os aços podem ser classificados como aço-carbono ou aço de liga:

a) Aço-Carbono

Aço derivado apenas da união do ferro com o carbono e não possui elementos de liga suficientes para alterar as suas propriedades. Dentre os elementos residuais podem ser encontrados o manganês, silício e fósforo. Os aços de carbono também podem ser subdivididos em aço de carbono alto, médio, baixo, extra baixo ou ultrabaixo.

b) Aço de liga

Ao contrário do aço carbono, o aço de liga contém elementos com quantidades significativas que tem o potencial de alterar as propriedades do material, tanto químicas, quanto mecânicas. Podendo conter elementos como o níquel, silício, cromo, manganês, molibdênio, vanádio e tungstênio. A composição dos elementos varia de acordo com a propriedade e desempenho almejada para o material, pois esses elementos são inseridos na composição do aço para conferir-lhes propriedades desejadas. Os aços de liga podem ser subdivididos de acordo com o teor de elementos em sua composição, podendo ser aços de baixa, média e alta liga ou aço de baixa liga de alta resistência.

Portanto, a composição química determina diversas características do aço para fins estruturais, permitindo assim, a obtenção de propriedades mecânicas e propriedades variadas, ademais, tanto o aço carbono quanto o aço de baixa liga podem ter as suas resistências majoradas por meio de tratamento térmico.

Segundo Araújo (2019), os aços produzidos para a construção civil podem ser divididos em dois grupos:

a) Para fins estruturais

Destinados a produção de perfis soldados, laminados, com chapa dobrada, eletro soldados (colunas e vigas) e perfis leves para o sistema Steel Frame.

b) Sem fins estruturais

Destinados a produção de telhas, tapamentos laterais, esquadrias e tubos para estruturas específicas.

Outrossim, o aço é muito utilizado para armaduras. Tendo em vista que como o concreto simples possui pouca resistência a tração e é um material frágil, é adequado a junção do aço ao concreto, obtendo assim, o concreto armado. Dessa forma, se tem um material que tem boa resistência à maioria dos tipos de solicitação.

De modo geral, o aço contém diversas propriedades de grande importância no âmbito da construção civil.

2.1.1. Propriedades

É de suma importância analisar as propriedades do aço e a maneira que elas podem interferir no desempenho da estrutura, levando em consideração que cada obra tem a sua particularidade. Portanto, se faz necessário analisá-las tanto na fase inicial de verificação da viabilidade do uso aço, quanto durante os processos de planejamento e execução do serviço.

Ferraz (2003) descreve as principais propriedades do aço, conforme apresentado na tabela 1:

Tabela 1 – Propriedades do Aço

Propriedades	Conceito
Elasticidade	Propriedade do metal de retornar à forma original, uma vez removida a força externa atuante. [...]
Plasticidade	Propriedade do material não voltar à sua forma inicial após a remoção da carga externa, obtendo-se deformações permanentes. A deformação plástica altera a estrutura de um metal, aumentando sua dureza.
Ductilidade	É a capacidade do material de se deformar sob a ação de cargas antes de se romper, daí sua grande importância, já que estas deformações constituem um aviso prévio à ruptura final do material, o que é de extrema importância para prevenir acidentes em uma construção, por exemplo
Fragilidade	É a característica dos materiais que rompem bruscamente, sem aviso prévio (um dos principais fatores responsáveis por diversos tipos de acidentes ocorridos em pontes e navios).
Resiliência	É a capacidade de absorver energia mecânica em regime elástico, ou seja, a capacidade de restituir a energia mecânica absorvida. Já a tenacidade é a energia total, plástica ou elástica, que o material pode absorver até a ruptura. Assim, um material dúctil com a mesma resistência de um material frágil irá requerer maior energia para ser rompido, portanto é mais tenaz.
Fluência	Acontece em função de ajustes plásticos que podem ocorrer em pontos de tensão, ao longo dos contornos dos grãos do material. Estes pontos de tensão aparecem logo após o metal ser solicitado por uma carga constante, e sofrer a deformação elástica. Após esta fluência ocorre a deformação continua levando a uma redução da área do perfil transversal da peça (denominada estrição). Tem relação com a temperatura a qual o material está submetido: quanto mais alta, maior ela será, porque facilita o início e fim da deformação plástica. Nos aços, é significativa para temperaturas superiores a 350° C, ou seja, em caso de incêndios
Fadiga	É a ruptura de um material sob esforços repetidos ou cíclicos. A ruptura por fadiga é sempre uma ruptura frágil, mesmo para materiais dúcteis.
Dureza	É a resistência ao risco ou abrasão: a resistência que a superfície do material oferece à penetração de uma peça de maior dureza. Sua análise é de fundamental importância nas operações de estampagem de chapas de aço

Fonte: Ferraz (2003)

Além disso, Dias (2001) relata que devido ao aço ser um material muito flexível, se tornou um produto com destaque no cenário mundial e muito procurado e requisitado por arquitetos e engenheiros.

Portanto, o aço possui muitas propriedades que interferem na sua utilização na construção civil, tanto de forma vantajosa, quanto desvantajosa, dependendo da sua aplicação.

2.1.2. Vantagens

O aço com suas características peculiares, permitiu um admirável avanço na construção civil devido as suas diversas vantagens como elemento construtivo em relação aos outros materiais, podendo ser citadas:

a) Menor prazo de execução

Segundo Castro (2008), o uso de estruturas metálicas gera economia de tempo. O CBCA, Centro Brasileiro da Construção em aço (21-), também relatou que o uso de estruturas de aço tem o potencial de reduzir em até 40% o tempo de execução, comparando com outros processos convencionais, pois o aço permite atacar diversas frentes de serviços de forma simultânea, como por exemplo, a fabricação da estrutura pode estar em paralelo com a execução da fundação. Para mais, dependendo do tipo de ligação utilizada, a ocorrência de chuva não afeta a montagem da estrutura, portanto, não se perde tempo em períodos chuvosos.

b) Liberdade no projeto arquitetônico

Ainda segundo o CBCA (21-), a tecnologia do aço permite liberdade ao projetar, possibilitando a elaboração de projetos mais audaciosos.

Castro (2005) complementa dizendo que o aço permite criar uma metodologia que promove a integração entre os componentes da estrutura, por meio de uma malha modular que permite a coordenação das informações do projeto.

Já Fialho (2004), relata que o aço possibilita a adoção de sistemas estruturais variados e industriais, permitindo soluções de técnicas viáveis, econômicas e de menor impacto sobre o local.

c) Antecipação do ganho

A maior velocidade da execução dos serviços da obra, faz com que o serviço seja concluído com maior rapidez, antecipando assim, o uso e ocupação do local.

Dessa forma, em casos de empreendimentos, por exemplo, o capital investido retorna mais rápido.

d) Maior espaço útil

A estrutura metálica permite a utilização de pilares de seções menores e vigas de menores alturas e suporta maiores vãos livres. Assim, reduz o número de pilares e conseqüente aumenta o espaço útil da construção.

e) Sustentabilidade

O aço é um material 100% reciclável, e ele permite que as estruturas metálicas possam ser desmontadas e reaproveitadas, portanto, é importante o uso de materiais que tenham essa característica em prol do meio ambiente (PARREIRAS, 2001).

Os coprodutos que resultam da produção do aço também podem ser usados na construção civil, como na produção do cimento para pavimentação de vias e lastro em ferrovias.

Além do mais, como foi mencionado no item anterior que a resistência do aço permite estruturas com vãos mais amplos, logo, também favorece a iluminação natural e, conseqüentemente, gera economia de energia elétrica.

Além da economia de energia elétrica, também vale ressaltar que o uso do aço representa economia de água, tendo em vista que os outros processos convencionais consomem esse recurso em abundância e atualmente ele está cada vez mais escasso. Outro fato que também favorece o meio ambiente é que o uso das estruturas metálicas reduz o consumo de madeira nas construções civis.

f) Organização do canteiro de obras

O CBCA (21-), relata que pelo fato de a estrutura em aço ser toda pré-fabricada, permite uma melhor organização do canteiro de obras devido à ausência de grandes depósitos de materiais de construção, como a areia, brita, cimento, madeiras e ferragens, além de reduzir o desperdício desses materiais.

g) Precisão construtiva

O INBEC (2018), Instituto Brasileiro de Educação Continuada, ressalta que, diferente das construções de concreto, cuja precisão é medida em centímetros, a estrutura em aço é medida em milímetro. Dessa forma, permite um melhor prumo e nivelamento, facilitando a execução de diversas atividades como o assentamento de esquadrias, instalação de elevadores, além de reduzir o custo de materiais de revestimento.

O CBCA (21-) complementa dizendo que essa vantagem da precisão dos elementos estruturais pode gerar uma economia de até 5% na aplicação dos materiais.

h) Alívio de cargas nas fundações

Devido ao aço ser um material leve, as fundações têm uma economia de até 30% (RIBEIRO, 2002; ROSSO, 1980).

Além de ser um material leve em si, outro aspecto que torna a estrutura mais leve ainda é a possibilidade de utilizar peças estruturais de dimensões menores, devido ao fato de o aço ter boas e iguais resistências a tração e a compressão. Logo, a fundação recebe menos carga e automaticamente favorece a economia dela.

i) Compatibilidade com outros materiais

Segundo Nardin (2008) o aço tem perfeita compatibilidade com qualquer material de fechamento, verticais ou horizontais, permitindo elementos desde os mais convencionais (tijolos, blocos, lajes moldadas in loco) até os pré-fabricados (lajes, painéis de concreto, painéis "*dry-wall*", dentre outros).

2.1.3 Desvantagens

Assim como todo material, o aço também tem suas desvantagens. Cortez, Maciel, Borges, Nascimento, Santos, Lima (2017) citam os seguintes pontos negativos:

a) **Custo**

Dependendo da tipologia e do planejamento de uma obra, ela pode ter um custo mais alto que uma estrutura de concreto equivalente.

b) **Mão de obra qualificada**

As estruturas metálicas necessitam de mão de obra mais especializada que as estruturas convencionais, tanto para fabricação das peças, quanto para execução da obra.

c) **Viabiliza apenas elementos lineares**

O uso do aço é viável apenas para a fabricação de elementos lineares, como vigas, pilares e treliças, mas para lajes a estrutura metálica deverá ser associada ao concreto.

d) **Limitação do mercado**

A utilização de estruturas metálicas muitas vezes é limitada, pois em muitas regiões é difícil encontrar determinados perfis e tipos de aço.

e) **Necessidade de tratamento**

Uma das desvantagens do aço é que devido ao contato com o ar atmosférico ele precisa de tratamento superficial contra oxidação.

Bellei (2003) complementa dizendo que devido a esse fato de o aço estar suscetível à corrosão, é necessário que ele esteja coberto por uma camada de tinta. O autor também ressalta que quando a estrutura em aço está exposta ao fogo, perde suas propriedades de resistência, sendo essa uma das maiores desvantagens. Por outro lado, o CBCA (21-) explica que para minimizar o problema de corrosão, existem aços especiais que com adição de cobre, cromo ou níquel em sua liga, adquire uma camada de oxidação irremovível. Essa camada chamada pátina aumenta muito a resistência do aço à corrosão.

Além da corrosão, Castro (2008) cita a flambagem local, flambagem global, deformações excessivas e fraturas de prolongação como patologias mais encontradas em estruturas de aço.

Portanto, apesar de o aço ser detentor de inúmeras vantagens, existem várias desvantagens que precisam ser analisadas para evitar ou minimizar os impactos que podem ser gerados.

2.1.4 O uso na construção civil

Desde o século XII há indícios do uso do aço na construção civil, mas foi somente em meados do século XVIII e XIX que o aço foi empregado efetivamente nas estruturas.

Segundo Bellei (2004), os efeitos da Primeira Guerra Mundial geraram muitas mudanças no ramo da construção civil. O Brasil começou as importações de aço e desenvolveu a área siderúrgica com uma capacidade de produção de 35 mil toneladas. Em 1953, surgiu a CSN (Companhia Siderúrgica Nacional), que alavancou o setor de estruturas metálicas, dando início à construção de edifícios.

O CBCA (2015) afirma que a construção civil é o segmento que mais consome produtos siderúrgicos no Brasil e no mundo todo, devido aos avanços tecnológicos da siderurgia, que produz produtos de excelente qualidade almejada por projetistas e que atende as exigências do mercado.

Segundo dados do IBS, Instituto Brasileiro de Siderurgia (21-), o aço é utilizado mais em obras comerciais, industriais e de infraestrutura. Existem aços destinados especialmente para a construção civil, podendo ser empregado de duas

formas, tanto em estruturas metálicas, quanto em forma de armadura que compõe a estrutura de concreto armado (MANDOLESI, 1981).

O uso do aço em construções como estádios para a Copa do Mundo de Futebol em 2014, aeroportos, edifícios corporativos, hotéis e até mesmo edifícios do Minha Casa Minha Vida, demonstraram a grande contribuição que o aço fornece, possibilitando obras com mais rapidez, eficiência, estética e sustentabilidade. (CBCA, 2015)

Rodrigues (2006) reforça que o aço tem sido utilizado na construção civil com o intuito de aumentar a produtividade, gerar menos desperdícios, executar com mais rapidez, economizar mão de obra, favorecendo assim, o custo/benefício. Diante disso, o aço vem conquistando cada vez mais o seu espaço, sendo muito utilizado em construções de galpões e até mesmo em construções residenciais.

Uma grande parcela desse crescimento do aço na construção civil é atribuída a arquitetos e engenheiros que começaram a incluir o aço em seus projetos ao serem convencidos das vantagens que o material oferece. Porém, apesar da evolução do aço no decorrer da história, o uso de estruturas metálicas ainda é pouco expressivo.

Segundo o Instituto Aço Brasil, dentre as estruturas executadas no ano de 2009, apenas 12% eram estruturas de aço, enquanto na Inglaterra a margem era 70% e nos Estados Unidos era de 50%.

Segundo pesquisa anual do CBCA, o setor siderúrgico apresentou queda de 10,8% na produção de aço em 2018 em comparação com 2017. Já em comparação com o ano de 2014 houve redução de mais de 50%, e, além do mais, representou o nível mais baixo desde 2011. Vale ressaltar que desde 2014 os índices vêm sofrendo queda, e dentre os motivos mencionados pela maioria das empresas entrevistadas, houve ênfase na questão da alta carga tributária, sendo que a estrutura metálica recebe maior incidência de tributação de ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) em comparação aos sistemas moldados in loco.

Ademais, entre os outros setores que consomem intensivamente o aço, poucos tem condições de custear estudos e experimentos em prol do fortalecimento do processo de produção. No setor da construção civil, a quantidade de empresas interessadas em arcar com iniciativas e criar parcerias de longo prazo com os

clientes também é inexpressiva. Além disso, ainda falta tradição cultural nas cadeias produtivas para um trabalho coligado. (CBCA, 2018)

Apesar de o Brasil ser um dos maiores produtores de aço do mundo, o índice de uso estruturas metálicas tem pouca significância diante do grande potencial da indústria brasileira (PINHO, 2015).

Portanto, é sabido que há resistência em relação ao uso das construções metálicas, tanto por razões culturais, quanto pela falta de conhecimento das propriedades e vantagens que o material oferece, fazendo com que analisem apenas o preço e não levem em consideração outros parâmetros que são de suma importância.

2.1.5 Parâmetros para utilização do material

O maior desafio para identificar o tipo de estrutura mais apropriada é a ausência de um método de avaliação que seja mais abrangente que apenas um comparativo de custos. (PINHO, 2005)

Castro (2008), fala que para elaborar projetos estruturais e arquitetônicos é preciso utilizar um processo que seja capaz de atender não somente a questão econômica, mas também os fatores estruturais e estéticos.

Dessa forma, entende-se que o parâmetro a ser adotado para escolha do tipo de estrutura ideal, deve ser levado em conta todas as características, propriedades e variáveis que podem influenciar tanto no projeto, quanto na execução, e, que principalmente seja o sistema mais adequado para os fins de ocupação da estrutura.

Para o uso do aço na construção civil, são utilizados parâmetros como o local da obra e seu acesso, condições de topografia do terreno, disponibilidade do material na região, entre outros.

Segundo o CBCA (2018), ao optar pelo uso do aço em estruturas, deve-se ter como parâmetro o custo, pois o valor inicial pode ser mais alto que o do concreto armado. Isso ocorre, por exemplo, quando o projeto contém vãos muito extensos. Tendo em vista que, como a estrutura metálica é um processo industrializado, adota-se medidas de extrema variação, logo, obtém-se perfis diferentes, gerando grandes

perdas e automaticamente encarece mais a estrutura. Portanto, é importante ter um projeto bem modulado para proporcionar soluções mais econômicas.

Outro parâmetro a ser analisado que envolve o custo é a questão da antecipação do ganho, pois como já foi mencionado no capítulo anterior, a rapidez da execução da obra permite um rápido retorno do capital investido. Portanto, mesmo que o custo fique alto, muitas vezes é mais viável optar pela estrutura metálica quando se tem necessidade de antecipar o ganho. Ou seja, é importante não só analisar o custo da estrutura em si, como também o financeiro em geral.

Ribeiro (2002) acredita que o aço é indicado para estruturas em que existem necessidades de reformas, adequações ou alterações de ocupação. Ou seja, como o aço é flexível, ele é mais adequado para essas situações citadas pelo autor, por ser um material que se adapta facilmente.

Em contrapartida, o uso do aço não costuma ser indicado em estruturas pequenas, pois, por ser um material industrial, não se aconselha encomendar o aço em pequena quantidade. Além disso, o aço necessita de amarração especial para junção das superfícies de fechamento (RIBEIRO, 2002; ROSSO, 1980).

O canteiro de obras também pode ser considerado um parâmetro a ser analisado ao escolher o tipo de estrutura ideal. Folle (2015) menciona que em canteiros reduzidos, a melhor opção é a estrutura metálica, pois como a estrutura é produzida em fábrica, facilita as etapas de transporte e montagem. O autor também relata que quando se executa mais de uma obra para o mesmo cliente, a produtividade aumenta e os prazos e custos diminuem proporcionalmente a quantidade de unidades construídas. Assim, é possível deslocar uma mesma equipe de mão de obra para racionalizar o processo construtivo de cada unidade em estrutura metálica.

Para Ribeiro (2002), a primeira coisa a ser decidida sobre a estrutura metálica é quanto a sua forma, pois ao contrário do que muitos acreditam, a maioria das obras em aço executadas no exterior são feitas com aço revestido, e, essa solução gera uma redução significativa nos custos de pintura e proteção contra incêndio.

Existem diversos parâmetros a serem analisados antes de optar pelo uso da estrutura metálica, mas de antemão, Dias (2006) esclarece que não se pode afirmar que a estrutura de aço é a melhor ou pior opção tanto em termos de qualidade,

quanto em termos de custo, pois cada tipo de estrutura tem suas peculiaridades que podem variar de acordo com cada situação.

Portanto, é imprescindível utilizar os parâmetros corretos para analisar a viabilidade do uso do aço de acordo com cada ocasião, pois existem diversos fatores que podem interferir no custo, na execução, na estética e na eficiência da estrutura em geral, tendo em vista que cada obra tem a sua individualidade.

3 Considerações Finais

Esse trabalho teve como objetivo principal, analisar a relevância do uso do aço na construção civil com ênfase em estruturas metálicas. Diante disso, foi notado o grande desenvolvimento na construção civil após a descoberta das propriedades que o material oferece.

O aço tem se tornado uma alternativa para o avanço da construção civil por conter inúmeros potenciais que o torna mais vantajoso que outras estruturas convencionais, podendo destacar a questão da sustentabilidade, sendo menos agressivo ao meio ambiente. Outro aspecto importante é a possibilidade de as cargas incidentes na estrutura serem suportadas por vãos longos. Com o uso do aço, os vãos puderam não só expandir, mas também puderam ter compatibilidade com outros materiais de vedação. Outrossim, vãos maiores permitem uma melhor incidência de luz, favorecendo a economia de energia.

Conclui-se também que, os benefícios da utilização do aço também são notados na flexibilidade de modificação das estruturas, podendo ser adaptadas para novas exigências, além de gerar uma melhor organização do canteiro de obras.

Nota-se que, apesar da grande quantidade de vantagens que o aço fornece, por outro lado as poucas desvantagens dele tem grande potencial de influenciar negativamente na escolha por esse material, prejudicando assim o crescimento das estruturas em aço.

Vale ressaltar que a questão do custo é um dos maiores empecilhos encontrados que dificultam a disseminação da estrutura em aço na construção civil, porém, é importante entender que o custo inicial é apenas uma parcela do custo total da obra, pois apesar do valor ser maior inicialmente, em contrapartida as inúmeras vantagens que o aço fornece permitem a economia em outras etapas da

construção, tais como fundações mais leves e automaticamente mais econômicas, redução de perdas de materiais de acabamentos, maior velocidade de execução que inclusive permite a antecipação do ganho, entre outros fatores que podem fazer com que o custo final da obra seja igual ou inferior as outras estruturas convencionais. Ou seja, é importante analisar todo o contexto de custo/benefício. Um projeto de estrutura metálica bem modulado e planejado, proporciona, muitas vezes, soluções mais vantajosas que outras estruturas.

Portanto, o aço é detentor de inúmeras vantagens e desvantagens, diante disso, é necessário utilizar os parâmetros corretos para identificar a relevância de cada propriedade do aço sobre as particularidades da estrutura em questão, de forma que seja possível equilibrar o conhecimento técnico do profissional com os interesses do cliente. Assim, é possível identificar e definir a maneira mais eficiente do uso do aço na construção civil.

Referências

BELLEI Ildony H. Bellei; Fernando O. Pinho; Mauro O. Pinho **EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS ANDARES EM AÇO**: 2. ed. São Paulo: Pini, 2008.

BELLEI, I. H. **Edifícios Industriais em aço: Projeto e cálculo**. São Paulo, 2003.

CASTRO, Adriana Almeida. **Análise do uso das estruturas de aço em edificações de habitacionais de interesse social**. Minas Gerais: universidade federal de Minas gerais, 2008.

CASTRO, R. C. M. **Arquitetura e Tecnologia em Sistemas Construtivos Industrializados: Light Steel Framing**. 2005. 231 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.

CBCA – CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO. **A Evolução da Construção em Aço no Brasil**. 2015. Disponível em: < <https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/noticias-detalhes.php?cod=7074> > Acesso em: Set. 2020.

CBCA – CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO. **O CBCA**. 2018. Disponível em: < <https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/o-cbca-historico.php> > Acesso em: Set. 2020.

CEAM – CENTRO DE ESTUDOS DE ESTRUTURAS DE AÇO E MISTAS DE AÇO E CONCRETO DA UFMG. **Histórico**. 2009. Disponível em: < <https://www.sites.google.com/site/acoufmg/home/historico> > Acesso em Ago. 2020

DIAS, Luis Andrade de Mattos. **ESTRUTURAS DE AÇO conceitos, técnicas e linguagem**: 5. ed. São Paulo: Ziguarte, 2006.

FERRAZ, H. **O Aço na Construção Civil**. Revista Eletrônica de Ciências, Arquitetura e Urbanismo, São Carlos: Universidade de São Paulo, n. 22, 2003. 16 p.

FIALHO, A. de P. F. **Passarelas Urbanas em estrutura de aço**. 2004. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2004.

FOLLE, L.F.; SALAMÍ, C.V. **Sistemas Construtivos com o uso do Aço como Soluções Sustentáveis de baixo Impacto Ambiental**. XI Semana de Extensão, Pesquisa e Pós-Graduação - SEPesq Centro Universitário Ritter dos Reis, Porto Alegre, 2015. Disponível em: < https://www.uniritter.edu.br/files/sepesq/arquivos_trabalhos/3612/864/990.pdf > Acesso em: Set. 2020.

HENRIQUES, C. L. **Condicionantes de Projeto para Unidades Escolares de Pequeno e Médio Porte Utilizando Sistema Construtivo em Perfis Formados a Frio**. 2005. 202 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.

INBEC, INSTITUTO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO CONTINUADA. **Estruturas Mistas: Juliano Geraldo explica como o segmento vem gerando resultados na Construção Civil**. 2018. Disponível em < <https://inbec.com.br/blog/estruturas-mistas-juliano-geraldo-explica-como-segmento-vem-gerando-resultados-construcao-civil> > Acesso em: Set. 2020.

MANDOLESI, E. **Edificacion. El proceso de edificacion. La edificacion industrializada. La edificacion del futuro**. Barcelona, Espanha, Ediciones CEAC, 1981.

NARDIN, F.A. **A Importância da Estrutura Metálica na Construção Civil**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Civil, Universidade São Francisco. Disponível em: < <http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1268.pdf> > Acesso em: Set. 2020.

NASCIMENTO, G.M.M.; SANTOS T.M.F.; LIMA R.T.; SANTOS, P.B.; MACIEL, C.A.S.; CORTEZ, L.A.R. **Uso das estruturas de aço no Brasil**. Ciências exatas e tecnológicas | Alagoas | v. 4 | n. 2 | p. 217-228 | Nov. 2017. Disponível em < <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/5215/2570> > Acesso em: Set. 2020.

PARREIRAS, A.O. **O Aço e a Construção Civil no Brasil: Um Estudo do Sistema Construtivo Metálico**. 222p. Dissertação de Mestrado - FAU/UFRJ - Rio de Janeiro, 2001.

PINHO, F. O. **Análise da viabilidade técnica e econômica de um sistema estrutural com perfis laminados em empreendimentos habitacionais de interesse social**. Revista Metal. Rio de Janeiro: FOP ENGENHARIA, 2015. 18 p.

RODRIGUES, F.C. **Steel Framing: Engenharia**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006, 127p.

ROSSO, T. **Racionalização da construção**. São Paulo, USP-FAU, 1980.

RIBEIRO, M.S. **A industrialização como requisito para a racionalização da construção**. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, UFRJ – FAU, 2002.

ROSSO, Teodoro. **Racionalização da construção**. São Paulo: USP-FAU, 1976.

STEELGROUP - **Como as estruturas de aço revolucionaram a construção civil.** 2019. Disponível em: < <https://steelgroup.com.br/blog/como-a-estrutura-em-aco-revolucionou-a-construcao-civil/> > Acesso em: Ago. 2020.


[Exportar relatório](#)
[Exportar relatório PDF](#)
[Visualizar](#)
[Gerador de Referência Bibliográfica \(ABNT, Vancouver\)](#)

Tcc..pdf (28/10/2020):

Documentos candidatos

[vivadecora.com.br/pr...](#) [1,18%]

[blog.benzor.com.br/8...](#) [0,77%]

[escolaengenharia.com...](#) [0,75%]

[edisciplinas.usp.br/...](#) [0,57%]

[linguee.com.br/portu...](#) [0,17%]

[en.wikipedia.org/wik...](#) [0,09%]

[pbs.org/gunsgemsste...](#) [0,02%]

[unipac.br](#) [0%]

[reference.com/busine...](#) [0%]

Arquivo de entrada: Tcc..pdf (3779 termos)

Arquivo encontrado	Total de termos	Termos comuns	Similaridade (%)
vivadecora.com.br/pr...	Visualizar 1622	63	1,18
blog.benzor.com.br/8...	Visualizar 756	35	0,77
escolaengenharia.com...	Visualizar 1174	37	0,75
edisciplinas.usp.br/...	Visualizar 6664	60	0,57
linguee.com.br/portu...	Visualizar 2524	11	0,17
en.wikipedia.org/wik...	Visualizar 6748	10	0,09
pbs.org/gunsgemsste...	Visualizar 1012	1	0,02
plone.ufpb.br/secret...	-	-	-
unipac.br	Visualizar 23	0	0
reference.com/busine...	Visualizar 325	0	0

Parece que o site desse link está indisponível no momento. HTTP response code: 504

Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

FICHA DE ACOMPANHAMENTO INDIVIDUAL DE ORIENTAÇÃO DE TCC

Atividade: Trabalho de Conclusão de Curso – Artigo/Monografia.

Curso: Engenharia Civil **Período:** 10^o **Semestre:** 2^o **Ano:** 2020

Professor (a): Pedro Emílio Salvador Salomão

Acadêmico: Bruno Knupfer Ferreira da Costa/ Heitor Ferraz Machado Braga

Tema: A RELEVÂNCIA DO USO DO AÇO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Assinatura do aluno

Data(s) do(s) atendimento(s)	Horário(s)	Assinatura do aluno
08/09/2020	18:30 – 20:00	Bruno Knupfer Ferreira / Heitor Ferraz
22/09/2020	20:00 – 21:00	Bruno Knupfer Ferreira / Heitor Ferraz
29/09/2020	18:00 – 20:00	Bruno Knupfer Ferreira / Heitor Ferraz
19/10/2020	18:00 – 19:00	Bruno Knupfer Ferreira / Heitor Ferraz
26/10/2020	18:00 – 19:30	Bruno Knupfer Ferreira / Heitor Ferraz

Descrição das orientações:

Considerando a concordância com o trabalho realizado sob minha orientação, **AUTORIZO O DEPÓSITO** do Trabalho de Conclusão de Curso do (a) Acadêmico (a) _____.

Assinatura do Professor