

CENTRO UNIVERSITÁRIO ATENAS

DENIS CORDEIRO DE OLIVEIRA

ESTRUTURAS METÁLICAS: viabilidade na construção civil

Paracatu

2019

DENIS CORDEIRO DE OLIVEIRA

ESTRUTURAS METÁLICAS: viabilidade na construção civil

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Construção Civil

Orientador: Prof. Carlos Eduardo Ribeiro Chula

Paracatu

2019

DENIS CORDEIRO DE OLIVEIRA

ESTRUTURAS METÁLICAS: viabilidade na construção civil

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Construção Civil

Orientador: Prof. Carlos Eduardo Ribeiro Chula

Banca Examinadora:

Paracatu – MG, _____ de _____ de _____

Prof. Carlos Eduardo Ribeiro Chula
Centro Universitário Atenas

Prof.Msc. Pedro Henrique Pedrosa de Melo
Centro Universitário Atenas

Prof. Matheus Dias Ruas
Centro Universitário Atenas

Dedico a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho. Minha gratidão eterna.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo pesquisar sobre a viabilidade do uso de estruturas metálicas na construção civil em detrimento do concreto armado. No Brasil, o uso do aço nas construções demorou a ser disseminado em relação a outros países. No entanto, nas últimas décadas foi observada uma curva ascendente na presença das estruturas metálicas nos processos construtivos. Nota-se que tal utilização gera vantagens nas construções, principalmente, no que diz respeito a sustentabilidade das obras, uma vez que o aço é considerado um material “amigo do ambiente”. As estruturas metálicas permitem flexibilidade, diminuição do consumo de água (recurso cada vez mais escasso) e madeira nas obras, economia de energia elétrica e, principalmente, reciclagem do material em caso de demolição. Vantagens como essas permitem concluir que a utilização de estruturas metálicas se sobressai em relação concreto armado nas construções civis.

Palavras-chave: Aço. Estruturas metálicas. Vantagens. Viabilidade. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The present work has as objective to investigate on the feasibility of the use of metallic structures in the civil construction to the detriment of the reinforced concrete. In Brazil, the use of steel in construction has been slow to spread in relation to other countries. However, in the last decades an upward curve was observed in the presence of the metallic structures in the constructive processes. It is noted that such use generates advantages in constructions, especially as regards the sustainability of the works, since steel is considered an environmentally friendly material. Metal structures allow for flexibility, reduced consumption of water (scarce resource) and wood in the works, saving of electricity and, mainly, recycling of the material in case of demolition. Advantages such as these allow to conclude that the use of metallic structures stands out in relation to concrete in civil constructions.

Keywords: *Steel. Metal structures. Benefits. Viability. Sustainability*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	7
1.2 HIPÓTESES	7
1.3 OBJETIVOS	8
1.3.1 OBJETIVO GERAL	8
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
1.4 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO	8
1.5 METODOLOGIA DO ESTUDO	9
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	9
2 A SUSTENTABILIDADE QUE O AÇO TRAZ PARA A CONSTRUÇÃO	11
2.1 HISTÓRICO	11
2.2 PROPRIEDADES DAS ESTRUTURAS METÁLICAS	14
3 A ESCOLHA DO USO DO AÇO E DO CONCRETO ARMADO DENTRO DA CONSTRUÇÃO CIVIL	16
3.1 RELEVÂNCIA DOS ASPECTOS DE SUSTENTABILIDADE NA ESCOLHA DO USO DE ESTRUTURAS METÁLICAS AO CONCRETO ARMADO	17
4 VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS METÁLICAS	20
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

A perspectiva do homem de procurar novas formas de modificar o espaço em que vive visando a melhoria dos processos a partir de descobertas que permitam agilidade, economia e sustentabilidade não constitui fato novo em sociedade. O Brasil, diferente de outros países, possui diversas fontes de recursos naturais que permitem maior acesso a determinados materiais. O aço é um deles.

As primeiras construções em estruturas metálicas utilizavam o ferro fundido, como a ponte de Coalbrookdale, que foi executada em 1779, situada na Inglaterra. Em seguida essa solução passou para o uso do ferro forjado, até chegar a utilização do aço (CORTEZ, et al, 2017).

No Brasil, iniciou-se o uso do aço na construção civil a partir do século XVIII, no princípio era um modelo construtivo pouco usado, mas com o passar dos anos foi sendo cada vez mais adotado como solução estrutural.

Foi demorada a aceitação das estruturas metálicas por ter um custo inicial elevado e por existir vários mitos sobre o aço, como ser um material com pouca durabilidade, pois enferruja estando exposto a agentes climáticos ou debilita-se com a presença de fogo, mas esses mitos caíram por existir diversos métodos de proteção, como pinturas especiais.

As estruturas metálicas possuem muitas qualidades e versatilidades que possibilitam arquitetos e engenheiros a conseguir soluções arrojadas, com eficiência e de grande qualidade dentro da construção civil.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

O uso de estruturas metálicas na construção civil é mais viável que as estruturas em concreto armado?

1.2 HIPÓTESES

- a) as estruturas metálicas são marcadas pela velocidade em que são executadas, devido ao fato de ser uma estrutura pré-fabricada, exigindo assim apenas a montagem especificada em projeto, gerando uma

construção eficiente, com pouco desperdício, redução na mão de obra e melhora da produtividade, conseqüentemente, economia.

- b) as estruturas metálicas propiciam uma redução nas dimensões dos elementos estruturais, com isso, há um menor consumo de materiais, logo, uma redução no custo total.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Demonstrar a importância que o uso das estruturas metálicas traz para a construção civil nos tempos atuais, suas principais características e diferenças em relação às estruturas em concreto armado, a mais utilizada em nosso país, na construção civil.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Mostrar a sustentabilidade que o aço traz para a construção;
- b) Mostrar o que difere na escolha do uso do aço para o uso do concreto armado dentro da construção civil;
- c) Mostrar as vantagens na utilização das estruturas metálicas.

1.4 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

Desde que se iniciou a utilização do aço na construção civil até os tempos atuais, ele tem proporcionado aos engenheiros, arquitetos e construtores, soluções inovadoras e de grande eficiência. Além de proporcionar um aspecto mais moderno também apresenta diversas qualidades que viabilizam o seu uso.

Com o uso do aço se consegue estruturas mais leves, podendo diminuir consideravelmente as fundações; também pode-se otimizar o tempo de execução de uma obra por serem peças pré-fabricadas; diminui-se a mão de obra e o desperdício de materiais, proporciona-se uma construção sustentável com melhor produtividade.

A princípio as construções em estruturas metálicas possuem um custo maior, mas devido às vantagens já citadas, as estruturas metálicas saem na frente em vários quesitos, tornando uma boa opção para diversos projetos de engenharia, por isso justifica-se esse estudo (CORTEZ, et al, 2017).

A relevância dessa realização está na oportunidade de pesquisar e analisar problemas existentes no momento de pensar um projeto adequado às expectativas e especificidades da sociedade atual desenvolvendo trabalhos que permitam transformar hipóteses em informações reais.

Cortez et al (2017) afirmam ainda que o Brasil ainda pode crescer muito no que diz respeito a utilização de aço nas construções, tendo em vista que 50% das construções comerciais dos EUA e 70% da Inglaterra já são feitas com estruturas de aço.

1.5 METODOLOGIA DO ESTUDO

A metodologia utilizada na elaboração do trabalho é descritiva e exploratória, por meio de revisões bibliográficas fazendo uso de artigos científicos, livros e de sites acadêmicos.

Gil (2008) entende por pesquisa descritiva aquela que descreve as características de determinadas populações ou fenômenos e como pesquisa exploratória aquela que proporciona maior familiaridade com o problema, geralmente envolve levantamento bibliográfico assumindo a forma de pesquisa bibliográfica.

A pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de trabalhos já elaborados, constituído principalmente de livros e artigos científicos (GIL, 2008). Nesse contexto, foram pesquisadas as vantagens que as estruturas metálicas oferecem para construções e as qualidades do uso do aço, diferenciando a da estrutura mais utilizada em nosso país o concreto armado, mostrando qual estrutura se torna mais viável.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho foi dividido em cinco partes para o favorecimento da sua leitura e exploração. São elas: introdução, capítulos 2, 3, 4 e considerações finais.

A introdução traz as percepções iniciais sobre o tema proposto a partir do delineamento do problema, dos objetivos traçados e das hipóteses para solução da

problemática encontrada, assim como a justificativa e relevância da realização de tal abordagem.

Os capítulos que seguem tratam-se do referencial teórico responsável pelo embasamento que sustenta a discussão a respeito da viabilidade da utilização de estruturas metálicas na construção civil, onde o Capítulo 2 aborda o contexto histórico que permeia a utilização do aço e seu crescimento no mercado e trata as propriedades das estruturas metálicas e as características que permitem sua crescente utilização nas construções. No Capítulo 3 aborda-se a escolha do uso do aço e do concreto armado dentro da construção civil, enfatizando a sustentabilidade no uso de estruturas metálicas ao uso de métodos convencionais. No Capítulo 4 apresenta-se as vantagens da utilização das estruturas metálicas.

Por fim, as considerações finais trazem a solução da problemática pesquisada, assim como a apresentação das conclusões atingidas e as indicações para continuidade da pesquisa.

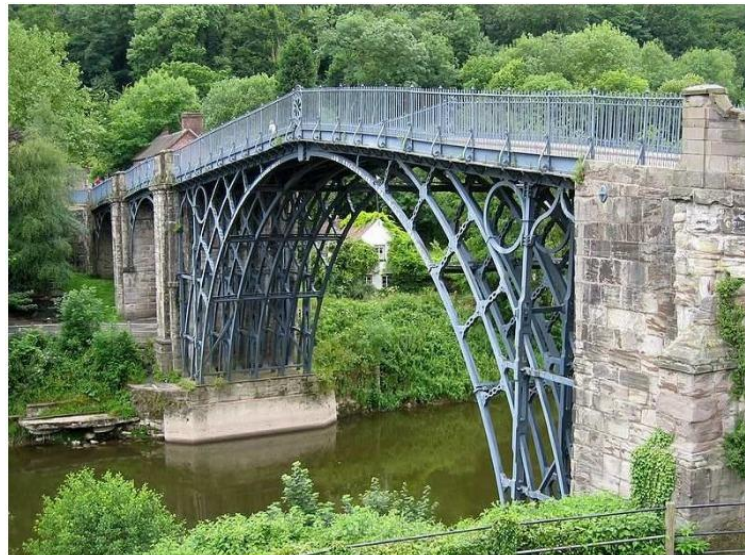
2 A SUSTENTABILIDADE QUE O AÇO TRAZ PARA A CONSTRUÇÃO

2.1 HISTÓRICO

A data de início da utilização do aço em estruturas de obras da construção civil ainda hoje é definida de maneira divergente entre diversos autores. Cruz (2018) afirma que desde o século XII, um tipo de estrutura metálica já era utilizado na forma de tirantes e pendurais de ferro fundido que funcionavam como elementos auxiliares em estruturas de madeira. Zendron (2008) diz que no século XVI estruturas de telhado em ferro fundido tornaram-se comuns e no final do século XVIII começaram também a serem construídas cúpulas de igrejas e pontes.

Para Bellei (1998) as primeiras obras em estruturas de aço no mundo, iniciaram-se por volta de 1750 (momento em que o aço começou a ser produzido industrialmente), sua utilização para edifícios aconteceu em 1780. Zendron (2008) e Novelli (2018) concordam que na construção de pontes o aço foi utilizado pela primeira vez na Inglaterra em 1779, em uma construção sobre o Rio Severn.

Figura 1: Ponte sobre o Rio Severn, Inglaterra



Fonte: Zedron (2008)

Figura 2: Primeiras construções construídas utilizando aço

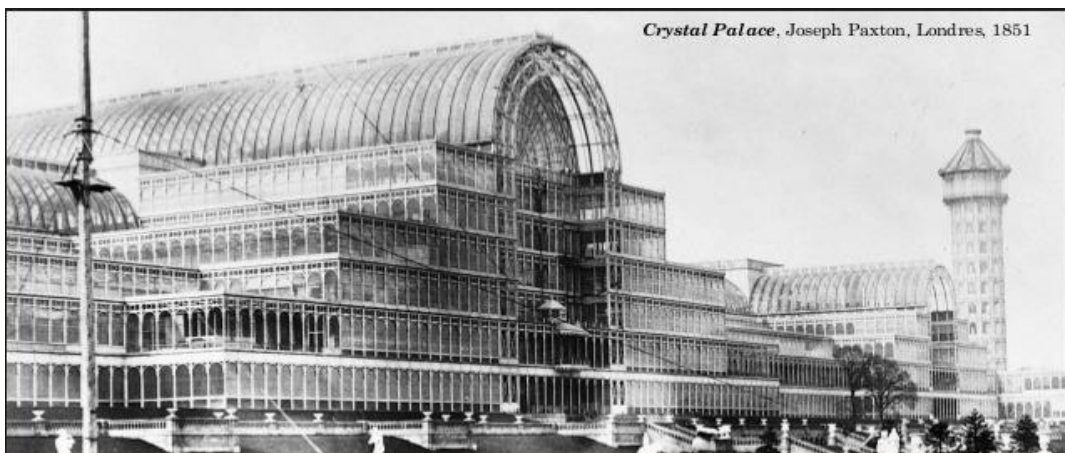


Moinho Salnier. Fábrica de Chocolates Mernier. Noisiel. 1872.

Fonte: Zendron (2008)

Já os edifícios em estruturas de aço, segundo Cruz (2018), tiveram o ano de 1851 como marco inicial. Sendo o Palácio de Cristal, em Londres, o primeiro a ser construído. Em 1871, Jules Saulnier iniciou a construção do primeiro edifício de múltiplos andares projetado em estruturas de aço. Localizado na França, próximo à cidade de Paris, este edifício foi construído sobre os quatro pilares da antiga ponte que cortava o rio Marne, aproveitando a energia hidráulica gerada pelo próprio rio.

Figura 3: Palácio de Cristal, Londres



Fonte: Zendron (2008)

No Brasil, foi a partir do século XX que o uso do aço passou a ser melhor difundido. Barros (2015) diz que no início desse século, o setor siderúrgico brasileiro tinha muito pouca expressão prática, contudo, quando a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) foi criada, em 1941, como uma resposta ao problema siderúrgico nacional, o setor siderúrgico doméstico já era bem mais produtivo.

Até então, conforme salienta Cortez *et al* (2017), o modelo de estrutura mais utilizado nas construções brasileiras era a alvenaria tradicional para promover a vedação dentro de uma construção. Com o tempo, foi possível impulsionar o mercado construtivo a partir da liberdade de criação possibilitada pelo uso do aço.

Anteriormente à criação da CSN, o setor produtor de ferro e aço possuía um significado prático muito reduzido. Foi a partir de 1910 que uma intensa discussão sobre o problema siderúrgico nacional em torno de alguns projetos que vinculavam a exportação de minério de ferro da zona ferrífera de Minas Gerais passou a ter repercussão em torno de projetos que circulavam pelo país (BARROS, 2015).

O autor comenta ainda que as dificuldades de abastecimento surgidas durante a Primeira Guerra acentuaram o problema e despertaram ainda mais as discussões que perduram por três décadas até a criação da CSN. Com tal criação e o marco da Revolução Industrial no país iniciou-se uma “explosão” do uso do aço (DOMICIANO; OLIVEIRA; MELO, 2016).

Identifica-se também que, até então, as utilizações de estrutura metálicas não eram bem aceitas devido ao processo de soldagem ser ineficaz e lento. O seu aperfeiçoamento provocou a qualificação da mão de obra e permitiu a construção de novos tipos de estruturas metálicas (DOMICIANO; OLIVEIRA; MELO, 2016).

Em pesquisa realizada por Barros (2015) com base em dados do Ministério da Agricultura, entre 1920 e 1940 a utilização de aço e ferro em território brasileiro obteve aumento de 141 mil toneladas e 186 mil toneladas, respectivamente. Das primeiras estruturas pré-fabricadas importadas para atender a demanda nacional da construção civil até as pontes metálicas e os mais modernos edifícios, o Brasil passou de importador para exportador, produzindo chapas metálicas. O que provocou grandes expansões no setor siderúrgico (CORTEZ *et al*, 2017; BELLEI, 1998).

O aço é considerado uma matéria prima que se encaixa na perspectiva de produtividade e sustentabilidade empregadas na área de construção atualmente. No entanto, ainda há muito espaço para crescer no país, uma vez que nos Estados

Unidos, 50% das construções comerciais são em aço e chegam a 70% na Inglaterra (ALBUQUERQUE; PINHEIRO, 2002).

A partir das últimas décadas do sec. XX, o aço passou a possibilitar novas soluções, avançadas e eficientes no meio da construção civil. No século XVIII já se usava o ferro fundido em obras de engenharia, solução que mais tarde evoluiu para a utilização do ferro forjado e depois para o aço (FERNANDES, 2018).

A utilização do aço em obras atuais, como estádios para a Copa do Mundo de Futebol em 2014, aeroportos, edifícios corporativos, hotéis e até edifícios do plano Minha Casa Minha Vida do Governo Federal, mostram uma grande contribuição que a construção em estruturas metálicas oferece para que se possa ter obras cada vez mais rápidas, eficientes, bonitas e sustentáveis. As construções com estruturas metálicas também indicam benefícios para o meio ambiente, conseguindo atender às expectativas do consumidor em relação à qualidade de vida de futuras gerações, utilizando de tecnologia limpa, que reduz consideravelmente os impactos ambientais na fase de construção e, após o término da obra, possibilita segurança e conforto aos ocupantes da edificação (CORTEZ *et al*, 2017).

2.2 PROPRIEDADES DAS ESTRUTURAS METÁLICAS

Bellei, Pinho e Pinho (2008) afirmam que o aço é uma das principais matérias primas na formulação das estruturas metálicas utilizadas na construção civil. Afirmam ainda que a estrutura de uma construção constitui a geração de sustentação e estabilidade.

A siderúrgica é o campo que fornece estruturas metálicas para a construção civil a partir da entrega de materiais como as chapas finas e as grossas, os perfis laminados, os tubos, cabos e as barras de aço. Tais objetos permitem combinações diferentes que garantem flexibilidade à construção ao darem origem a estruturas metálicas diferenciadas entre si. O uso dessas estruturas permite a inclusão de curvas aos projetos. Além disso, o aço permite leveza e rigidez conferindo às construções resistência e grandiosidade, o que não é possível com o peso gerado pelo uso de concreto armado (NOVELLI, 2018).

De acordo com o autor, o aço é um material nobre derivado de interações entre o Ferro (Fe) e o Carbono (C), além de outros componentes. São suas propriedades diferentes que permitem que seja usado em diferentes tipos de

atividades. As propriedades do aço são extremamente relevantes no campo das estruturas metálicas, pois são nelas que se baseiam o projeto e execução (FERRAZ, 2003).

Quadro 1: Propriedades do Aço

Propriedades	Conceito
Elasticidade	Propriedade que o metal possui de retornar à sua forma original quando a força externa é removida.
Plasticidade	Propriedade do material de não voltar à sua forma inicial após a remoção da carga externa, com deformações permanentes. A deformação plástica altera a estrutura aumentando-se a dureza.
Ductilidade	Capacidade de deformação do material sob ação de cargas antes de se romper. Tais deformações contribuem para a prevenção de acidentes em construções, uma vez que atuam como aviso prévio à ruptura do material.
Fragilidade	Característica dos materiais que se rompem bruscamente, sem aviso prévio.
Resistência	Capacidade de absorver energia mecânica em regime elástico, ou seja, a capacidade de restituir a energia mecânica absorvida.
Fluência	Ocorre devido a ajustes plásticos que podem estar presentes em pontos de tensão, nos contornos dos grãos do material. Tais pontos aparecem após o metal ser solicitado por carga constante sofrendo deformação elástica. A estricção (redução da área do perfil transversal da peça) ocorre devido a continuidade da deformação. Isso ocorre de acordo com a temperatura a que o material está submetido: quanto mais alta a temperatura maior será.
Fadiga	Constitui a ruptura de um material sob esforços repetidos ou cíclico. É uma ruptura frágil, mesmo em materiais dúcteis.
Dureza	Trata-se da resistência ao risco ou abrasão, ou seja, a resistência que a superfície do material oferece em relação a penetração de uma peça com maior dureza

Fonte: Ferraz (2003).

Para Ferraz (2003) a tendência dos projetos realizados nos últimos anos possui como base as estruturas metálicas, aumentando a importância do aço. Para o autor, a dureza do aço está entre suas principais propriedades, pois oferece resistência e permite a penetração de uma peça de dureza maior, assim como a ductilidade característica que confere a capacidade de se deformar antes de se romper sob a ação de uma carga. Tal deformidade pode fazer com que acidentes sejam evitados servindo como avisos.

3 A ESCOLHA DO USO DO AÇO E DO CONCRETO ARMADO DENTRO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Atualmente, o aço tem sido cada vez mais utilizado na construção civil, o que possibilita soluções arrojadas e eficientes para vários tipos de obras. O uso do aço na construção dos diversos tipos de estruturas, principalmente daquelas em que o material é aparente, trouxe a princípio a ideia de modernidade e inovação, renovando as expressões arquitetônicas atuais (CORTEZ *et al*, 2017).

A alta resistência do material; a boa margem de segurança devido à homogeneidade das suas propriedades mecânicas e a redução no prazo de conclusão da obra, devido à facilidade na montagem de suas peças que já veem sob medida, são características que viabilizam as estruturas metálicas (LIUBARTAS, 2014).

Domiciano, Oliveira e Melo (2016) afirmam que quando se trata de avanços da indústria e análises de novos materiais verifica-se que o aço tem mostrado vantagens quando utilizado na construção civil, enquanto o concreto é moldado através de formas, o aço é aplicado com exatidão através de peças pré-fabricadas.

Quando se trata de comparar as vantagens atingidas com a utilização de estruturas metálicas geralmente se escolhe as estruturas de concreto armado como principal concorrente, uma vez que está incluída na cultura de construção observada no Brasil. No entanto, tal cultura tem sido amplamente mudada nos últimos anos.

Para Cruz (2018), ao se usar a estrutura metálica em uma edificação é possível trabalhar com vãos maiores, uma construção seca e mais veloz em relação às estruturas de concreto armado.

Uma análise a respeito da comparação entre o uso de estruturas metálicas e de concreto armado foi realizado por Rodrigues (2017) onde se pode observar com

clareza os pontos mais relevantes em relação à aplicabilidade de cada estrutura, conforme o quadro abaixo.

Quadro 2: Análise comparativa entre estrutura metálica e de concreto armado

Aspectos	Estrutura metálica em aço	Estrutura em concreto armado
Resistência	Maior resistência quando comparado ao concreto	Menor resistência em relação ao aço
Mão de obra	Menor peso de estrutura	Estrutura mais pesada
Custo por m ²	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	Suporta vãos maiores	Não suporta grandes vãos, necessitando de vigas
Perfis estruturais	As estruturas metálicas são arquitetonicamente bem elaboradas traduzindo arrojo e modernidade, permitem perfis mais esbeltos que trazem, por consequência, maior área útil.	No Brasil há predominância do perfil tradicional
Pilares	Em relação às colunas de concreto armado, as colunas de aço permitem a ocupação de menor espaço e necessitam de menor quantidade de pilares	Os pilares de concreto necessitam de maior quantidade e ocupam maior espaço
Relação altura/vão	Em relação ao concreto armado, as estruturas metálicas acrescentam redução de 0,4 cm na distância entre piso ($h=vão/20$)	$H=vão/10$
Prazos de construção	Quando comparado com o concreto, permite 35% de redução nos prazos em edifícios comerciais e 25% nos edifícios habitacionais	

Fonte: Rodrigues (2017).

3.1 RELEVÂNCIA DOS ASPECTOS DE SUSTENTABILIDADE NA ESCOLHA DO USO DE ESTRUTURAS METÁLICAS AO CONCRETO ARMADO

De acordo com Helene (2011) na construção civil os principais itens que cercam o conceito de sustentabilidade são uma menor emissão de gases do efeito estufa, menor uso de energia, menos ruído, mais rapidez, maior durabilidade, menos produção de entulho, maior capacidade de reciclagem, mais possibilidades de

reaproveitamento e maior vida útil, que está relacionado com menor necessidade de manutenção para o produto final.

Considera-se que o maior impacto ambiental gerado pela utilização de estruturas metálicas em construções seja no momento da produção do aço. Gervasio (2008) pesquisou que na produção as emissões mais significativas são as lançadas na atmosfera, sendo a principal a emissão de CO₂ e demais gases do efeito estufa. O autor afirma ainda que para produzir uma tonelada de aço em forno elétrico de arco há a geração de cerca de 460 kg de CO₂.

No entanto, apesar dos modelos de produção resultarem em emissão relevante de gases poluentes, ainda assim o aço é considerado como um material “amigo do ambiente” devido ao seu potencial de reciclagem (GERVASIO, 2008). A Figura 4 demonstra como o ciclo de reciclagem do aço é rápido e eficaz.

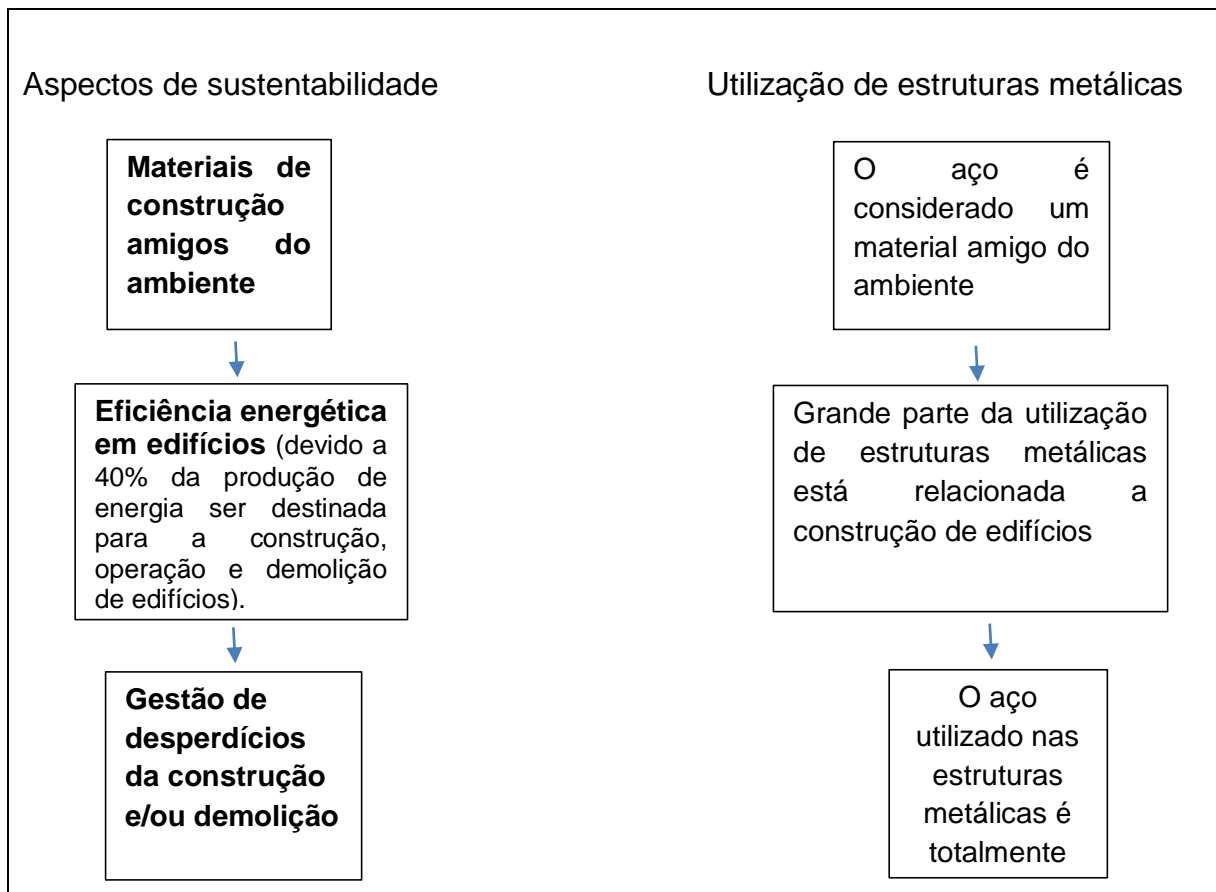
Figura 4: Fluxograma do processo de reciclagem do aço



Fonte: Instituto Aço Brasil (2016)

Tomando como referência as definições de Liubartas *et al* (2015) sobre os principais aspectos da sustentabilidade que afetam a indústria da construção, faz-se um paralelo com as características da utilização de estruturas metálicas na construção civil, conforme Figura 5:

Figura 5: Comparativo entre os aspectos de sustentabilidade e a Utilização de Estruturas Metálicas



Fonte: Adaptado de Liubartas *et al* (2015)

Para Nakahara (2017), as características sustentáveis relacionadas ao uso de estruturas metálicas são:

Reciclagem: refere-se à capacidade de retorno aos fornos na forma de sucata para ser transformado em “novo aço”, assim como toda a estrutura pode ser desmontada e reaproveitada.

Economia de materiais e diminuição dos impactos: o fato de serem leves faz com que haja redução de escavações e fundações, assim como maior preservação do solo, pois há menor retirada de terra, o que resulta em menor utilização de caminhões emissores de CO₂ lançado na atmosfera. Outro ponto relevante é o consumo de madeira, uma vez que as estruturas metálicas dispensam as fôrmas e escoramentos.

Flexibilidade: permite modificações e adaptações ao longo da construção, fato que dispensa demolições de partes anteriormente construídas em caso de necessidade de mudanças.

Economia de energia: por permitir a construção de fachadas mais leves, pilares mais esbeltos e vãos livres mais amplos pode aliar telhados que favorecem iluminação natural e, conseqüentemente, a economia de energia elétrica.

4 VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS METÁLICAS

Além de proporcionar uma diversificação no visual estético, as estruturas metálicas também apresentam muitas qualidades e vantagens, em relação a outros métodos construtivos utilizados em nosso país, tornando assim uma opção viável para vários tipos de construções, desde obras simples às especiais.

Mas assim como qualquer outro tipo de material, as estruturas metálicas possuem vantagens e desvantagens em sua utilização. Porém, na maioria dos casos de desvantagens, eles não são causados propriamente pelas estruturas metálicas, e sim pelo uso inadequado ou dificuldade em encontrar mão de obra especializada para sua execução (GOMES, 2018). O Quadro 3 mostra as vantagens do uso.

Quadro 3: Vantagens do Uso de Estruturas Metálicas

Fundações	Estruturas leves, menores cargas nas bases e sistemas mais econômicos
Tempo de construção	Reduz até 40% se comparado com estruturas convencionais
Arquitetura	Liberdade no projeto arquitetônico
Área útil	Proporciona aumento
Flexibilidade	É indicada para locais com possibilidade de reformas e adaptações
Racionalização de materiais	Reduz índice de desperdícios
Garantia de qualidade	É fabricada com qualidade garantida
Precisão	Garante melhor nível e aprumação, pois é detalhada em milímetros
Reciclabilidade	É 100% reciclável e o desperdício é baixo

Fonte: Domiciano, Oliveira, Melo (2016).

Quadro 3: Vantagens do Uso de Estruturas Metálicas (Continuação)

Durabilidade	Há menor custo de reparo e da ocorrência de patologias, pois são facilmente identificadas
Durabilidade	Vida útil maior
Organização do canteiro	Permite organização da obra
Incômodo em áreas próximas	Proporciona menos ruído e menos lixo

Fonte: Domiciano, Oliveira, Melo (2016).

De acordo com o Instituto Aço Brasil, o consumo de aço para estruturas metálicas direcionadas para a construção civil está em uma curva ascendente. A aceitação desse material se dá, principalmente, pelo fato desta ser uma estrutura pronta. Assim, nas grandes obras, o aço torna-se uma opção mais vantajosa em relação ao concreto armado, pois chega ao canteiro de obras pronto para uso, em forma de uma estrutura metálica pré-moldada (CORTEZ *et al*, 2017).

Quando comparado com a estrutura de concreto armado (modelo mais usado no país) a estrutura metálica mostra alta viabilidade, conforme bem exposto no estudo de Gomes, Odagui e Oliveira (2018).

Tabela 1: Comparativo entre estruturas metálicas e concreto armado

Parâmetros	Estruturas metálicas	Concreto armado
Prazo de execução	Alto	Lenta
Materiais para execução	Pouco	Muito
Precisão de construção	Alta	Moderada
Quantidade de mão de obra	Baixo	Alta
Resistência da estrutura	Alta	Alta

Fonte: Gomes, Odagui e Oliveira (2018).

Tabela 1: Comparativo entre estruturas metálicas e concreto armado (Continuação)

Parâmetros	Estruturas metálicas	Concreto armado
Isolamento térmico-acústico	Alo	Alto

Fonte: Gomes, Odaguiri e Oliveira (2018).

Assim como nos demais sistemas construtivos, é importante realizar as manutenções nas estruturas de aço. Segundo a ABNT NBR 8800:2008, deverão ser seguidos os requisitos de uso e manutenção determinados pelo projetista e construtor para que se cumpra a vida útil de projeto. Essa mesma norma entende a vida útil de projeto como um período de durabilidade, em que são mantidas as características da estrutura durante determinado tempo (ABNT, 2008).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção civil é responsável por uma parcela considerável do impacto ambiental que o crescimento da área urbana causa. Por isso, necessita compreender novos caminhos para se promover progresso de uma maneira cada vez mais sustentável, ou seja, utilizar os recursos sem torná-los acabados. Ao realizar a presente pesquisa observou-se que as vantagens relacionadas ao uso da estrutura metálica se sobrepõem às desvantagens.

A principal característica de optar pelo uso da estrutura em aço à estrutura de concreto armado diz respeito a sustentabilidade trazida ao projeto, uma vez que utiliza material que pode ser 100% reciclado e que permite reutilização. Dessa forma, apesar de possuir um custo maior permite um tempo de retorno que viabiliza o investimento, pois o tempo de construção torna-se menor do que no caso de uso de estruturas convencionais.

Conclui-se que as estruturas metálicas são marcadas pela velocidade em que são executadas, devido ao fato de ser uma estrutura pré-fabricada, exigindo assim apenas a montagem especificada em projeto, gerando uma construção eficiente, com pouco desperdício, redução na mão de obra e melhora da produtividade que geram, conseqüentemente, economia.

Para pesquisas futuras o estudo gera a indicação da abordagem da viabilidade da utilização de estruturas metálicas em relação a outros tipos de concreto, assim como os custos incumbidos nos diferentes projetos, uma vez que fica identificado o crescimento cada vez maior dessas estruturas.

REFERÊNCIAS

- ABNT. **NBR 8800:2008**. Rio Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008.
- BARROS, G. **O Desenvolvimento do Setor Siderúrgico Brasileiro entre 1900 e 1940: crescimento e substituição de importações**. Estud. Econ. vol.45 n.1, Jan./Mar. São Paulo, 2015.
- BELLEI, I. H. **Edifícios Industriais em Aço - projeto e cálculo**. São Paulo: Pini, 1998.
- CORTEZ, L. A. R.; MACIEL, C. A. S; SANTOS, P. B.; LIMA, R. T.; SANTOS, T. M. F. dos; NASCIMENTO, M. M. G. dos. **Uso das Estruturas de Aço no Brasil**. Ciências exatas e tecnológicas, v. 4, n. 2, p. 217-228. Alagoas, 2017.
- CRUZ, M. S. A. da. **Análise das Viabilidades da Construção de Edifícios Residenciais de Múltiplos Andares em Estrutura Metálica**. Anápolis, 2018. Disponível em: http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/105/1/2018_1_TCC_MARCELO%20SAMUEL.pdf. Acesso em: 01/05/2018.
- DOMICIANO, M. L.; OLIVEIRA, R. A.; MELO, L. L. **Estudo de Caso: o uso de estruturas metálicas em shoppings centers**. Construmetal: Congresso Latino-americano da Construção Metálica. São Paulo, 2016. Disponível em: https://www.abcem.org.br/construmetal/downloads/sessao-poster/16_Estudo-de-Caso-O-uso-de-Estruturas-Metalicas-em-Shoppings-Centers.pdf. Acesso em: 01/05/2019.
- FERRAZ, H. **O Aço na Construção Civil**. Revista Eletrônica de Ciências, Arquitetura e Urbanismo, n. 22, 2003. 16 p. São Carlos: Universidade de São Paulo.
- FERNANDES, J. C. **Um estudo comparativo entre lajes de concreto apoiadas em estrutura metálica versus tradicionais em concreto armado**. Rev. Eletrônica Organ. Soc., Iturama (MG), v. 7, n. 7, p. 23-43, jan./jun. 2018.
- GERVÁSIO, H. M. **A Sustentabilidade do Aço e das Estruturas Metálicas**. 2008. Disponível em: http://www.abcem.org.br/construmetal/2008/downloads/PDFs/27_Helena_Gervasio.pdf. Acesso em: 01/05/2019.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GOMES, B. F. **Estudo da Utilização de Estruturas Metálicas na Construção Civil**. Rev. Episteme Transversalis, Volta Redonda-RJ, v.9, n.1, p.83-101. Jan./jun, 2018.
- GOMES, B. F.; ODAGUIRI, G. O.; OLIVEIRA, V. T. de. **Estudo da Utilização de Estruturas Metálicas na Construção Civil**. Rev. Episteme Transversalis, v.9, n.1, p.83-101, jan./jun. Volta Redonda, 2018.
- HELENE, P. **40 Perguntas – materiais, componentes e sistemas construtivos**. Revista Técnica, nº 162. Ed. PINI, 2011. Disponível em: <

<http://techne17.pini.com.br/engenhariacivil/162/40-perguntas-materiais-componentes-e-sistemas-construtivos-286746-1.aspx>. Acesso em: 01/05/2019.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Industria do Aço e Meio Ambiente**. 2016. Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br>. Acesso em: 01/05/2019.

LIUBARTAS, D. **A Sustentabilidade do Aço e das Estruturas Metálicas**. Scientific Journal of the Faculdades Metropolitanas Unidas. São Paulo, 2014.

LIUBARTAS, D.; BARROS e SILVA, E. A. S. de; SANTOS, E. A. M. dos; SILVA, J. E. da; FORMIGONI, A. **A Sustentabilidade do Aço e das Estruturas Metálica**. INOVAE - Journal of Engineering and Technology Innovation, v. 3, n. 1, p.92-110, jan./abr. São Paulo, 2015.

NAKAHARA, F. S. **Análise da Viabilidade Estrutural e Econômica entre Estruturas de Concreto Armado e Estruturas Metálicas**. Trabalho de Graduação. Guaratinguetá, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/156658/000900970.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 01/05/2019.

NOVELLI, R. P. **História do Aço na Construção Civil**. São Carlos, 2018. Disponível em: <https://www.novesengenharia.com.br/historia-do-aco-na-construcao-civil/>. Acesso em: 01/05/2019.

RODRIGUES, R. A. **O Uso das Estruturas Metálicas na Construção Civil**. Patos de Minas, 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em: <https://www.finom.edu.br/assets/uploads/cursos/categoriasdownloads/files/20181017161001.pdf>. Acesso em: 01/05/2019.

ZENDRON, D. **Aço na construção civil**. Blumenau, 2008. Disponível em: <https://www.ebah.com.br/content/ABAAAA8vQAJ/aco-na-construcao-civil?part=2>. Acesso em: 01/05/2019.