

ESTUDO DE VIABILIDADE DO USO DAS ESTRUTURAS METÁLICAS NAS EDIFICAÇÕES

MAX SILVA DE ALMADA¹, PAULO RICARDO ALVES DOS REIS SANTOS², ROMULO SÁ SOUSA³, WALBER ALVES FREITAS⁴ e LIRANA LAMARA PARRETO DA SILVA⁵

¹Graduando em Eng. Civil, UNIFACEMA, Caxias/MA, maxalmada.eng@gmail.com;

²Professor Especialista em Planejamento, Gerenciamento e Controle de Obras, UNIFACEMA, Caxias/MA, paulo.santos@unifacema.edu.br;

³Bacharel em Eng. Civil, UNIFACEMA, Caxias/MA, romulodi2@hotmail.com;

⁴Professor Especialista em Gerenciamento de Obras, UNIFACEMA, Caxias/MA, walberfreitasnobre@gmail.com;

⁵Especialista em Planejamento, Gerenciamento e Controle de Obras, UNIFACEMA, Caxias/MA, liranalamara11@gmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: Este artigo foi um estudo de viabilidade da utilização das estruturas metálicas nas edificações e também um comparativo com as estruturas de concreto. Tendo em vista que as estruturas metálicas podem ser um grande aliado à construção civil, o presente trabalho foi desenvolvido através de livros de autores renomados, artigos científicos publicados e trabalhos desenvolvidos sobre a temática, e tem como objetivos apresentar as vantagens e as implicações do uso dessas estruturas, a sua viabilidade econômica, e as principais características e propriedades da mesma. São apresentados no estudo os preceitos básicos para a implantação desse tipo de estrutura. Os resultados apontam que a estrutura metálica é um excelente método construtivo, não somente em construções industriais, mas também nas obras habitacionais com ganhos em produtividades e tempo de fabricação e execução. Por sua praticidade, rapidez e o aspecto arquitetônico moderno, futuramente poderão ser adotados com mais frequência no Brasil, como ocorrem em outros países, como por exemplo, Estados Unidos e Inglaterra onde o método é bem difundido. Ainda existem muitos aspectos que ainda precisam ser rompidos com estudos mais aprofundados sobre a temática, talvez o mais relevante seja a questão cultural em um país onde as edificações sejam predominantemente construídas de madeira e concreto.

PALAVRAS-CHAVE: Estruturas metálicas, Aço, Construção civil.

FEASIBILITY STUDY OF THE USE OF METALLIC STRUCTURES IN BUILDINGS

ABSTRACT: This article was a feasibility study on the use of metal structures in buildings and also a comparison with concrete structures. Bearing in mind that metallic structures can be a great ally to civil construction, the present work was developed through books by renowned authors, published scientific articles and works developed on the theme, and aims to present the advantages and implications of using of these structures, their economic viability, and the main characteristics and properties of it. The basic principles for the implementation of this type of structure are presented in the study. The results show that the metallic structure is an excellent construction method, not only in industrial buildings, but also in housing projects with gains in productivity and time of manufacture and execution. Due to its practicality, speed and modern architectural aspect, in the future it may be adopted more frequently in Brazil, as occurs in other countries, such as the United States and England, where the method is well known. There are still many aspects that still need to be broken with further studies on the theme, perhaps the most relevant is the cultural issue in a country where buildings are predominantly built of wood and concrete.

KEYWORDS: Metallic structures, Steel, Civil construction

INTRODUÇÃO

As estruturas metálicas têm indicadores de sua utilização em escala industrial a partir de 1750. No Brasil o início de sua fabricação foi no ano de 1812, sendo que o grande avanço na fabricação de perfis em largas escalas ocorreu com a implantação de grandes siderúrgicas. Como por exemplo, tem-se a Companhia Siderúrgica Nacional—CSN, que começou a operar em 1946. (PINHEIRO, 2005).

Ainda que o concreto seja predominante na construção e que é caracterizada pela baixa produtividade e notadamente pelo grande desperdício, o mercado tem sinalizado que essa situação deve ser alterada e que o uso de novos procedimentos é a melhor forma de aprovar a racionalização dos métodos. (ALBUQUERQUE; PINHEIRO, 2002).

Algumas qualidades inerentes desse elemento estrutural podem ser destacadas: o aço é versátil, adaptável e inovador, fabricado em indústria de alta tecnologia, além de que projetar em aço leva a uma situação de maior controle de custos e maior agilidade operacional na obra. Em geral, esse tipo de estrutura é de grande eficiência e tem um enorme poder de reaproveitamento, apresentando um material de alta resistência e rapidez na execução, podendo também vencer grandes vãos (CASTRO, 1999).

O presente estudo tem como objetivo analisar a viabilidade das estruturas metálicas na construção civil, apresentar as principais vantagens e problemas das aplicações das estruturas metálicas e comparar a viabilidade econômica da construção em estruturas metálicas com as de concreto armado. Para alcançar os objetivos realizou-se pesquisa bibliográfica sobre o tema abordado, apontando as características, as propriedades específicas dos aços e os tipos mais usuais da estrutura metálica.

MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente foi realizada uma busca sobre a viabilidade do uso de estruturas metálicas na construção civil. O estudo foi alicerçado em pesquisas a livros técnicos, artigos científicos, revistas eletrônicas e fóruns online da indústria. Visto isso, com base no estudo das fontes escolhidas, realizou-se uma leitura exploratória. Logo em seguida, houve uma leitura seletiva para adquirir um melhor entendimento sobre o tema abordado e transmitir por meio desse estudo todas as premissas cabíveis para a utilização do tipo de estrutura.

O desenvolvimento desse trabalho também consiste em análise comparativa, abordando metodologia construtiva estrutural com enfoque em dois trabalhos: O primeiro trata-se de um edifício residencial na cidade de Xanrerê – SC e o segundo de um laboratório pertencente à Universidade Franciscana (UNIFRA), na cidade de Santa Maria – RS. Foi analisada a viabilidade econômica, as vantagens e desvantagens desse tipo de estrutura metálica focando nos variados aspectos que implicam na escolha desse tipo de sistema estrutural.

A técnica de análise e interpretação aconteceu de forma quantitativa e qualitativa. O âmbito quantitativo da pesquisa acontece, pois, a mesma utiliza avaliações de dados matemáticos e estatísticos feitos através de cálculos e que pode ser apresentado em forma de gráficos e tabelas. A análise qualitativa refere-se à análise de dados efetuados a uma pesquisa. Essa técnica depende essencialmente da capacidade e do estilo de quem efetua a qualidade da pesquisa também depende do mesmo (GIL, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estruturas em aço são quase sempre consideradas mais caras quando comparadas com outros sistemas estruturais, porém tem montagem mais eficiente, visualizando retorno econômico mais rápido, possui grande precisão além de ser um material 100% reciclável atendendo a consciência ecológica de forma mais sustentável.

Tendo em vista o fator tempo, nas construções onde a antecipação apresenta maior rentabilidade do investimento como edifícios comerciais, edifícios residenciais para vendas, agências e sedes, hotéis, hospitais, shopping, edifícios de garagens e universidades e escolas, as estruturas de aço é mais vantajosa por ter rapidez como característica diferente da estrutura convencional que limita que limita a velocidade da obra. Outra vantagem muito importante é a estética, inspira modernidade nas obras e expõe a estrutura como parte principal da arquitetura (PENNA; PINHO, 2008).

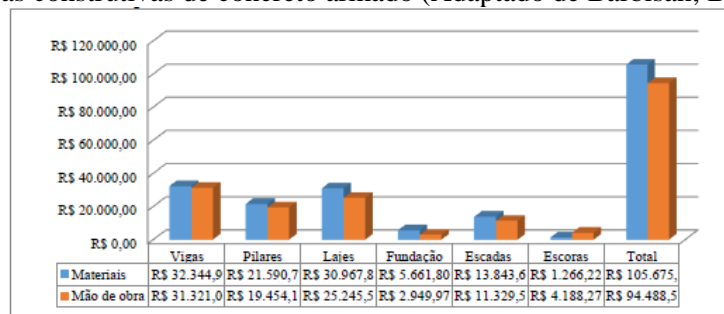
A utilização da estrutura metálica, muitas vezes, se torna limitada devido à dificuldade para encontrar determinados tipos de perfis de aço em algumas regiões. A especificação é a que maior influência nos custos de fabricação e montagem, onde se determinam as qualidades do material e as tolerâncias requeridas. O fator financeiro quando não analisado em conjunto, é um dos itens que mais bloqueia o uso desse tipo de estrutura. Outro item importante é a proteção contra corrosão, que em muitos casos pode chegar a 30% do valor da estrutura (BELLEI; PINHO; PINHO, 2008).

O aço tem grande economia nas fundações, pois devido ao menor peso do edifício em aço possibilitando uma redução em números de estacas por base e/ou do número de bases com emprego de vãos maiores (BELLEI; PINHO; PINHO, 2008). Em função do baixo peso próprio da estrutura metálica (ela é cerca de 10 vezes mais leve do que a estrutura de concreto) pode-se esperar em média uma redução de ordem de 25% das cargas verticais totais da base, gerando alívio das cargas nas fundações. A economia nas fundações tende a aumentar à medida que o solo fica ruim, chegando ao ponto desse fator ser decisivo na escolha do sistema estrutural (FORUM DA CONSTRUÇÃO, 2015).

Para demonstração mais explícita desse estudo comparativo entre os sistemas estruturais foi tomado como exemplo dois trabalhos desenvolvidos para comprovação de resultados. O primeiro trata-se de trabalho desenvolvido por Barbisan; Bellei; Paz (2017), onde se trata de um edifício residencial na cidade de Xanrerê – SC. Possui uma composição de 2 apartamentos, 3 andares com elevador, apoiado nas fundações, sendo que os dois métodos construtivos foram analisados com os mesmos materiais. O segundo foi desenvolvido por Rossato (2015) onde foi feito no seu trabalho, a análise com dimensionamento de uma edificação comercial, trata-se de um laboratório pertencente à Universidade Franciscana (UNIFRA), na cidade de Santa Maria – RS.

Para o estudo comparativo dos modelos estruturais adotados, o Gráfico 1 demonstra o valor de cada etapa da obra para o sistema estrutural de concreto armado.

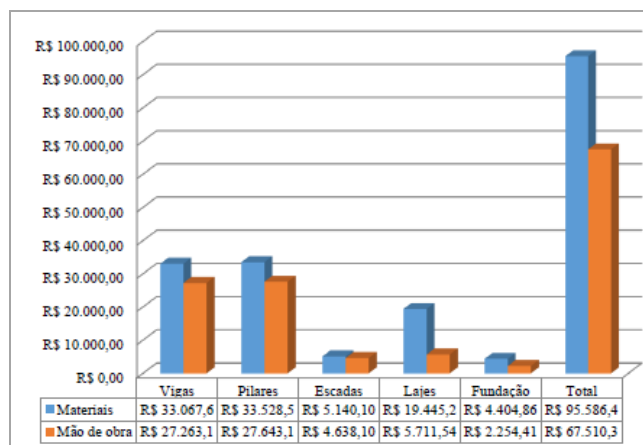
Gráfico 1. Etapas construtivas de concreto armado (Adaptado de Barbisan; Bellei; Paz, 2017).



Para os valores obtidos no sistema de concreto pode-se analisar que os valores da mão-de-obra e materiais são próximos, sendo esse o sistema estrutural mais caro, a diferença apresentada é de R\$ 11.182,00 entre material e mão-de-obra. Após cálculos considera-se que 53% deste valor são de materiais e 47% de mão-de-obra.

O Gráfico 2 demonstra o valor de cada etapa da obra para o sistema estrutural em aço.

Gráfico 2. Etapas construtivas de aço (Adaptado de Barbisan; Bellei; Paz, 2017).



Para os valores obtidos no sistema de aço pode-se analisar que os valores da mão-de-obra e materiais diferem em maior proporção, quando comparado ao sistema de concreto armado, sendo que a diferença entre mão-de-obra e materiais gira em torno de R\$ 28.076,10. Após cálculos considera-se que 59% deste valor são de materiais e 41% de mão-de-obra. Com isso pode-se dizer que o sistema de aço obtém o melhor desempenho na execução, sendo que, todo o sistema de construção é desenvolvido *in situ*. Enquanto o sistema estrutural de concreto é desenvolvido *in loco*.

Embora o sistema de levantamento de paredes para vedação seja mais prático no sistema de concreto do que nas estruturas metálicas, a etapa de construção estrutural da obra possui características diferentes. O aço dispensa o uso de fôrmas e acabamento final, pois ele já vem com pintura distinta, à laje *Steel Deck* dispensa o uso de escoras dando andamento em toda a obra com as lajes fixadas. Nas obras em concreto armado necessita-se da fabricação de fôrmas para pilares, vigas e lajes, tornando a obra totalmente executada *in loco*, necessitando também do tempo de cura do concreto para algumas etapas.

Segundo (BARBISAN; BELLEI; DA PAZ, 2017) com o dado de orçamento foi detectado que a estrutura de aço economizará cerca de R\$ 37.066,96 do custo estrutural do projeto. Para o orçamento, todos os valores com equipamentos foram desconsiderados para os dois sistemas. Por fim, define-se que o sistema estrutural em aço é detentor do melhor custo benefício para a obra.

A economia de uma obra com estrutura metálica depende de diferentes fatores em comparação com 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 por exemplo, as estruturas metálicas geram poucas cargas para a fundação, menor tempo de construção, menor consumo de revestimento, maior área útil e maior velocidade no giro do capital. Em contrapartida os 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).

Inaba Apud Nakamura (2006) faz uma importante reflexão sobre analisar o custo benefício das estruturas metálicas em relação às estruturas em concreto, para o autor, é relevante fazer uma comparação de custos de forma global, pois se os elementos forem comparados individualmente, como dois pilares, certamente o metálico será o mais caro. Para o autor não é possível apenas falar das vantagens de um sistema sobre o outro, mas atrelar as vantagens desse sistema à aplicação.

Nesse sentido foi possível construir com base no exemplo dimensionado de (ROSSATTO, 2015), um quadro comparativo de vantagens e desvantagens de cada uma das estruturas, apresentando o seu custo total e viabilidade econômica. A análise contida no Quadro 3 foi feita pontualmente sobre aspectos específicos.

Quadro 1. Comparativo entre as estruturas (Adaptado de Rossatto, 2015).

Aspectos	Estruturas metálicas	Estruturas de concreto armado
Resistência	Maior resistência em relação ao concreto.	Menor resistência em relação ao aço.
Peso	Estruturas mais leve.	Estruturas mais pesada.

Custo por m ²	Mais cara em relação à estrutura superior e mais barata em relação a fundações.	Mais barata em relação à estrutura superior e mais cara em relação a fundações.
Capacidade de cobrir grandes vãos	Os elementos estruturais são capazes de suportar grandes vãos livres.	Os elementos estruturais são muito robustos para suportar os vãos, com grande aumento no custo.
Perfis estruturais	Estruturas metálicas são bem elaboradas traduzem aspectos e arranjos modernos, são mais esbeltas e conseqüentemente tem maior área útil.	São perfis tradicionais, peças limitadas em alguns casos.
Pilares	Ocupam um menor espaço em relação o de concreto, e gasta menores quantidades de pilares necessários para áreas livres.	Ocupam um maior espaço em relação ao de estrutura metálica e gasta maiores quantidades. O número de pilares em vãos é maior.
Prazos de construção	Reduções nos prazos de 35% em edifícios comerciais e de 25% de edifícios residenciais em relação ao de concreto	Prazos mais demorados, pois exige seguir cada etapa de cura do concreto.

Segundo (ROSSATO, 2015) seu trabalho aponta que o método construtivo em aço pode ser até 330% mais caro em relação ao método construtivo em concreto, na obra do laboratório referente ao seu trabalho, o orçamento total em estruturas metálicas foi de R\$ 151.435,222 e em concreto armado R\$ 45.459,47, mas a autora afirma que foram utilizadas essas estruturas devido à rapidez, praticidade, capacidade de eliminar algumas limitações dos outros tipos de estruturas.

CONCLUSÃO

Durante o desenvolvimento desse estudo observou-se que o uso das estruturas metálicas proporcionou uma revolução nos padrões de engenharia e arquitetura, pois cada vez mais é necessário materiais e métodos que otimizem a qualidade e o tempo total gasto, desta forma as estruturas metálicas preenche essas lacunas por se tratar de um material de alta qualidade e de um método simples e de fácil aplicação tornando esse tipo de estrutura cada vez mais viável.

A questão econômica pode ser um paradigma inibidor do crescimento de construções em estruturas metálicas, no Brasil talvez por uma questão de cultura ainda se utilize pouco esse tipo de método construtivo pelo simples paradigma que é um método caro. A estrutura metálica é bem compensativa, uma vez que a diferença de preço, se comparada com madeira e concreto armado, é amplamente diluída no processo de fabricação e montagem, na qualidade e na economia de tempo.

Assim a análise aponta que o custo da estrutura é apenas um dos parâmetros de orçamento total da obra, pois ao considerar qual tipo de estrutura vai adotar em determinado empreendimento deve-se analisar a obra como um todo, considerar a demanda de tempo e para quais fins tal construção vai ser executada.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A. T.; PINHEIRO, Libânio Miranda. Viabilidade econômica de alternativas estruturais de concreto armado para edifícios. **Cadernos de engenharia de estruturas**, São Carlos, n.19, p. 1-19, 2002.
- BARBISAN, A. O. ; BELLEI P.; DA PAZ, R. S. **Comparativo de custos entre estruturas de aço e concreto armado em Xanrerê – SC**. 2017. 22p. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia Civil, Universidade Central de Educação Faem Faculdade, Santa Catarina, 2017.
- BELLEI, I. H.; PINHO, F. O.; PINHO, M. O. **Edifícios de múltiplos andares em aço**. 2ª edição. São Paulo. Pini, 2008
- CASTRO, E. M. C. **Patologias dos edifícios em estrutura metálica**. Dissertação de mestrado. Ouro Preto: Departamento de Engenharia Civil da Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, 1999. 202p.
- CHAVES, M. R. **Avaliação do desempenho de soluções estruturais para galpões industriais leves**. Ouro Preto, 2007.
- 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.
- FORUM DA CONSTRUÇÃO. **Porque construir em aço**. Disponível em: <https://www.obra24horas.com.br/artigos/estruturas-metalicas/porque-construir-em-aço>. Acesso em: 24 maio de 2020.

- GIL, A.C. Como classificar as pesquisas. **Como elaborar projetos de pesquisas**, v. 04, p. 44 – 45, 2002.
- MATOS DIAS. **Estruturas de aço**, 8ª edição, Zigurate Editora LTDA, São Paulo, 1997.
- MATOS DIAS. **Estruturas de aço: Conceito, Técnicas e Linguagem** 5ª edição, São Paulo, Zigurate, 2006.
- MOURÃO, M. B.; YOKOJI, A.; MALYNOWSKYJ, A. **Introdução à siderurgia**. São Paulo: ABM, 2007.
- NAKAMURA, I. A. Era do aço. **Revista a U arquitetura e urbanismo**, São Paulo. Ed. 152, 2006.
- PENNA, F.; PINHO, F. O. **Viabilidade econômica**. Instituto Brasileiro de Siderurgia, 2008.
- PFEIL, W.; PFEIL, M. **Estruturas de aço**, 8ª edição, Livros Técnicos e Científicos Editora LTDA, Rio, 2009.
- PINHEIRO BRAGANÇA. **Estruturas metálicas**, 2ª edição, Blucher Editora, São Paulo, 2005.
- ROSSATO, B. M. **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.
- SILVA PIGNATA E PANNONI D. **Estruturas de aço para edifícios**, Blucher Editora, São Paulo, 2010.