

ESTUDO PRELIMINAR COMPARATIVO ENTRE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO E ESTRUTURAS METÁLICAS (AÇO)

Marcos Antônio Costa Júnior¹

Jhenef Kelly da Silva Lima²

Mariana Salvador Santos de Araújo³

Pedro Henrique Miranda Tavares⁴

Engenharia Civil



ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

No Brasil, estruturas em concreto armado são mais comuns e utilizadas com mais frequência quando comparadas às estruturas metálicas, assim sendo, o presente artigo apresenta uma análise comparativa de custo, conforto sonoro/térmico e segurança, além de apresentar as vantagens e desvantagens de ambas as estruturas (estrutura em concreto armado e estrutura em aço). As informações e dados expostos no artigo foram obtidos através do método indutivo, com estudos embasados em pesquisas bibliográficas. Posteriormente, no decorrer das pesquisas foi-se comparado o custo final de um mesmo projeto (pequeno/médio porte), sendo ele feito com estruturas em concreto armado tendo um custo geral de R\$ 80.905,38, e com estruturas metálicas tendo um custo geral de R\$ 123.018,66. Por conseguinte, chegou-se à conclusão que, as estruturas metálicas só possuem vantagem em relação às de concreto armado quando há carência de vãos maiores e a necessidade de acelerar o tempo de finalização da obra, tendo em vista a diferença de preço; é importante ressaltar que essa afirmação é válida para obras de pequeno e médio porte.

PALAVRAS-CHAVE

Estrutura. Aço. Concreto Armado.

ABSTRACT

In Brazil, reinforced concrete structures are more common and used more frequently when compared to metallic structures, therefore, this article presents a comparative analysis of cost, sound/thermal comfort and safety, in addition to presenting the advantages and disadvantages of both the structures (reinforced concrete structure and steel structure). The information and data exposed in the article were obtained through the inductive method, with studies based on bibliographic research. Subsequently, during the research, the final cost of the same project (small/medium size) was compared, being it made with reinforced concrete structures having a general cost of BRL 80,905.38, and with metallic structures having a cost general of BRL 123,018.66. Therefore, it was concluded that metallic structures only have an advantage over reinforced concrete when there is a lack of larger spans and the need to speed up the work completion time, in view of the price difference; It is important to emphasize that this statement is valid for small and medium-sized works.

KEYWORDS

Structure. Steel. Reinforced concrete.

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), a indústria da construção civil deve crescer 4% no ano de 2021, o que vem a ser o maior crescimento do setor desde o ano de 2013. Levando em consideração este crescimento, é possível afirmar que, no Brasil, o ramo da construção civil vem avançando gradativamente ao passar dos anos.

A primeira etapa para a execução de uma obra é a realização dos diversos tipos de projetos necessários, dentre eles, o Projeto Estrutural, considerado um dos mais importantes por evitar problemas na estrutura e evitar gastos desnecessários de uma obra, podendo ele ser dividido em cinco etapas: Concepção Estrutural; Análise Estrutural; Síntese Estrutura; Dimensionamento e Detalhamento; Emissão de Pranchas/Desenhos e Documentação (PERINI, 2020).

Para a elaboração do projeto estrutural é preciso adotar o projeto arquitetônico como base. Logo, a concepção estrutural é de suma importância para o projeto de arquitetura, ela consiste em criar um sistema estrutural que proporcione um equilíbrio estático para determinada obra. Resume-se, basicamente, em decidir o sistema estrutural a ser utilizado, sua geometria, posições dos elementos estruturais e o tipo de material que possa compor tal estrutura, a fim de obter um sistema que seja capaz de absorver os esforços atuantes na estrutura e transmiti-los ao solo (ANDRADE *et al.*, 2020).

No Brasil, é mais comum as estruturas serem de concreto armado ou perfis de aço (metálico), por conseguinte, é indispensável uma comparação entre os dois sis-

temas citados. Os critérios analisados para obtenção das informações e conclusão de qual material é mais vantajoso foram peso, custo, agilidade e outros. Assim sendo, o presente artigo argumenta a diferença de cada tipo de estrutura, apresentando também as vantagens e desvantagens de cada um.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 SISTEMA ESTRUTURAL

Moraes (2018, p. 2) afirma que a elaboração e execução do projeto estrutural de uma obra tem a função e responsabilidade de proporcionar segurança e conforto aos indivíduos que nela habitarão. Acrescenta que, na maioria dos casos, o proprietário possui apenas o projeto arquitetônico e não apresenta a mesma importância para o projeto estrutural, o que resulta numa obra com alto índice de fatores inconvenientes e patológicos, tais como: alto índice de fissuras excessivas, estrutura superdimensionada, deficiência por parte da execução, gasto excessivo com materiais e outros.

Nota-se, visando segurança e economia, a importância do projeto estrutural para a construção civil em obras de pequeno, médio ou grande porte. Ademais, ao realizar a escolha do sistema estrutural de uma obra, é necessário, por meio de suas necessidades, conhecer/estudar cada um dos sistemas e optar por aquele que mais atende as necessidades do projeto estrutural como um todo (RODRIGUES, 2017).

2.2 CONCRETO ARMADO

Define-se concreto como sendo um material composto que possui em sua composição a junção de água, cimento, agregado graúdo (pedra ou brita) e agregado miúdo (areia), podendo também haver a possibilidade de impor aditivos à composição, assim, sendo capaz de melhorar/alterar as propriedades básicas. Ademais, para que seja possível obter um concreto com determinadas características – seja no seu estado fresco ou endurecido –, é preciso que o concreto seja feito de maneira proporcional, no qual são dadas a quantidade exata de cada material (BASTOS, 2019).

Nos tempos antigos, os materiais utilizados na construção eram: pedra natural (rochas), ferro e madeira; materiais esses que são bastante resistentes e têm uma longa durabilidade. O concreto, por sua vez, consegue ter uma elevada resistência à compressão, o que faz dele um material utilizável em peças estruturais submetidas à compressão. Por outro lado, o concreto não fornece uma boa resistência à tração e isso acaba limitando seu uso em elementos submetidos a tração, como lajes, vigas e outros; isso ocorre por ele ser um elemento frágil. É possível observar por meio do Ensaio de Tração Direta, por exemplo, que o corpo de provas composto pelo concreto atinge o limite de escoamento mais rápido quando comparado a outros materiais, ou seja, ele não vem a deformar, com isso, o elemento tende a romper com facilidade (BASTOS, 2019).

A expressão “Concreto Armado” dá-se devido à presença de armaduras compostas por barras de aço em conjunto com o concreto, a estrutura é posicionada no elemento de modo que ele venha a resistir às tensões de tração. Além de ajudar na resistência à tração, o aço também tem uma boa resistência quando sujeito a compressão, o que vem a melhorar a resistência nos pilares, por exemplo.

Para que o concreto e o aço trabalhem em conjunto, resistindo aos esforços a que estarão submetidos, é preciso que haja uma aderência entre os dois materiais, essa aderência é obtida por meio da ligação mecânica dada pela rugosidade das barras de aço e pelo formato de moedas e saliências que elas apresentam em sua superfície. A Figura 1 ilustra um elemento em que o concreto está sendo aplicado de modo a revestir a armadura; é importante que as armaduras sejam totalmente cobertas para que não ocorra a corrosão do aço (BASTOS, 2019).

Figura 1 – Preenchimento de forma com concreto e adensamento interno com vibrador de agulha



Fonte: Bastos (2019).

2.3. AÇO

É visível que a construção civil está em constante mudança desde a antiguidade. A pesquisa Industrial Anual do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) afirma que a construção em aço cresceu ao ritmo de 11% ao ano, em média, no período entre 2002 e 2012, atingindo o consumo de 1,7 milhões de toneladas. A utilização do aço, principalmente em obras com estruturas a mostra, trouxe ao mundo da construção um ar de modernização e inovação, com isso, veio a contribuir com a visão arquitetônica (CORTEZ *et al.*, 2017).

O aço é formado por meio da liga metálica composta por ferro e uma curta quantidade de carbono (0,008% a 2%, segundo a gerda), este vem a ser responsável pela resistência do material; além disso, é possível que seja inserido outros materiais em sua composição, a fim de obter as propriedades mecânicas desejadas para uso. O aço é considerado um composto que possui um módulo de elasticidade elevada, o que traz como consequência uma alta resistência à tração e ao calor, ademais, o

módulo de elasticidade tem grande importância nos projetos estruturais que utilizam estruturas metálicas (aço) por estar diretamente ligado à tensão x deformação, para observar a correlação entre essas grandezas pode-se fazer o ensaio de tração de corpos em corpo de prova padronizados (PEREIRA, 2020).

As estruturas em aço exigem que o material possua boa ductilidade, homogeneidade e soldabilidade junto a sua propriedade básica: relação entre tensão resistente e escoamento, além disso, é preciso que seja feita a adição de pequena quantidade de cobre para que se obtenha resistência à corrosão, o que vem a ser importante para a estrutura (CORTEZ *et al.*, 2017).

Aços estruturais são aqueles que, devido a sua resistência mecânica, resistência à corrosão, ductilidade, soldabilidade e outras propriedades, são adequados para uso em elementos que suportam cargas (ALMEIDA, 2017). Os aços utilizados em estruturas metálicas são divididos em dois grupos: aços-carbono e aços de baixa liga. Por conseguinte, classifica-se aço-carbono como sendo os mais utilizados, onde, para obter maior resistência adiciona-se carbono ao ferro puro, e, aços de baixa liga como sendo aqueles que são ampliados por elementos de liga, como: cobre, níquel, fósforo, zircônio, manganês, cromo colúmbio, molibdênio, vanádio; este que quando adicionado a composição, age melhorando determinadas propriedades mecânicas.

2.4 COMPARATIVO DE AMBAS AS ESTRUTURAS

2.4.1 Custo

Carlos Loureiro, presidente do Instituto Nacional dos Distribuidores de Aço (INDA), afirma que as usinas reajustaram o preço do aço em 35% para os distribuidores no ano de 2021 e que já foram três aumentos até o mês de abril do respectivo ano. Continua ressaltando que devido ao aumento, o consumo do aço tem diminuído,

Quando há possibilidade de substituição do produto, para alumínio ou concreto, por exemplo, já se observa mudanças de projetos em função do alto custo do aço. Também tem cliente que não está querendo refazer o seu estoque por conta do aumento do preço.

Nota-se que, as estruturas metálicas em aço possuem um valor maior comparado às estruturas de concreto armado, isso acontece pelo fato de o aço ser um material composto por elementos de preço elevado e pelo alto preço de sua fabricação, além de possuir diversas vantagens. Já o concreto armado, apesar de possuir barras de aço, consegue sair mais em conta por ser feito de materiais mais baratos e comuns.

Porém, a quantidade de materiais em estruturas de concreto armado não é exatamente precisa, ou seja, o valor final pode não ser igual ao valor orçamentário inicial, uma vez que, há possibilidade de ocorrer alguns imprevistos na execução da obra,

tais como, fatores climáticos, dano de materiais e outros; nas estruturas em aço não há variação quantitativa, e se porventura houver, será em pequena quantidade, isso é possível porque as peças metálicas saem dimensionadas/prontas da fábrica e são encaminhadas para a obra para serem apenas montadas com a utilização das chapas e pregos para fixação (PEREIRA, 2020).

Na alvenaria os custos são menores quando se utiliza estruturas em aço, pois as chapas já saem da fábrica com as dimensões pré-determinadas pelo projetista estrutural. No caso da alvenaria em concreto armado o custo chega a ser maior que as de aço, pois, por serem feitas no local da obra, estão sujeitas a erros, o que leva ao desperdício de materiais e a necessidade de repor os que foram perdidos, além do que, os canteiros de estruturas em concreto armado são bastante sujos devido a grande quantidade de entulhos, havendo baixa possibilidade de serem reaproveitados e na maioria dos casos não são reutilizados; por outro lado, as obras com estruturas metálicas são bem mais limpas e o caso haja entulho, estes serão reciclados (PEREIRA, 2020).

Quando pensado em mão de obra, as estruturas em aço possuem um custo mais alto que as de concreto armado, visto que, no Brasil há carência em mão de obra qualificada em aço por não ser tão comum quanto o concreto, logo, por haver poucos profissionais aptos a esse material, a mão de obra chega a subir, e em relação às estruturas de concreto armado, por haver vários profissionais qualificados na área, o preço é menor.

É válido ressaltar que, as estruturas metálicas tendem a sair na frente quando se fala em prazo/conclusão de obra por necessitar exclusivamente da montagem dos elementos, já que as de concreto armado leva tempo para sua fabricação, montagem das barras e o tempo de cura que é indispensável.

2.4.2 Conforto Sonoro/Térmico

As estruturas em concreto armado são a melhor opção quando pensado em conforto sonoro, devido à própria composição do material conseguir isolar a propagação de barulhos, ao contrário das estruturas em aço que necessitam de isolantes acústicos para suprir este quesito. Na questão térmica, o aço em si é considerado um péssimo isolante térmico por não reter calor, assim, quando aplicado em estruturas, passa a deixar o ambiente quente no período de calor e gelado no período de frio, em contrapartida, a estrutura em concreto armado passa a ser a melhor opção, pois retém calor no tempo frio e dificulta o aumento da temperatura interna em tempos quentes (PEREIRA, 2020). Logo, afirma-se que, no âmbito de conforto sonoro e térmico, o concreto armado fornece largas vantagens comparado ao aço.

2.4.3 Segurança

A questão tratada na resistência é o que possibilita que as estruturas em aço e as estruturas de concreto armado sejam utilizadas. Nenhuma deixa a desejar ou mostra-se superior à outra (BOLONHA, 2017; PEREIRA, 2020). Entretanto, as estruturas metáli-

cas necessitam de manutenções periódicas, além de revestimentos especiais para que a exposição a agentes químicos e naturais não acabe corroendo sua secção, além de sua baixa resistência a altas temperaturas. Essa preocupação nas estruturas de concreto armado é menor, visto que o próprio concreto serve de cobertura às barras de aço.

A fundação fica mais segura pela quantidade de blocos a serem usados, pela estrutura em si, tudo isso alivia a tensão nas vigas e colunas e deixa a base muito mais leve (BOLONHA, 2017; PEREIRA, 2020), quando pensado no peso, as estruturas em aço são melhores que as de concreto armado, visto que, estruturas feitas de concreto armado chegam a sobrecarregar as fundações devido ao seu peso próprio, porém, esse fator levado para a questão de segurança tem pouca importância, uma vez que, o cálculo e dimensionamento estrutural proporcionam uma edificação segura em ambos os casos.

2.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS ESTRUTURAS

2.5.1 Estruturas de Concreto Armado

Além de possuir diversas vantagens, as estruturas de concreto armado também apresentam algumas desvantagens, sendo elas:

VANTAGENS

- Maior disponibilidade em encontrar os materiais necessários;
- Manutenção baixa, muitas vezes não precisa de reparos e quando precisa o custo é baixo;
- Maior durabilidade, assim conservando a obra por bastante tempo;
- Mão de obra barata sem exigir qualificação;
- Plasticidade: material moldado de forma livre e maleável;
- Ótima resistência ao tempo, choques, fogo e vibrações;
- Boas condições de impermeabilização, ou seja, é resistente à água.

DESVANTAGENS

- Por ser uma estrutura robusta, seu peso próprio sobrecarrega as fundações;
- Tempo de execução de obra prolongado;
- Obra que gera muitos resíduos, conseqüentemente, uma obra não ecológica;
- Restauração e demolição com difícil execução, tornando a reforma trabalhosa.

2.5.2 Estruturas Metálicas (aço)

Assim como as estruturas de concreto armado, o sistema construtivo, utilizando o aço também possui suas vantagens e desvantagem que estão expostas nos tópicos a seguir:

VANTAGENS

- Melhor controle, confiabilidade, e padronização do desempenho de cada peça, pois os perfis metálicos são produzidos industrialmente;

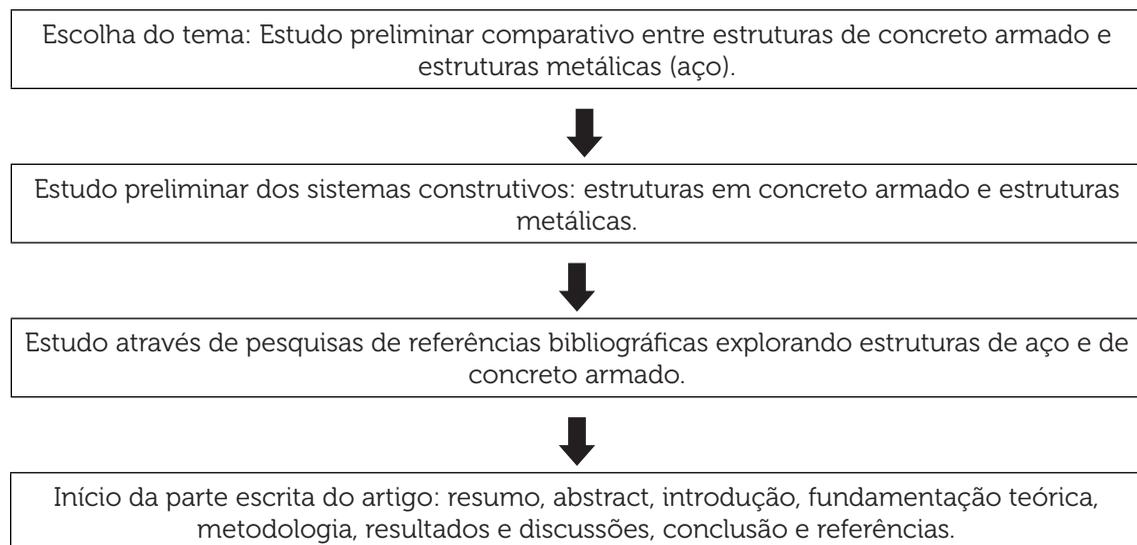
- Padrão de acabamento uniforme, permitindo aplicações comerciais com uma estrutura mais acentuada, não comprometendo a estética;
- Devido ao módulo de elasticidade do aço, a estrutura torna-se mais esbelta, o que reduz a carga da fundação, melhorando o espaço da obra;
- Construção limpa por existir baixo movimento de material;
- Liberação de espaço, pois as estruturas metálicas permitem vãos mais livres;
- As peças metálicas possuem uma cadeia de reciclagem definida.

DESvantagens

- Devido a sua esbelteza, deve-se ser dada mais atenção à flambagem das peças comprimidas;
- Baixa capacidade de resistência, exigindo maiores cuidados durante situações de incêndio;
- Exige uma mão de obra qualificada, pois sem qualificação pode haver falhas de execução da estrutura dos seus componentes;
- Vulnerável durante fortes ventos;
- Pode gerar ruídos devido às vibrações;
- Sem manutenção, a estrutura estará vulnerável à corrosão.

3 METODOLOGIA

No que diz respeito à metodologia, o presente artigo foi elaborado por meio do método indutivo, explorando pesquisas bibliográficas a fim de obter informações para a proposta comparativa de analisar a execução de obras, utilizando dois sistemas estruturais: estruturas de concreto armado e estruturas metálicas (aço); de maneira que possa conhecer as vantagens e desvantagens, custos, conforto, segurança, técnicas de ambas as formas de execução, bem como a forma de aceitação no mercado. O passo a passo da execução do artigo deu-se por meio do fluxograma abaixo:



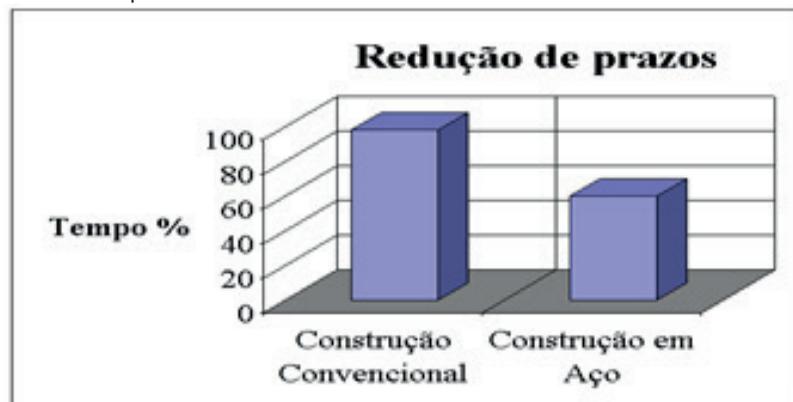
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Embasando-se nas pesquisas feitas e informações apresentadas no quesito da fundamentação teórica, é possível notar que não é correto afirmar que, no geral, tal sistema construtivo seja melhor do que o outro, uma vez que, para haver uma confirmação concreta, é necessário levar em consideração alguns fatores exigidos pelo contratante, tendo como exemplo o prazo solicitado para finalização e entrega da obra. Ademais, é válido ressaltar que na prática é feito um levantamento de fatores (tendo mais relevância os custos e prazos) que contribuem para decisão de qual sistema construtivo seja mais viável utilizar de acordo com o projeto, seja ele de pequeno, médio ou grande porte.

Quando é proposto que a obra seja entregue num menor tempo possível, as estruturas metálicas (aço) são consideradas a melhor opção, pois, como apresentado anteriormente na fundamentação teórica – custos, o sistema construtivo, utilizando o aço necessita apenas da montagem dos elementos. Segundo Bolonha (2017) e Pereira (2020), as estruturas em aço permitem que os pavimentos sejam elaborados de 3 em 3, o que vem a ser mais rápido que as estruturas de concreto armado que permitem que seja feito apenas um pavimento por vez por necessitar do seu tempo de cura.

A Figura 2 apresenta – por meio de um gráfico em colunas – a relação comparativa entre o tempo preciso para a conclusão de uma obra para a construção convencional (concreto armado) e a construção em aço. De acordo com Freire (2016), as estruturas em aço conseguem ter uma rapidez maior que a de concreto armado, uma vez que, dependendo do tipo de edificação, a redução nos prazos pode alcançar até 50%.

Figura 2 – Prazos comparativos entre estruturas de concreto armado e estruturas em aço



Fonte: Freire (2016) e Pereira (2020).

Outro fator que influencia na escolha de qual sistema construtivo venha a ser utilizado é o custo. Nos últimos anos o preço do aço tem sofrido variações crescentes. Segundo uma pesquisa divulgada pela Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP), os reajustes do aço praticados pelas siderúrgicas acumulam uma variação de 79% entre janeiro de 2020 e março de 2021. Essa variação afeta ainda mais a

decisão na utilização das estruturas metálicas em obras de pequeno e médio porte, pois, geralmente, após a elaboração de um levantamento orçamentário do projeto, a utilização de estruturas de aço acabam não compensando por saírem bem mais caras que as estruturas em concreto armado.

Ademais, deve-se considerar todas as variáveis possíveis e não só os preços unitários do aço e do concreto armado. Vale reforçar que, ao utilizar uma resistência maior no concreto armado, por exemplo, pode-se reduzir o tamanho das peças, diminuindo o volume final de concreto, o tamanho das formas, o tempo de desforma, a quantidade de mão de obra e a velocidade da obra. Já o aço como material estrutural apresenta vantagens em outras estruturas em ganhos de vãos, diminuição da seção transversal do elemento estrutural, alta resistência em relação ao peso próprio, alto módulo de elasticidade, resistência à tração, diminuição do peso da estrutura, aliviando as cargas da fundação, eficiência em obra devido a precisão de execução, entre outros (LIMA, 2017).

Em concordância com Lima (2017), após um levantamento orçamentário de um mesmo projeto de pequeno/médio porte, utilizando estruturas em concreto armado (TABELA 1) e estruturas metálicas (TABELA 2), verificou-se que o valor da diferença entre os materiais utilizados em cada estrutura é de R\$ 42.113,30, ou seja, a estrutura de concreto armado é 52,05% mais econômica que a metálica.

Tabela 1 – Orçamento das estruturas em concreto armado

Descrição do Orçamento		Bancos Utilizados						
Concreto armado		SINAPI - 04/2017 - DF						
Planilha Orçamentária Sintética								
Item	Código	Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total
Orçamento Churrasqueira em Estrutura de Concreto								11.993,74
1.1	00034449	SINAPI	ACO CA-50, 6,3 MM, DOBRADO E CORTADO	Material	KG	1,70	4,50	7,65
1.2	00000033	SINAPI	ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	Material	KG	138,30	4,51	623,73
1.3	00034439	SINAPI	ACO CA-50, 10,0 MM, DOBRADO E CORTADO	Material	KG	252,40	4,31	1.087,84
1.4	00034441	SINAPI	ACO CA-50, 12,5 MM, DOBRADO E CORTADO	Material	KG	31,40	4,09	128,43
1.5	00034443	SINAPI	ACO CA-50, 16 MM, DOBRADO E CORTADO	Material	KG	52,20	4,09	213,50
1.6	00034456	SINAPI	ACO CA-60, 5,0 MM, DOBRADO E CORTADO 134,1	Material	KG	119,60	3,99	477,20
1.7	00034493	SINAPI	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA O E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, EXCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	Material	m³	28,10	223,24	6.273,04
1.8	00001358	SINAPI	CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA PARA FORMA DE CONCRETO, DE *2,2 X 1,1* M, E = 17 MM	Material	m²	44,50	22,75	1.012,38
1.9	00003738	SINAPI	LAJE PRE-MOLDADA CONVENCIONAL (LAJOTAS = VIGOTAS) PARA PISO, UNIDIRECIONAL, SOBRECARGA DE 350 KG/M2, VAD ATE 5,00 M (SEM COLOCACAO)	Material	m²	54,29	39,97	2.169,97
Orçamento Casa em Estrutura de Concreto								68.911,64
2.1	00034449	SINAPI	ACO CA-50, 6,3 MM, DOBRADO E CORTADO	Material	KG	6,60	4,50	29,70
2.2	00000033	SINAPI	ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	Material	KG	1.028,50	4,51	4.638,54
2.3	00034439	SINAPI	ACO CA-50, 10,0 MM, DOBRADO E CORTADO	Material	KG	834,00	4,31	3.594,54
2.4	00034441	SINAPI	ACO CA-50, 12,5 MM, DOBRADO E CORTADO	Material	KG	209,50	4,09	856,86
2.5	00034443	SINAPI	ACO CA-50, 16 MM, DOBRADO E CORTADO	Material	KG	279,30	4,09	1.142,34
2.6	00034456	SINAPI	ACO CA-60, 5,0 MM, DOBRADO E CORTADO	Material	KG	664,30	3,99	2.650,56
2.7	00001524	SINAPI	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C20, COM BRITA O E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	Material	m³	38,50	250,00	9.625,00
2.8	00001527	SINAPI	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA O E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	Material	m³	52,70	260,52	13.729,40
2.9	00001358	SINAPI	CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA PARA FORMA DE CONCRETO, DE *2,2 X 1,1* M, E = 17 MM	Material	m²	686,50	22,75	15.617,88
2.10	00003738	SINAPI	LAJE PRE-MOLDADA CONVENCIONAL (LAJOTAS = VIGOTAS) PARA PISO, UNIDIRECIONAL, SOBRECARGA DE 350 KG/M2, VAD ATE 5,00 M (SEM COLOCACAO)	Material	m²	425,99	39,97	17.026,82
Total Geral							R\$ 80.905,38	

Fonte: Lima (2017).

Tabela 2 – Orçamento das estruturas metálicas

Descrição do Orçamento		Bancos Utilizados						
Metálicas		SINAPI - 04/2017 - DF						
		CYFE						
Planilha Orçamentária Sintética								
Item	Código	Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total
1			Churrasqueira Estrutura Metálica					5.661,32
1.1	00011174	SINAPI	PRIMER UNIVERSAL, FUNDO ANTICORROSIVO TIPO ZARCAO	Material	18L	5,00	384,80	1.924,00
1.2	00003738	SINAPI	LAJE PRE-MOLDADA CONVENCIONAL (LAJOTAS + VIGOTAS) PARA PISO, UNIDIRECIONAL, SOBRECARGA DE 350 KG/M2, VAO ATE 5,00 M (SEM COLOCACAO)	Material	m²	54,29	39,97	2.169,97
1.3		CYPE	PERFIL CV5 250X30 - W 200x31,3 - IPE 220 O	Material	KG	480,00	2,35	1.128,00
1.4		CYPE	PERFIL CV5 300X23 - W 310x23,8 - IPE 240	Material	KG	437,00	2,35	439,35
2			Casa Estrutura Metálica					117.357,34
2.1	00011174	SINAPI	PRIMER UNIVERSAL, FUNDO ANTICORROSIVO TIPO ZARCAO	Material	18L	15,00	384,80	5.772,00
2.2		CYPE	PERFIL CV5 250X30 - W 200x31,3 - IPE 220 O	Material	KG	4.031,10	2,35	9.473,09
2.3		CYPE	PERFIL CV5 300X23 - W 310x23,8 - IPE 240	Material	KG	2.521,26	2,35	5.924,96
2.4		CYPE	PERFIL VS 300X37 - W 310x38,7 - IPE 270 O	Material	KG	3.627,11	2,35	8.523,71
2.5		CYPE	PERFIL VS 450X60 - W 460x60 - IPE 400	Material	KG	30.058,20	2,35	70.636,77
2.6	00003738	SINAPI	LAJE PRE-MOLDADA CONVENCIONAL (LAJOTAS + VIGOTAS) PARA PISO, UNIDIRECIONAL, SOBRECARGA DE 350 KG/M2, VAO ATE 5,00 M (SEM COLOCACAO)	Material	m²	425,99	39,97	17.026,82
							Total Geral	R\$ 123.018,66

Fonte: Lima (2017).

Em relação à execução, as estruturas metálicas, apesar de ter apresentado maior custo, leva menos tempo para ser feita, o que é benéfico, dependendo da finalidade e objetivo de quem está investindo na obra (LIMA, 2017).

5 CONCLUSÃO

Ao decorrer do artigo, nota-se que, os sistemas construtivos abordados (concreto armado e aço) apresentam diversos fatores que influenciam para a escolha do qual ser utilizado em determinado projeto, tais como: tempo, custo, conforto e segurança. Assim sendo, evidencia-se que, em construções de pequeno e médio porte, com finalidades residenciais, o mais indicado a ser utilizado são as estruturas em concreto armado, visto a diferença de preço. Economicamente falando, as edificações de estruturas metálicas só possuem vantagem em relação às de concreto armado quando há necessidade específicas de vãos e tempo de construção.

Geralmente, aplica-se esse caso para obras de grande porte, com necessidades arquitetônicas maiores e específicas, ou para construções comerciais de alto valor agregado empregado, visto sua necessidade de gerar receita o mais rápido possível. Esse fato vale ser ressaltado, pois, apesar da estrutura metálica ter aplicações mais flexíveis e com maiores vantagens, a estrutura de concreto armado atende perfeitamente a maioria das demandas construtivas.

Em questão de segurança e durabilidade, ambas possuem equivalência quando são dimensionadas corretamente e realizando as devidas manutenções nos prazos fornecidos para cada estrutura (aço/concreto armado). Ademais, a estrutura metálica possui um diferencial por conseguir propor vãos maiores e redução de

tempo. A mesma questão se faz para reforços estruturais, visto que, geralmente, já existe utilização/ocupação do prédio e é necessário que seja feito um reparo estrutural com urgência para que não afete os usuários/residentes, o ponto central da questão é se o projeto demanda questões arquitetônicas e de tempo que viabilizam o custo adicional da estrutura metálica.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Wanderley Ribeiro. **Utilização de sistemas estruturais metálicos no atual cenário da construção civil brasileira**: estudo de caso para a montagem de estrutura e cobertura de galpão industrial de médio porte. Curitiba, 2017. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/15129/1/CT_GEOB_XXIII_2017_35.pdf. Acesso em: 9 out. 2021.

BOLONHA, Rafael de Oliveira. **Estrutura de concreto X estrutura metálica: vantagens e desvantagens**. IBDA – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. 15 de setembro de 2019. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/>. Acesso em: 10 out. 2021.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Fundamentos do concreto armado**. Bauru, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.wp.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/Fundamentos%20CA.pdf>. Acesso em: 11 out. 2021.

CONCEPÇÃO Estrutural e Linguagem Arquitetônica. **Revista Cultura, estética e linguagem**. 12/08/2020. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/revistanos/article/download/10779/7943>. Acesso em: 30 set. 2021.

CORTEZ, Lucas Azevedo da Rocha; NASCIMENTO, Monica Melo Gomes. Uso das estruturas de aço no Brasil. **Caderno de Graduação**, v. 4, n. 2, p. 1-12, nov. 2017. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/download/5215/2570/14598>. Acesso em: 9 out. 2021.

DE LIMA, João Lucas Rufino. **Estudo comparativo entre estrutura metálica e de concreto armado em uma edificação**: estudo de caso. Brasília, Distrito Federal, 2017. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/prefix/13187/1/21113328.pdf>. Acesso em: 4 nov. 2021.

INDÚSTRIA da construção civil deve crescer 4% este ano, prevê CBIC. **Agência Brasil**, Belo Horizonte, 26/07/2021. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2021-07/industria-da-construcao-civil-deve-crescer-4-este-ano-previ-cbic>. Acesso em: 30 set. 2021.

PEREIRA, Gabriel Souza. Comparativo entre estruturas de concreto armado e estrutura de aço. **Revista Construindo**, Belo Horizonte, v. 13, p. 1-9, jun. 2021. Disponível em: <http://revista.fumec.br/index.php/construindo/article/download/7296/4207>. Acesso em: 9 out. 2021.

POLETO, Sabrina Fernanda Sartório; MORAIS, Lucas Gomes de. A importância de um planejamento estrutural para a construção de uma edificação. **Semana Acadêmica**, p. 1-21, São Paulo. Disponível em: https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/tcc_final_revisao.pdf. Acesso em: 7 out. 2021.

PROJETO estrutural: o que é? E para que serve? **Tetris**, 20/11/2020. Disponível em: <https://www.tetrisej.com.br/single-post/projeto-estrutural-o-que-e-e-para-que-serve>. Acesso em: 30 set. 2021.

PROJETOS estruturais: vantagens e desvantagens do concreto armado. **Sthai**, 5 de agosto de 2021. Disponível em: <https://www.google.com.br/amp/s/sthai.com.br/vantagens-e-desvantagens-do-concreto-armado/amp/>. Acesso em: 11 out. 2021.

QUINTO REAJUSTE do aço no ano quebra recuperação, alerta Rodofort, Automotive business, maio de 2021. Disponível em: <https://www.automotivebusiness.com.br/pt/posts/noticias/quinto-reajuste-do-aco-no-ano-quebra-recuperacao-alerta-rodofort/>. Acesso em: 7 nov. 2021.

RODRIGUES, Robson André. **O uso das estruturas metálicas na construção civil**. Patos de Minas – MG 2017, p. 14-22). Disponível em: <https://www.finom.edu.br/assets/uploads/cursos/categoriasdownloads/files/20181017161001.pdf>. Acesso em: 7 out. 2021.

TEXTO comparativo de estrutura metálica com estrutura de concreto. **Carlos Freire**, escritório técnico. Disponível em: http://www.carlosfreire.com.br/carlosfreire/empresa_artigos_comparativo.asp. Acesso em: 1 nov. 2021.

Data do recebimento: 21 de novembro de 2021

Data da avaliação: 9 de dezembro de 2021

Data de aceite: 12 de dezembro de 2021

1 Professor do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL.

E-mail: marcos.junior00@gmail.com

2 Graduanda do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL.

E-mail: jhennef_kelly@outlook.com

3 Graduanda do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL.

E-mail: mariana2mbg@hotmail.com

4 Graduando do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Tiradentes – UNIT/AL.

E-mail: pedromirandaeng@hotmail.com