

# **ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE UMA EDIFICAÇÃO COMERCIAL EM AÇO E CONCRETO ARMADO**

**CARLOS VINICIUS DA SILVA FLORENCIO<sup>1</sup>  
ME. BRUNO RODRIGUES DOS SANTOS<sup>2</sup>**

**RESUMO:** O mercado imobiliário vem buscando novas formas de atender as necessidades dos clientes, onde as construções precisam combinar qualidade, preço e prazos. Diante disto, a busca por agilidade nas obras está ligada à escolha das estruturas, que é fundamental para o resultado final da obra no que tange o peso das estruturas, facilidade de fabricação, montagem e o custos. O concreto armado é um método acessível e enraizado na cultura brasileira, com um amplo contingente de mão de obra especializada. Por outro lado as estruturas metálicas estão se tornando comuns devido às vantagens que apresentam. Desta maneira, a escolha do projeto estrutural influencia os custos e o cronograma da obra. Sendo assim, esse artigo apresenta um estudo comparativo entre estruturas de concreto armado e aço utilizado em uma obra comercial. Para tal, os elementos estruturais dos pilares e vigas foram dimensionados utilizando o software Eberick e as planilhas eletrônicas do Centro Brasileiro de Construção em Aço (CBCA), bem como foram apurados o quantitativo de insumos para a realização do estudo em questão. Para o orçamento, foram utilizadas a planilha SINAPI do estado do Mato Grosso. Obtidos estes dados, foi analisado e comparando o tempo de execução e o custo de ambos os sistemas. Por fim, foi possível demonstrar o quantitativo dos sistemas, o sistema estrutural em concreto armado obteve menor custo em relação ao sistema metálico, apresentando uma diferença de R\$ 37.284,80 e doze dias a menos para ser executado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Custo. Estruturas de Aço. Estruturas de Concreto Armado.

## **STUDY OF TECHNICAL AND ECONOMIC VIABILITY OF A COMMERCIAL BUILDING IN STEEL AND ARMED CONCRETE**

**ABSTRACT:** The real estate market has been looking for new ways to meet the needs of customers, where buildings need to combine quality, price and terms. Given this, the search for agility in the works is linked to the choice of structures, which is fundamental for the final result of the work in terms of the weight of the structures, ease of manufacture, assembly and costs. Reinforced concrete is an accessible and rooted method in Brazilian culture, with a large contingent of specialized labor. On the other hand, metallic structures are becoming common due to the advantages they present. In this way, the choice of structural design influences the costs and the schedule of the work. Therefore, this article presents a comparative study between reinforced concrete and steel structures used in a commercial project. For this, the structural elements of the columns and beams were dimensioned using the Eberick software and the electronic spreadsheets of the Brazilian Steel Construction Center (CBCA), as well as the amount of inputs for the study in question was determined. For the budget, the SINAPI spreadsheet for the state of Mato Grosso was used. Having obtained

---

<sup>1</sup> Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário FASIPE, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: [carlos\\_viny@hotmail.com](mailto:carlos_viny@hotmail.com)

<sup>2</sup> Mestre, Engenheiro Civil, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário FASIPE, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: [brunorodriguessantos@hotmail.com.br](mailto:brunorodriguessantos@hotmail.com.br)

these data, it was analyzed and compared the execution time and the cost of both systems. Finally, it was possible to demonstrate the quantitative of the systems, the structural system in reinforced concrete obtained a lower cost in relation to the metallic system, presenting a difference of R\$ 37.284,80 and three doze less to be executed.

**KEYWORDS:** Cost. Reinforced Concrete Structures. Steel Structures.

## 1. INTRODUÇÃO

A evolução das técnicas construtivas resultou no aperfeiçoamento nas técnicas construtivas, com a utilização de novos materiais e métodos de execução, que possibilitaram o surgimento de grandes edificações da nossa atualidade. A estrutura é a principal parte da edificação, pois é responsável pela estabilidade e sustentação de todo o conjunto, resistindo grandes cargas e transmitindo-as ao solo através das vinculações de seus elementos estruturais (POMPERMAYER, 2018).

As estruturas, bem como os elementos estruturais devem apresentar resistência adequada, dureza e rigidez para que funcionem adequadamente durante a vida útil da estrutura. Além do mais, o projeto deve prover um possível excesso de sollicitação de carga (BELLEI e BELLEI, 2011).

A seleção do sistema estrutural depende de fatores econômicos e técnicos, tais como a capacidade do desenvolvimento do projeto e execução da obra, e, a disponibilidade de equipamentos, materiais e mão-de-obra necessários para a sua execução (PINHEIRO, 2007). Diversos tipos de elementos podem constituir os sistemas estruturais, onde cada um possui a função determinada pela sua característica geométrica e o tipo de sollicitação predominante (DE MELO, 2013). Atualmente, existem diversos tipos de estruturas, como a metálica, a moldada in loco, a pré-moldada em concreto, as híbridas, a light steel framing e de madeira (POMPERMAYER, 2018).

O aço é o mais versátil e a mais importante das ligas metálicas. Considerado um produto nobre, possui excelente relação entre a carga suportada pelo peso do aço, resultando numa edificação mais leve (FREIRE, 2010).

Segundo o CBCA (2019) em seu estudo do Cenário dos Fabricantes de Estruturas em Aço, a produção brasileira de aço bruto no ano de 2018 foi de 601,4 mil toneladas entre as 289 fabricantes entrevistadas, estando localizadas principalmente nas regiões sul e sudeste, gerando um faturamento de R\$ 4,53 bilhões. Quanto a participação das estruturas em aço por tipo de obra, as obras de energia representam 47% da produção das estruturas em aço, seguidas de instalações industriais (22%) e comercial (17%). Em uma menor parcela, estão os setores de infraestrutura (8%), mineração, óleo, gás, álcool e açúcar (4%) e edificações residenciais (2%).

A construção em aço está vivenciando uma fase de grande expansão no Brasil, tendo sido incrementado principalmente por tendências do setor da construção, tais como a construção industrializada e a sustentabilidade. O desenvolvimento da tecnologia do material, aliado ao desenvolvimento da tecnologia de construção em aço, torna a estrutura metálica uma opção competitiva em relação a outros processos construtivos. Porém, a produção de edificações em aço ainda representa uma parcela bastante inferior à produção em concreto armado, devido a cultura do concreto armado consolidada no setor (DINIZ, 2008), ao elevado custo do aço em relação ao concreto e à falta de conhecimento técnico do sistema construtivo (SALES, 2001).

A escolha do sistema estrutural e do método construtivo influenciam no cronograma, custo e vários outros fatores, que formam o escopo de um projeto (DA PAZ,

BELLEI e BARBISAN, 2019). Esta pesquisa tem como objetivo analisar e comparar dois tipos de estruturas para uma edificação comercial, sendo comparados as vigas e pilares em uma estrutura metálica e numa estrutura em concreto armado. Para tal, será realizado levantamentos qualitativos e quantitativos através de análise bibliográfica e pesquisa de preços no município. Desta maneira, será possível comparar os custos entre uma estrutura de aço estrutural e uma estrutura convencional mista, além de serem avaliados os benefícios proporcionados pelo sistema que se mostrar mais eficiente.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Concepção de estrutura**

A estrutura dá realidade ao idealizado no projeto arquitetônico. Ela consiste no conjunto de peças resistentes, dispostas de maneira planejada, suportando todas as ações, nos cenários mais desfavoráveis, sem atingir o estado limite. Devido a complexidade das construções, uma estrutura pode requer a utilização de diferentes tipos de elementos estruturais, sendo combinados para formar um conjunto resistente (DE MELO, 2013).

Os elementos estruturais são peças que compõem uma estrutura, como vigas, lajes, pilares, dentre outros. Seu comportamento pode variar dependendo dos materiais que serão utilizados em sua fabricação (POMPERMAYER, 2018).

O pré-dimensionamento possibilita entender o comportamento da estrutura, conduzindo a uma concepção funcional e coerente, determinando as seções dos elementos estruturais a partir do arranjo estrutural, do comportamento estrutural das peças, bem como das exigências normativas. Assim sendo, vários parâmetros podem influenciar o resultado, tais como o material utilizado, o vão das peças, o carregamento, as condições de apoio, o as condições de estabilidade, de resistência e de deformação/deslocamentos (DE MELO, 2013).

Um projeto estrutural objetiva a garantia de segurança estrutural de modo a evitar o colapso da estrutura, bem como a garantia de um bom desempenho da estrutura, visando evitar a ocorrência de grandes deslocamentos, vibrações e danos locais. Desta maneira, um projeto estrutural pode ser reunidas em três etapas, sendo o projeto básico, onde são definidos o sistema estrutural, os materiais a serem empregados e o sistema construtivo; o dimensionamento, onde são definidas as dimensões dos elementos estruturais e suas ligações, visando garantir a segurança e um bom desempenho da estrutura; e, o detalhamento, onde são realizados os desenhos executivos da estrutura com as especificações dos componentes (PFEIL e PFEIL, 2009).

Para a criação de um projeto estrutural é necessário uma análise dos fatores que correlacionam a estrutura com a construção, tais como o tipo da construção, o meio externo, os materiais utilizados, os elementos estruturais, o método construtivo, os aspectos arquitetônicos e o custo (DE MELO, 2013). Além do mais, para serem pré-dimensionadas, as peças devem ser isoladas do conjunto tridimensional, e definidas as condições de apoio, bem como determinado o carregamento. Feito isto, é realizado o cálculo dos esforços atuantes.

### **2.2 Elementos estruturais em aço**

O uso do aço é uma alternativa ágil e inovadora devido a agilizar a etapa estrutural, impulsionando o cronograma da construção. Porém, no Brasil, o uso de aço para estruturas de obras ainda é pouco utilizado. Segundo Bellei e Bellei (2011), as estruturas de aço apresentam diversas vantagens, como a resistência, é composto por material homogêneo, de produção controlada. Além do mais, os elementos estruturais por serem pórticos desmontáveis possibilitam alterações e detalhes arquitetônicos, além do prazo de execução ser menor, quando comparado a outros materiais.

Para Pfeil e Pfeil (2009), a garantia de segurança de uma edificação está ligada a prevenção de colapsos, desempenho da estrutura evitando ocorrências como vibrações, deslocamentos e danos localizados. Assim, o pré-dimensionamento irá depender do tipo e valor do carregamento, do material, do comprimento da peça, das condições de apoio, dentre outros fatores.

Os aços para utilização estrutural são fabricados pelas usinas siderúrgicas sob diversas formas: perfis laminados, barras, chapas, fios trefilados, cordoalhas e cabos. Os três primeiros são fabricados em laminadores que dão ao aço preaquecido a seção desejada. Além disso, os elementos estruturais metálicos são as hastes/barras e as placas/chapas. Ainda, as hastes podem ser categorizadas em colunas ou escoras, tirantes, vigas e eixos (PFEIL e PFEIL, 2009).

Os perfis laminados são fabricados a quente são os mais econômicos, devido a dispensar a fabricação artesanal, fato que acontece com os perfis soldados e os formados a frio. A Siderúrgica Aço Minas Gerais (AÇOMINAS), integrante do grupo Gerdau, supre o mercado com perfis laminados para a construção civil. Devido aos perfis serem fabricados na siderúrgica, as dimensões são padronizadas, ficando o projetista restrito a essas dimensões. Porém, quando houver necessidade de perfis com outras dimensões, podem ser empregados os perfis soldados ou os formados a frio em substituição aos laminados. No Brasil, os perfis laminados fabricados dividem-se nas séries W e HP (SILVA, 2012).

Os perfis de emprego corrente são os perfis cuja seção transversal se aparenta às formas das letras I, H, U e Z, onde as denominações são análogas a estas letras, e à letra L, se tratando de cantoneiras. Estes perfis podem ser obtidos tanto por laminação, quanto por conformação a frio ou soldagem (SILVA, 2012).

As estruturas portantes da edificação são os sistemas de elementos lineares, que são formados pela combinação dos principais elementos lineares como os tirantes, as colunas e as vigas. Estas estruturas são formadas por combinação de peças ligadas entre si, podendo ser unidas por meio de conectores (rebite ou parafusos) ou por solda (PFEIL e PFEIL, 2009).

No pórtico, as abas comprimidas da viga devem estar contidas num espaçamento máximo de 2,5 m para efetivo travamento dos elementos, de modo a garantir a estabilidade. Desta maneira, as seções podem ser formados por treliças ou perfis de alma cheia. As estruturas mais econômicas possuem ligações de simples execução, com comportamento flexível. Visando eliminar a flexibilidade gerada, introduz-se os contraventamentos, travando os planos das estruturas principais para que não haja deslocamento lateral devido as ações horizontais (DE MELO, 2013).

### **2.3 Elementos estruturais em concreto armado**

As estruturas de concreto devem respeitar as condições ambientais previstas, as condições de manutenção preventiva, estabilidade, aptidão em serviço e aparência aceitável, durante um período de tempo pré-determinado, sem que sejam exigidas medidas de manutenção e reparo extras. Para garantir a segurança, estabilidade e vida útil da estrutura em concreto armado, seu dimensionamento e sua execução devem ser conforme as condições ambientais previstas em norma NBR 6118 (ABNT, 2014).

Para se projetar uma edificação é necessário levar em conta algumas considerações, tais como os esforços que os elementos estruturais poderão sofrer durante sua vida útil. Em estruturas de concreto armado, as vigas podem ser de pequenos e grandes vãos. Em pequenos vãos, as vigas possuem esforços menores requerindo pouca área de armadura. Já em vigas com grande vãos, os esforços de compressão e de tração são aumentados, requerendo grandes quantidades de aço para conter estes esforços (POMPERMAYER, 2018).

Nos pontos onde se tem tração são colocadas barras de aço para a estrutura suportar, já nos pontos onde se tem compressão as mesmas não são utilizadas. Em locais onde

a estrutura é comprimida não se utiliza os aços, pois ele possui um custo maior que o do concreto (SILVA, 2012).

## **2.4 Estados limites**

Nas fases de dimensionamento e detalhamento diversas regras e recomendações são utilizadas referentes à garantia de segurança, os materiais e limites dos valores de características mecânicas, os níveis de carga na situação mais desfavorável, os limites de tolerâncias para imperfeições na execução, as regras construtivas, dentre outros. Assim sendo, o conjunto de regras e especificações são reunidos normas, que estabelecem bases comuns, empregadas na elaboração dos projetos (PFEIL e PFEIL, 2009).

Para que haja uma segurança estrutural adequada, provisões para ambos os efeitos devem ser realizadas, sendo o excesso de carga e a menor resistência, objetivando averiguar as chances da ruína acontecer num elemento. O termo “estado limite” é mais adequado, se referindo as condições em que uma estrutura deixa de cumprir a sua segurança de projeto em determinada função. Os estados limites são divididos entre resistência e utilização (BELLEI e BELLEI, 2011).

O estado de utilização é ligado com o tempo em que a estrutura é utilizada e a forma com que ela é utilizada, caracterizado pela perda de equilíbrio de corpo rígido, plasticidade de um elemento isolado ou seção, flambagem, ruptura ou fadiga. Já os estados de utilização ligados diretamente ao uso da estrutura, estão relacionados diretamente as deformações excessivas e vibrações causadas pelo uso (PFEIL e PFEIL, 2009).

O estado de resistência é determinado por Estados Limites de Últimos (ELU) que são os fenômenos determinados por meio da resistência dúctil, máxima flambagem, fratura, fadiga, torção e cisalhamento. Já o estado de utilização é determinado por Estados Limites de Serviço (ELS), ligados diretamente com a ocupação da edificação, que causando nelas deformações, vibrações e trincas. Os ELU e ELS são aplicáveis a qualquer peça estrutural construída com qualquer material de uso na construção civil (SILVA, 2012).

Em geral, os estados limites de utilização não são parâmetros considerados na literatura para o pré-dimensionamento. No entanto, podem ser determinantes na definição das dimensões das peças. Segundo a NBR 8800 (ABNT, 2008), o estado-limite último (ELU) e o estado-limite de serviço (ELS) devem ser considerados no dimensionamento de estruturas. O Estado-Limite Último está vinculado ao colapso, é um estado no qual a estrutura deve ser inutilizada, apresenta severos danos à estabilidade e em alguns casos até a ruína estrutural. O Estado-Limite de Serviço está vinculado a sua normal utilização, apresentando boa aparência e conforto para os usuários, permanecendo íntegra e sem alterações quanto a sua durabilidade. Na verificação dos estados-limites últimos e estados-limites de serviço a resistência de cada elemento estrutural deve ser análogo ou superior as solicitações de cálculo (POMPERMAYER, 2018).

## **2.5 Estabilidade global de estruturas**

O projeto de uma estrutura se inicia com a determinação das cargas, ações atuantes na estrutura e os seus elementos. Desta forma, a estrutura deve possuir resistência para suportar as cargas, bem como as suas combinações, manter as deformações elásticas horizontais e verticais nos limites específicos, e ainda, manter as vibrações nos níveis de conforto (BELLEI e BELLEI, 2011).

No cálculo da estrutura de uma edificação as peças constituintes devem ser dimensionadas para suportar as cargas verticais, as ações horizontais e equipamentos especiais (DE MELO, 2013).

O sistema estrutural de uma edificação deve ser projetado de modo que resista às ações verticais e horizontais que possam provocar efeitos significativos ao longo da vida útil da construção. As ações verticais são formadas pelo peso próprio dos elementos estruturais, dos revestimentos e paredes divisórias, bem como outras ações permanentes. As ações variáveis são devido a utilização, onde os valores dependem da finalidade da edificação e de outras ações específicas, como o peso de equipamentos. Já as ações horizontais são constituídas da ação do vento e o empuxo em subsolos (PINHEIRO, 2007).

As ações horizontais devem ser absorvidas pela estrutura e transmitidas ao solo pela fundação. O vento, por exemplo, possui início das ações nas paredes externas da edificação, que é resistida por elementos verticais rígidos como pórticos, paredes estruturais e núcleos, que formam o contraventamento. Porém os pilares de menor rigidez contribuem muito pouco na resistência às ações laterais e devido a isto, são ignorados na análise da estabilidade global da estrutura (PFEIL e PFEIL, 2009)

Quando uma estrutura composta de diversos pórticos está submetida a ação lateral devido ao vento, as ações dos elementos podem ser calculadas como um pórtico tridimensional. Em algumas situações, o problema pode ser simplificado considerando o vento atuando em uma associação de pórticos em série (BELLEI e BELLEI, 2011).

## **2.6 Custos**

Independentemente do tipo de obra, localização aspectos de projeto atividade econômica entre outros, o custo norteia a importância da obra como um todo. Posteriormente a preocupação com custo é apontada nos princípios do escopo, através do orçamento, que tem por objetivo apresentar o custo geral estimado de cada obra (MATTOS, 2006).

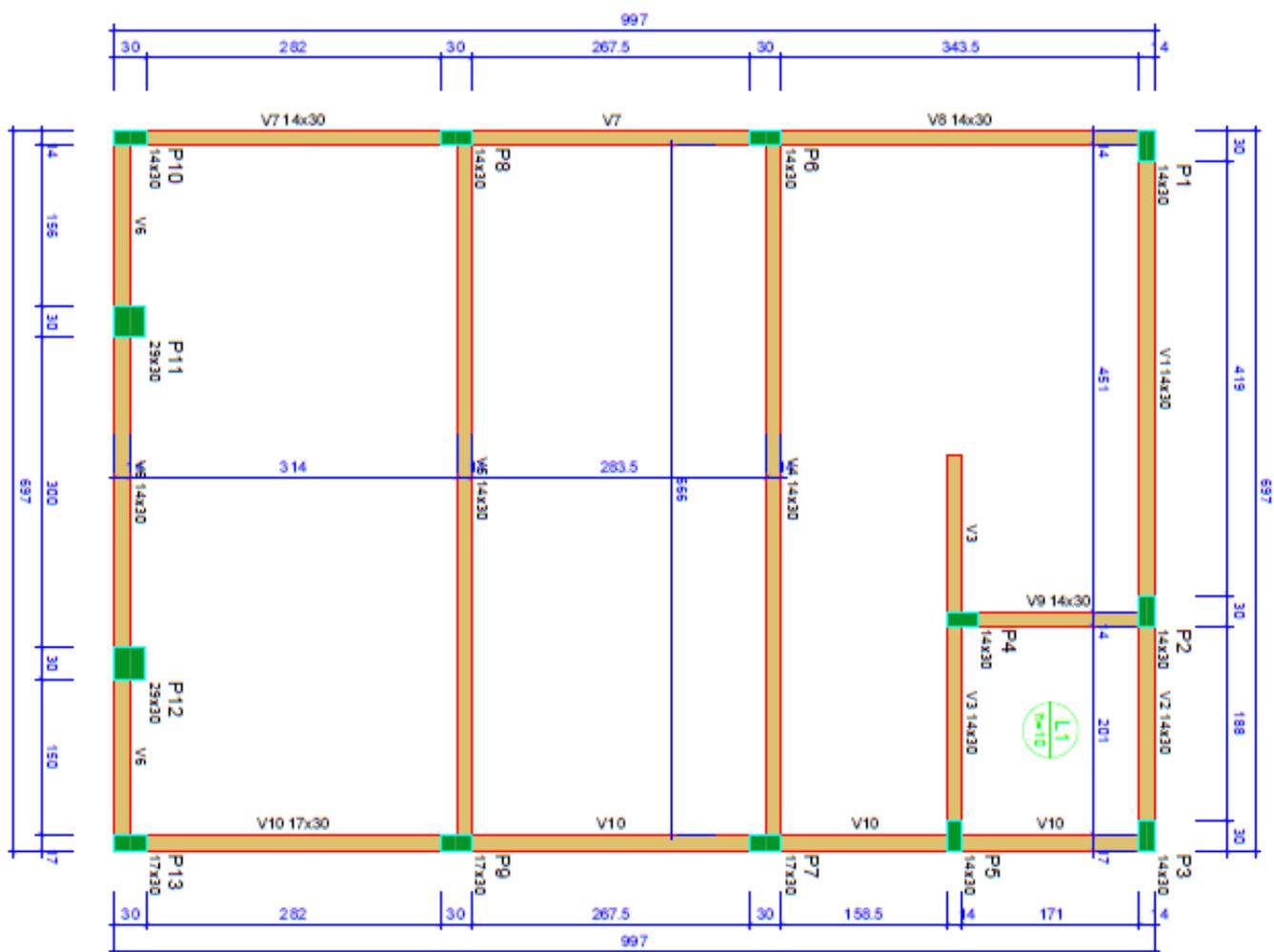
O levantamento de custos é um procedimento no qual através de composições de mão de obra, material, horas de equipamento aproximam-se de um valor aproximado de um bem ou serviço. Os custos variáveis são determinados através do projeto a ser executado, é dado pela quantidade de material, mão de obra aplicada em um determinado trabalho, também conhecida como custo direto.

## **3. MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Edificação**

Foram realizados levantamentos qualitativos e quantitativos através de análise bibliográfica e do dimensionamento de elementos estruturais, Os elementos analisados foram os pilares e vigas, vis demonstrar as diferenças de custos entre os sistemas em concreto armado e metálico. O projeto utilizado trata-se de um edifício térreo sendo um salão comercial de duas águas, com uma grande sala comercial e um banheiro para PCD em sua composição, possuindo 10 m de comprimento, 7 m de largura e pé direito de 3,5 m, totalizando 60,30 m<sup>2</sup>, como representa a figura 1.

**Figura 1:** Planta dos elementos estruturais em concreto armado.



### 3.2 Quantitativo de insumos

Para o dimensionamento e comparativo das estruturas foi utilizado o mesmo projeto para as duas estruturas. O dimensionamento em concreto armado foi realizado através do Software Eberick V8, da empresa AltoQI, obedecendo ao que preconiza a NBR 6118 (ABNT, 2014), que gerou os quantitativos de insumos necessários para executar as vigas, pilares e laje em concreto armado, tais como, quantidade de aço, volume de concreto e área das formas. Para toda a estrutura foi adotado concreto com  $f_{ck}$  de 25 Mpa. As vigas dimensionadas tiveram dimensões entre 14 cm x 30 cm e 17 m x 30 cm. Já para os pilares, foram adotado as dimensões de 14, 17, 18 e 29 cm. Para o sistema de estruturas metálicas foi dimensionado as vigas e pilares sendo adotados os perfis I eregercido.

No cálculo dos elementos estruturais, foram consideradas as cargas permanentes e variáveis dos elementos, conforme as diretrizes da NBR 6120/14 e as ações do vento na estrutura conforme a NBR 6123/13, sendo as combinações dos carregamento definidas conforme a NBR 8800/08.

Para as cargas permanentes, foi considerado a laje maciça que suporta a caixa d'água e a caixa d'água ( $26 \text{ kN/m}^3$ ), as telhas metálicas ( $0,1 \text{ kN/m}^3$ ), os contraventamentos ( $0,05 \text{ kN/m}^3$ ), terças e tirantes ( $0,1 \text{ kN/m}^3$ ) e vigas e colunas ( $0,2 \text{ kN/m}^3$ ).

Para as cargas acidentais, foi adotado o que preconiza a NBR 8800 e NBR 6123, sendo as cargas acidentais ( $0,25 \text{ kN/m}^3$ ), o forro ( $0,49 \text{ kN/m}^3$ ) e o vento ( $0,2 \text{ kN/m}^3$ ),

considerando que a edificação fosse executada no município de Sinop, que possui ventos na ordem de 30 Km/h, possui terreno plano, de categoria IV (cidades pequenas que possuem terrenos cobertos por obstáculos numerosos e pouco espaçados) e de classe A (a maior dimensão horizontal ou vertical da edificação não excede 20 m).

Dentre os vários aços disponíveis no mercado, foi considerado o ASTM A36, escolhido por ser um aço de uso geral, sendo o mais utilizado na fabricação de perfis soldados, possuindo um limite de escoamento  $f_{yk} = 250$  Mpa, sendo classificado com um aço de média resistência. As propriedades geométricas dos perfis comerciais são fornecidas pelos fabricantes em forma de tabelas (DE MELO, 2013).

### 3.3 Estados limites

O dimensionamento dos perfis metálicos é feito por tentativa e erro, tendo o perfil que ser aprovado em diversos fatores de segurança para que seja possível a sua utilização na edificação. As vigas foram verificadas no Estado de Limite Último quanto a Flambagem Lateral por Torção (FLT), Flambagem Local da Mesa (FLM), Flambagem Local da Alma (FLA) e cisalhamento; e no aos Estados Limites de Serviço, quanto ao Estado Limite de Deformação Excessiva e Estado Limite de Vibração Excessiva.

Para a verificação das colunas foram calculados os Esforços Normais, através das Cargas Críticas de Flambagem Elástica, Esforço Normal Resistente de Compressão, Flambagem Local; os Momentos Fletores em x (FLT, FLM e FLA) e os Momentos Fletores em y (FLM). Todos estes cálculos forma auxiliados através das planilhas eletrônicas do Centro Brasileiro de Construção em Aço (CBCA), desenvolvido pelo Professor João Batista M. Souza Jr. Da Universidade Federal de Ouro Preto.

### 3.3 Custos

O orçamento das vigas e colunas metálica e de concreto armado tem como base a planilha SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) para o estado do Mato Grosso de março de 2020.

Dessa forma, foram levantados os quantitativos para o sistema estrutural de concreto armado e estrutura de aço, podendo assim, obter um orçamento com material e mão de obra, para os diferentes sistemas estruturais.

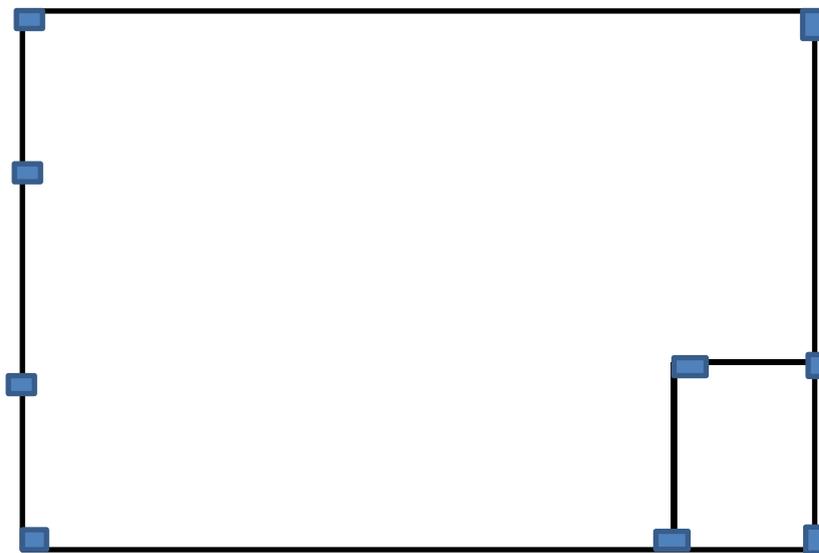
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o dimensionamento da estrutura em aço, foram adotados os mesmos parâmetros arquitetônicos do projeto base, porém alguns pilares foram redistribuídos. Não foi necessário incluir contraventamentos na estrutura, devido ao fato dela ser vedada com alvenaria futuramente, onde esta já atua contraventando a estrutura e diminuindo a vibração.

Os elementos de fundação para a estrutura metálica são os mesmos da estrutura de concreto armado, embora as cargas possam mudar, sendo consideradas as paredes de alvenaria. Os elementos de fundação para a estrutura de concreto armado, totalizaram aproximadamente um custo de R\$ 22.045,52. Como não é o foco deste trabalho, as sapatas não foram profundamente analisadas, porém, através de uma análise prévia é possível uma redução neste custo na ordem de 31% devido as estruturas metálicas possuírem um peso menor e ao fato de ser necessárias um menor número de sapatas.

As estruturas metálicas possuem a capacidade de grandes vãos com um baixo peso próprio. Desta maneira, alguns pilares puderam ser rearranjados, sendo dois pilares retirados ao longo do comprimento de cada lado da edificação, como mostra a Figura 2.

**Figura 2:** Croqui da edificação com elementos estruturais em aço.



O comparativo pode ser utilizado como base entre as diferenças médias dos dois sistemas estruturais. Devido ao comparativo ser baseado na SINAPI do mês de maio para o estado do Mato Grosso, os valores podem variar de acordo com a região em que os serviços sejam executados. Sendo assim, os custos para a execução dos elementos estruturais em concreto armado estão expressos na Tabela 1 e os custo para os elementos estruturais metálicos são mostrados na Tabela 2.

**Tabela 1:** Insumos utilizados para os elementos estruturais em concreto armado da edificação comercial.

<b>Código</b>	<b>Etapa</b>	<b>Custo serviço (R\$)</b>
92775	armação pilar ou viga aço CA-60 5mm	114,89
92791	corte e dobra aço CA-60 5m	536,11
92791	armação pilar ou viga aço CA-50 6,3mm	0,24
92875	corte e dobra aço CA-50 6,3m	1,24
92777	armação pilar ou viga aço CA-50 8mm	37,05
92876	corte e dobra aço CA-50 8m	543,00
92778	armação pilar ou viga aço CA-50 10mm	28,68
92877	corte e dobra aço CA-50 10m	834,64
92427	montagem e desmontagem de formas pilares	969,55
92463	montagem e desmontagem de formas vigas	841,45
92720	concretagem pilares e vigas fck=25 Mpa	2.105,55
<b>TOTAL</b>		<b>6.012,40</b>

**Tabela 2:** Insumos utilizados para os elementos estruturais metálica da edificação comercial.

<b>Código</b>	<b>Etapa</b>	<b>Custo serviço (R\$)</b>
100764	viga metálica em perfil laminado ou soldado	26.247,95
100766	pilar metálico perfil laminado ou soldado	17.049,25
<b>TOTAL</b>		<b>43.297,20</b>

De acordo com os resultados obtidos, pode-se observar uma diferença no preço das composições de R\$ 37.284,80 a favor das estruturas de concreto armado, o que equivale a um custo de 86,11% menor para a estrutura de concreto armado em relação as estruturas metálicas.

O custo das estruturas de concreto armado engloba fôrmas, aço e lançamento de concreto usinado. Já na composição do orçamentos das estruturas metálicas estão inclusos o custo com guindaste hidráulico, jateamento abrasivo e pintura pulverizada sobre estes elementos.

Para os perfis metálicos, foram adotados para as vigas os perfis soldados 900 x 362 para o banheiro, na qual suporta a laje com a caixa d'água e o perfil W 150 x 22,5 para as demais vigas. Para as colunas, foi adotado o perfil W 250 x 89, onde o custo total engloba insumos tais como materiais, equipamentos e mão de obra para a montagem da estrutura.

Silva e Pires (2016) realizaram um estudo um comparativo entre estruturas de concreto armado e metálicas para a construção de escolas. Em seu estudo de caso, analisaram a Escola Estadual Menino Jesus de Praga, localizada em Caratinga, Minas Gerais. A obra estava orçada em R\$ 1.396.333,22 para que a escola fosse contruída, onde deste total, R\$ 178.424,57 representou os custos da estrutura em concreto armado, ou seja, as estruturas em concreto armado representaram 12,78% do custo total da obra, levando um tempo de 7 meses para ser construída. Para uma comparação com as estruturas metálicas, estas foram dimensionadas e orçadas, totalizando R\$ 342.411,20, podendo ser executas 97 dias mais cedo que as estruturas em concreto armado. No total, as estruturas metálicas foram R\$ 163.986,63 mais onerosas que as estruturas de concreto armado, sendo 191,91% mais caras.

De acordo com os mesmos autores, a estrutura em concreto armado é a mais econômica, porém é necessário avaliar outros critérios que são desfavoráveis para estruturas de concreto armado, tais como um longo prazo e logística complexa quando se trata de movimentações de insumos e a entrega destes, principalmente quanto ao concreto usinado que pode requerer interrupções e transtornos às vias públicas. Devido a escola estar localizada em uma avenida de grande movimentação e alto tráfego de pedestres, bem como do prazo da obra, para esta escola, embora o custo das estruturas em concreto armado tenha sido 52% mais baixo, optou-se pela estrutura em concreto armado, devido as vantagens que apresenta em relação ao cronograma e prazo de entrega da obra.

Rosatto (2015), também realizou um comparativo de custos de estruturas metálicas e de concreto armado utilizando dados da SINAPI do ano de 2015 para uma edificação comercial na cidade de Santa Maria, RS, chegando a conclusão que as estruturas metálicas demonstraram um custo de 330% superior as estruturas de concreto armado, onde se a edificação fosse executada em concreto armado, ela teria uma economia de R\$ 105.585,00. Porém a autora afirma que, uma economia em estruturas metálicas podem ser obtidos e dependem de alguns fatores, tais como geram cargas menores nas fundações, possibilitam um menor tempo de construção, um menor consumo de revestimento, possibilita uma maior área útil, bem como uma maior velocidade de giro de capital.

Desta forma, tornou-se interessante analisar o aspecto da mão de obra quanto aos processos executivos da edificação em estudo deste artigo. Após uma análise, foi possível observar que os custos de mão da obra por m<sup>2</sup> foram de R\$24,20 para o sistema estrutural em concreto armado e R\$ 72,60 para o sistema estrutural metálico., estando o seu custo total segundo o elemento estrutural apresentado na Tabela 3.

**Tabela 3:** Orçamento da mão de obra.

Estrutura de Concreto Armado			Estrutura Metálica		
Mão de obra	Tempo (h)	Custo (R\$)	Mão de obra	Tempo (h)	Custo (R\$)
ajudante	26,71	143,30	ajudante	26,02	288,19
armador	65,28	146,04	montador	113,55	1.576,97
carpinteiro	76,58	1.170,30	soldador	126,66	2.512,99
<b>TOTAL</b>	<b>168,56</b>	<b>1.459,64</b>	<b>TOTAL</b>	<b>266,23</b>	<b>4.378,15</b>

Uma equipe de três colaboradores foi definida a partir de observações empíricas de edificações sendo construídas em concreto armado. Para fins comparativos, o mesmo número de colaboradores de uma equipe foi adotado nos cálculos da estrutura metálica. Porém, pode-se verificar que com uma equipe desta dimensão, as estruturas metálicas requerem um tempo maior de execução do que as em concreto armado.

Conforme os resultados da mão de obra da edificação comercial deste estudo, observa-se uma diferença no preço da mão de obra de R\$ 2.981,51 a favor das estruturas de concreto armado, o que equivale a um custo de 66,66% menor para as estruturas de concreto armado em relação as estruturas metálicas.

A mão de obra é cobrada por hora. Neste sentido, obteve-se um total de aproximadamente 169 horas necessárias para a sua execução das estruturas em concreto armado, ou cerca de 21 dias úteis, considerando que os profissionais trabalhem oito horas por dia. Com este prazo, as estruturas são entregadas prontas para a próxima etapa da obra. Contudo, o concreto armado necessita de um determinado tempo de cura. No que tange as estruturas metálicas, considerando também uma jornada diária de oito horas, a estrutura metálica pode ser executada num prazo 266 horas ou 33 dias úteis, onde a obra já pode seguir para a próxima fase de execução.

Quando comparados qual dos sistemas possui um menor tempo de execução, as estruturas de concreto armado mostraram uma vantagem de 12 dias a menos, sendo 66,67% mais rápida na execução.

Com os dados de orçamento foi detectado que a estrutura de vigas e pilares em concreto armado economizará cerca de R\$ 37.284,80 do custo estrutural do projeto, além de possuir uma maior agilidade na concepção da estrutura quando comparado a estruturas metálicas. Em suma, as estruturas metálicas são mais leves, permitem vencer grandes vão, mas quando o quesito é custo, é possível concluir que o sistema de estruturas em concreto armado é detentor do melhor custo benefício para a obra.

## 5. CONCLUSÃO

Geralmente as obras buscam aliar qualidade, agilidade e um bom custo benefício. A estrutura metálica possui um maior controle de qualidade, pois as peças são homogêneas e industrializadas, diferente das peças de concreto, com peças heterogêneas (concreto e aço), de controle de qualidade menor, devido a composição vários materiais.

No concreto armado é necessária a fabricação de formas para as vigas e pilares, tornando a obra executada em sua totalidade *in loco*, além de que, necessita também o tempo de cura do concreto nas suas diferentes etapas. Embora o sistema estrutural metálico seja o mais rápido em comparação a estruturas de concreto armado, as etapas de construção estrutural da obra possuem características diferentes. O uso do aço dispensa o emprego de fôrmas e o uso de escoras, fato que gera menos resíduos na obra.

O sistema de aço, por sua vez, possui melhor desempenho na execução, onde praticamente todo o seu sistema de construção é desenvolvido em *in situ*. O aço elimina todo e qualquer desperdício de materiais, o tempo de cura de concreto, bem como diminui os riscos de acidentes devido a montagem das fôrmas para a concretagem.

A priori, as estruturas em aço apresentam um custo um tanto mais oneroso que as estruturas em concreto armado. Porém, alguns outros fatores devem ser levados em consideração, tais como a possibilidade de adiantar o cronograma da obra, que seria possibilitado pelo emprego de estruturas metálica, além de uma qualidade maior. Porém, quando o foco é em custos propriamente dito, para esta edificação em estudo, as estruturas em concreto armado apresentaram ser as menos onerosas. Sendo assim, para a edificação em estudo, se o quesito é custo, estruturas em concreto armado seriam mais indicadas, contudo, se o quesito for agilidade do cronograma da obra, as estruturas metálicas se tornam interessantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto — Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120: Ações para o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2019
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123: Forças devidas ao vento em edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 1988.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800: Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios**. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14672: Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
- BELLEI, H; BELLEI, H. **Edifícios de pequeno porte estruturados em aço**. 4 edição. Rio de Janeiro: 2011.
- BOTELHO, M; MARCHETTI, O. **Concreto armado eu te amo**. 7. Ed. São Paulo: Blucher, 2013.
- CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO. **Cenário dos fabricantes de estruturas em aço**. CBCA, 2019.
- DA PAZ, R; BELLEI, P; BARBISAN, A. **Comparativo de custos entre estruturas de aço e concreto armado em Xanxerê-SC**. Xanxerê: UCEFF, 2019.
- DE MELO, P. **Cálculo e detalhamento de estruturas de madeira, de aço e concreto para auxílio a concepção de projetos arquitetônicos**. Uberlândia: FECIV, 2013.
- DINIZ, M. L. D. A. **Racionalização da Construção**. Rio de Janeiro: UGF, 2008.
- FREIRE, C. **Análise Comparativa: custos estrutura metálica x estrutura de concreto**. 2010
- MATTOS, A. **Como preparar orçamento de obras: Dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos**. São Paulo: Pini, 2006.
- PFEIL, W; PFEIL, M. **Estruturas de aço: dimensionamento prático**. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- PINHEIRO, L. **Fundamentos do concreto e projeto de edifícios**. São Carlos: Universidade de São Paulo , 2007.
- POMPERMAYER, R. **Análise comparativa entre estruturas metálicas e estruturas de concreto armado**. Anápolis: Unievangélica, 2018.
- ROSATTO, B. **Estudo comparativo de uma edificação em estrutura metálica/concreto armado: estudo de caso**. Santa Maria: UFSM, 2015.

**SALES, U. Mapeamento dos problemas gerados na associação entre sistemas de vedação e estrutura metálica e caracterização acústica e vibratória de painéis de vedação.** Universidade de Ouro Preto. Ouro Preto, 2001.

**SILVA, V. Dimensionamento de estruturas de aço.** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2012.

**SILVA, L; PÍRES, N. Análise comparativa entre estrutura em concreto armado x estrutura metálica em relação ao tempo de execução e custo para construção de escolas.** Caratinga: Instituto Tecnológico de Caratinga, 2016.

**SOUZA JR, J. Centro Brasileiro de Construção em Aço.** Ouro Preto: UFOP, 2020.

## ANEXO A – Orçamento das estruturas em concreto armado.

92775	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TÉRREA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015				kg	índice	Custo unitário	Custo total para a produção de 1 Kg	Quantidade e total de material	Custo total de material
Insumo	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	kg	0,025	12,01	0,3	2,35	0,705		
Insumo	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	un	1,19	0,15	0,17	111,86	19,0162		
Composição	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,0367	15,18	0,55	3,4498	1,89739		
Composição	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,2245	19,71	4,42	21,103	93,27526		
<b>Custo total do serviço</b>									<b>114,89385</b>	

92791	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-60, DIÂMETRO DE 5,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015				kg	índice	Custo unitário	Custo total para a produção de 1 Kg	Quantidade e total de material Custo total de material	Custo total de material
Insumo	43059	ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	1,07	4,88	5,22	100,58	525,0276		
Composição	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0108	15,18	0,16	1,0152	0,162432		
Composição	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0769	19,71	1,51	7,2286	10,915186		
<b>Custo total do serviço</b>									<b>536,10522</b>	

92791	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM MONTAGEM. AF_06/2017				kg	índice	Custo unitário	Custo total para a produção de 1 Kg	Quantidade e total de material	Custo total de material
Insumo	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	kg	0,025	12,01	0,3	0,005	0,0015		
Insumo	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	un	1,19	0,15	0,17	0,238	0,04046		
Composição	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,0367	15,18	0,55	0,00734	0,004037		
Composição	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,2245	19,71	4,42	0,0449	0,198458		
<b>Custo total do serviço</b>									<b>0,244455</b>	

92875	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-25, DIÂMETRO DE 6,3 MM. AF_12/2015				kg	índice	Custo unitário	Custo total para a produção de 1 Kg	Quantidade e total de material Custo total de material	Custo total de material
Insumo	43053	ACO CA-25, 6,3 MM OU 8,0 MM, VERGALHAO	KG	1,07	4,95	5,29	0,214	1,058		
Composição	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0059	15,18	0,08	0,00118	0,016		
Composição	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,042	19,71	0,82	0,0084	0,164		
<b>Custo total do serviço</b>									<b>1,238</b>	

92777	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8 MM MONTAGEM. AF_06/2017			kg	índice	Custo unitário	Custo total para a produção de 1 Kg	Quantidade e total de material	Custo total de material
Insumo	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	kg	0,025	12,01	0,3	2,224	0,6672	
Insumo	39017	ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	un	0,743	0,15	0,11	66,09728	7,2707008	
Composição	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,0209	15,18	0,31	1,859264	0,5763718	
Composição	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,1278	19,71	2,51	11,369088	28,536411	
<b>Custo total do serviço</b>								<b>37,050684</b>	

92876	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-25, DIÂMETRO DE 8,0 MM. AF_12/2015			kg	índice	Custo unitário	Custo total para a produção de 1 Kg	Quantidade e total de material Custo total de material	Custo total de material
Insumo	43053	ACO CA-25, 6,3 MM OU 8,0 MM, VERGALHAO	KG	1,11	4,95	5,49	98,7456	542,11334	
Composição	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0032	15,18	0,04	0,284672	0,0113869	
Composição	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0224	19,71	0,44	1,992704	0,8767898	
<b>Custo total do serviço</b>								<b>543,00152</b>	

92778	ARMAÇÃO DE BLOCO, VIGA BALDRAME OU SAPATA UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10 MM MONTAGEM. AF_06/2017			kg	índice	Custo unitário	Custo total para a produção de 1 Kg	Quantidade e total de material	Custo total de material
Insumo	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	kg	0,025	12,01	0,3	3,060225	0,9180675	
Insumo	39017	ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	un	0,543	0,15	0,08	66,468087	5,317447	
Composição	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,0156	15,18	0,23	1,9095804	0,4392035	
Composição	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,0956	19,71	1,88	11,7023	22,000325	
<b>Custo total do serviço</b>								<b>28,675043</b>	

92877	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-25, DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_12/2015			kg	índice	Custo unitário	Custo total para a produção de 1 Kg	Quantidade e total de material Custo total de material	Custo total de material
Insumo	43054	ACO CA-25, 10,0 MM, OU 12,5 MM, OU 16,0 MM, OU 20,0 MM, OU 25,0 MM, VERGAL	KG	1,11	5,54	6,14	135,87399	834,2663	
Composição	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0018	15,18	0,02	0,2203362	0,0044067	
Composição	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0125	19,71	0,24	1,5301125	0,367227	
<b>Custo total do serviço</b>								<b>834,63793</b>	

92427	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MAIOR QUE 0,25 M <sup>2</sup> , PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA			M2	índice	Custo unitário	Custo total para a produção de 1 m <sup>2</sup>	Quantidade e total de material	Custo total de material
Insumo	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA		L	0,01	4,83	0,04	0,574	0,02296
Insumo	40271	LOCACAO DE APRUMADOR METALI LOCACAO DE VIGA SANDUICHE METALICA VAZADA PARA TRAVAMENTO DE PILARES, ALTU MES		MES	0,196	9,42	1,84	11,2504	20,700736
Insumo	40275	LOCACAO DE BARRA DE ANCORAGEM DE 0,80 A 1,20 M DE EXTENSAO, COM ROSCA DE 5		MES	0,393	14,5	5,69	22,5582	128,35616
Insumo	40287	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)		KG	0,019	13,8	0,26	1,0906	0,283556
Composição	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES		H	0,127	16,52	2,09	7,2898	15,235682
Composição	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES		H	0,695	19,67	13,67	39,893	545,33731
Composição	92263	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM. AF_12/2015		M2	0,15	101,95	15,29	8,61	131,6469
<b>Custo total do serviço</b>									<b>969,55086</b>

92463	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ES CORAMENTO COM GARFO DE MADEIRA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 8 UTILIZAÇÕES. AF_12/20			M2	índice	Custo unitário	Custo total para a produção de 1 m <sup>2</sup>	Quantidade e total de material	Custo total de material
Insumo	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA		L	0,01	4,83	0,04	0,4044	0,016176
Insumo	6193	TABUA DE MADEIRA NAO APARELH		M	0,328	6,05	1,98	13,26432	26,263354
Insumo	40304	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)		KG	0,049	13,8	0,67	1,98156	1,3276452
Composição	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES		H	0,162	16,52	2,67	6,55128	17,491918
Composição	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES		H	0,884	19,67	17,38	35,74896	621,31692
Composição	92263	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM. AF_12/2015		M2	0,236	77,72	18,34	9,54384	175,03403
<b>Custo total do serviço</b>									<b>841,45004</b>

92720	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M <sup>2</sup> - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E			M3	índice	Custo unitário	Custo total para a produção de 1 m <sup>3</sup>	Quantidade e total de concreto	Custo total de concreto
Composição	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES		H	0,199	19,81	3,94	0,93331	3,6772414
Composição	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPL		H	1,192	15,91	18,96	5,59048	105,9955
Composição	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM EN VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHP DIURNO. AF_06/2015		H	0,199	19,67	3,91	0,93331	3,6492421
Composição	90586	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)		CHP	0,068	1,24	0,08	0,31892	0,0255136
Insumo	34493	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)		m3	1,103	407,46	385,11	449,42	1992,201
<b>Custo total do serviço</b>									<b>2105,5485</b>

## ANEXO B – Orçamento estrutura metálica

100764	VIGA METÁLICA EM PERFIL LAMINADO OU SOLDADO EM AÇO ESTRUTURAL, COM CONEXÕES OLDADAS, INCLUSOS MÃO DE OBRA, TRANSPORTE E IÇAMENTO UTILIZANDO GUINDASTE - FORNECIMENTO E			kg	índice	Custo unitário	Custo total para a produção de 1 Kg	Quantidade total de material	Custo total de material
Insumo	4777	CANTONEIRA ACO ABAS IGUAIS (QUALQUER BITOLA), ESPESSURA ENTRE 1/8" E 1/4"	kg	0,028	5,37	0,15	100,06	15,01	
Insumo	10997	ELETRODO REVESTIDO AWS - E7018, DIAMETRO IGUAL A 4,00 MM	kg	0,0015	12,94	0,01	5,36	0,05	
Insumo	43082	PERFIL "I" DE ACO LAMINADO, ABAS PARALELAS, "W", QUALQUER BITOLA	kg	1	6,7	6,7	3.573,40	23.941,78	
Composição	88240	AJUDANTE DE ESTRUTURA METÁLICA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,0044	11,71	0,05	15,72	178,67	
Composição	88278	MONTADOR DE ESTRUTURA METÁLICA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,014	14,22	0,19	50,03	678,95	
Composição	88317	SOLDADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,0181	19,96	0,36	64,68	1.286,42	
Composição	93287	GUINDASTE HIDRÁULICO AUTOPROPELIDO, COM LANÇA TELESCÓPICA 40 M, CAPACIDADE	chp	0,004	290,56	1,16	14,29	16,58	
Composição	100716	JATEAMENTO ABRASIVO COM GRANALHA DE AÇO EM PERFIL METÁLICO EM FÁBRICA. AF_	m2	0,0358	21,36	0,76	127,93	97,23	
Composição	100719	PINTURA COM TINTA ALQUÍDICA DE FUNDO (TIPO ZARCÃO) PULVERIZADA SOBRE PERFI	m2	0,0358	7,27	0,26	127,93	33,26	
<b>Custo total do serviço</b>								<b>26.247,95</b>	

100766	PILAR METÁLICO PERFIL LAMINADO OU SOLDADO EM AÇO ESTRUTURAL, COM CONEXÕES SOLDADAS, INCLUSOS MÃO DE OBRA, TRANSPORTE E IÇAMENTO UTILIZANDO GUINDASTE FORNECIMENTO E			kg	índice	Custo unitário	Custo total para a produção de 1 Kg	Quantidade total de material	Custo total de material
Insumo	1333	CHAPA DE ACO GROSSA, ASTM A36, E = 1/2 " (12,70 MM) 99,59 KG/M2	kg	0,055	7,49	0,41	120,47	49,39	
Insumo	10997	ELETRODO REVESTIDO AWS - E7018, DIAMETRO IGUAL A 4,00 MM	kg	0,0017	12,94	0,02	3,72	0,07	
Insumo	43082	PERFIL "I" DE ACO LAMINADO, ABAS PARALELAS, "W", QUALQUER BITOLA	kg	1	6,7	6,7	2.190,30	14.675,01	
Composição	88240	AJUDANTE DE ESTRUTURA METÁLICA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,0047	11,71	0,05	10,29	109,52	
Composição	88278	MONTADOR DE ESTRUTURA METÁLICA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,029	14,22	0,41	63,52	898,02	
Composição	88317	SOLDADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,0283	19,96	0,56	61,99	1.226,57	
Composição	93287	GUINDASTE HIDRÁULICO AUTOPROPELIDO, COM LANÇA TELESCÓPICA 40 M, CAPACIDADE	chp	0,0041	290,56	1,19	8,98	10,69	
Composição	100716	JATEAMENTO ABRASIVO COM GRANALHA DE AÇO EM PERFIL METÁLICO EM FÁBRICA. AF_	m2	0,0358	21,36	0,76	78,41	59,59	
Composição	100719	PINTURA COM TINTA ALQUÍDICA DE FUNDO (TIPO ZARCÃO) PULVERIZADA SOBRE PERFI	m2	0,0358	7,27	0,26	78,41	20,39	
<b>Custo total do serviço</b>								<b>17.049,25</b>	