



FAEX – FACULDADE DE EXTREMA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

MISAEEL JACÓ GOMES

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE ESTRUTURAS METALICAS  
COMO ALTERNATIVA AO SISTEMA CONVENCIONAL**

Extrema  
2018

MISAEL JACÓ GOMES - RA: 06617

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICAS  
COMO ALTERNATIVA AO SISTEMA CONVENCIONAL**

Monografia apresentada no curso de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas de Extrema, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Ma. Renata Martinho de Camargo.

Extrema  
2018

## RESUMO

O mercado da construção civil exige que as obras sejam executadas com prazo enxuto, mas que resultem em edificações com qualidade, baixo custo de execução e manutenção, e que atendam às atuais tendências de sustentabilidade. Dessa maneira, este trabalho tem o objetivo geral de demonstrar o estudo de viabilidade da implantação de estrutura metálicas como alternativa ao sistema convencional. Com passar dos anos a estrutura metálica está ficando mais viável do que o sistema convencional não só em grandes construções, mas em médio e pequeno porte, com tempo de termino muito mais rápido e com mais segurança, designer cada vez mais diferentes, com estruturas esbeltas e fácil de controlar a obra com menos desperdícios e construções com maiores vãos. A fim de atingir estes objetivos foi realizado o levantamento de dados e feito uma comparação com concreto e a estrutura Metálica em um empreendimento com 4 pavimento e 4 apartamentos por pavimentos. Os resultados dos serviços foram coletados e analisados, apresentando números surpreendentes em relação a diferença de tempo de entrega peças com menores seções menor peso da fundação. O custo da metálica e maior se comparado ao concreto mas acaba compensando devido a entrega ser mais rápida podendo ser utilizada antes, com retorno super-rápido. Como metodologia foi utilizado o *software Eberik v8* para os cálculos de concreto e usados as tabelas SINAP para orçamento dos materiais e mão de obra. A estrutura metálica foi dimensionada através do *software Cypecad 3D* e mão de obra pela empresa Eiffel. E conclui que apesar de a estrutura metálica ficar um valor mais alto, mesmo assim acaba sendo mais viável.

**Palavras-chave:** Estrutura Metálica, Sistema convencional, Comparação.

## **ABSTRACT**

The construction market requires that the works be executed with rigor, but that they result in buildings with quality, low execution and maintenance costs, and that meet the current trends of sustainability. Thus, this work has as general objective the feasibility study of the implementation of structures such as the conventional system. The passing of the year is a metallic structure that is becoming more feasible than the conventional system is not in large constructions, but in medium and small, with much faster and more secure time, more and more different designer, with slender structures and easy to control the work with less waste and buildings with higher spans. In order to achieve the desired objectives, the performance of a data survey and a comparison with the structure and implementation of 4 floors and 4 apartments per floor. The data of the services were collected and selected, indicating the indices of quality of life and the differences of time and weight. The download of the metal and most of its effect ends up being compensated by a higher impulse that can be done before, with super-fast return. How Eberik v8 software was used for concrete calculations and used as SINAP charts for materials and labor budget. From Cypecad 3D software and workforce to Eiffel company. And that the third year of a metal expansion remains a higher value, just as it ends up being more viable.

**Keywords:** Metallic Structure, Conventional system, Comparison.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	-	Associação Brasileira de Normas Técnicas
A.C	-	Antes de cristo
CA	-	Concreto armado
M	-	Metálica
CM	-	Centímetro
FCK	-	Resistência Característica à Compressão
M	-	Metro
M <sup>2</sup>	-	Metro Quadrado
M <sup>3</sup>	-	Metro Cúbico
TF	-	Tonelada-Força

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Relação de aço para realização do Projeto.....	20
<b>Tabela 2</b> – Vigas, Pilares, lajes e Escadas.....	21
<b>Tabela 3</b> – Vigas, Pilares, lajes e Escadas.....	21
<b>Tabela 4</b> – Resumo perfil metálicos.....	22
<b>Tabela 5</b> - Descrição dos elementos orçados.....	23
<b>Tabela 6</b> - Valores dos Serviços.....	23
<b>Tabela 7</b> – Tarefas do projeto.....	24
<b>Tabela 8</b> – Tarefas do projeto.....	26
<b>Tabela 9</b> – Elementos e serviços.....	26
<b>Tabela 10</b> – Elementos e serviços.....	27
<b>Tabela 11</b> – Valores de Estrutura metálica.....	27

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
1.1	OBJETIVO GERAL.....	8
1.2	ESPECIFICO.....	9
1.3	METODOLOGIA .....	9
2	CONTEXTO HISTÓRICO .....	10
2.1	HISTÓRIA E CONCEITOS DO FERRO.....	10
2.2	UTILIZAÇÃO NO BRASIL.....	11
2.3	SISTEMA CONSTRUTIVO METÁLICO .....	11
2.3.1	Campo de utilização .....	13
2.3.2	Vantagens .....	14
2.3.3	Desvantagens .....	14
2.3.4	Propriedades do aço.....	15
2.3.4.1	Propriedades físicas do aço.....	15
2.4	SISTEMA CONSTRUTIVO EM CONCRETO ARMADO .....	16
2.4.1	Campo de aplicação .....	17
2.4.2	Vantagens .....	17
2.4.3	Desvantagens .....	18
2.5	APRESENTAÇÃO DO PROJETO.....	19
2.6	NORMAS OBSERVADAS .....	20
2.7	ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO .....	21
2.7.1	Resumo de materiais.....	21
2.8	ESTRUTURA METÁLICA.....	23
2.8.1	Resumo de materiais.....	23
	Fonte: Elaboração própria .....	23
2.8.2	Orçamento.....	23
2.8.3	Cronograma .....	25
4.	RESULTADOS .....	27
2.9	DIMENSÕES E PESO LINEAR .....	27
2.10.	CRONOGRAMA .....	27
2.11	CARREGAMENTO NAS FUNDAÇÕES.....	28
2.12	ORÇAMENTO.....	28

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	30
1. ORÇAMENTO.....	32
2.12.1 Cronograma .....	42



## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de estruturas metálicas na construção civil tem se mostrado uma alternativa eficiente em face às exigências da arquitetura moderna. Grande prova disso é que engenheiros precisam cada vez mais de estruturas que sejam capazes de suportar grandes carregamentos e ainda possam vencer grandes vãos livres otimizando o espaço livre de sua construção, sem esquecer é claro da necessidade da sustentabilidade da estrutura, e aliado com o custo benefício do empreendimento.

Estruturas metálicas quando comparadas ao concreto armado mostram um desembolso inicial mais alto, porém sua agilidade na execução, precisão na construção dos perfis e retorno do empreendimento à deixam em uma posição interessante como recurso construtivo no mercado. A leveza da estrutura como um todo gera um alívio de carga nas fundações, que em um empreendimento de grande porte gera uma economia considerável nessa etapa do processo, sem contar que não há desperdícios de materiais em nenhuma das etapas do processo construtivo, conseqüentemente gera uma estrutura segura, com um ótimo controle de qualidade e limpa.

O cenário atual exige a cada dia soluções construtivas que custem pouco e sejam ágeis para se executar, e as edificações realizadas em estruturas metálicas mesmo tendo um custo um pouco maior, em obras de grande porte e edifícios de múltiplos pavimentos, se mostram uma excelente alternativa, pois são capazes de vencer grandes vãos livres e ainda assumem formas não geométricas em certas edificações e uma excentricidade fora do normal, como o edifício Burj Al Arab, Dubai, considerado o hotel mais alto do mundo, o que seria praticamente impossível para o sistema convencional, assumir tais formas.

Atualmente, a aceitação do sistema construtivo tem crescido exponencialmente, e estuda-se a aplicação e a viabilidade em obras de médio e pequeno porte. O estudo de viabilidade de um empreendimento é um fator imprescindível para o sucesso do projeto, onde podemos apresentar aos investidores ("Sponsors"), quais os resultados alcançados com a realização do empreendimento, fazendo com que o investimento seja financeiramente interessante e justifique sua execução.

### 1.1 OBJETIVO GERAL

Em meio a uma sociedade que está cada vez mais preocupada com questões financeiras a escolha do sistema construtivo afeta diretamente o custo de uma obra,

consequentemente o retorno do empreendimento. Considerando essa necessidade, os profissionais da construção civil devem projetar e construir suas edificações de forma a utilizar o menor tempo possível, sempre se atentando as necessidades ambientais com segurança e qualidade. Assim sendo, este trabalho tem por objetivo demonstrar que estruturas metálicas utilizadas como método construtivo, supri praticamente todas as necessidades citadas acima, e se mostra uma alternativa viável em obras de médio e pequeno porte, anteriormente se restringindo apenas como método construtivo em empreendimentos de grande porte.

Nesse trabalho ainda foram realizados estudos comparativos mostrando as vantagens e desvantagens desse método construtivo em relação ao método convencional de concreto armado, orçamentos e tabelas com o custo de cada estrutura relacionada ao tempo de execução, tomando como base um edifício de quatro pavimentos com dezesseis apartamentos.

## 1.2 ESPECIFICO

Através de um estudo de caso, faremos a simulação de um empreendimento, em um cenário coerente ao referenciado no objetivo geral deste artigo, evidenciando as etapas de implementação, desde a análise de viabilidade à engenharia básica. Apresentaremos as considerações relacionadas ao momento da escolha do sistema construtivo, as principais vantagens e desvantagens da utilização do sistema estrutural em estruturas metálicas, os fatores que influenciam no custo da estrutura, os princípios do projeto estrutural, os procedimentos para o projeto, concepção estrutural, orçamento, cronograma físico-financeiro do empreendimento e linha de base dos custos.

## 1.3 METODOLOGIA

Neste trabalho de conclusão de curso foi feita pesquisa bibliográfica, tirando conclusões segundo autores, contando um pouco do contexto histórico da estrutura metálica e suas vantagens e desvantagens, foi elaborado uma comparação com a alvenaria mostrando suas vantagens e desvantagens também, foi concebido um projeto arquitetônico de edifício de 4 pavimentos com 4 apartamento nesse projeto foi feito orçamento e mão de obra para metálica e alvenaria com base no SINAPI-(Sistema nacional de pesquisa de custo e índice da construção civil), os cálculos foram feitos pelo *software Eberik* e *Cypacad 3D*, o orçamento para a estrutura metálica foi realizado pela empresa Eiffel Estruturas metálicas, situada na

cidade de Socorro- SP.

## 2 CONTEXTO HISTÓRICO

### 2.1 HISTÓRIA E CONCEITOS DO FERRO

As primeiras evidências da obtenção do ferro datam aproximadamente de seis mil anos A.C em civilizações como, Egito, Babilônia e Índia, era utilizado para fins militares e como adorno em construções, por sua difícil obtenção era considerado um material nobre (BELLEI et al., 2004).

Segundo Bellei et al (2006) as primeiras utilizações de estruturas metálicas na construção civil foram para construções de pontes onde demandavam grandes vãos livres, destacando-se a Ponte sobre o Rio Severn edificada em 1779 em *Coalbrookdale* na Inglaterra, composto por um arco de ferro fundido com vão livre simples de 42m, existindo até os dias atuais.

Escola de Chicago (1880-1910) - Fundada por Willian Le Baron Jenney, que em 1868 abriu seu escritório de arquitetura em Chicago e em 1879 no Leiter Building 1, provou suas teorias sobre estruturas de ferro (BELLEI et al., 2006).

O início e o processo de aperfeiçoamento do uso do ferro representaram grandes desafios e conquistas para a humanidade (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2011)

Ainda Bellei et al., (2004) aponta em seus estudos os principais edifícios construídos

- ✓ Tocama Building – 1884, Edificado por Holaird e Roche, contendo 14 andares, e sendo o primeiro edifício a utilizar ligações rebitadas resultando em maior rigidez na estrutura.
- ✓ Home Insurance Building – 1885, Edificado por Willian Le Baron Jenney, conseguindo pela primeira vez transferir o peso das paredes para seus vigamentos e respectivas colunas embutidas em alvenaria, que possuíam a única função de preenchimento dos vãos livres, sendo um sistema estrutural pioneiro das modernas estruturas de aço.
- ✓ Também se destacaram as escolas
- ✓ França, Bélgica e Suíça (1890-1930), onde foram construídas diversas edificações em estruturas metálicas destacando-se o Tassel (1892-1893), a Casa do Povo (1899) entre outros.
- ✓ Alemanha (1910-1930), onde destacou-se em 1919 o projeto de Ludwig Mies Van der Rohe, edificação em Berlim feito de aço possuindo fechamento em placas de vidro, estando a frente de seu tempo.

A partir de 1890, Nova York-Estados Unidos, começou a se destacar no cenário mundial edificando as maiores estruturas de múltiplos pavimentos da época, os famosos arranha-céus.

- ✓ Woolworth Tower (1913), com 234 metros de altura, 55 andares, ocupando o posto de edifício mais alto do mundo até 1930.
- ✓ Chrysler Building (1929), com 320 metros de altura, 75 andares.
- ✓ Empire State (1931), com 380 metros de altura, 102 andares, ocupando o posto de edifício mais alto do mundo durante 40 anos.

## 2.2 UTILIZAÇÃO NO BRASIL

Foi instituída a Comissão Executiva do Plano Siderúrgico Nacional na década de 40, e em 12 de outubro de 1945, entrou em operação a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), com a finalidade de produzir chapas, perfis e trilhos nas bitolas americanas, entrando em operação na década de 60 as usinas da Usiminas e Cosipa e posteriormente a Gerdau Açominas, com a produção de chapas, perfis e trilhos (BELLEI et al., 2004).

Conforme Freitas (2005) em 1953 foi fundado pela CSN o departamento de Fabrica de Estruturas Metálicas (FEM), com intuito de difundir a utilização de estruturas metálicas e a formação de mão de obra especializada, bem como o ciclo completo de produção de estruturas metálicas.

### Principais edificações segundo Freitas (2005)

- ✓ Edifício Garagem América (1957), primeiro edifício a ser fabricado pela FEM na cidade de São Paulo.
- ✓ Edifício Avenida Central (1961), 34 andares no Rio de Janeiro.
- ✓ Edifício Escritório Central da CSN (1966) 17 andares, primeiro edifício em perfis soldados, Volta Redonda, Rio de Janeiro.

A partir desta época foi se difundindo a utilização do aço, obtendo crescimento no número de fabricantes, desenhistas e projetistas em todo país. Porém, a utilização de aço no Brasil ainda é pequena se comparada com estes países, não passa de 5 kg de aço estrutural por habitante. Em média, o consumo na Europa é de 20 kg de aço estrutural por habitante e nos Estados Unidos, aproximasse a 30 kg de aço estrutural por habitante (FREITAS, 2005).

## 2.3 SISTEMA CONSTRUTIVO METÁLICO

O método construtivo basicamente utiliza perfis de aço galvanizado forjados a frio juntamente com componentes industrializados presentes na construção civil como painéis e placas. Uma das grandes vantagens é que a estrutura é composta por um grande número de elementos fazendo com que os esforços sejam melhor distribuídos pelos elementos que por sua vez são resistentes e leves. Além disso, como sua estrutura é leve, isso permite o alívio da transmissão de carga para o solo (DIAS, 1999).

O sistema construtivo metálico consiste do emprego do aço como principal elemento estrutural.

Estrutura é aquilo que suporta algo, aquilo que o faz manter em pé. É imprescindível na construção de qualquer coisa, seja na natureza ou nas invenções humanas. Há sempre uma necessidade vigente de ter algo em que se apoiar, algo confiável e que não desmorone nas primeiras adversidades que o ambiente ao redor proporciona (DIAS, 1999).

Essas estruturas são formadas por peças metálicas ligadas entre si por meio de conectores (parafusos, rebites) ou soldas. São peças com seções transversais limitadas em função da capacidade dos laminadores e seus comprimentos também são limitados em função dos transportes disponíveis. Após determinar o tipo de aço, as características geométricas das figuras planas que satisfazem as seções transversais das peças estruturais que serão utilizados na estrutura é preciso estudar os efeitos das forças que atuarão nessas estruturas (DIAS, 1999).

Em seus estudos Ballei et al. (2008) define que as estruturas metálicas são conhecidas pela versatilidade e facilidade de montagem. Apresenta baixos custos e é bastante leve, contendo uma precisão que faz com que a mesma não ocupe espaços desnecessários, aumentando a precisão, segurança e economia

De modo geral Ballei et al. (2008) define que as essas peças ou elementos estruturais podem ser classificadas em: hastes ou barras, peças cujas dimensões transversais são pequenas em relação ao seu comprimento.

#### a) Vigas

Vigas de Alma Cheia – Viga composta de um único perfil, podendo ele ser laminado ou soldado, geralmente em formas I H ou caixão, que tem por característica a menor eficiência a flexão assim tendo uma menor capacidade de carga, porem sendo uma alternativa para vãos médios e elementos estéticos.

Vigas Treliçadas – Viga composta de dois ou mais perfis metálicos, podendo ele ser laminado ou dobrado, geralmente composto de dois perfis U intertravados por barras ou cantoneiras. Tem como características boa eficiência a flexão e grande resistência a cargas e grandes vãos livres, possibilitando várias soluções técnicas.

Hastes – Componente metálico geralmente cilíndrico utilizado para contraventamento de pilares e vigas.

## b) Pilares

Pilares de alma cheia – Pilares compostos geralmente por um único perfil em sua maioria em forma H pois possui uma inercia maior.

Pilares Treliçados – Pilar composto de dois ou mais perfis metálicos, podendo ele ser laminado ou dobrado, geralmente composto de dois perfis U intertravados por barras ou cantoneiras. Tem como características boa eficiência a compressão e grande inercia.

### ▪ Tipos de Bases de Pilares

- Bases rotuladas: Apesar de menos utilizada por haver dificuldade na sua fabricação, se assemelha a uma rotula perfeita e em sua forma mais simples é uma placa metálica soldada na base do pilar e com a colocação de chumbadores próximo ao seu eixo central, esse tipo de base diminui os custos nas fundações.
- Bases engastadas: Tipo de base mais utilizada que propicia estruturas com menores custos porem aumentam os custos das fundações, tem capacidade de resistir a momentos fletores e cargas verticais devido a sistema estrutural utilizado, em sua forma mais simples consiste em uma placa metálica soldada na base do pilar e com a colocação de chumbadores afastados do seu eixo central, com objetivo de formar um braço de alavanca.
- Chumbadores: São elementos metálicos inseridos na estrutura com a finalidade de garantir ancoragem eficaz ou constituir elemento genérico de fixação.

### 2.3.1 Campo de utilização

Por se tratar de um material com certo custo maior que o sistema convencional de concreto armado e um desembolso financeiro maior em curto prazo, esse sistema ainda nos dias de hoje se restringe a obras de grande e médio porte tais como, pontes, galpões, coberturas e edifícios de múltiplos pavimentos, porém começa a ser difundida em obras residências e de menor porte, que possuem maior valor agregado (DIAS, 1999).

### 2.3.2 Vantagens

De acordo com Bellei (2006, p. 1-2) as principais vantagens das estruturas metálicas são:

- Maior controle de qualidade pois se trata de peça industrializadas que passam por rigoroso controle.
- Sistema estrutural mais leve propiciando a execução de vão livres maiores e obras com maior apelo arquitetônico.
- Canteiro de obra mais limpo e organizado, reduzindo resíduos e riscos de acidente.
- Permite o reaproveitamento de estrutura em caso de alterações de projeto.
- Maior agilidade na execução quando comparado ao sistema convencional, sendo em média de quatro a cinco vezes mais ágeis.
- Maior facilidade na logística, pois diferente do sistema convencional ele é composto de um único material.
- Maior facilidade na execução de reforços estruturais.
- Grande alívio nas cargas de fundações, por conta da grande resistência aos esforços a estrutura metálica chega a ser seis vezes mais leve do que as estruturas comuns de concreto armado.
- Peças com dimensões menores, a alta resistência do aço acaba conduzindo a estruturas mais leves e com menores dimensões.

### 2.3.3 Desvantagens

De acordo com Bellei (2006, p. 3), as principais desvantagens da estrutura metálica são

- Possibilidade de custos mais altos, caso não seja levado em conta todos os componentes da estrutura em sua fase de projeto o preço pode ser de 5 a 20% mais alto do que nas estruturas convencionais de concreto armado.
- Ainda pouco indicado para obras pequenas, como se trata de um sistema construtivo todo preparado em indústrias e não tão difundido no país acaba conduzindo-o a ser um sistema com um maior valor agregado em obras de pequeno porte.

- Desembolso financeiro em curto prazo, por conta de ser um sistema construtivo que chega a ser de quatro a cinco vezes mais rápido o desembolso financeiro também se decorre no mesmo ritmo.

#### 2.3.4 Propriedades do aço

As propriedades mecânicas dos metais são as que apresentam maior importância para uso na engenharia, estão relacionadas com a resistência que os metais oferecem quando sujeitos a solicitações de natureza mecânica como tração, compressão, torção e impactos, tendo como característica predominante uma maior resistência a tração quando comparado ao concreto armado (BALLEI, 2006).

##### 2.3.4.1 Propriedades físicas do aço

- a) Ductilidade, é a capacidade do material se deformar sobre as ações de carga, os aço dúcteis sofrem deformações plásticas, capazes de redistribuir as tensões, com isso podendo se considerar a distribuição uniforme da carga em ligações aparafusadas, a ductilidade acompanhada de carregamentos elevados conduz ao mecanismo de ruptura, tendo uma grande deformação como aviso que a estrutura chegou a seu estado limite.
- b) Fragilidade, sendo causado por diversos fatores, entre eles, baixas temperaturas ambientes e soldas, ela é o oposto da ductilidade, levando a estrutura em seu estado limite a uma ruptura brusca e sem qualquer aviso prévio.
- c) Resiliência e tenacidade, relacionadas com a capacidade de absorver energia mecânica, definidas com auxílio do diagrama de tensão e deformação.
- d) Dureza, é a resistência ao risco ou abrasão, na prática mede-se a dureza pela resistência que a superfície do material oferece a penetração de uma peça de maior dureza.
- e) Fadiga é a ruptura do material com tensões inferiores as suportadas em ensaios estáticos, decorrentes de esforços repetitivos em grande número, sendo um fator determinante do dimensionamento das peças.

Certos cuidados devem ser observados ao se utilizar estruturas metálicas, tais como:



- a) Corrosão, processo de reação do aço com alguns elementos presentes no ambiente, tal reação causa a perda de seção das peças de aço, sendo assim causador de perda de resistência e podendo ser a principal causa de colapso na estrutura. Uma das ações preventivas que podem ser tomadas para evitar a corrosão das peças metálicas, é a galvanização. Outro fator que contribui com o aumento da vida útil da estrutura é evitar pontos inacessíveis a pintura e periódica manutenção.
- b) Efeito de temperatura elevada, temperaturas acima de 100°C modificam as propriedades do aço e tendem a eliminar o limite de escoamento, temperaturas acima de 250°C provocam fluidez no aço.

## 2.4 SISTEMA CONSTRUTIVO EM CONCRETO ARMADO

Atribui-se a descoberta do concreto armado a Joseph- Louis Lambot, um agricultor francês, que em 1849 realizou a construção da primeira estrutura de concreto armado: um barco. Ele testou o barco em sua propriedade e patenteou o concreto armado em 1855, o protótipo original é preservado no Museu de Brignoles, França (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

O projeto não teve grande repercussão na época, mas chamou a atenção de Joseph Monier, que comprou os direitos pela patente de Lambot, e vislumbrou a possibilidade de substituir os vasos de plantas ornamentais que até então produzia em madeira ou cerâmica, produtos que apodreciam e quebravam com muita facilidade. Ramalho e Corrêa (2003) define o sucesso obtido, iniciou a produção de vários artefatos e estruturas de concreto armado, registrando várias patentes de cimento armados com ferro: de vasos de cimento para horticultura e jardinagem (1867), de tubos e tanques (1868), de painéis decorativos para fachadas de edifícios (1869), de reservatórios de água (1872), de construção de pontes e passarelas (1873 e 1875) e de vigas de concreto armado (1878). A primeira ponte construída em concreto armado por Monier ainda existe e está localizada no castelo Chazelet Saint-Benoît-du-Sault, na França

O concreto armado é o sistema construtivo mais utilizado no mundo, é resultado de uma mistura simples entre: cimento, água, agregado miúdo e brita, juntamente com a armadura de aço. Por ser uma mistura fácil de ser realizada não requer uma mão-de-obra especializada e isso em certas ocasiões pode ser prejudicial, pois muitos erros na execução geram patologias futuras, que resultado de ausência de mão-de-obra especializada e

profissionalismo. A relação entre concreto e aço se dá pelo fato do concreto ter uma resistência muito baixa a tração, em outra palavra nas estruturas o concreto não seria aplicável sem as armaduras de aço.

O concreto armado na construção civil é moldado in loco com a fabricação de formas geralmente com tabuas de madeiras de plantio reaproveitáveis ou formas industrializadas com a adição de armaduras de aço, o desmoldante na forma é essencial para que o cobrimento da armadura seja mantido intacto no momento da desforma, outro cuidado importante é na hora do enchimento das formas com o concreto, para que ele seja corretamente adensado e a peça fique homogênea e evite futuras fissuras ou mesmo vazios na estrutura (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

Outro fator muito importante em relação ao concreto é que ele tem um tempo de cura para que alcance a resistência especificada em projeto, que varia em torno de 28 dias dependendo de seu fck, a cura é um fator crítico e que deve ser respeitado para garantir a vida útil da estrutura e garantir sua eficiência, nesse período a estrutura se for uma laje ou viga deve ser devidamente escorada e que se respeite o tempo mínimo de cura até que seja retirado o escoramento (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

#### 2.4.1 Campo de aplicação

O concreto armado tem ampla aplicação e utilização na construção civil: edifícios de múltiplos pavimentos, residências, estação de tratamento de esgotos, obras de saneamento, barragens, usinas hidrelétricas, rodovias, pontes, viadutos, estruturas diversas (paredes em concreto, pilares, vigas, lajes pré-moldadas ou maciças), e principalmente em fundações como estacas, blocos de fundação, sapatas, vigas baldrame, estacas e radies. Basicamente todas as obras de grande, pequeno ou médio porte utilizam concreto armado, seja com uma quantidade elevada ou baixa em alguma de suas etapas do processo construtivo (CLÍMACO, 2008).

#### 2.4.2 Vantagens

De acordo com Ramalho e Corrêa (2003) as principais vantagens do concreto armado são:

- Uma boa resistência a maioria das solicitações. Pode ser facilmente trabalhado e adaptar-se a várias formas, favorecendo assim o projeto Arquitetônico.
- Obtém estrutura monolítica. Existe aderência entre o concreto já endurecido e

o que é lançado posteriormente, facilitando a transmissão de esforços.

- Inicialmente apresenta um menor custo em relação à estruturas metálicas.
- É durável desde que seja bem executado, conforme as normas e evitando o uso de aceleradores de pega cujos produtos químicos podem corroer as armaduras.
- Resiste bem ao contato com fogo, vibrações, efeitos térmicos, atmosféricos, agentes químicos e a água, quando devidamente calculados e dimensionados.
- Grande capacidade de carga a compressão.
- Mão-de-obra e materiais baratos, baixo custo de manutenção ao longo do tempo.
- Em grande maioria das estruturas tais como: barragens, obras portuárias, fundações, é o material estrutural com menor custo.

#### 2.4.3 Desvantagens

De acordo com Ramalho e Corrêa (2003) as principais desvantagens do concreto armado são:

- Peças com dimensões maiores em relação às estruturas metálicas, peso específico elevado como consequência aumentando o peso próprio da estrutura e sobrecarregando as fundações.
- Problemas com isolamento térmica e acústica.
- Necessita da utilização de formas e escoramento, que permanecem no local até alcançar a cura parcial do concreto, limitando assim certas ações na obra durante esse período, o custo das formas para moldar o concreto é elevado muitas vezes, levando em conta o material e mão-de-obra necessários para a fabricação das formas, o custo chega a ser equivalente ao do concreto.
- Vãos limitados, resistência a tração consideravelmente inferior à estruturas metálicas.
- Em reformas não é possível reaproveitar a estrutura em outro local.
- Surgimento de fissuras no concreto devido à relaxação e a aplicação de cargas móveis.
- Gera resíduo e percas de material ao longo do seu processo construtivo.
- Não tem um controle de qualidade tão eficaz como o aço, podendo haver certas

variações e perda de resistência devido a falhas no processo.

- Sua execução demora em média 4 a 5 vezes mais comparado com estruturas metálicas.

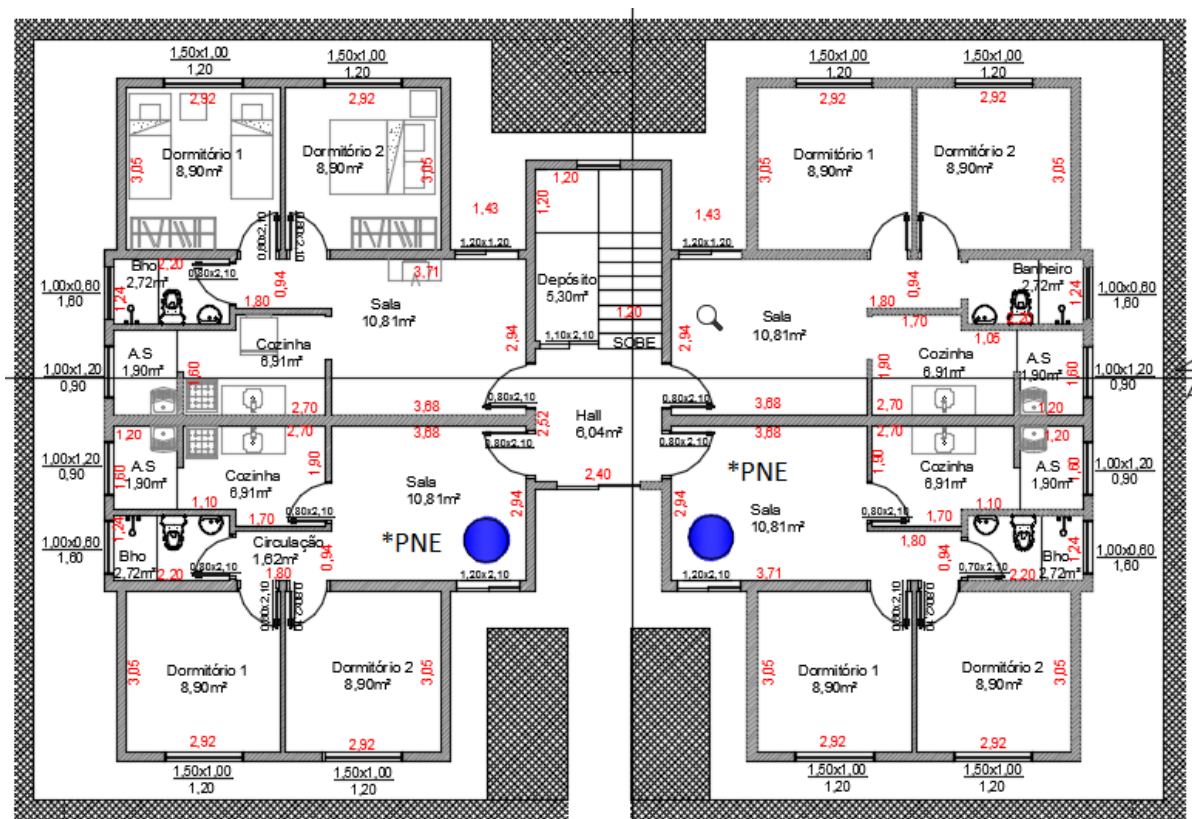
## 2.5 APRESENTAÇÃO DO PROJETO

O presente empreendimento contempla o Edifício residencial com 4 pavimentos com 4 apartamentos por pavimento, tendo em vista que 4 unidades térreas são para suprir as normas obrigatórias de portadores de deficiência física (PNE).

Cada apartamento oferece:

- Dormitórios com uma área de 8,90m<sup>2</sup>; (2 dormitórios por apartamento).
- Sanitários com uma área de 2,72m<sup>2</sup> (1 sanitário por apartamento)
- Cozinha com uma área de 10,81m<sup>2</sup> (1 cozinha por apartamento)
- Sala uma área de 6,91m<sup>2</sup>; (1 sala de visita por apartamento)
- Área de serviço com uma área de 1,90m<sup>2</sup>

**Figura 1** - Representação gráfica do empreendimento



Fonte: Elaboração própria

## 2.6 NORMAS OBSERVADAS

As normas principais que compõem o trabalho, e o meu estudo do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), estão norteando este trabalho, e são apresentados pelas Associação Brasileira de Normas Técnicas NBRs (ABNT, 2008).

Segundo Associação Brasileira de Normas Técnicas (2008), a NBR 6118 / 2003 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento.: Esta Norma fixa os requisitos básicos exigíveis para projeto de estruturas de concreto simples, armado e protendido, excluídas aquelas em que se empregam concreto leve, pesado ou outros especiais.

Estabelece também os requisitos gerais a serem atendidos pelo projeto como um todo, bem como os requisitos específicos relativos a cada uma de suas etapas. Esta Norma não inclui requisitos exigíveis para evitar os estados limites gerados por certos tipos de ação, como sismos, impactos, explosões e fogo (ABNT, 2008 p.14)

Ainda a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2008) apresenta a NBR 6120 / 1980 - Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edificações: Esta Norma fixa as condições exigíveis para determinação dos valores das cargas que devem ser consideradas no projeto de estrutura de edificações, qualquer que seja sua classe e destino, salvo os casos previstos em normas especiais.

Para os efeitos desta Norma, as cargas são classificadas nas seguintes categorias:

- a) carga permanente (g);
- b) carga acidental (q).

Descreve na Associação Brasileira de Normas Técnicas (2008 ) em sua NBR 8800 / 2008 sobre o Projeto de Estruturas de Aço e Estruturas de Misturas de Aço e Concreto de Edifícios: Esta norma está baseada nos estados-limites, e estabelece os requisitos básicos a serem observados que devem ser obedecidos na execução do projeto à temperatura ambiente de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edificações os quais:

- c) a) Os perfis de aço sejam laminados ou soldados, ou de seção tubular com ou sem costura:
- d) b) As ligações sejam executadas com parafusos ou solda.

Explana em sua NBR 9050 / 2015 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos: Esta Norma estabelece critérios e parâmetros técnicos a serem observados quanto ao projeto, construção, instalação e adaptação do meio urbano e rural, e de edificações às condições de acessibilidade. Esta Norma visa proporcionar a utilização de maneira autônoma, independente e segura do ambiente, edificações, mobiliário, equipamentos urbanos e elementos à maior quantidade possível de pessoas, independentemente de idade, estatura ou limitação de mobilidade ou percepção (ABNT, 2008).

NBR 15575-1 / 2013 referente a Edificações Habitacionais, cujo princípio e o Desempenho: essa norma de desempenho é estabelecida buscando atender às exigências dos usuários, que, no caso desta Norma, referem-se a sistemas que compõem edificações habitacionais, independentemente dos seus materiais constituintes e do sistema construtivo utilizado. O foco desta Norma está nas exigências dos usuários para o edifício habitacional e seus sistemas, quanto ao seu comportamento em uso e não na prescrição de como os sistemas são construídos. Esta norma estará presente em toda e qualquer edificação (ABNT, 2008).

## 2.7 ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO

### 2.7.1 Resumo de materiais

Segue abaixo tabela com relação de aço necessário para realização do projeto com o tipo de aço (CA50, CA60) e as bitolas dos vergalhões (diâmetro) em milímetros e a quantidade dada em KG + 10% (coeficiente de perca do material) de cada bitola separadamente. Dados obtidos através do processamento da estrutura em concreto armado pelo *Software Alto QI Eberick V8* (BALLEI, 2008).

**Tabela 1** – Relação de aço para realização do Projeto

Aço	Diâmetro	Peso + 10 % (kg)				Total
		Vigas	Pilares	Lajes	Escadas	
CA50	6.3	1310.2	1028.7	56.8	93.0	2395.7
CA50	8.0	682.4			51.3	733.7
CA50	10.0	941.2				941.2
CA50	12.5	1537.9	3179.0			4716.9
CA50	16.0	1001.1	50.7			1051.8
CA60	5.0					

**Fonte:** Elaboração própria

Segue tabela abaixo peso total + 10%, de aço CA50 para cada elemento (vigas, pilares, lajes, escadas) com o volume de concreto C-25 em m<sup>3</sup>, e a área de forma em m<sup>2</sup> para cada elemento separadamente.

**Tabela 2 – Vigas, Pilares, lajes e Escadas**

		<b>Vigas</b>	<b>Pilares</b>	<b>Lajes</b>	<b>Escadas</b>	<b>Total</b>
Peso total + 10% (kg)	CA50	5472.8	4258.4	56.8	144.3	9932.3
	CA60					
Volume concreto (m <sup>3</sup> )	C-25	50.1	31.5	3.8	6.7	92.1
Área de forma (m <sup>2</sup> )		782.4	501.0	14.2	53.6	1351.2

**Fonte:** Elaboração própria

Segue tabela abaixo peso total + 10%, volume de concreto e área de forma para cada um dos elementos respectivos a seus pavimentos.

**Tabela 3 – Vigas, Pilares, lajes e Escadas**

<b>Pavimento</b>	<b>Elemento</b>	<b>Peso do aço +10 % (kg)</b>	<b>Volume de concreto (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Área de forma (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Consumo de aço (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Tampa	Vigas	52.7	1.1	17.1	48.7
	Pilares	70.8	0.7	11.0	100.9
	Lajes	0.0	0.9	0.0	0.0
Fundo reservatório	Vigas	72.5	1.2	19.2	60.1
	Pilares	87.8	0.7	11.0	125.1
	Lajes	56.8	2.8	14.2	20.0
Cobertura	Vigas	827.8	8.9	136.6	93.1
	Pilares	788.7	7.2	114.5	109.4
Tipo 3	Vigas	1000.5	9.7	149.3	103.1
	Pilares	967.7	7.2	114.5	134.3
	Escadas	47.8	2.2	17.9	21.3
Tipo 2	Vigas	1108.9	9.7	149.3	114.3
	Pilares	984.7	7.2	114.5	136.6
	Escadas	47.8	2.2	17.9	21.3
Tipo 1	Vigas	1198.2	9.7	149.3	123.5
	Pilares	1037.2	7.2	114.5	143.9
	Escadas	48.8	2.2	17.9	21.7
Baldrame	Vigas	1212.3	9.8	161.6	123.5

**Fonte:** Elaboração própria

## 2.8 ESTRUTURA METÁLICA

### 2.8.1 Resumo de materiais

Segue abaixo tabela com relação de perfis metálicos necessários para realização do projeto com o tipo de aço (laminado A-572 345 Mpa, dobrado CF-26) a quantidade dada em KG + 10% (coeficiente de perca do material). Dados obtidos através do processamento da estrutura em metálica pelo *Software CYPE 3D*.

**Tabela 4 – Resumo perfil metálicos**

Tabela resumo						
Material		Série	Perfil	Peso		
Tipo	Designação			Perfil (kg)	Série (kg)	Material (kg) + 10%
Aço laminado	A-572 345MPa	H	W 200 x 35.9	9391.94		
			W 200 x 41.7	1948.68		
			W 150 x 22.5	550.91		
					11891.54	
		I	W 360 x 32.9	9514.00		
			W 310 x 21	7941.24		
					17455.24	
					32281.46	
Aço dobrado	CF-26	U Tecno	U200X50X4.76	578.12		
					578.12	
		Z	Z300x50x3.04	572.32		
					572.32	
						1265.48

**Fonte:** Elaboração própria

### 2.8.2 Orçamento

O orçamento para a estrutura metálica foi realizado pela empresa Eiffel Estruturas metálicas, situada na cidade de Socorro-SP e nele já está contemplado o valor da matéria prima para se produzir a estrutura, mão de obra e seus respectivos encargos, transporte e montagem da estrutura.



Tabela 5 - Descrição dos elementos orçados

Local da Obra	Munhoz/MG
<b>Prédio Residencial – 12,90 x 18,86</b>	<b>806,96m<sup>2</sup></b>
Chumbadores de Ancoragem	- Orçado
Pilares em perfil H laminado	- Orçado
Vigas em perfil W laminado	- Orçado
Perfis Metálicos U dobrado	- Orçado
Parafusos de fixação	- Orçado
<b>Escada Metálica – 3 unidades (2 lances e 1 patamar)</b>	<b>9,77m<sup>2</sup></b>
Vigas principais em perfil U dobrado	- Orçado
Degraus em perfil Z	- Orçado
<b>Outros serviços</b>	
Maquinas e equipamentos de montagem	- Orçado
Frete de entrega dos perfis na obra	- Orçado
Transporte, estadia e alimentação das equipes de montagem.	- Orçado
M.O de fabricação e pintura dos componentes metálicos	- Orçado
M.O de transporte e montagem dos componentes metálicos	- Orçado

Fonte: Elaboração própria

Tabela 6 - Valores dos Serviços

<b>PILARES</b>	<b>- R\$ 143.887,60</b>
- Pilares Metálicos W 150x22.5 (H)	- R\$ 6.666,10
- Pilares Metálicos W 200x35.9 (H)	- R\$ 113.642,50
- Pilares Metálicos W 200x41.7 (H)	- R\$ 23.579,00
<b>VIGAS</b>	<b>- R\$ 211.208,40</b>
- Vigas Metálicas W 310x21	- R\$ 96.089,00
- Vigas Metálicas W 360x32.9	- R\$ 115.119,40
<b>ESCADA METÁLICA</b>	<b>- R\$ 21.320,00</b>
- Vigas principais em perfil U 200x50x4.76 dobrado	- R\$ 6.995,25
- Degraus em perfil Z 300x50x3.04	- R\$ 6.925,72
<b>Total da Obra</b>	<b>- R\$ 369.017,50</b>

Fonte: Elaboração própria

## 2.8.3 Cronograma

Tabela 7 – Tarefas do projeto

<b>Nome da Tarefa</b>	<b>Duração</b>
<b>Início do projeto</b>	<b>99 dias</b>
<b>Serviços preliminares</b>	<b>33 dias</b>
Projeto Arquitetônico	14 dias
Projeto Estrutural	10 dias
Direção técnica	1 dia
<b>Instalação do Canteiro de Obras</b>	<b>8 dias</b>
Fechamento do Canteiro	5 dias
Locação convencional de obra através de gabarito	3 dias
<b>Obras de Infraestrutura</b>	<b>66 dias</b>
<b>Fabricação da Estrutura</b>	<b>45 dias</b>
Fabricação de estrutura metálica em processo industrial	45 dias
<b>Vigas Baldrames e arranques</b>	<b>28 dias</b>
Escavação Mecânica até 2m de profundidade	2 dias
Agulhamento Fundo de Vala	2 dias
Reaterro Mecanizado de vala	1 dia
Armação de Vigas Baldrame	7 dias
Montagem e de Forma de Vigas	7 dias
Armação dos arranques	5 dias
Concretagem das vigas baldrames e pilares	1 dia
Desmontagem de forma	1 dia
<b>Pavimento Tipo 1</b>	<b>5 dias</b>
<b>Pilares Pavimento Tipo 1</b>	<b>2 dias</b>
Montagem dos Pilares	2 dias
<b>Vigas Pavimento Tipo 1</b>	<b>2 dias</b>
Montagem das Vigas	2 dias
<b>Escada Pavimento Tipo 1</b>	<b>1 dia</b>
Montagem da Escada	1 dia
<b>Pavimento Tipo 2</b>	<b>5 dias</b>
<b>Pilares Pavimento Tipo 2</b>	<b>2 dias</b>
Montagem dos Pilares	2 dias
<b>Vigas Pavimento Tipo 2</b>	<b>2 dias</b>
Montagem das Vigas	2 dias
<b>Escada Pavimento Tipo 2</b>	<b>1 dia</b>
Montagem da Escada	1 dia
<b>Pavimento Tipo 3</b>	<b>5 dias</b>
<b>Pilares Pavimento Tipo 3</b>	<b>2 dias</b>
Montagem dos Pilares	2 dias
<b>Vigas Pavimento Tipo 3</b>	<b>2 dias</b>
Montagem das Vigas	2 dias
<b>Escada Pavimento Tipo 3</b>	<b>1 dia</b>

Montagem da Escada	1 dia
<b>Cobertura</b>	<b>4 dias</b>
<b>Pilares Pavimento Cobertura</b>	<b>2 dias</b>
Montagem dos Pilares	2 dias
<b>Vigas Pavimento Cobertura</b>	<b>2 dias</b>
Montagem das Vigas	2 dias
<b>Reservatório</b>	<b>15 dias</b>
<b>Fundo do Reservatório</b>	<b>15 dias</b>
<b>Pilares</b>	<b>1 dia</b>
Montagem dos Pilares	1 dia
<b>Vigas</b>	<b>1 dia</b>
Montagem das Vigas	1 dia
<b>Laje de Fundo do reservatório</b>	<b>13 dias</b>
Armação de Laje	3 dias
Montagem e de Forma de Laje	1 dia
Concretagem de Laje	1 dia
Desmontagem de Forma	1 dia
<b>Tampa do Reservatório</b>	<b>2 dias</b>
<b>Pilares</b>	<b>1 dia</b>
Montagem dos Pilares	1 dia
<b>Vigas</b>	<b>1 dia</b>
Montagem das Vigas	1 dia

**Fonte:** Elaboração própria

## 4. RESULTADOS

### 2.9 DIMENSÕES E PESO LINEAR

**Tabela 8** – Tarefas do projeto

<b>Elemento</b>	<b>Dimensões (cm)</b>	<b>Peso Linear (kgf/m)</b>
Vigas Baldrame	15x30	112,5
Vigas Baldrame	15x30	112,5
<b>Resultado</b>	-	-
Pilares do Pavimento Tipo (C.A)	15x50	187,5
Pilares do Pavimento (M)	16,5X20,5	41,7
<b>Resultado</b>	<b>+1,5x -29,5</b>	<b>-145,8</b>
Vigas do Pavimento Tipo (C.A)	15x40	150
Vigas do Pavimento Tipo (M)	12,7x34,9	34,9
<b>Resultado</b>	<b>-2,3x-5,1</b>	<b>-115,1</b>
Vigas da Cobertura (C.A)	15x40	150
Vigas da Cobertura (M)	10,1x30,3	21
<b>Resultado</b>	<b>-4,9x-9,7</b>	<b>-129</b>
Pilares do Reservatório (C.A)	18x30	135
Pilares do Reservatório (M)	15,2x15,2	22,5
<b>Resultado</b>	<b>-2,8x-14,8</b>	<b>-112,5</b>
Vigas do Reservatório (C.A)	15x40	150
Vigas do Reservatório (M)	10,1x30,3	21
<b>Resultado</b>	<b>-4,9x-9,7</b>	<b>-129</b>

Fonte: Elaboração própria

### 2.10. CRONOGRAMA

O cronograma de Serviços e execuções está ligado ao tempo e prazo em dias que cada serviço e execução serão trabalhados, ou seja, transcorrer em uma tabela detalhada para que se tenha o controle dos serviços.

**Tabela 9** – Elementos e serviços

<b>Elemento</b>	<b>Prazo (dias)</b>
Serviços Preliminares (C.A)	33
Serviços Preliminares (M)	33
Execução da Estrutura (C.A)	188
Execução da Estrutura (M)	66

**Fonte:** Elaboração própria

## 2.11. CARREGAMENTO NAS FUNDAÇÕES

Foram comparados os carregamentos dos elementos estruturais P1 e P13 que possuem o mesmo posicionamento e a mesma área de influência, tanto na estrutura de concreto armado quanto na estrutura metálica.

**Tabela 10** – Elementos e serviços

Variação	Carga (Tf)
Menor carregamento (C.A)	28,76
Menor carregamento (M)	23,18
Maior carregamento (C.A)	36,68
Maior carregamento (M)	25,54

**Fonte:** Elaboração própria

Nota-se que essa variação de carregamento está diretamente ligada a questão de carga, onde quanto menor seu carregamento (C.A), menor sua carga (TF) divergindo assim seus números. Logo, quanto maior seu carregamento (C.A), maior sua carga (TF).

## 2.12. ORÇAMENTO

**Tabela 11** – Valores de Estrutura metálica

Estrutura	Valor (R\$)
Estrutura em Concreto Armado	263.103,82
Estrutura Metálica	423.112,59

**Fonte:** Elaboração própria

O orçamento demanda da procura pelo melhor custo benefício para obtenção de um serviço ou produto, tendo por vista questões de qualidade e financeira, ou seja, quanto maior a pesquisa de preço, melhor será seu orçamento.

E conclui que apesar de a estrutura metálica ficar um valor mais alto, mesmo assim acaba sendo mais viável sua escolha.

## CONCLUSÃO

Com os dados obtidos através do presente estudo concluo que, apesar de possuir um maior valor agregado, essa diferença se reflete e se justifica em alguns fatores sendo:

Peças com menores seções conseqüentemente obtendo-se um peso linear menor, com valores oscilando no presente estudo entre 112,5 a 145,8 kgf/m de redução de carga.

Redução das cargas atuantes nas fundações apresentando um valor médio de 5 a 11 Tf por fundação conseqüentemente impactando diretamente no valor das fundações e se tornando boa alternativa para solos com menores resistências ou em estruturas com grandes cargas concentradas.

A uma redução no tempo de execução da obra, enquanto o sistema convencional depende da execução in loco das peças com a interdependência do processo, onde uma peça só pode ser construída quando a outra já se encontra totalmente acabada, o sistema de estrutura metálica é executado simultaneamente entre os trabalhos da obra e da indústria que constrói a estrutura; Obtendo-se no estudo uma redução de tempo de dois terço, tendo um total de tempo gasto na construção e execução do sistema estrutural, reduzindo de 188 dias de execução no sistema convencional para 66 dias de execução no sistema de estrutura metálica.

Tendo os presentes dados obtidos neste estudo, a estrutura metálica se torna uma alternativa viável, para construções rápidas com menores prazos e equipes reduzidas.

Afirmo que esse estudo apresentado vem trazer um ótimo benefício para ser implantado como um projeto piloto para habitações do sistema Minha Casa Minha Vida, assim possibilitando o benefício de uma eficiência maior na entrega das edificações contempladas.

Também afirmo que é uma forma viável e rentável para investidores, possibilitando um giro de capital o uma obtenção de lucros em um tempo reduzido.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120. Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edificações.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8800. Projeto de Estruturas de Aço e Estruturas de Misturas de Aço e Concreto de Edifícios.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9050. Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575. Edificações Habitacionais.**

BELLEI, Ildony H. Edifícios industriais em aço: Projeto e Cálculo. São Paulo: Pini, 2006.

BELLEI, Ildony H. Edifícios de múltiplos andares em aço. São Paulo: Pini, 2008.

BOTELHO, Manoel. 2010-**Concreto armado eu te amo/ Edição 1.** (Manuel Henrique Campos Botelho). Acesso em 21/10/2018.

CLIMACO, João. 2012-**Estruturas de concreto armado.** (João Carlos Teatini de Souza Climaco). Acesso em 14/10/2018.

CONSTRUÇÃO CIVIL. **Uma breve história do concreto armado.** Disponível em <<https://blogdopetcivil.com/2013/07/31/a-historia-do-concreto-armado/>>. Acesso em 28/09/2018.

CONSTRUÇÃO CIVIL. **Dimensionamento de Estruturas Em Concreto Armado.** Disponível em <<https://pt.scribd.com/document/239981784/Dimensionamento-de-Estruturas-Em-Concreto-Armado-2013-1>>. Acesso em 25/09/2018.

DIAS, Luís Andrade de Mattos; **Edificações de Aço no Brasil.** São Paulo: Zigurate. Editora, 1999, 207 p

FREITAS, Rinaldo Maciel de. **A essencialidade do aço na construção civil.** Infomet, 21 fev. 2005. Disponível em: [https://www.infomet.com.br/index.php?\\_url=vista\\_opinioes.php&id=95](https://www.infomet.com.br/index.php?_url=vista_opinioes.php&id=95) . Acesso em: 05 dez. 2018.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural. São Paulo: Pini, 2003.

ILDONY H. BELLEI, Fernando O. PINHO e Mauro O. Pinho. **Edifícios de Múltiplos Andares em Aço**: 2ª edição revisada e ampliada de acordo com a NBR 8800. Acesso em 09/09/2018.

WALTER Pfeil. **Estruturas de Aço: Dimensionamento Prático de Acordo com a NBR 8800:2008**. 8ª edição Acesso em 15/09/2018.



## ANEXOS

**1. ORÇAMENTO**

O orçamento para a estrutura em concreto armado com mão-de-obra e materiais foi realizado tomando como base a SINAPI, que é um método orçamentário desenvolvido pela caixa econômica federal, é a base para obras públicas do governo. Muitas empresas que desejam construir residências unifamiliares e/ou apartamentos para a classe média/baixa (Minha casa Minha vida) utilizam a SINAPI para estimativa orçamentária do empreendimento.

A SINAPI é constituída de três tabelas:

- Preços de Insumos;
- Custo de Composições Sintético;
- Custo de Composições Analítico (Catalogo de Composições),

O custo total para cada item desejado é encontrado na tabela “Custo de Composições Sintético” por um código SINAPI. Com esse mesmo código consultando a tabela “Catalogo de Composições” é possível visualizar tudo que foi analisado para compor o custo do item em questão; geralmente leva em conta a mão-de-obra necessária com os encargos da categoria e também o material (insumo) utilizado. A tabela “Catalogo de Composição” faz distinção de insumo e mão-de-obra com isso, consultando a tabela de “Insumos” é possível ver o custo de cada material (Insumo) separadamente.

Nas próximas tabelas seguiram todos os materiais (insumos) e mão de obra (Composição) necessários para a realização do projeto. Os materiais e mão de obra foram obtidos através da SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de custos e índices da construção civil.

SINAPI – (Sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil)

Custo de composição Analítico. Data de emissão: 12/09/2018 às 23:31:49.

Data de RT: 09/09/2018

Data de preço: 08/2018

	74220/1	TAPUME DE CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, E= 6MM, COM PINTURA A CAL E REAPROVEITAMENTO DE 2X		
INSUMO	1106	CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS	KG	0,6000000
INSUMO	1351	CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA PARA FORMA DE CONCRETO, DE *2,2 X 1,1* M, E = 6 MM	UN	0,2272727
INSUMO	4491	PECA DE MADEIRA NATIVA / REGIONAL 7,5 X 7,5CM (3X3) NAO APARELHADA (P/FORMA)	M	1,5800000

INSUMO	5061	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 18 X 27 (2 1/2 X 10)	KG	0,1500000
INSUMO	5333	OLEO DE LINHACA	L	0,0220000
COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,8000000
COMPOSICAO	88310	PINTOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,3000000
COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,9500000

	74077/3	LOCACAO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTALETADAS, COM REAPROVEITAMENTO DE 3 VEZES.		
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,0200000
INSUMO	4491	PECA DE MADEIRA NATIVA / REGIONAL 7,5 X 7,5CM (3X3) NAO APARELHADA (P/FORMA)	M	0,1200000
INSUMO	5061	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 18 X 27 (2 1/2 X 10)	KG	0,0100000
INSUMO	10567	TABUA MADEIRA 3A QUALIDADE 2,5 X 23,0CM (1 X 9") NAO APARELHADA	M	0,1067000
COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1000000
COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1000000

	79480	ESCAVACAO MECANICA CAMPO ABERTO EM SOLO EXCETO ROCHA ATE 2,00M PROFUNDIDADE		
COMPOSICAO	89032	TRATOR DE ESTEIRAS, POTÊNCIA 100 HP, PESO OPERACIONAL 9,4 T, COM LÂMINA 2,19 M3 - CHP DIURNO. AF_06/2014		CHP

	74078/1	AGULHAMENTO FUNDO DE VALAS C/MACO 30KG PEDRA-DE-MAO H=10CM		
INSUMO	4730	PEDRA DE MAO OU PEDRA RACHAO PARA ARRIMO/FUNDAÇÃO (POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE)	M3	0,1000000
COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,5000000

	93370	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAPACIDADE DA CAÇAMBA: 0,8 M³ / POTÊNCIA: 111 HP), LARGURA ATÉ 1,5 M, PROFUNDIDADE DE 3,0 A 4,5 M, COM SOLO (SEM SUBSTITUIÇÃO) DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016		
COMPOSICAO	5631	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS, CAÇAMBA 0,80 M3, PESO OPERACIONAL 17 T, POTENCIA BRUTA 111 HP - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	0,0280000
COMPOSICAO	5632	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS, CAÇAMBA 0,80 M3, PESO OPERACIONAL 17 T, POTENCIA BRUTA 111 HP - CHI DIURNO. AF_06/2014	CHI	0,0360000
COMPOSICAO	5901	CAMINHÃO PIPA 10.000 L TRUCADO, PESO BRUTO TOTAL 23.000 KG, CARGA ÚTIL MÁXIMA 15.935 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,8 M, POTÊNCIA 230 CV, INCLUSIVE TANQUE DE AÇO PARA TRANSPORTE DE ÁGUA - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	0,0060000

COMPOSICAO	5903	CAMINHÃO PIPA 10.000 L TRUCADO, PESO BRUTO TOTAL 23.000 KG, CARGA ÚTIL MÁXIMA 15.935 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,8 M, POTÊNCIA 230 CV, INCLUSIVE TANQUE DE AÇO PARA TRANSPORTE DE ÁGUA - CHI DIURNO. AF_06/2014	CHI	0,0030000
COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0350000
COMPOSICAO	91533	COMPACTADOR DE SOLOS DE PERCUSSÃO (SOQUETE) COM MOTOR A GASOLINA 4 TEMPOS, POTÊNCIA 4 CV - CHP DIURNO. AF_08/2015	CHP	0,0280000
COMPOSICAO	91534	COMPACTADOR DE SOLOS DE PERCUSSÃO (SOQUETE) COM MOTOR A GASOLINA 4 TEMPOS, POTÊNCIA 4 CV - CHI DIURNO. AF_08/2015	CHI	0,0260000

	96530	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA VIGA BALDRAME, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 1 UTILIZAÇÃO. AF_06/2018	M2	
INSUMO	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	L	0,0170000
INSUMO	4491	PECA DE MADEIRA NATIVA / REGIONAL 7,5 X 7,5CM (3X3) NAO APARELHADA (P/FORMA)	M	2,2440000
INSUMO	4517	PECA DE MADEIRA NATIVA/REGIONAL 2,5 X 7,0 CM (SARRAFO-P/FORMA)	M	2,1040000
INSUMO	5073	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 17 X 24 (2 1/4 X 11)	KG	0,0950000
INSUMO	6189	TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 30,0CM (1 X 12") NAO APARELHADA	M	3,7400000
INSUMO	40304	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	KG	0,0340000
COMPOSICAO	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,5550000
COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,5660000
COMPOSICAO	91692	SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5HP, COM COIFA PARA DISCO 10" - CHP DIURNO. AF_08/2015	CHP	0,0620000
COMPOSICAO	91693	SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5HP, COM COIFA PARA DISCO 10" - CHI DIURNO. AF_08/2015	CHI	0,0530000

	92456	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	M2	
INSUMO	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	L	0,0100000
INSUMO	4491	PECA DE MADEIRA NATIVA / REGIONAL 7,5 X 7,5CM (3X3) NAO APARELHADA (P/FORMA)	M	0,5190000
INSUMO	10749	LOCACAO DE ESCORA METALICA TELESCOPICA, COM ALTURA REGULAVEL DE *1,80* A *3,20* M, COM CAPACIDADE DE CARGA DE NO MINIMO 1000 KGF (10 KN), INCLUSO TRIPE E FORCADO	MES	1,1860000
INSUMO	40275	LOCACAO DE VIGA SANDUICHE METALICA VAZADA PARA TRAVAMENTO DE PILARES, ALTURA DE *8* CM, LARGURA DE *6* CM E EXTENSAO DE 2 M	MES	0,3560000
INSUMO	40287	LOCACAO DE BARRA DE ANCORAGEM DE 0,80 A 1,20 M DE EXTENSAO, COM ROSCA DE 5/8", INCLUINDO PORCA E FLANGE	MES	0,4740000
INSUMO	40304	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	KG	0,0330000

INSUMO	40339	LOCACAO DE CRUZETA PARA ESCORA METALICA	MES	1,1860000
COMPOSICAO	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,3000000
COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,6350000
COMPOSICAO	92265	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_12/2015	M2	0,4140000

	92419	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MAIOR QUE 0,25 M², PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	M2	
INSUMO	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	L	0,0100000
INSUMO	40271	LOCACAO DE APRUMADOR METALICO DE PILAR, COM ALTURA E ANGULO REGULAVEIS, EXTENSAO DE *1,50* A *2,80* M	MES	0,1960000
INSUMO	40275	LOCACAO DE VIGA SANDUICHE METALICA VAZADA PARA TRAVAMENTO DE PILARES, ALTURA DE *8* CM, LARGURA DE *6* CM E EXTENSAO DE 2 M	MES	0,3930000
INSUMO	40287	LOCACAO DE BARRA DE ANCORAGEM DE 0,80 A 1,20 M DE EXTENSAO, COM ROSCA DE 5/8", INCLUINDO PORCA E FLANGE	MES	0,7850000
INSUMO	40304	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	KG	0,0190000
COMPOSICAO	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1590000
COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,8660000
COMPOSICAO	92263	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_12/2015	M2	0,2630000

	92415	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MAIOR QUE 0,25 M², PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	M2	
INSUMO	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	L	0,0100000
INSUMO	40271	LOCACAO DE APRUMADOR METALICO DE PILAR, COM ALTURA E ANGULO REGULAVEIS, EXTENSAO DE *1,50* A *2,80* M	MES	0,1960000
INSUMO	40275	LOCACAO DE VIGA SANDUICHE METALICA VAZADA PARA TRAVAMENTO DE PILARES, ALTURA DE *8* CM, LARGURA DE *6* CM E EXTENSAO DE 2 M	MES	0,3930000

INSUMO	40287	LOCACAO DE BARRA DE ANCORAGEM DE 0,80 A 1,20 M DE EXTENSAO, COM ROSCA DE 5/8", INCLUINDO PORCA E FLANGE	MES	0,7850000
INSUMO	40304	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	KG	0,0190000
COMPOSICAO	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,2060000
COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,1250000
COMPOSICAO	92263	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_12/2015	M2	0,5250000

	95940	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA ESCADAS, COM 2 LANCES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, 6 UTILIZAÇÕES. AF_01/2017		
INSUMO	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	L	0,0040000
INSUMO	5073	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 17 X 24 (2 1/4 X 11)	KG	0,0350000
INSUMO	10749	LOCACAO DE ESCORA METALICA TELESCOPICA, COM ALTURA REGULAVEL DE *1,80* A *3,20* M, COM CAPACIDADE DE CARGA DE NO MINIMO 1000 KGF (10 KN), INCLUSO TRIPE E FORCADO	MES	2,1610000
INSUMO	20247	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 15 X 15 (1 1/4 X 13)	KG	0,0210000
COMPOSICAO	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,3400000
COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	2,0200000
COMPOSICAO	95934	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA ESCADAS, COM 2 LANCES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, E=18 MM. AF_01/2017	M2	0,5700000

	92452	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	M2	
INSUMO	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	L	0,0100000
INSUMO	4491	PECA DE MADEIRA NATIVA / REGIONAL 7,5 X 7,5CM (3X3) NAO APARELHADA (P/FORMA)	M	0,7260000
INSUMO	10749	LOCACAO DE ESCORA METALICA TELESCOPICA, COM ALTURA REGULAVEL DE *1,80* A *3,20* M, COM CAPACIDADE DE CARGA DE NO MINIMO 1000 KGF (10 KN), INCLUSO TRIPE E FORCADO	MES	0,8300000
INSUMO	40275	LOCACAO DE VIGA SANDUICHE METALICA VAZADA PARA TRAVAMENTO DE PILARES, ALTURA DE *8* CM, LARGURA DE *6* CM E EXTENSAO DE 2 M	MES	0,3560000
INSUMO	40287	LOCACAO DE BARRA DE ANCORAGEM DE 0,80 A 1,20 M DE EXTENSAO, COM ROSCA DE 5/8", INCLUINDO PORCA E FLANGE	MES	0,4740000
INSUMO	40304	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	KG	0,0330000
INSUMO	40339	LOCACAO DE CRUZETA PARA ESCORA METALICA	MES	0,8300000
COMPOSICAO	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,3240000

COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,7690000
COMPOSICAO	92265	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA VIGAS, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_12/2015	M2	0,6210000

	92483	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE MACIÇA COM ÁREA MÉDIA MENOR OU IGUAL A 20 M², PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015		
INSUMO	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FORMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM AGUA	L	0,0170000
INSUMO	6193	TABUA MADEIRA 2A QUALIDADE 2,5 X 20,0CM (1 X 8") NAO APARELHADA	M	1,6170000
INSUMO	40304	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	KG	0,0650000
COMPOSICAO	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,7200000
COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	3,9240000
COMPOSICAO	92271	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA LAJES, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM. AF_12/2015	M2	0,6180000
COMPOSICAO	92273	FABRICAÇÃO DE ESCORAS DO TIPO PONTALETE, EM MADEIRA. AF_12/2015	M	1,2260000

	92760	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015		
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,0250000
INSUMO	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	0,9700000
COMPOSICAO	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0155000
COMPOSICAO	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0947000
COMPOSICAO	92792	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 6,3 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015	KG	1,0000000

	92761	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015		
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,0250000
INSUMO	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	0,7430000
COMPOSICAO	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0115000

COMPOSICAO	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0707000
COMPOSICAO	92793	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015	KG	1,0000000

	92762	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2016		
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,0250000
INSUMO	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	0,5430000
COMPOSICAO	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0086000
COMPOSICAO	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0529000
COMPOSICAO	92794	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 10,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015	KG	1,0000000

	92763	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015		
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,0250000
INSUMO	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	0,3670000
COMPOSICAO	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0063000
COMPOSICAO	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0386000
COMPOSICAO	92795	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 12,5 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015	KG	1,0000000

	92764	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015		
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,0250000
INSUMO	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	0,2120000
COMPOSICAO	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0043000
COMPOSICAO	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0261000
COMPOSICAO	92796	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 16,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_12/2015	KG	1,0000000

	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,0250000
INSUMO	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	1,3330000
COMPOSICAO	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0105000
COMPOSICAO	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0646000
COMPOSICAO	92801	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 6,3 MM, UTILIZADO EM LAJE. AF_12/2015	KG	1,0000000

	95944	ARMAÇÃO DE ESCADA, COM 2 LANCES, DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_01/2017		
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,0250000
INSUMO	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	0,8270000
COMPOSICAO	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0470000
COMPOSICAO	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,2970000
COMPOSICAO	92801	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 6,3 MM, UTILIZADO EM LAJE. AF_12/2015	KG	1,0000000

	95945	ARMAÇÃO DE ESCADA, COM 2 LANCES, DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_01/2017		
INSUMO	337	ARAME RECOZIDO 18 BWG, 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,0250000
INSUMO	39017	ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM	UN	0,6130000
COMPOSICAO	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0280000
COMPOSICAO	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1750000
COMPOSICAO	92802	CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 8,0 MM, UTILIZADO EM LAJE. AF_12/2015	KG	1,0000000
	92720	CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BOMBA EM PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M <sup>2</sup> - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015		
INSUMO	1527	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	1,1030000
COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1990000
COMPOSICAO	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1990000
COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,1920000
COMPOSICAO	90586	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHP DIURNO. AF_06/2015	CHP	0,0680000



COMPOSICAO	90587	VIBRADOR DE IMERSÃO, DIÂMETRO DE PONTEIRA 45MM, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV - CHI DIURNO. AF_06/2015	CHI	0,1310000
------------	-------	--	-----	-----------

### SINAPI – (Sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil)

Custo de composição sintético. Data de emissão: 12/09/2018 às 23:39:12.

Encargos sociais desonerados 88,52% (Hora) 50,17% (mês) DR: 09/09/2018

Código	Descrição	UND	QTD	UNT	TOTAL
74220/001	TAPUME DE CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA, E=6MM, COM PINTURA A CAL E REAPROVEITAMENTO DE 2 VEZES.	M <sup>2</sup>	245,16	54,14	13.272,96
74077/003	LOCACAO CONVENCIONAL DE OBRA, ATRAVÉS DE GABARITO DE TABUAS CORRIDAS PONTALETADAS, COM REAPROVEITAMENTO DE 3 VEZES.	M <sup>2</sup>	237,82	5,13	1.220,02
79480	ESCAVACAO MECANICA CAMPO ABERTO EM SOLO EXCETO ROCHA ATE 2,00M PROFUNDIDADE	M <sup>3</sup>	217,54	2,03	441,61
74078/001	AGULHAMENTO FUNDO DE VALAS C/MACO 30KG PEDRA-DE-MAO H=10CM	M <sup>2</sup>	27,2	30,66	833,95
93370	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAPACIDADE DACAÇAMBA: 0,8 M <sup>3</sup> / POTÊNCIA: 111HO), LARGURA ATÉ 1,5M, PROFUNDIDADE E 3,0 A 4,5 M, COM SOLO (SEM SUBSTITUIÇÃO) DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA. AF_04/2016	M <sup>3</sup>	27,2	8,79	239,09
96530	FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA VIGA BALDRAME, EM MADEIRA SERRADA, E=25 MM, 1 UTILIZAÇÃO. AF_06/2017	M <sup>2</sup>	161,60	86,48	13.975,16
92456	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015 (PAV. TIPO 1)	M <sup>2</sup>	149,30	85,77	12.656,16
92456	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015 (PAV. TIPO 2,3 E COBERTURA)	M <sup>2</sup>	435,20	56,146	24.434,73
92452	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015(FUNDO DO RESERVATÓRIO)	M <sup>2</sup>	19,20	99,99	1.919,80
92452	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO METÁLICO, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015(TAMPA DO RESERVATÓRIO)	M <sup>2</sup>	17,01	55,73	947,96
92419	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 COMPENSADA RESINADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015 (PAV. TIPO 1)	M <sup>2</sup>	114,50	53,43	6.117,73
92419	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 COMPENSADA RESINADA, 4 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015 (PAV. TIPO 2, 3 E COBERTURA)	M <sup>2</sup>	343,50	29,80	10.236,30
92415	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 COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015 (FUNDO DO RESERVATÓRIO)	M <sup>2</sup>	11,00	82,84	911,25
92415	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 COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015 (TAMPA DO RESERVATÓRIO)	M <sup>2</sup>	11,00	35,64	392,08

95940	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA PARA ESCADAS, COM 2 LANCES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA, 6 UTILIZAÇÕES. AF_01/2017.	M <sup>2</sup>	53,6	121,69	6.522,58
92483	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE MACIÇA COM ÁREA MÉDIA MENOR OU IGUAL A 20 M <sup>2</sup> , PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	M <sup>2</sup>	14,2	126,86	1.801,41
92760	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	2338,9	9,74	22.780,89
92761	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	682,4	9,21	6.284,90
92762	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	941,2	7,42	6.983,70
92763	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	4716,9	6,05	28.537,25
92764	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	1051,9	4,52	4.754,59
92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UM EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_12/2015	KG	56,8	6,74	1.217,40
95944	ARMAÇÃO DE ESCADA, COM 2 LANCES, DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_01/2017	KG	93	11,84	1.101,12
95945	ARMAÇÃO DE ESCADA, COM 2 LANCES, DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_01/2017	KG	51,3	9,27	475,55
92720	CONCRETAGEM DE PILARES, ESCADAS, VIGAS PAVIMENTO TIPO E BALDRAME E LAJE MACIÇA FCK = 25 MPA, COM USO DE BOMBA EM EDIFICAÇÃO COM SEÇÃO MÉDIA DE PILARES MENOR OU IGUAL A 0,25 M <sup>2</sup> - E LAJES COM ÁREA MÉDIA MENOR OU IGUAL A 20M <sup>2</sup> - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_12/2015	M <sup>3</sup>	92,1	320,37	29.506,08
	PROJETO ARQUITETÔNICO PARA APROVAÇÃO EM PREFEITURA	M <sup>2</sup>	35	806,96	28.243,60
	DIREÇÃO TÉCNICA				28.197,78
	PROJETO ESTRUTURAL				9.399,17
	<b>VALOR TOTAL DE MATERIAIS E MÃO-DE-OBRA</b>				<b>263.104,82</b>

## 2. CRONOGRAMA ARQUITETONICO

Nome da Tarefa	Duração
<b>Início do projeto</b>	<b>221 dias</b>
<b>Serviços preliminares</b>	<b>33 dias</b>
Projeto Arquitetônico	14 dias
Projeto Estrutural	10 dias
Direção técnica	1 dia
<b>Instalação do Canteiro de Obras</b>	<b>8 dias</b>
Fechamento do Canteiro	5 dias
Locação convencional de obra através de gabarito	3 dias
<b>Obras de Infraestrutura</b>	<b>188 dias</b>
<b>Vigas Baldrames e arranques</b>	<b>28 dias</b>
Escavação Mecânica até 2m de profundidade	2 dias
Agulhamento Fundo de Vala	2 dias
Reaterro Mecanizado de vala	1 dia
Armação de Vigas Baldrame	7 dias
Montagem e de Forma de Vigas	7 dias
Armação dos arranques	7 dias
Concretagem das vigas baldrames e pilares	1 dia
Desmontagem de forma	1 dia
<b>Pavimento Tipo 1</b>	<b>43 dias</b>
<b>Pilares Pavimento Tipo 1</b>	<b>23 dias</b>
Armação de Pilares	7 dias
Montagem e de Forma de Pilares	7 dias
Concretagem de pilares	1 dia
Desmontagem de Forma	1 dia
<b>Vigas Pavimento Tipo 1</b>	<b>23 dias</b>
Armação das Vigas	7 dias
Montagem e de Forma das Vigas	7 dias
Concretagem de Vigas	1 dia
Desmontagem de Forma	1 dia
<b>Escada Pavimento Tipo 1</b>	<b>13 dias</b>
Armação da Escada	2 dias
Montagem de Forma da Escada	2 dias
Concretagem da Escada	1 dia
Desmontagem de Forma	1 dia
<b>Pavimento Tipo 2</b>	<b>43 dias</b>
<b>Pilares Pavimento Tipo 2</b>	<b>23 dias</b>
Armação de Pilares	7 dias
Montagem e de Forma de Pilares	7 dias
Concretagem de pilares	1 dia
Desmontagem de Forma	1 dia
<b>Vigas Pavimento Tipo 2</b>	<b>23 dias</b>
Armação das Vigas	7 dias
Montagem e de Forma das Vigas	7 dias
Concretagem de Vigas	1 dia
Desmontagem de Forma	1 dia
<b>Escada Pavimento Tipo 2</b>	<b>13 dias</b>
Armação da Escada	2 dias
Montagem de Forma da Escada	2 dias

Concretagem da Escada	1 dia
Desmontagem de Forma	1 dia
<b>Pavimento Tipo 3</b>	<b>43 dias</b>
<b>Pilares Pavimento Tipo 3</b>	<b>23 dias</b>
Armação de Pilares	7 dias
Montagem e de Forma de Pilares	7 dias
Concretagem de pilares	1 dia
Desmontagem de Forma	1 dia
<b>Vigas Pavimento Tipo 3</b>	<b>23 dias</b>
Armação das Vigas	7 dias
Montagem e de Forma das Vigas	7 dias
Concretagem de Vigas	1 dia
Desmontagem de Forma	1 dia
<b>Escada Pavimento Tipo 3</b>	<b>13 dias</b>
Armação da Escada	2 dias
Montagem de Forma da Escada	2 dias
Concretagem da Escada	1 dia
Desmontagem de Forma	1 dia
<b>Cobertura</b>	<b>38 dias</b>
<b>Pilares Pavimento Cobertura</b>	<b>23 dias</b>
Armação de Pilares	7 dias
Montagem e de Forma de Pilares	7 dias
Concretagem de pilares	1 dia
Desmontagem de Forma	1 dia
<b>Vigas Pavimento Cobertura</b>	<b>23 dias</b>
Armação das Vigas	7 dias
Montagem e de Forma das Vigas	7 dias
Concretagem de Vigas	1 dia
Desmontagem de Forma	1 dia
<b>Reservatório</b>	<b>33 dias</b>
<b>Fundo do Reservatório</b>	<b>23 dias</b>
<b>Pilares</b>	<b>13 dias</b>
Armação de Pilares	2 dias
Montagem e de Forma de Pilares	2 dias
Concretagem de pilares	1 dia
Desmontagem de Forma	1 dia
<b>Vigas</b>	<b>13 dias</b>
Armação das Vigas	2 dias
Montagem e de Forma das Vigas	2 dias
Concretagem de Vigas	1 dia
Desmontagem de Forma	1 dia
<b>Laje de Fundo do reservatório</b>	<b>13 dias</b>
Armação de Laje	3 dias
Montagem e de Forma de Laje	1 dia
Concretagem de Laje	1 dia
Desmontagem de Forma	1 dia
<b>Tampa do Reservatório</b>	<b>18 dias</b>
<b>Pilares</b>	<b>13 dias</b>
Armação de Pilares	2 dias
Montagem e de Forma de Pilares	2 dias
Concretagem de pilares	1 dia

Desmontagem de Forma	1 dia
<b>Vigas</b>	<b>13 dias</b>
Armação das Vigas	2 dias
Montagem e de Forma das Vigas	2 dias
Concretagem de Vigas	1 dia
Desmontagem de Forma	1 dia