

**3° CONCURSO CBCA PARA  
ESTUDANTES DE ENGENHARIA 2021**

**Edifício de múltiplos andares de uso misto**

## Sumário

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>5</b>
1.1	Diretrizes e Motivações .....	5
1.2	Localização .....	5
<b>2</b>	<b>ARQUITETURA</b> .....	<b>6</b>
2.1	Características da Edificação .....	6
2.2	A Torre.....	6
2.3	Subsolo .....	8
2.4	Embasamento Comercial .....	10
2.5	Laje Jardim .....	11
<b>3</b>	<b>CONCEPÇÃO ESTRUTURAL</b> .....	<b>12</b>
3.1	Escolha da concepção .....	12
3.2	Núcleo Rígido e Contraventamentos.....	14
3.3	Lajes Nervuradas .....	15
<b>4</b>	<b>PRÉ DIMENSIONAMENTO</b> .....	<b>16</b>
4.1	Definição dos Revestimentos, espessuras de argamassa, foros, pesos específicos .....	16
4.2	Explicação dos cálculos da laje .....	18
4.3	Laje Steel Deck.....	19
4.4	Análise da resistência da laje adotada .....	19
4.5	Redução das cargas variáveis .....	19
4.6	Explicação das áreas de influência .....	20
4.7	Cálculo carregamento nas vigas (Principal e secundária) .....	20
4.8	Cálculo carregamento pilares .....	20
4.9	Pré dimensionamento .....	21
4.9.1	Vigas Secundárias .....	21
4.9.2	Vigas Principais .....	26
4.9.3	Vigas Principais térreo e subsolo .....	29
4.9.4	Pilares Mistos.....	32
4.9.5	Pilares Metálico .....	35
4.10	Lajes nervuradas.....	41
4.11	Verificação laje cobertura.....	42
4.12	Estacas Pranchas (Cortina de contenção) .....	42
<b>5</b>	<b>MEMORIAL</b> .....	<b>46</b>

5.1 Normas utilizadas .....	46
5.3 Softwares utilizados .....	46
5.3.1 Dados de entrada no SCIA Engineer V21.0 – Software de cálculo .....	46
5.4 Cálculo das ações externas solicitantes .....	48
5.4.1 ações permanentes, peso próprio dos elementos estruturais.....	48
5.4.2 Ações variáveis.....	48
6 ESTABILIDADE GLOBAL .....	55
7 Combinação de esforços.....	56
8 CANTEIRO DE OBRA .....	57
9 MONTAGEM.....	61
9.1 Embasamento .....	68
10 Proteção contra fogo e corrosão .....	68
11 Reservatório de Água .....	70
12 Considerações finais .....	83

## **MEMORIAL DESCRITIVO**

# 1 APRESENTAÇÃO

## 1.1 Diretrizes e Motivações

As diretrizes adotadas no desenvolvimento do projeto visam aspectos funcionais, econômicos, estéticos, duráveis e de segurança, buscando seguir os parâmetros da legislação local. Assim, o intuito do projeto é apresentar uma solução viável para a construção de um edifício de múltiplos andares de uso misto, apresentando uma estrutura mista, de aço e concreto, e modularizada, garantindo rapidez, segurança e eficácia na execução. Além disso, foi proposta uma análise dos aspectos urbanos da região, com o intuito de desenvolver um projeto com arquitetura funcional e singular.

O projeto tem como motivação a inovação no uso do aço, buscando extrair deste material suas melhores propriedades. Dessa forma, visou-se uma concepção simples, elegante e eficiente, evidenciando as vantagens do aço, como a possibilidade de resistir grandes vãos e a rapidez da montagem. Além disso, a construção do edifício vai proporcionar o desenvolvimento regional, visto que, além do núcleo habitacional, apresenta setores de lojas, comércio, escritórios e lazer, gerando benefícios econômicos e agregando grande valor à região.

## 1.2 Localização

A região de implementação do projeto é situada na cidade de São Paulo, definido pelo quarteirão delimitado na aresta frontal pela Avenida Paulista, na parte posterior pela Alameda Santos e nas laterais pela Rua Augusta e Rua Padre João Manuel.

**Figura 1:** Mapa da localização



Fonte: Google Earth

## 2 ARQUITETURA

### 2.1 Características da Edificação

O projeto do edifício em questão segue as propostas apresentadas no edital do concurso, sendo que este apresenta um embasamento com lojas e sobrelojas, que ocupa toda a quadra, e uma torre com 48 andares com dois núcleos de circulação vertical, que abriga apartamentos residenciais e escritórios. Ademais, o embasamento apresenta dois subsolos destinados ao estacionamento de veículos e um núcleo de circulação vertical que abrange os subsolos, as lojas e a laje jardim – utilizada como lazer e paisagismo.

### 2.2 A Torre

O desenvolvimento do projeto da torre buscou oferecer uma parcela residencial, caracterizada pelos apartamentos (lado esquerdo da planta), e uma parcela comercial (lado direito da planta), definida pelos escritórios. Para atender esses parâmetros, foi proposta uma divisão horizontal da torre, na qual poderia ser criada uma concepção estrutural simétrica e modular, o que também garantiria a independência da circulação das pessoas nos dois núcleos. O acesso à torre é realizado através dos núcleos de circulação vertical, sendo que os residentes podem entrar pelas garagens subterrâneas ou pela recepção no embasamento.

Para que os ambientes possam receber uma ventilação e iluminação natural, foram criados 3 poços, de modo que todos os cômodos foram contemplados. A sua área foi definida de acordo com o Código de Obras e Edificações COE – Lei Nº 11.228/92 Cáp 10 Implantação, Aeração e Insolação das Edificações, para definir a área mínima é preciso respeitar a seguinte fórmula:

$$Ap = 4 + 0,40 * (Hp - 9)$$

Na qual:

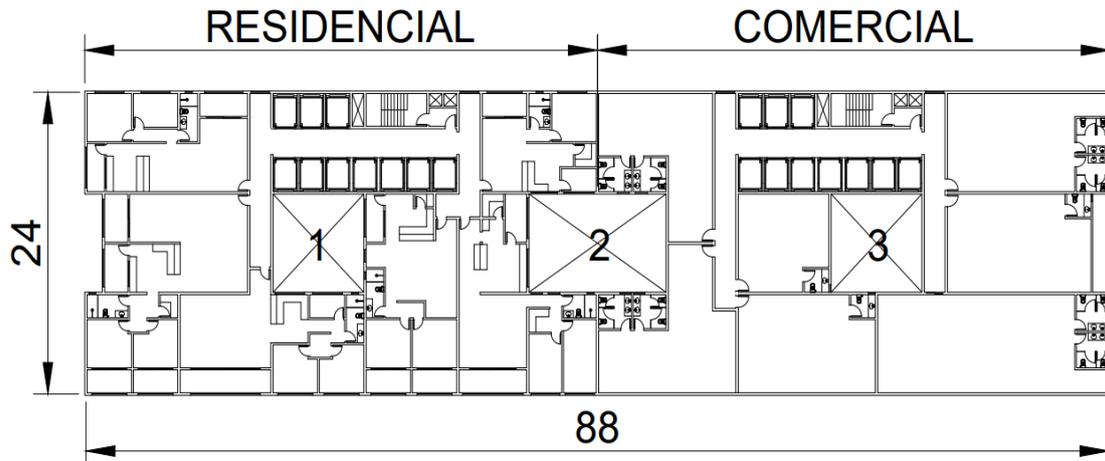
Ap é a altura mínima e Hp é a altura total das paredes.

Como a torre é formada por 48 andares com pé direito de 3 m, Hp tem um valor de 144 m. Assim, temos que Ap = 58 m<sup>2</sup> e respeitando a proporção de 2:3 entre os lados e a concepção estrutural.

**Tabela 1:** Área do poço de iluminação e ventilação

Poço	Área (m <sup>2</sup> )
1	60,84
2	92,04
3	60,84

**Figura 2:** Planta baixa da torre sem escala.



Fonte: Autoral

Para a definição da circulação vertical foi utilizada a IT-14/2019 Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco para definir o tipo de ocupação. Para o lado de residencial foi considerado ocupação residencial – apartamentos; divisão A-2; carga de Incêndio 300 MJ/m<sup>2</sup>. Já o lado comercial foi considerado ocupação serviços profissionais, pessoais e técnicos – escritórios; divisão D-1; carga de Incêndio 700 MJ/m<sup>2</sup>

No dimensionamento da escada é utilizado o pavimento de maior população, porém como só existe um modelo de pavimento tipo foi usado o mesmo modelo apresentado acima com a particularidade de divisão entre o residencial e comercial. A largura de escada é definida pela seguinte fórmula:

$$N = \frac{P}{C}$$

Na qual:

N é o número de unidade de passagem;

P é a população;

C e a capacidade de unidade de passagem.

De acordo com a IT-11/2019, para a divisão A-2 a população é calculada por 2 pessoas por dormitórios e a capacidade de unidade de passagem para escadas é de 45. No pavimento tipo existem 6 apartamentos, 5 com dois quartos e 1 com 1 quarto totalizando uma população de 22. Para a divisão D-1 a população é calculada por 1 pessoa por 7 m<sup>2</sup> de área e a capacidade de unidade de passagem para escadas é de 75. No pavimento tipo tem uma área de 717,92 m<sup>2</sup> para o comercial, dando uma população de 103. Jogando os valores na fórmula temos N=1 para o residencial e N=2 para o comercial, o valor da unidade de passagem é de 0,55 m. Desta forma a largura da passagem de ser de 0,55 m e 1,10 m respectivamente. Contudo foi adotado uma largura de 1,30 m pois o código de obras do município de São Paulo estabelece que a largura mínima seja de 1,20 m e

considerando que os corrimões vão ocupar cerca de 10 cm (5cm de cada lado) deixando a passagem livre de 1.10 m

Os degraus foram dimensionados de acordo com a fórmula de Bondel:

$$63 \text{ cm} < 2 * h + b < 64 \text{ cm}$$

Na qual:

h é a altura;

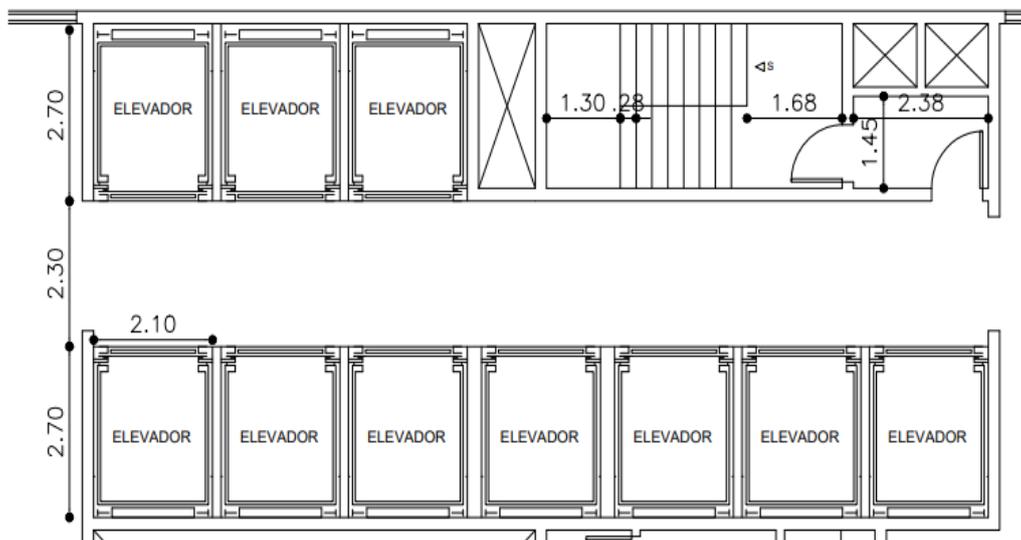
b é a base.

Com isso foi adotado h= 17,64 cm e b= 28 cm

De acordo com a NBR-9050 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, estabelecem espaços obrigatórios para área de resgate dentro da escada. Tendo como referência uma área de 0,80 m x 1,20 m a cada 500 pessoas de lotação, por pavimento na antecâmara no qual é atendida pelo pavimento tipo que foi de 1,45 m x 2.38 m respeitando a arquitetura.

Os elevadores foram definidos de acordo com arquitetura e o espaço disponível para a circulação vertical, totalizando 10 elevadores de 2,10 m x 2,70 m com um corredor de acesso central.

**Figura 3:** Layout da Circulação vertical



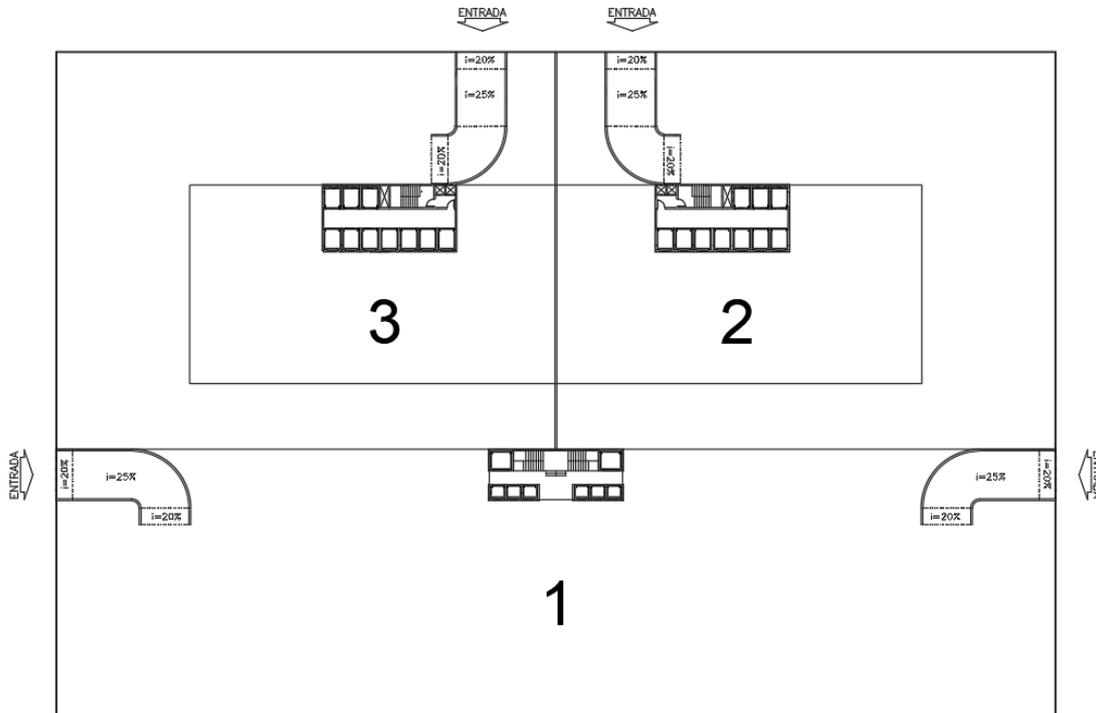
Fonte: Autoral

### 2.3 Subsolo

O subsolo da edificação compreende dois pavimentos destinados ao estacionamento de veículos, segregado em 03 (três) ambientes, o primeiro, destinado aos clientes, proprietários e funcionários do embasamento comercial, abrange uma área de 7680m<sup>2</sup>, o segundo, destinado aos clientes, proprietários e funcionários do setor comercial

da torre, abrange uma área total de 5760 m<sup>2</sup> e, por fim, o terceiro ambiente é destinado aos moradores da parcela residencial da torre e também possui uma área de 5760 m<sup>2</sup>.

**Figura 4:** Definição das áreas e entradas da garagem sem escala.



Fonte: Autoral

O acesso ao subsolo é realizado através de 04 (quatro) rampas, sendo que a parcela comercial tem acesso nas duas ruas laterais do empreendimento (Rua Augusta e Rua Padre João Manuel) e o estacionamento destinado aos empreendimentos da torre tem acesso pelos fundos (Alameda Santos).

As rampas de acesso veicular foram projetadas seguindo algumas recomendações da ABNT NBR 9050 (Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos), sendo a inclinação definida pela fórmula:

$$i = \frac{(h * 100)}{c}$$

Na qual:

i é a inclinação, expressa em porcentagem (%);

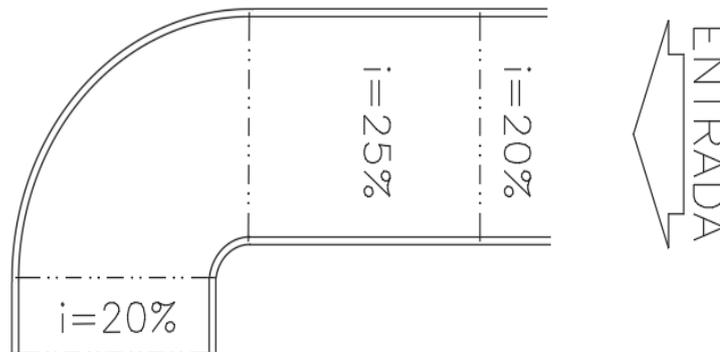
h é a altura do desnível;

c é o comprimento da projeção horizontal.

No projeto, foram adotadas rampas com 6m de largura, com o objetivo de possibilitar o trânsito de veículos em dois sentidos (entrada e saída), com inclinação de

25%, sendo que 2m, tanto iniciais quanto finais, apresentam inclinação de 20%, apresentando uma transição mais suave para a base horizontal.

**Figura 5:** Inclinação da rampa da garagem sem escala.



Fonte: Autoral

## 2.4 Embasamento Comercial

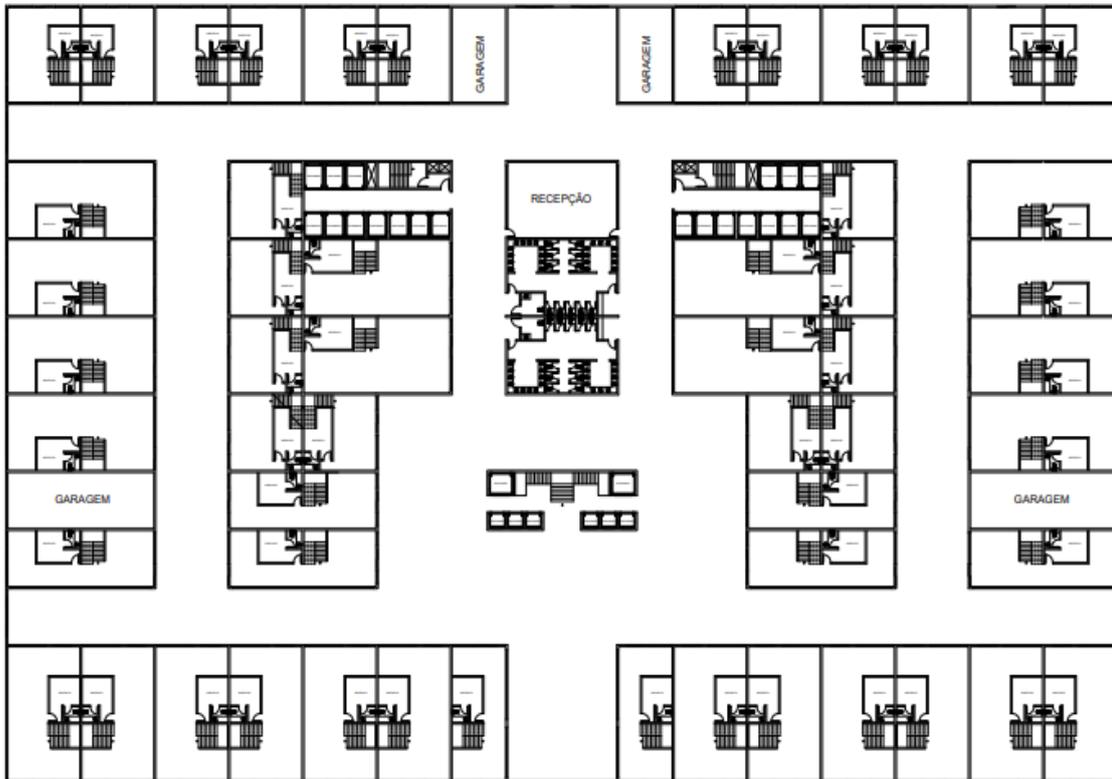
O térreo está definido como um pavimento de lojas com sobrelojas, onde os arranjos dos espaços das lojas foram delimitados pelas vigas centrais e pilares variando entre lojas de 60m<sup>2</sup> até 110m<sup>2</sup>, considerando em cada loja uma área para banheiro, copa e escada para auxiliar no pré dimensionamento da laje na definição de carga.

Em relação às entradas, como o prédio está localizado na totalidade de um quarteirão, isso foi aproveitado para ter entradas voltadas para os quatro lados, favorecendo o acesso, sendo a entrada principal de frente para a Avenida Paulista com duas portas de 4 metros juntas na parte central com um corredor de 12 metros; uma entrada nos fundos de frente para Alameda Santos com duas portas de 4 metros juntas na parte central com um corredor de 12 metros; duas entradas localizada mais na extremidade tanto da lateral de frente á Rua Augusta quanto a lateral voltada à Rua Padre João Manuel, com porta de 4 metros e corredor de aproximadamente 6 metros, como mostra a Planta Baixa do Térreo.

Além disso, foram reservadas duas áreas de 92 m<sup>2</sup> para o banheiro destinados aos clientes que circulam no térreo, uma para o masculino e outra para o feminino, contendo um banheiro PNE e espaço para bebedouros em cada. Uma outra área de 92 m<sup>2</sup> destinada à recepção da torre, uma para o lado comercial e outra para o lado residencial, cada uma de frente para a única entrada da circulação vertical de cada respectiva recepção.

Por fim a circulação vertical que dá acesso ao terraço foi definida com uma arquitetura de acordo com o espaço disponível, com duas escadas na parte central, dois elevadores de 2,60x2,40 metros e 6 elevadores de 1,80x1,70 metros.

**Figura 6:** Planta baixa do embasamento (lojas com sobrelojas) em escala.



Fonte: Autoral

## 2.5 Laje Jardim

A Laje Jardim engloba a área de cobertura do embasamento comercial, sendo que está se encontra no mesmo nível do pavimento tipo da torre. Nesse sentido, a fim de garantir a privacidade dos residentes, foi estabelecida uma divisória com 4m de afastamento das paredes externas da torre.

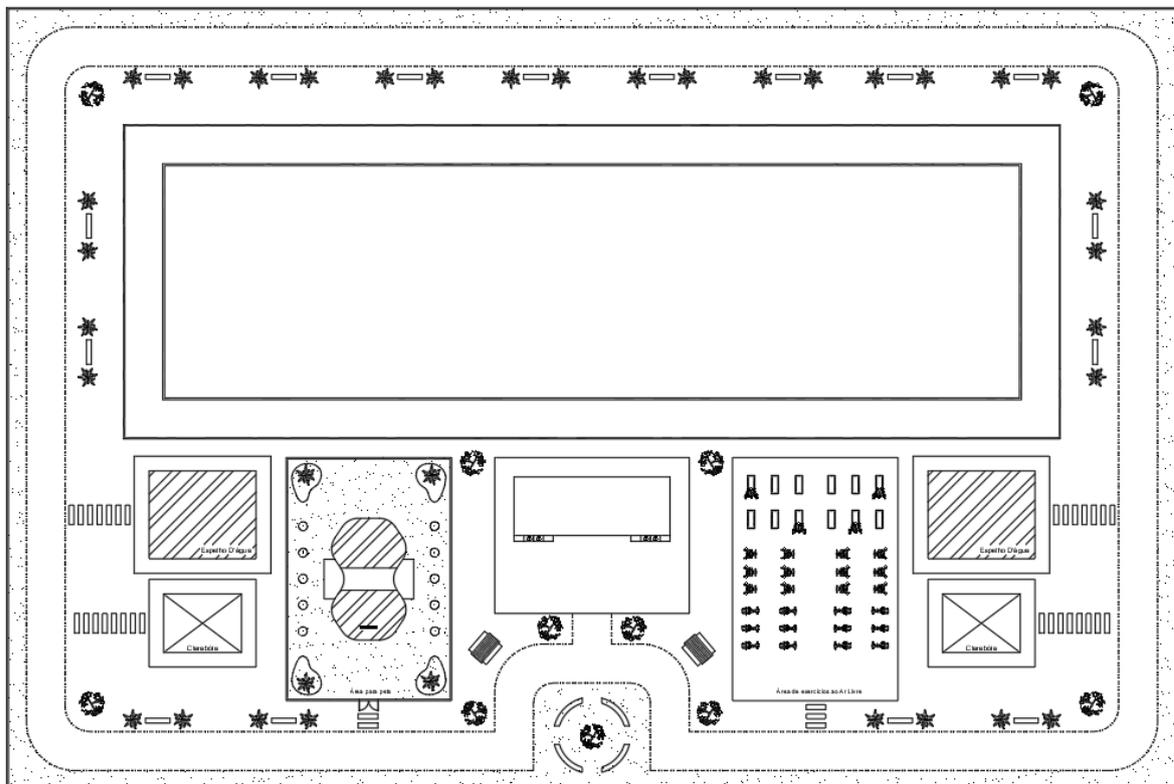
Em relação ao perímetro externo, foi projetado um guarda corpo com esquadria metálica e em vidro que abrange toda a extensão da laje, considerando recomendações da ABNT NBR 14718 (Guarda-corpos para edificação), com o intuito de garantir segurança contra quedas e acidentes. Além disso, a Laje Jardim apresenta uma pista com 4m de largura que contorna toda a sua extensão, destinada à prática de exercícios físicos e outras atividades.

Ademais, na saída dos elevadores, foi estabelecida uma área de apoio, com lavatórios e bebedouros, também, foram alocados no projeto dois espelhos d'água com dimensões 11x9 metros, com o intuito de promover vantagens estéticas e com relação a manutenção de um nível de umidade do ar benéfico. Também foram projetadas duas claraboias piramidais, de dimensões 8x6 metros, localizadas exatamente acima da

interseção dos corredores do embasamento comercial, abrangendo o conceito de iluminação zenital e corroborando o aumento da eficiência energética na iluminação do edifício.

Por fim, foram alocadas duas grandes áreas, com aproximadamente 420m<sup>2</sup>, cujos usos propostos foram: uma área com a disposição de aparelhos de academia ao ar livre e a outra destinada a um parque para animal de estimação, cercada por gradil em toda sua extensão. No restante dos ambientes, foram consideradas regiões para convívio social, com ênfase em áreas verdes e plantio de árvores de pequeno e médio porte.

**Figura 7:** Planta baixa do terraço (Laje Jardim) sem escala.



Fonte: Autoral

### 3 CONCEPÇÃO ESTRUTURAL

#### 3.1 Escolha da concepção

A princípio, foi escolhido trabalhar com perfis da Gerdau (laminados), pela maior facilidade de encomendar junto a empresa e por termos à nossa disposição tabelas desses perfis com dados para as demais etapas de cálculo. Ademais, sabe-se que esses perfis têm comprimento de 12 metros, sendo uma importante informação para levar em conta na concepção dos elementos, principalmente nas distâncias entre pilares que irá gerar vão

livre para as vigas. Sendo assim, tentamos utilizar vãos que são constantes em muitas partes da edificação ou múltiplos de 12 metros. Tomando como base a questão de modularização da estrutura, gerando um menor custo e maior agilidade na construção. Dessa maneira, em relação à torre sua dimensão é de (88x24 metros) na qual na menor dimensão foi dividido em 3 vãos de 8 metros para alocar os pilares e na maior dimensão vãos de 8 metros e 6 metros. Dessa maneira temos vigas principais e secundárias de 8 e 6 metros de comprimento, respectivamente, a primeira sendo utilizada em grande quantidade pelo porte da edificação não seria um problema para a empresa e segunda sendo múltiplo do tamanho padrão dos perfis, cortando temos duas peças.

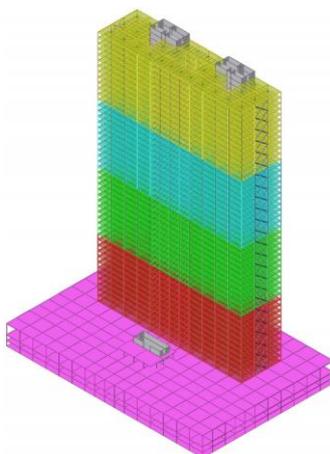
Em relação às vigas, serão mistas trabalhando em conjunto com a laje steel deck. Essa escolha está baseada no aumento da inércia das vigas mistas proporcionada pela laje, que proporciona uma menor flecha e conseqüentemente o vencimento de um vão maior em comparação com o mesmo perfil metálico utilizado na viga mista. Além disso, a laje steel deck consegue aumentar a velocidade da obra, por tratar de formas metálicas prontas e studs bolts soldados na mesa das vigas, e também a não necessidade de escoras se respeitar determinados limites informados nos catálogos dos fabricantes (iremos explicar melhor posteriormente no item 4.3). Com isso, foi definido um espaçamento de 2 metros entre as vigas secundárias.

Lajes retangulares adotados o steel deck paralelo ao menor vão e as vigas secundárias perpendiculares a esse vão.

Além disso, a laje em steel deck proporciona a estrutura um diafragma rígido. Esse tem a função de transmitir os esforços (vento) de maneira iguais entre os pilares, garantindo uma deformação igual entre os elementos.

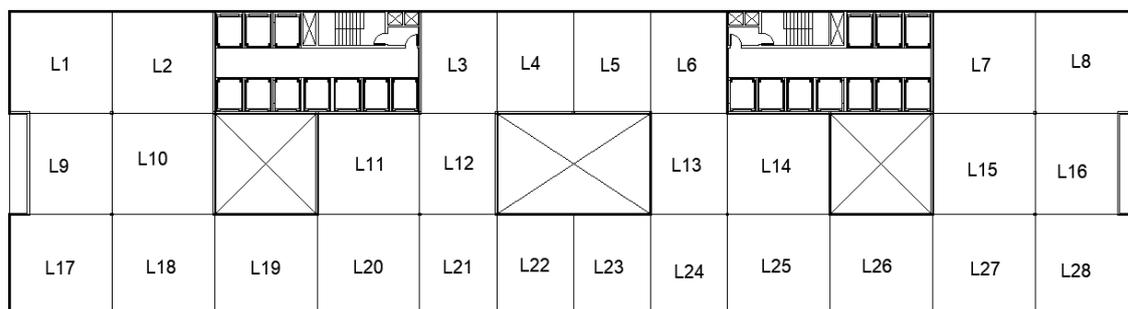
Além disso, a torre foi dividida em 4 módulos, sendo esses utilizados para uma padronização nos pilares. No princípio, queríamos utilizar somente perfis metálicos, mas tendo o alto carregamento sobre os pilares houve a necessidade de utilização de outro método construtivo, sendo o misto. Dessa maneira, foi pré dimensionado os perfis mais sobrecarregados de cada tipo de pilar e seu respectivo modulo. Abaixo uma imagem mostrando essa divisão.

**Figura 8:** Modularização vertical da torre.



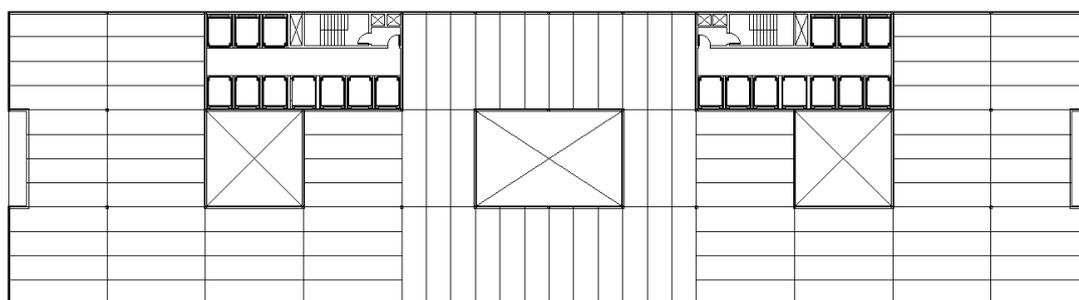
Fonte: Autoral

**Figura 9:** Pré-dimensionamento das lajes, vigas principais e pilares sem escala.



Fonte: Autoral

**Figura 10:** Disposição e sentido das vigas secundárias sem escala.



Fonte: Autoral

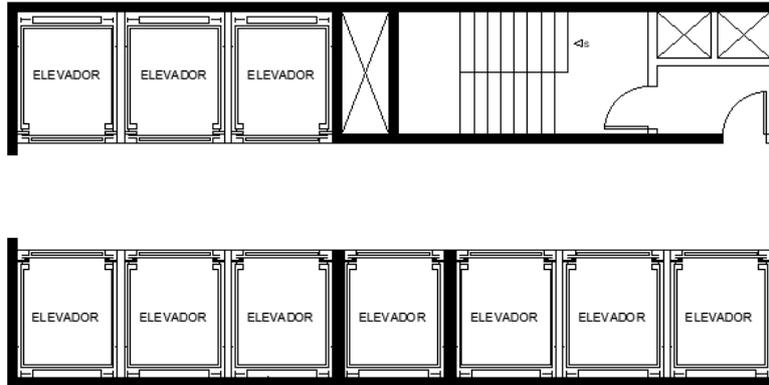
Com relação ao térreo e garagens, tivemos o mesmo raciocínio adotado para a torre, na questão de perfis de fácil fabricação e tamanhos bem comerciais. Além disso, houve a necessidade de termos vão maiores em algumas localidades para se adequar a questão arquitetônica e também ao número de pilares que chegaram na garagem, para assim não atrapalhar a questão de fluxo de veículos e vagas.

### 3.2 Núcleo Rígido e Contraventamentos

Utilizaremos os espaços reservados para a circulação vertical para dispor de núcleos rígidos. Com isso, primeiramente deve analisar quais as funções de um núcleo rígido, os formatos mais usuais e por fim qual a solução que adotamos. Dessa maneira, uma das funções é a absorção dos esforços provenientes da ação de vento e colaboração para a estabilidade global da estrutura. Porém, apesar dos núcleos rígidos ajudarem na absorção dos esforços provenientes da ação do vento, a estrutura em si (formada por pórticos) já é capaz de fazer tal função, além de diminuir também os deslocamentos horizontais. Portanto, os núcleos rígidos têm uma função além dessas citadas, que se trata de aumentar a rigidez da estrutura a torção. Essa questão pode ocorrer a depender da região em que a edificação se encontrará, pois, as construções adjacentes ajudam na dissipação da ação do vento, levando a possíveis cargas de vento de diferentes módulos em regiões da edificação (Com isso, há uma tendência à torção).

Sendo assim, para aumentar a rigidez da edificação e resistência à torção são dispostos núcleos rígidos. Esses podem ser em formatos tubulares ou até mesmo em U. Nesse referido projeto, utilizaremos de núcleos rígidos de concreto armado, feitos em formato de U ao redor de escadarias/ conjunto de elevadores.

**Figura 11:** Definição do núcleo rígido sem escala.



Fonte: Autoral

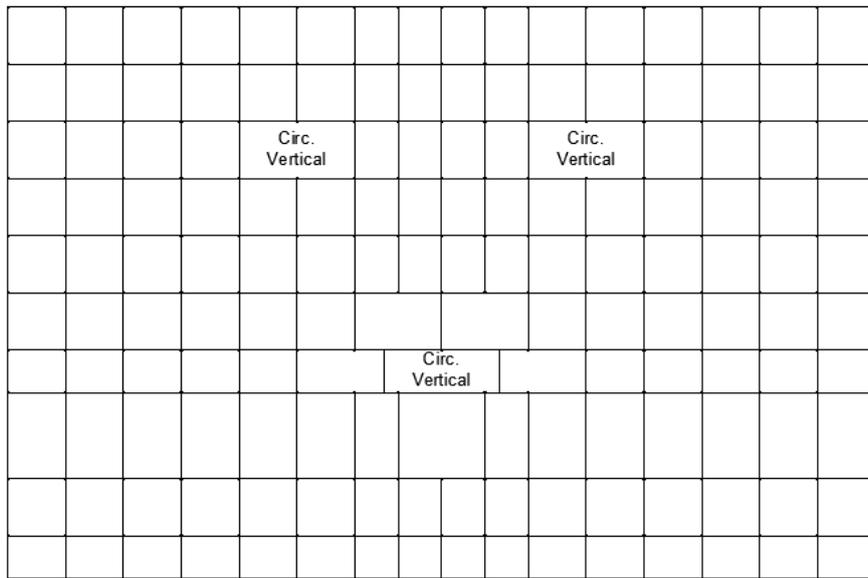
Com relação aos contraventamentos, esses ajudam a aumentar a rigidez dos elementos impedindo uma maior deslocabilidade. Essa rigidez está associada ao travamento que esses elementos irão proporcionar, diminuindo assim o comprimento de flambagem e também o deslocamento do perfil entre pavimentos. Em nossa edificação, foi disposto contraventamentos na face de menor dimensão da estrutura.

Isso foi necessário por se tratar de uma edificação em que há uma grande inércia em um eixo e uma inércia menor em outro. Esta resistência ao deslocamento citada, é importante quando há aplicação das cargas de vento, responsáveis pela deslocabilidade horizontal da estrutura. Uma inércia menor, indica mais facilidade de movimento, portanto, necessitando de mais elementos de enrijecimento.

### 3.3 Lajes Nervuradas

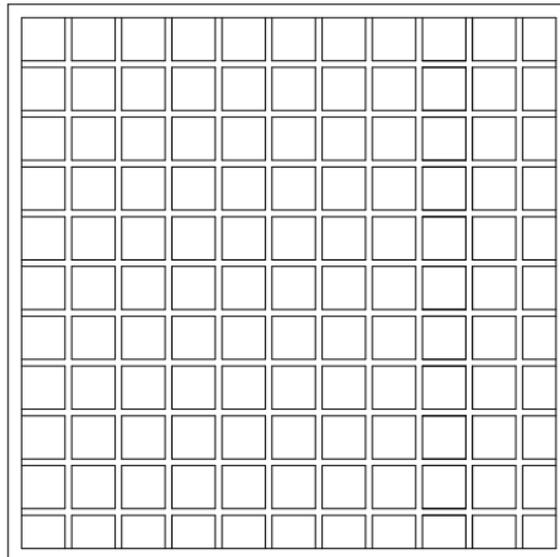
Para as lajes do subsolo, lojas e embasamento, utilizamos lajes nervuradas bidirecionais. Isso foi feito, para conseguirmos vencer grandes vãos com uma flecha consideravelmente menor e também resistir aos carregamentos elevados proporcionados por essas regiões. A vantagem em relação a laje maciça é a utilização de preenchimentos de isopor ou formas removíveis utilizadas para proporcionar menor peso próprio, além de poder utilizar nervuras pré fabricadas.

**Figura 12:** Malha da laje nervurada sem escala.



Fonte: Autoral

**Figura 13:** Exemplo de laje para um modulo de 8m x 8m sem escala.



Fonte: Autoral

## 4 PRÉ DIMENSIONAMENTO

### 4.1 Definição dos Revestimentos, espessuras de argamassa, foros, pesos específicos

Para começar o pré dimensionamento é necessário saber das cargas atuantes nos elementos estruturais. Sendo assim, é necessário conhecer as plantas arquitetônicas e

também os acabamentos e tipo de vedação a ser utilizada. Dessa maneira, nesse projeto utilizamos dois tipos de vedações: drywall para paredes internas e Steel Frame para paredes externas. Em relação ao revestimento, utilizamos no piso porcelanato genérico e também nas paredes de áreas molhadas, forró e também argamassa para assentamento e regularização.

**Tabela 2:** Peso específico dos materiais utilizados para os cálculos

<b>Tipo</b>	<b>Espessura (m)</b>	<b>Peso específico (KN/m<sup>3</sup>)</b>
Piso cerâmico	0,0087	25
Argamassa (Chão)	0.02	21
Argamassa (área molhadas)	0,01	21

**Tabela 3:** Carga linear e por área de componentes utilizados na estrutura

Dry wall	0,66 KN/m
Steel Frame	0,204 KN/m
Forro Placas de gesso	0,15 KN/m <sup>2</sup>

Para os cálculos utilizamos constantes em KN/m para entrarmos com a distância e já termos o peso em KN, depois disso para achar a carga atuante na laje em KN/m<sup>2</sup> é necessário só dividir pela área da laje verificada. Essas constantes são encontradas na tabela abaixo, onde K1 é para parede em drywall sem revestimento, K2 é em steel frame, K3 drywall com revestimento e K4 steel frame com revestimento.

**Tabela 4:** Coeficientes utilizados nos cálculos de carga

<b>K1 (KN/m)</b>	<b>K2 (KN/m)</b>	<b>K3 (KN/m)</b>	<b>K4 (KN/m)</b>
0,66	0,204	1,818	1,362

K3 e K4, são encontrados somando ao K1 e K2 respectivamente K (que contém valores de porcelanato e argamassa de assentamento) no qual, tem-se:

$K = (22\text{KN/m}^3 \times 0,008\text{m} \times 3\text{m}) + (21\text{KN/m}^3 \times 0,01\text{m} \times 3\text{m}) = 1,158\text{KN/m}$  onde são valores de peso específico, espessura e pé esquerdo.

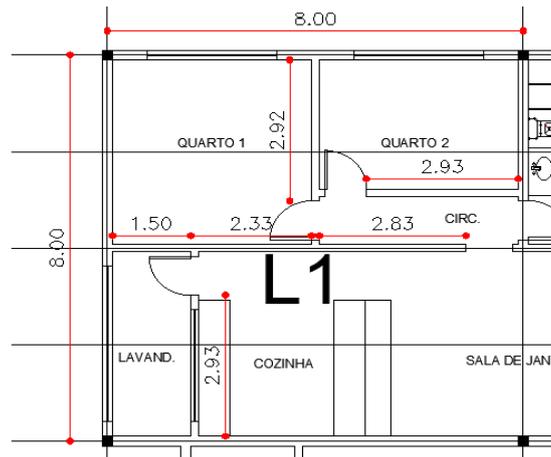
Além disso, deve ser considerado nas lajes as cargas variáveis de utilização. Essas são consultadas na NBR 6120:2019. Foi considerada a maior dessas cargas para padronização. Outra questão, nas lajes da parte comercial, foi considerado um acréscimo de 0,75 KN/m<sup>2</sup> (Consideração feita com base na NBR 6120:2019, tabela 11 Peso próprio (p.p.) da parede acabada em KN/m de  $1 \leq p.p. \leq 2$ ) para questões de construção de divisórias não programadas no arquitetônico.

## 4.2 Explicação dos cálculos da laje

### Exemplo laje 1 pavimento tipo:

Por meio da arquitetura podemos medir o comprimento das paredes (drywall) e com isso, calcular as cargas provenientes dessas que passarão para a laje. Abaixo uma imagem para melhorar a compreensão de como foi feito os cálculos:

Figura 14: Layout sobre a Laje 01



Fonte: Autoral

Podemos então calcular o comprimento total de cada tipo de vedação. As bonecas tem dimensão de 10 cm e também entraram nos cálculos.

Drywall sem revestimento:  $2,92+0,1+2,33+2,83+0,1+2,93+0,1=11,31$  metros

Drywall com revestimento:  $2,93+0,1+1,5=4,53$  metros

Área total da laje:  $8\text{m} \times 8\text{m} = 64 \text{ m}^2$

coeficientes anteriormente calculados:  $K1 = 0,66$  e  $K3 = 1,818$

Carga acidental =  $2 \text{ KN/m}^2$  (NBR 6120:2019)

Carga atuantes de parede =  $(11,31 \text{ m} \times 0,66 \text{ KN/m}) / 64\text{m}^2 + (4,53\text{m} \times 1,818 \text{ KN/m}) / 64\text{m}^2 = 0,25 \text{ KN/m}^2$

Carga devido ao piso =  $0,0087 \text{ m} \times 25 \text{ KN/m}^3 = 0,2175 \text{ KN/m}^2$

Carga devido ao foro =  $0,15 \text{ KN/m}^2$  (NBR 6120:2019)

Carga devido argamassa de assentamento =  $0,02 \text{ m} \times 21 \text{ KN/m}^3 = 0,42 \text{ KN/m}^2$

Carga permanente total =  $0,42+0,15+0,2175+0,25=1,0375 \text{ KN/m}^2$

Utilizaremos Combinação última normal para majoração das cargas, onde  $\gamma = 1,4$  tanto para carga permanente quanto para carga variável.

Carga final (sem o peso próprio da laje) =  $1,4 \times (1,0375+2) \text{ KN/m}^2 = 4,25 \text{ KN/m}^2$

Dessa maneira, foram feitos os cálculos para todas as lajes e utilizamos o maior carregamento para fazer a escolha/dimensionamento da laje steel deck.

### 4.3 Laje Steel Deck

O pré dimensionamento/dimensionamento da laje steel deck foi realizado por meio do catálogo do fabricante (METFORM). Sendo assim, primeiramente analisamos se o vão máximo sem escoramento está dentro do que foi feito na concepção, posteriormente entramos com as cargas calculadas sobre a laje em KN/m<sup>2</sup> e analisamos qual a altura mínima da laje necessária para suportar essa sobrecarga, tendo em vista que no catálogo mostra a carga sobreposta máxima (ou seja, desconsiderando o peso próprio da laje). Além disso, a questão da espessura da forma steel deck utilizamos 8mm que é mais usual e MF 50, com 50mm de altura e com largura útil de 915mm, adotado em edificações urbanas (escritórios e edifícios). Para uma homogeneização na altura da laje steel deck fazemos o dimensionamento para a laje mais solicitada, dessa maneira as lajes menos solicitadas podem ser utilizadas como locais para armazenamento de materiais durante a obra.

### 4.4 Análise da resistência da laje adotada

Como escolhemos uma laje com altura de 12 cm, MF 50 e espessura de 0,8mm. Com isso, por termos um espaçamento entre vigas secundárias de 2 metros, temos uma carga sobreposta máxima de 9,06 KN/m<sup>2</sup>.

Sendo assim, a laje mais carregada tendo carga de 6,75 KN/m<sup>2</sup>, percebe-se que há ainda uma sobrecarga de pelo menos 2 KN/m<sup>2</sup>, em relação a laje mais solicitada até que ocorra a ruptura da laje escolhida. Dessa maneira, há a possibilidade de utilização dessas lajes para armazenar por tempo definido materiais a serem utilizados no pavimento.

### 4.5 Redução das cargas variáveis

Para determinarmos as cargas atuantes sobre os pilares utilizamos um dispositivo normativo para diminuir as solicitações provenientes de cargas variáveis (6.12 Redução de cargas variáveis, NBR 6120:2019). Sendo assim, para aplicar esse fator de redução  $\alpha_n$  o pilar deve suportar acima de si várias lajes com o mesmo tipo de uso. Abaixo segue a tabela de redução:

**Tabela 5:** Valores do multiplicador das cargas variáveis

<b>Número de pisos que atuam sobre o elemento</b>	<b>Multiplicador <math>\alpha_n</math> das cargas variáveis</b>
1 a 3	1
4	0,8
5	0,6
6 ou mais	0,4

Tem-se que deixar claro que quando troca a função da laje deve começar a redução novamente e garagens, térreo e cobertura não podem fazer a redução do  $q_k$ .

#### 4.6 Explicação das áreas de influência

As áreas de influência são de extrema importância para a determinação das cargas que irão para os pilares e vigas. Com isso, na torre o carregamento da laje passa para as vigas secundárias que possuem uma área de influência de 1 metro para cada lado do eixo, ou seja, metade do vão adjacente de cada lado. Em relação aos pilares, foi adotado uma área de influência de  $\frac{1}{4}$  da laje para cada pilar da mesma.

Para as vigas do subsolo, onde a laje é bidirecional foi feito as charneiras considerando as inclinações de  $45^\circ$  quando se tem o mesmo tipo de restrição (Engaste-Engaste, Apoio-Apoio), caso contrário  $30^\circ$  partindo do lado apoiado ou  $60^\circ$  do lado engastado (Apoio-Engaste).

#### 4.7 Cálculo carregamento nas vigas (Principal e secundária)

As cargas foram provenientes dos carregamentos, utilização e peso próprio. Sendo que esses, foram considerados com sua maior magnitude entre as lajes utilizadas. Além disso, as vigas foram classificadas em principais e secundárias, sendo que as vigas secundárias são mistas com carregamento distribuído sobre as mesmas, e as principais, também mistas, mas separadas entre as que recebiam os carregamentos provenientes das vigas secundárias em forma de carregamento pontual e as que tinham carregamento distribuído (paralelas às vigas secundárias).

Para a torre em si foram utilizados os valores que constam na tabela abaixo, sendo que o peso da estrutura depende do perfil utilizado nos cálculos e o peso próprio da laje foi retirado do catálogo do fabricante.

**Tabela 6:** Cargas utilizadas no carregamento sobre as vigas

<b>Origem das cargas</b>	<b>KN/m<sup>2</sup></b>
Estrutura Metálica	0,1500
Peso próprio laje steel deck	2,3200
Revestimento	0,2175
Argamassa	0,4200
Divisórias	1,0300
Forró	0,1500
Carga Acidental	3,0000

Com esses carregamentos e também as áreas de influência, fizemos os cálculos para pré dimensionar os perfis a serem utilizados.

#### 4.8 Cálculo carregamento pilares

Em relação às cargas que chegam aos pilares foram consideradas as cargas provenientes dos pesos próprios e também das cargas de utilização. Sendo esses, reduzidos conforme já mencionado anteriormente. Além disso, temos 3 tipos de pilares, canto, borda e central, sendo os pilares centrais os que recebem maior carregamento por estar disposto entre 4 lajes. Devido aos grandes carregamentos foram feitos pilares mistos e metálicos.

## 4.9 Pré dimensionamento

### 4.9.1 Vigas Secundárias

Para o pré dimensionamento fizemos praticamente um dimensionamento da viga mista. Dessa maneira, quando jogado no software não precisaríamos ficar trocando os perfis e somente corrigir problemas pontuais. Fizemos então, por meio de planilhas o dimensionamento, utilizando a carga mais desfavorável.

Com isso, o procedimento é caracterizado principalmente pela interação completa entre os dois elementos, que é propiciado pela utilização de conectores do tipo studs. Além disso, consideramos construção não escorada, onde antes da ação mista apenas o perfil metálico está resistindo às solicitações. Portanto, os principais pontos analisados são as resistências ao cisalhamento, cortante, momento e deformação.

Com relação a deformação limite, como estamos considerando tanto ações de peso próprio e de utilização, foi utilizado como referência o eurocode 3 e valor de  $L/250$ .

Agora iremos demonstrar por meio de um exemplo como foi feito o pré dimensionamento:

Dados de projeto se encontram na tabela abaixo:

**Tabela 7:** Cargas e valores utilizados para o pré dimensionamento vigas secundárias

<b>Situação de projeto</b>	
Estrutura metálica	0,15 KN/m <sup>2</sup>
Laje steel deck	2,32 KN/m <sup>2</sup>
Revestimento	0,2175 KN/m <sup>2</sup>
Argamassa	0,42 KN/m <sup>2</sup>
Divisórias	1,03 KN/m <sup>2</sup>
Forró	0,15 KN/m <sup>2</sup>
Carga Acidental	3 KN/m <sup>2</sup>
bc	200 cm
B (Área de influência)	2 m
L	8 m
tc	6 cm
ec	3 cm
$\alpha e$	7,32

**Tabela 8:** Propriedades do material

**Propriedades dos Materiais  
ASTM A572 GRAU 50**

FY	34,5 KN/cm <sup>2</sup>
FU	45 KN/cm <sup>2</sup>
E	20500 KN/cm <sup>2</sup>
fck	25 Mpa
Ec	28000 Mpa

**Tabela 9:** Dados básicos do perfil metálico

<b>Dados do Perfil</b>	
<b>W 310 x 52,0</b>	
d	31,7 cm
bf	16,7 cm
tf	1,32 cm
tw	0,76 cm
h	29,1 cm
Ag	67 cm <sup>2</sup>
Ix	11909 cm <sup>4</sup>
Wx	751,4 cm <sup>3</sup>
Iy	1026 cm <sup>4</sup>
Wy	122,9 cm <sup>3</sup>
Zy	188,8 cm <sup>3</sup>
ry	3,91 cm

$\alpha_E = \frac{E}{EC}$  onde esse coeficiente faz a transformação da área de concreto para uma área equivalente de aço.

$$\alpha_E = \frac{E}{EC} = \frac{20500}{2800} = 7,3, \text{ onde } E_c = 5600\sqrt{f_{ck}} = 5600\sqrt{25} = 28000 \text{ Mpa} = 2800 \frac{KN}{cm^2}$$

B é a área de influência da viga, sendo metade da distância entre as vigas adjacentes, ou seja, com a distância entre as vigas secundárias é de 2 metros a área de influência será de 1 metros pra cada lado a partir do eixo da viga.

b é a largura efetiva da laje e deve ser verificado levando em consideração 3 disposições estabelecida pela norma e escolhida a menor delas. Depois disso, o bc é a largura efetiva multiplicado por 2 (pra cada lado da viga partindo do eixo)

$\frac{1}{8}$  do tamanho do vão;

$\frac{1}{2}$  da distância entre as vigas adjacentes; ou

distância entre eixo da viga e balanço mais próximo.

#### 4.9.1.1 Cálculo dos esforços solicitantes de cálculo

a. Antes da cura do concreto

$$Q_1 = \frac{(\text{Peso próprio estrutura} + \text{Peso próprio da laje}) * B}{100}$$

$$Q_1 = \frac{(0,15 + 2,32) * 2}{100} = 0,0494 \frac{KN}{cm}$$

$$Q_{sd1} = 0,0494 * 1,4 = 0,0692 \frac{KN}{cm}$$

b. Depois da cura do concreto

$$Q_1 = \frac{(Revestimento + forro + divisórias + Carga de utilização + regularização) * B}{100}$$

$$Q_1 = \frac{(0,2175 + 0,15 + 1,03 + 3,00 + 0,42) * 2}{100} = 0,0964 \frac{KN}{cm}$$

$$Q_{sd1} = 0,0964 * 1,4 = 0,1349 \frac{KN}{cm}$$

#### 4.9.1.2 Momentos fletores máximos

$$M_{sd1} = \frac{(Q_{sd1} * (L * 100)^2)}{8} = \frac{(0,0692 * (8 * 100)^2)}{8} = 5532,8 \text{ KNcm}$$

$$M_{sd2} = \frac{(Q_{sd2} * (L * 100)^2)}{8} = \frac{(0,1349 * (8 * 100)^2)}{8} = 10791,2 \text{ KNcm}$$

#### 4.9.1.3 Cortante Máxima

$$V_{sd} = \frac{(Q_{sd1} + Q_{sd2}) * (L * 100)}{2} = \frac{(0,0692 + 0,1349) * (8 * 100)}{2} = 81,62 \text{ KN}$$

#### 4.9.1.4 Propriedades da Seção Mista com interação completa

Calculo da área transformada:

$$At = \frac{(bc)}{\alpha_E} tc = \frac{(200)}{7,3} 6 = 163,90 \text{ cm}^2, \text{ onde } tc \text{ é a espessura do concreto.}$$

$$y = \frac{d}{2} + ec = \frac{31,7}{2} + 3 = 18,85 \text{ cm, onde } ec \text{ é } \frac{tc}{2}$$

$$At * y = 163,90 \text{ cm}^2 * 18,85 \text{ cm} = 3089,56 \text{ cm}^3$$

$$At * y^2 = 163,90 \text{ cm}^2 * (18,85 \text{ cm})^2 = 58238,22 \text{ cm}^4$$

$$I_0 = \frac{bc * tc^3}{\alpha_E * 12} = \frac{200 * 6^3}{7,3 * 12} = 491,71 \text{ cm}^4$$

#### 4.9.1.5 Soma das propriedades do concreto transformado ao perfil metálico

$$At = At + Ag = 163,90 \text{ cm}^2 + 67 \text{ cm}^2 = 230,90 \text{ cm}^2$$

$$I_0 = I_0 + I_x = 491,71 \text{ cm}^4 + 11909 \text{ cm}^4 = 12400,71 \text{ cm}^4$$

#### 4.9.1.6 Continuação dos cálculos das propriedades da seção mista

$$I_{xp} = I_0 + At \cdot y^2 = 491,71 \text{ cm}^4 + 58238,22 \text{ cm}^4 = 70638,93 \text{ cm}^4$$

$$d_{cg} = \frac{(At \cdot y)}{At} = \frac{3089,56}{163,90} = 13,38 \text{ cm} \quad \text{Acima do CG do perfil}$$

$$d_m = \frac{d}{2} + d_{cg} = \frac{31,7}{2} + 13,38 = 29,23 \text{ cm} \quad \text{Linha neutra no perfil}$$

$$I_{mx} = I_{xp} - At \cdot d_{cg}^2 = 70638,93 - 163,90 \cdot (13,38)^2 = 29299,45 \text{ cm}^4$$

$$W_{mxs} = \frac{I_{mx}}{(d-dm)} = \frac{29299,45}{(31,7-29,23)} = 11863,92 \text{ cm}^3$$

$$W_{mxi} = \frac{I_{mx}}{d_m} = \frac{29299,45}{29,23} = 1002,36 \text{ cm}^3$$

$$W_c = \frac{I_{mx} \times \alpha_E}{(d+tc-dm)} = \frac{29299,45 \times 7,3}{(31,7+6-29,23)} = 25327,43 \text{ cm}^3$$

#### 4.9.1.7 Verificação se pode dimensionar em regime elástico

$$\frac{h}{t_w} < 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \frac{29,1}{0,76} < 3,76 \sqrt{\frac{20500}{34,5}} = 38,9 < 91,65 \text{ OK}$$

#### 4.9.1.8 Verificação posição da linha neutra plástica

$$T_{ad} = \frac{Ag \cdot f_y}{1,10} = \frac{67 \cdot 34,5}{1,10} = 2101,36 \text{ KN}$$

$$C_{cd} = \frac{0,85 \cdot f_{ck} \cdot bc \cdot tc}{1,40} = \frac{0,85 \cdot 2,5 \cdot 200 \cdot 6}{1,40} = 1821,43 \text{ KN}$$

$T_{ad} > C_{cd}$  linha neutra plástica no perfil

#### 4.9.1.9 Momento fletor resistente

$$a = \frac{T_{ad}}{0,60 \cdot f_{ck} \cdot bc} = \frac{2101,36}{0,60 \cdot 2,5 \cdot 200} = 7,00 \text{ cm}$$

$$d_1 = \frac{d}{2} + tc - \frac{a}{2} = \frac{31,7}{2} + 3,0 - \frac{7,00}{2} = 18,35 \text{ cm}$$

$$M_{rd} = T_{ad} \cdot d_1 = 2101,36 \cdot 18,35 = 38555,25 \text{ KNcm}$$

$$M_{rd} > M_{sd1} + M_{sd2} \quad 38555,25 > 5532,8 + 10791,2 \quad 38555,25 > 16323,00 \text{ KNcm}$$

#### 4.9.1.10 Número de contenções laterais necessárias

$$L_p = 1,76 r_y \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1,76 \cdot 3,91 \sqrt{\frac{20500}{34,5}} = 167,75 \text{ cm}$$

$$L_b = 8 \text{ metros}$$

Número de dispositivos = 4, 1 a cada 200 cm

#### 4.9.1.11 Verificação da flambagem da mesa e alma da viga

$$FLA \rightarrow \lambda = \frac{h}{tw} < \lambda p = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} \rightarrow \lambda = \frac{29,1}{0,76} < \lambda p = 3,76 \sqrt{\frac{20500}{34,5}} \rightarrow$$

$$\lambda = 38,29 < \lambda p = 91,65$$

$$FLM \rightarrow \lambda = \frac{bf}{2tf} < \lambda p = 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} \rightarrow \lambda = \frac{16,7}{1,32} < \lambda p = 0,38 \sqrt{\frac{20500}{34,5}} \rightarrow$$

$$\lambda = 6,33 < \lambda p = 9,26$$

$$\lambda < \lambda p \rightarrow Mrd, x = \frac{Zx \cdot fy}{1,10}$$

$$Mrd, x = \frac{Zx \cdot fy}{1,10} = \frac{842,5 \cdot 34,5}{1,10} = 26423,86 \text{ KNcm} > Msd1 \text{ ok}$$

#### 4.9.1.12 Verificação ao cortante

$$\frac{h}{tw} \leq 1,10 \sqrt{\frac{K_v E}{f_y}}, \text{ onde } K_v = 5 \text{ para vigas sem enrijecedores}$$

$$\frac{29,1}{0,76} \leq 1,10 \sqrt{\frac{5 \cdot 20500}{34,5}} \rightarrow 38,29 \leq 59,96 \rightarrow Vrd = \frac{0,6 \cdot fy \cdot Aw}{1,10} > Vsd$$

$$Vrd = \frac{0,6 \cdot 34,5 \cdot 31,7 \cdot 0,76}{1,10} = 453,37 \text{ KN} > Vsd = 81,62 \text{ KN OK}$$

#### 4.9.1.13 Deslocamento máximo para combinação rara de serviço

Não há majoração das Cargas permanentes e variáveis  $\rightarrow 1,00$  (CP+CA)

$$\delta_1 = \frac{5 \cdot Q_1 \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} = \frac{5 \cdot 0,0494 \cdot (8 \cdot 100)^4}{384 \cdot 20500 \cdot 11909} = 1,08 \text{ cm}$$

$$\delta_2 = \frac{5 \cdot Q_2 \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_{mx}} = \frac{5 \cdot 0,0964 \cdot (8 \cdot 100)^4}{384 \cdot 20500 \cdot 29299,45} = 0,86 \text{ cm}$$

$$\delta_{ser} = \delta_1 + \delta_2 = 1,08 + 0,86 = 1,93 \text{ cm} < \delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{800}{250} = 3,20 \text{ cm}$$

Flecha dentro do limite estabelecido.

#### 4.9.1.14 Resistência conector tipo Studs

Força de cisalhamento horizontal  $\rightarrow Qsd = \min(Tad, Ccd) = 1821,43 \text{ KN}$

Tipo de conector utilizado  $\rightarrow \phi 16 \times 64$ ,  $Asc = \frac{\pi \cdot 1,6^2}{4} = 2 \text{ cm}^2$ ,  $fucs = 40 \text{ KN/cm}^2$

$$Qrd = 0,4 \cdot Asc \sqrt{fck} \cdot Ec < 0,8 \cdot Asc \cdot fucs \rightarrow 0,4 \cdot 2 \sqrt{2,5} \cdot 2800 < 0,8 \cdot 2 \cdot 40$$

$$67,29 \text{ KN} < 64,34 \text{ KN} \rightarrow Qrd = 64,34 \text{ KN}$$

$$\text{Números de Studs} = 2 \cdot \frac{Qsd}{Qrd} = 2 \cdot \frac{1821,43}{64,34} = 57$$

Espaçamento de  $\frac{800}{57} = 14$  cm

→ Usar perfil W310x 52

#### 4.9.2 Vigas Principais

Para o pré-dimensionamento das vigas principais foi seguido o mesmo procedimento das vigas secundárias com diferença principal na questão das cargas que atuam sobre elas. Dessa maneira, as vigas tinham um carregamento distribuído proveniente das paredes que situam acima delas e também uma área de influência de 1 metro (B=100cm) que as transmitiam as cargas da laje, além de cargas pontuais devido as vigas secundárias. Com isso, foi feita a adição de mais tipos de cargas (Q1, Q2, Q3 e Q4) e na questão dos deslocamentos há a diferença nas formulações.

Sendo assim, iremos demonstrar o cálculo das Cargas atuantes e os deslocamentos provenientes de cada uma delas.

**Tabela 10:** Cargas e valores utilizados para o pré dimensionamento vigas principais

<b>Situação de projeto</b>	
Estrutura metálica VP	0,0122 KN/cm
Divisória VP	0,0066 KN/cm
a	200 cm
Inércia da Laje mista	8,85 $cm^4/cm$
Estrutura metálica	0,15 KN/m <sup>2</sup>
Laje Steel deck	2,32 KN/m <sup>2</sup>
Revestimento	0,2175 KN/m <sup>2</sup>
Argamassa	0,42 KN/m <sup>2</sup>
Divisórias	1,03 KN/m <sup>2</sup>
Forro	0,15 KN/m <sup>2</sup>
Carga Acidental	3 KN/m <sup>2</sup>
bc	200 cm
B (Área de influência)	2 m
L	8 m
tc	7 cm
ec	3,5 cm
ae	7,3

**Tabela 11:** Propriedades do material

<b>Propriedades dos Materiais</b>
<b>ASTM A572 GRAU 50</b>

FY	34,5 KN/cm <sup>2</sup>
FU	45 KN/cm <sup>2</sup>
E	20500 KN/cm <sup>2</sup>
fck	25 Mpa
Ec	28000 Mpa

**Tabela 12:** Dados básicos do perfil metálico

<b>Dados do Perfil</b>	
<b>W 360 x 122,0 (H)</b>	
d	36,3 cm
bf	25,7 cm
tf	2,17 cm
tw	1,3 cm
h	32 cm
Ag	155,3 cm <sup>2</sup>
Ix	36599 cm <sup>4</sup>
Wx	2016,5 cm <sup>3</sup>
Zx	2269,8 cm <sup>3</sup>
rx	15,35 cm
Iy	6147 cm <sup>4</sup>
Wy	478,4 cm <sup>3</sup>
Zy	732,4 cm <sup>3</sup>
ry	6,29 cm
Peso	122 Kg

#### 4.9.2.1 Cálculo dos esforços solicitantes de cálculo

a. Antes da cura do concreto

$$Q_1 = \text{peso próprio da viga} = \frac{122Kg}{m} * \frac{10}{1000} = \frac{1,22KN}{m} = \frac{0,0122KN}{cm}$$

$$Q_3 = \frac{(\text{Peso próprio estrutura vigas secundárias} + \text{Peso próprio da laje}) * B}{100}$$

$$Q_3 = \frac{(0,15+2,32)*2}{100} = 0,0494 \text{ KN/cm} \rightarrow Q_3 = 0,0494 * (L * 100) = 0,0494*800=39,52KN$$

b. Depois da cura do concreto

$$Q_4 = \frac{(\text{Revestimento} + \text{forro} + \text{divisórias} + \text{Carga de utilização}) * B}{100}$$

$$Q_4 = \frac{(0,2175+0,15+1,03+3,00+0,42)*2}{100} = 0,09635 \text{ KN/cm} \rightarrow Q_4 = 0,09635 * (L * 100) = 0,0964 * 800 = 77,08KN$$

$$Q_2 = \text{peso próprio da divisória sobre a viga} = \frac{0,66\frac{KN}{m}}{100} = 0,0066KN/cmz$$

#### 4.9.2.2 Propriedades da Seção Mista com interação completa

Calculo da área transformada:

$$At = \frac{(bc)}{\alpha_E} tc = \frac{(200)}{7,3} 7 = 191,22 cm^2, \text{ onde } tc \text{ é a espessura do concreto.}$$

$$y = \frac{d}{2} + ec = \frac{36,3}{2} + 3,5 = 21,65 \text{ cm, onde } ec \text{ é } \frac{tc}{2}$$

$$At \cdot y = 191,22 \text{ cm}^2 * 21,65 \text{ cm} = 4139,902 \text{ cm}^3$$

$$At \cdot y^2 = 191,22 \text{ cm}^2 * (21,65 \text{ cm})^2 = 89628,89 \text{ cm}^4$$

$$I_0 = \frac{bc \cdot tc^3}{\alpha_E \cdot 12} = \frac{200 \cdot 7^3}{7,3 \cdot 12} = 780,813 \text{ cm}^4$$

#### 4.9.2.3 Soma das propriedades do concreto transformado ao perfil metálico

$$At = At + Ag = 191,22 cm^2 + 155,30 cm^2 = 346,52 cm^2$$

$$I_0 = I_0 + I_x = 780,813 cm^4 + 36599 cm^4 = 37379,81 cm^4$$

#### 4.9.2.4 Continuação dos cálculos das propriedades da seção mista

$$I_{xp} = I_0 + At \cdot y^2 = 780,813 cm^4 + 89628,89 cm^4 = 127008,7 cm^4$$

$$d_{cg} = \frac{(At \cdot y)}{At} = \frac{4139,902}{191,22} = 11,9471 \text{ cm} \quad \text{Acima do CG do perfil}$$

$$d_m = \frac{d}{2} + d_{cg} = \frac{36,3}{2} + 11,9471 = 30,10 \text{ cm} \quad \text{Linha neutra no perfil}$$

$$I_{mx} = I_{xp} - At \cdot d_{cg}^2 = 127008,7 - 191,22 * (11,9471)^2 = 77548,55 cm^4$$

#### 4.9.2.5 Verificação dos deslocamentos máximos

Não há majoração das Cargas permanentes e variáveis  $\rightarrow 1,00$  (CP+CA)

c. Carregamento distribuído

$$\delta_1 = \frac{5 \cdot Q_1 \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} = \frac{5 * 0,0122 * (8 * 100)^4}{384 * 20500 * 36599} = 0,087 \text{ cm}$$

$$\delta_2 = \frac{5 \cdot Q_2 \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_{mx}} = \frac{5 * 0,0066 * (8 * 100)^4}{384 * 20500 * 77548,55} = 0,022 \text{ cm}$$

d. Carga Pontual Central

$$\delta_3 = \frac{Q_3 \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_x} = \frac{39,52 * (8 * 100)^3}{384 * 20500 * 36599} = 0,562 \text{ cm}$$

$$\delta_4 = \frac{Q_4 \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_{mx}} = \frac{77,08 \cdot (8 \cdot 100)^3}{384 \cdot 20500 \cdot 77548,55} = 0,517 \text{ cm}$$

e. Carga pontual a uma distância de a=200cm das extremidades

$$\begin{aligned} \delta_5 &= \frac{Q_3 \cdot a}{24 \cdot E \cdot I_x} \cdot (3 \cdot L^2 - 4a^2) \\ &= \frac{39,52 \cdot 200}{24 \cdot 20500 \cdot 36599} \cdot (3 \cdot 800^2 - 4 \cdot 200^2) = 0,773 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta_6 &= \frac{Q_4 \cdot a}{24 \cdot E \cdot I_{mx}} \cdot (3 \cdot L^2 - 4a^2) \\ &= \frac{77,08 \cdot 200}{24 \cdot 20500 \cdot 77548,55} \cdot (3 \cdot 800^2 - 4 \cdot 200^2) = 0,711 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta_{ser} &= \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 + \delta_5 + \delta_6 \\ &= 0,087 + 0,022 + 0,562 + 0,517 + 0,773 + 0,711 \\ &= 2,68 \text{ cm} < \delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{800}{250} = 3,20 \text{ cm} \end{aligned}$$

Flecha dentro do limite estabelecido.

Como dito anteriormente, os demais passos são iguais ao feito para a viga secundária e por se tratar de pré-dimensionamento não há a necessidade de demonstrá-los. Com relação ao B=2 metros, sabemos que algumas vigas principais tem apenas 1 metro, porém adotou a pior situação para podermos padronizar as vigas.

#### 4.9.3 Vigas Principais térreo e subsolo

Para as vigas do térreo e subsolo utilizamos vigas metálicas e o pré-dimensionamento foi feito levando em consideração os pesos próprios da laje (nervurada bidirecional), carregamento de utilização, revestimento e peso próprio da estrutura. Além disso, foi feito as charneiras para termos maior precisão quanto ao carregamento destinado a cada viga. A seguir tem-se os dados utilizados e um exemplo de como foi feito o cálculo das vigas.

**Tabela 13:** Cargas e valores utilizados para o pré dimensionamento vigas principais térreo/subsolo

Situação de projeto	
Estrutura metálica	0,1 KN/cm
Laje nervurada	4 KN/m <sup>2</sup>
Carregamento	7,5 KN/m <sup>2</sup>
Carregamento total	12,63 KN/m <sup>2</sup>

Área	54,43 m <sup>2</sup>
Carregamento paredes	0,21 KN/m <sup>2</sup>
Demais cargas	0,92 KN/m <sup>2</sup>
L	8 m

**Tabela 14:** Propriedades do material

<b>Propriedades dos Materiais ASTM A572 GRAU 50</b>	
FY	34,5 KN/cm <sup>2</sup>
FU	45 KN/cm <sup>2</sup>
E	20500 KN/cm <sup>2</sup>

**Tabela 15:** Dados básicos do perfil metálico

<b>Dados do Perfil W 610 x 125,0</b>	
d	61,2 cm
bf	22,8 cm
tf	1,96 cm
tw	1,19 cm
h	57,3 cm
Ag	160,1 cm <sup>2</sup>
Ix	99184 cm <sup>4</sup>
Wx	3241,3 cm <sup>3</sup>
Zx	3697,3 cm <sup>3</sup>
rx	24,89 cm
Iy	3933 cm <sup>4</sup>
Wy	343,5 cm <sup>3</sup>
Zy	536,3 cm <sup>3</sup>
ry	4,96 cm

#### 4.9.3.1 Cálculo dos esforços solicitantes de cálculo

$$Q_1 = \frac{(\text{Demais cargas} + \text{Carregamento paredes} + \text{Peso próprio laje} + \text{Carga de utilização}) * \text{Área}}{100 * L} + \text{Carga peso da Viga}$$

$$Q_1 = \frac{(0,92 + 0,21 + 4 + 7,5) * 54,43}{100 * 8} + 0,1 = 0,9593 \frac{KN}{cm}$$

$$Q_{sd1} = Q_1 * 1,4 = 1,3430 \frac{KN}{cm}$$

#### 4.9.3.2 Esforços máximos

$$M_{sd1} = \frac{(Q_{sd1} * L^4)}{8} = \frac{(1,3430 * 800^4)}{8} = 107443,1 \text{ KNcm}$$

$$V_{sd1} = \frac{(Q_{sd1} * L)}{2} = \frac{(1,3430 * 800)}{2} = 537,2156 \text{ KN}$$

#### 4.9.3.3 Cálculo se a viga precisa de contenções laterais

$$L_p = 1,76 r_y \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1,76 * 4,96 \sqrt{\frac{20500}{34,5}} = 212,79 \text{ cm}$$

$$L_b = 8 \text{ metros}$$

Número de dispositivos = 4, 1 a cada 200 cm

#### 4.9.3.4 Verificação da flambagem da mesa e alma da viga

$$\text{FLA} \rightarrow \lambda = \frac{h}{t_w} < \lambda_p = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} \rightarrow \lambda = \frac{57,3}{1,19} < \lambda_p = 3,76 \sqrt{\frac{20500}{34,5}} \rightarrow$$

$$\lambda = 48,1513 < \lambda_p = 91,65$$

$$\text{FLM} \rightarrow \lambda = \frac{b_f}{2 t_f} < \lambda_p = 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} \rightarrow \lambda = \frac{22,9}{3,92} < \lambda_p = 0,38 \sqrt{\frac{20500}{34,5}} \rightarrow$$

$$\lambda = 6,33 < \lambda_p = 9,26$$

$$\lambda < \lambda_p \rightarrow M_{rd, x} = \frac{Z_x \cdot f_y}{1,10}$$

$$M_{rd, x} = \frac{Z_x \cdot f_y}{1,10} = \frac{3697,3 * 34,5}{1,10} = 115960,8 \text{ KNcm} > M_{sd1} \text{ OK}$$

#### 4.9.3.5 Verificação ao cortante

$$\frac{h}{t_w} \leq 1,10 \sqrt{\frac{K_v E}{f_y}}, \text{ onde } K_v = 5 \text{ para vigas sem enrijecedores}$$

$$\frac{57,3}{1,19} \leq 1,10 \sqrt{\frac{5 * 20500}{34,5}} \rightarrow 48,1513 \leq 59,96 \rightarrow V_{rd} = \frac{0,6 \cdot f_y \cdot A_w}{1,10} > V_{sd}$$

$$V_{rd} = \frac{0,6 * 34,5 * 61,2 * 1,19}{1,10} = 1370,491 \text{ KN} > V_{sd} = 537,2156 \text{ KN OK}$$

#### 4.9.3.6 Deslocamento máximo para combinação rara de serviço

Não há majoração das Cargas permanentes e variáveis  $\rightarrow 1,00$  (CP+CA)

$$\delta_{ser} = \frac{5 \cdot Q1 \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} = \frac{5 \cdot 0,9593 \cdot (8 \cdot 100)^4}{384 \cdot 20500 \cdot 99184} = 2,5163 \text{ cm}$$

$$\delta_{ser} = 2,52 \text{ cm} < \delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{800}{250} = 3,20 \text{ cm}$$

Flecha dentro do limite estabelecido.

#### 4.9.4 Pilares Mistos

Utilizamos para o Pré-dimensionamento dos pilares mistos o anexo P da NBR 8800: 2008, sendo verificado apenas a parte de força normal de compressão sobre o elemento. Sendo que as demais partes se verificariam por meio do software.

**Tabela 16:** Carga e dados utilizados para o pré dimensionamento dos Pilares mistos

<b>Situação de projeto</b>	
Pilar	P5
Perfil	W 410 x 60,0
Tipo de contorno	Bi Rotulado
Comprimento destravado	300 cm
Barras( $\varphi$ )	12,5 mm
Número de barras	4
$\varphi$ do estribo	6,3 mm
Nsd(KN)	4662,09 KN

**Tabela 17:** Propriedades e dados principais para o cálculo

<b>Informações Gerais</b>	
Ec	3067,25 KN/cm <sup>2</sup>
Ec,red	1226,90 KN/cm <sup>2</sup>
Ea	20500 KN/cm <sup>2</sup>
Es	20500 KN/cm <sup>2</sup>
fck	30 Mpa
fy	350 Mpa
fys	500 Mpa
Yc	1,4
Ya	1,1
Ys	1,15
Cobrimento	30 mm

**Tabela 18:** Dados do perfil metálico

<b>Dados do Perfil</b>	
d	407 mm

bf	178 mm
tf	12,8 mm
tw	7,7 mm
h	381 cm
Ag	76,2 cm <sup>2</sup>
Ia	21707 cm <sup>4</sup>

$$E_c = 5600\sqrt{f_{ck}} = 5600\sqrt{30} = 30672,46 \text{ Mpa} = 3067,25 \frac{KN}{cm^2}$$

$$E_{c,red} = \frac{E_c}{1+\varphi\left(\frac{N_{g,sd}}{N_{sd}}\right)}, \text{ onde pode-se simplificar e considerar } \varphi = 2,5 \text{ e } \left(\frac{N_{g,sd}}{N_{sd}}\right) = 0,6$$

Com isso estamos levando em consideração os efeitos de retração e fluência do concreto.

#### 4.9.4.1 Determinação dos Cobrimentos em x e y da face da mesa até face do concreto

$$Cx = Cy = \frac{bf}{6} = \frac{178}{6} = 30\text{mm}$$

$$Cx \text{ máx} = 0,4 \cdot bf = 0,4 \cdot 178 = 71,2 \text{ mm}$$

$$Cy \text{ máx} = 0,3 \cdot d = 0,3 \cdot 407 = 122,1 \text{ mm}$$

$$Cx = Cy \text{ calculado} = \text{Cobrimento} + \varphi \text{ do estribo} + \text{Barras}(\varphi) = 30 + 6,3 + 12,5 = 49 \text{ mm}$$

$Cx \text{ utilizado} = 61 \text{ mm}$  e  $Cy \text{ utilizado} = 71,5 \text{ mm}$ , foram adotados valores dentro dos intervalos permitidos e que possibilitariam um pilar misto acabado com dimensões múltiplas de 5 cm.

$$\text{Dimensão pilar acabado} \rightarrow hc = d + cy * 2 = 407 + 71,5 * 2 = 550 \text{ mm ou } 55 \text{ cm}$$

$$bc = bf + cx * 2 = 178 + 61 * 2 = 300 \text{ mm ou } 30 \text{ cm}$$

#### 4.9.4.2 Cálculo da Força axial resistente da seção mista

$$N_{pl,R} = f_y \cdot A_a + \alpha \cdot f_{ck} \cdot A_c + f_{ys} \cdot A_s$$

$$N_{pl,R} = \frac{350}{10} * 76,2 + 0,85 * \frac{30}{10} * (55 * 30 - 76,2) + \frac{500}{10} * \left(\pi * \frac{1,25^2}{4} * 4\right)$$

$$N_{pl,R} = 6926 \text{ KN}$$

#### 4.9.4.3 Cálculo dos momentos de inercia referente ao aço, perfil e concreto

$I_a = 21707 \text{ cm}^4$  por meio da tabela do fabricante

$$I_c = \frac{bc \cdot hc^3}{12} - I_a = \frac{30 \cdot 55^3}{12} - 21707 = 394230,5 \text{ cm}^4$$

$$I_s = \frac{\pi \cdot D^2}{4} * \text{número de barras} = 3,141592 * \frac{1,25^2}{4} * 4 = 0,47937 \text{ cm}^4$$

#### 4.9.4.4 Cálculo da rigidez efetiva a flexão da seção mista e comprimento de flambagem que serão utilizados para determinação da força axial de flambagem elástica.

$$(EI)_e = E_a \cdot I_a + 0,6 E_c \cdot \text{red.} \cdot I_c + I_s \cdot E_s$$

$$(EI)_e = 20500 * 21707 + 0,6 * 1226,9 * 394230,5 + 20500 * 0,47937$$

$$(EI)_e = 735211819,3 \text{ KN/cm}^2$$

$$(KL)^2 = (1 * 300)^2 = 90000 \text{ cm}^2$$

#### 4.9.4.5 Força axial de flambagem elástica

$$N_e = \frac{\pi^2 \cdot (EI)_e}{(KL)^2} = \frac{\pi^2 * 735211819,3}{90000} = 80625 \text{ KN}$$

#### 4.9.4.6 Fator de redução Normativo

$$\lambda_{o,m} = \sqrt{\frac{N_{pl,R}}{N_e}} = \sqrt{\frac{6926}{80625}} = 0,2931$$

$$\lambda_{o,m} \leq 1,5 \rightarrow \chi = 0,658^{\lambda_{o,m}^2}$$

$$\lambda_{o,m} > 1,5 \rightarrow \chi = \frac{0,877}{\lambda_{o,m}^2}$$

$$\text{Como } \lambda_{o,m} \leq 1,5 \rightarrow \chi = 0,658^{0,2931^2} = 0,9647$$

#### 4.9.4.7 Força axial de compressão resistente de cálculo à plastificação total

$$N_{pl,Rd} = f_{yd} \cdot A_a + \alpha \cdot f_{cd} \cdot A_c + f_{sd} \cdot A_s$$

$$= \frac{350}{10/1,1} * 76,2 + 0,85 * \frac{30}{10/1,4} * (55 * 30 - 76,2) + \frac{500}{10/1,15} * (\pi * \frac{1,25^2}{4} * 4)$$
$$= 5504,5 \text{ KN}$$

#### 4.9.4.8 Força axial resistente

$$N_{Rd} = \chi \cdot N_{pl,Rd} = 0,9647 * 5504,5 = 5310,14 \text{ KN} > N_{sd} \text{ ok!}$$

Além disso, foi feita verificação de alguns fatores listados abaixo:

$$\delta = \frac{Aa \cdot f_{yd}}{N_{pl,Rd}} \text{ que deve estar entre } 0,2 \text{ e } 0,9$$

$$\delta = \frac{76,2 * \frac{350}{1,1}}{5504,5} = 0,44$$

$$\frac{Hc}{bc} \rightarrow \text{entre } 0,2 \text{ e } 5 \rightarrow \frac{55}{30} = 1,83 \text{ ok}$$

$$Tx \text{ aço} \rightarrow \text{entre } 0,3 \text{ a } 4 \% \rightarrow \frac{A_s}{A_c - A_a} \rightarrow \frac{\pi * \frac{1,25^2}{4} * 4}{(55 * 30) - 76,2} * 100 = 0,31\%$$

#### 4.9.5 Pilares Metálico

Para carregamentos que não necessitavam de grande área de seção transversal para vencer os esforços a compressão, foi adotado pilares metálicos perfil W Gerdau. Dessa maneira, só não foram utilizados onde as cargas eram elevadas o suficiente para não passarem ao esforço axial de compressão, sendo necessário a utilização de perfis soldados de grande magnitude (tipo CS) ou pilares mistos. Com base na situação atual vemos que o aço está à um preço elevado, dessa maneira, optou-se por pilares mistos que além de serem mais viáveis economicamente proporcionam uma proteção aos perfis contra impactos e fogo.

**Tabela 19:** Dados para verificações e processo de cálculo

<b>Informações Gerais</b>	
Comprimento destravado	300 cm
Tipo de ligação	Bi Rotulado
bf/tf lim	36,32
h/tw lim	13,65
E	20500 KN/cm <sup>2</sup>
Fy	34,5 KN/cm <sup>2</sup>
γa	1,1

**Tabela 20:** Dados do perfil e solicitação normal

<b>Dados do Perfil</b>	
Pilar	P5

Perfil	W 360 x 110,0 (H)
Área	140,6 cm <sup>2</sup>
Rx	15,36 cm
Ry	6,29 cm
Bf	25,6 cm
tf	1,99 cm
h	32 cm
tw	1,14 cm
Nsd	3611,82 KN

#### 4.9.5.1 Verificação Flambagem

$$FLA \rightarrow \frac{h}{tw} < 1,49 \sqrt{\frac{E}{fy}} \rightarrow \frac{32}{1,14} < 1,49 \sqrt{\frac{20500}{34,5}} \rightarrow$$

$$28,07 < 36,32$$

$$FLM \rightarrow \frac{bf}{2tf} < 0,56 \sqrt{\frac{E}{fy}} \rightarrow \frac{25,6}{2*1,99} < 0,38 \sqrt{\frac{20500}{34,5}} \rightarrow$$

$$6,43 < 13,65$$

$$Q = 1,00$$

#### 4.9.5.2 Cálculo do índice de esbeltez

$$\lambda_0 = K \cdot \frac{ly}{ry} * \sqrt{\frac{fy}{\pi^2 * E}} \rightarrow 1,00 * \frac{300}{6,29} * \sqrt{\frac{34,5}{\pi^2 * 20500}}$$

$$\lambda_0 = 0,6228$$

$$\lambda_0 \leq 1,5 \rightarrow \chi = 0,658^{\lambda_0^2}$$

$$\lambda_0 > 1,5 \rightarrow \chi = \frac{0,877}{\lambda_0^2}$$

$$\text{Como } \lambda_0 \leq 1,5 \rightarrow \chi = 0,658^{0,6228^2} = 0,8501$$

#### 4.9.5.3 Cálculo força axial resistente normal de cálculo

$$Nc,rd = \frac{\chi \cdot Q \cdot Ag \cdot fy}{\gamma_a} = \frac{0,8501 * 1,00 * 140,6 * 34,5}{1,10} = 3748,89 \text{ KN} > Nsd \text{ ok!}$$

Abaixo se encontram tabelas com os perfis pré-dimensionados que foram lançados no software:

**Tabela 21:** Tipos de perfis metálicos utilizados no módulo 2 da edificação

<b>Pilares Metálicos Módulo 2</b>			
<b>Tipo</b>	<b>Perfis utilizados</b>	<b>Número de perfis por pavimento</b>	<b>Total no Módulo</b>
1	W 250 x 101,0 (H)	2	12
2	W 360 x 110,0 (H)	2	12
3	W 360 x 110,0 (H)	3	18
4	W 610 x 174,0	10	60
5	W 610 x 155,0	5	30
6	W 610 x 174,0	5	30

**Tabela 22:** Tipos de perfis metálicos utilizados no módulo 3 da edificação

<b>Pilares Metálicos Módulo 3</b>			
<b>Tipo</b>	<b>Perfis utilizados</b>	<b>Número de perfis por pavimento</b>	<b>Total no Módulo</b>
Tipo 1	W 200 x 59,0 (H)	2	12
Tipo 2	W 250 x 101,0 (H)	2	12
Tipo 3	W 250 x 101,0 (H)	3	18
Tipo 4	W 250 x 101,0 (H)	10	60
Tipo 5	W 360 x 122,0 (H)	5	30
Tipo 6	W 610 x 140,0	5	30
Tipo 7	W 610 x 155,0	5	30

**Tabela 23:** Tipos de perfis metálicos utilizados no módulo 4 da edificação

<b>Pilares Metálicos Módulo 4</b>			
<b>Tipo</b>	<b>Perfis utilizados</b>	<b>Número de perfis por pavimento</b>	<b>Total no Módulo</b>
Tipo 1	W 200 x 41,7 (H)	2	12
Tipo 2	HP 200 x 53,0 (H)	2	12
Tipo 3	W 200 x 59,0 (H)	3	18
Tipo 4	HP 250 x 62,0 (H)	10	60
Tipo 5	HP 250 x 85,0 (H)	5	30
Tipo 6	HP 250 x 85,0 (H)	5	30
Tipo 7	W 250 x 89,0 (H)	5	30
Tipo 8	HP 310 x 110,0 (H)	5	30
Tipo 9	W 610 x 155,0	3	18

**Tabela 24:** Perfis metálicos utilizados nas vigas da edificação

<b>Vigas</b>				
<b>Local</b>	<b>Tamanho (m)</b>	<b>Perfis utilizados</b>	<b>Número de perfis por pavimento</b>	<b>Total no Módulo</b>
Embasamento	8	W 530 x 92,0	254	254
	6	W 310 x 52,0	111	111
	12	W 610 x 174,0	7	7
Lojas	8	W 610 x 125,0	254	254
	6	W 360 x 72,0	111	111
	12	PERFIS SOLDADOS VS 700 x 154	7	7
Garagens	8	W 530 x 92,0	254	254
	6	W 310 x 44,5	111	111
	12	W 610 x 174,0	7	7
Torre (Viga principal)	6	W360 x 122	16	768
	8	W360 x 122	57	2736
Torre (Viga secundaria)	8	W310x52	84	4032

**Tabela 25:** Informações principais sobre os pilares mistos do modulo 1 da torre

<b>Pilares Mistos Módulo 1</b>									
<b>Tipo</b>	<b>Perfis utilizados</b>	<b>Número de perfis por pavimento</b>	<b>Total no Módulo</b>	<b>Barras(<math>\phi</math>) mm</b>	<b>Número de barras</b>	<b>hc(mm)</b>	<b>bc(mm)</b>	<b>Cx (mm)</b>	<b>Cy (mm)</b>
1	W 310 x 38,7	2	12	12,5	4	450	300	67,5	70
2	W 360 x 57,8	2	12	12,5	4	500	300	64	71
3	W 410 x 60,0	3	18	12,5	4	550	300	61	71,5
4	W 460 x 82,0	10	60	12,5	4	600	300	54,5	70
5	W 460 x 106,0	5	30	12,5	4	600	300	53	65,5
6	W 530 x 109,0	5	30	12,5	4	650	350	69,5	55,5
7	W 610 x 125,0	5	30	20	4	750	350	60,5	69
8	W 610 x 155,0	5	30	25	4	750	450	63	69,5
9	W 610 x 174,0	3	18	40	4	850	500	87,5	117

**Tabela 26:** Informações principais sobre os pilares mistos do modulo 2 da torre

<b>Pilares Mistos Módulo 2</b>									
<b>Tipo</b>	<b>Perfis utilizados</b>	<b>Número de perfis por pavimento</b>	<b>Total no Módulo</b>	<b>Barras(<math>\phi</math>)</b>	<b>Número de barras</b>	<b>hc(mm)</b>	<b>bc(mm)</b>	<b>Cx (mm)</b>	<b>Cy (mm)</b>
7	W 460 x 106,0	5	30	20	4	600	350	78	65,5
8	W 610 x 125,0	5	30	20	4	750	350	60,5	69
9	W 610 x 155,0	3	18	25	4	750	450	63	69,5

**Tabela 27:** Informações principais sobre os pilares mistos do modulo 3 da torre

<b>Pilares Mistos Módulo 3</b>									
<b>Tipo</b>	<b>Perfis utilizados</b>	<b>Número de perfis por pavimento</b>	<b>Total no Módulo</b>	<b>Barras(<math>\phi</math>)</b>	<b>Número de barras</b>	<b>hc(mm)</b>	<b>bc(mm)</b>	<b>Cx (mm)</b>	<b>Cy (mm)</b>
8	W 460 x 106,0	5	30	16	4	600	300	53	65,5
9	W 610 x 125,0	5	30	16	4	750	350	60,5	69

**Tabela 28:** Informações principais sobre os pilares mistos do térreo e subsolos

<b>Pilares Mistos Garagens e Térreo</b>									
<b>Tipo</b>	<b>Perfis utilizados</b>	<b>Número de perfis por pavimento</b>	<b>Total no Módulo</b>	<b>Barras(<math>\phi</math>)</b>	<b>Número de barras</b>	<b>hc(mm)</b>	<b>bc(mm)</b>	<b>Cx (mm)</b>	<b>Cy (mm)</b>
1	W 200 x 31,3	62	124	8	4	300	200	33	45
2	W 250 x 32,7	83	166	8	4	400	250	52	71
3	W 530 x 109,0	6	12	12,5	4	650	350	69,5	55,5
4	W 610 x 125,0	9	18	20	4	750	350	60,5	69
5	W 610 x 174,0	16	32	32	4	750	450	62,5	67
6	W 610 x 174,0	9	18	40	4	1100	500	87,5	242

**Tabela 29:** Informações sobre os pilares separados por tipos dos subsolos e térreo.

Subsolos e térreo									
Tipo 1			Tipo 2			Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6
P1	P17	P91	P19	P20	P21	P39	P37	P42	P53
P104	P165	P181	P22	P23	P29	P40	P38	P49	P60
P2	P3	P4	P30	P31	P32	P43	P41	P52	P67
P5	P6	P7	P33	P36	P44	P51	P48	P54	P68
P11	P12	P13	P47	P55	P58	P76	P50	P61	P69
P14	P15	P16	P72	P97	P98	P80	P59	P62	P70
P18	P34	P35	P111	P112	P136	P81	P64	P63	-
P45	P46	P56	P137	P141	P142	P88	P65	P66	-
P57	P73	P75	P24	P25	P26	-	P71	P87	-
P89	P92	P103	P27	P28	P93	-	P77	-	-
P131	P147	P148	P94	P95	P96	-	P78	-	-
P155	P156	P157	P99	P100	P101	-	P79	-	-
P164	P8	P9	P102	P106	P107	-	P82	-	-
P10	P74	P90	P108	P109	P110	-	P83	-	-
P105	P118	P119	P113	P114	P115	-	P84	-	-
P130	P166	P167	P116	P117	P120	-	P85	-	-
P168	P169	P170	P121	P122	P123	-	P86	-	-
P171	P172	P173	P124	P125	P126	-	-	-	-
P174	P175	P176	P127	P128	P129	-	-	-	-
P177	P178	P179	P132	P133	P134	-	-	-	-
P180	-	-	P135	P138	P139	-	-	-	-
-	-	-	P140	P143	P144	-	-	-	-
-	-	-	P145	P146	P149	-	-	-	-
-	-	-	P150	P151	P152	-	-	-	-
-	-	-	P153	P154	P158	-	-	-	-
-	-	-	P159	P160	P161	-	-	-	-
-	-	-	P162	P163	-	-	-	-	-

**Tabela 30:** Informações sobre os pilares separados por tipos da torre.

TORRE								
Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 7	Tipo 8	Tipo 9
P37	P43	P39	P40	P38	P42	P52	P49	P53
P76	P88	P80	P41	P50	P64	P54	P60	P67
-	-	P81	P48	P59	P85	P61	P63	P70
-	-	-	P51	P71	P86	P62	P68	-
-	-	-	P65	P84	P87	P66	P69	-
-	-	-	P77	-	-	-	-	-
-	-	-	P78	-	-	-	-	-
-	-	-	P79	-	-	-	-	-
-	-	-	P82	-	-	-	-	-
-	-	-	P83	-	-	-	-	-

#### 4.10 Lajes nervuradas

Com relação as lajes nervuradas para o dimensionamento utilizamos de planilhas feitas em Excel e tivemos que fazer algumas considerações iniciais. Sendo essas:

- 1) Carga permanente atuante
- 2) Carga variável
- 3) Cargas concentradas (garagem)

Sendo que, foi utilizado a situação mais desfavorável de cada pavimento para fazer o dimensionamento da mesma (maior laje 8x12 metros e maiores cargas, por exemplo de mezanino que é de 7,5 KN/m<sup>2</sup>). Como se trata de concreto armado, não detalharemos o procedimento de cálculo, mas abaixo está disposto uma tabela com os principais dados utilizados.

**Tabela 31:** Resumo das cargas utilizado para dimensionar a laje nervurada e seu peso próprio

Laje	Peso próprio laje (KN/m <sup>2</sup> )	Carga Utilização (KN/m <sup>2</sup> )	Carga Concentrada (KN)	Sobrecarga (KN/m <sup>2</sup> )	
Sub solo 1	3,14	3,00	12	0,42	regularização
Lojas	4,00	7,50	0	1,15	regularização+paredes+piso+forro
Embasamento	2,52	4,00	0	0,65	regularização+piso

**Tabela 32:** Dados sobre as lajes nervuradas

Laje	Largura nervura (cm)	Altura nervura (cm)	Altura Capa (cm)	Espaçamento Nervuras (cm)
Sub solo 1	8,4	21	7,5	65
Lojas	10	30	7,5	65
Embasamento	8,4	21	7,5	65

**Tabela 33:** Aço nas lajes nervuradas e seu deslocamento máximo devido as cargas atuantes

Laje	Flecha máxima (cm)	Armadura das nervuras	Armadura Negativa	Espaçamento Armadura negativa (cm)
Sub solo 1	0.610	2 de 12,5	Q113	20
Lojas	0.398	2 de 12,5	Q138	20
Embasamento	0.657	2 de 12,5	Q92	20

#### 4.11. Verificação laje cobertura

Na cobertura foi utilizado a mesma laje dos pavimentos tipos. Dessa maneira, foi feita uma análise de resistência com base na sobrecarga que a laje aguenta e a carga que terá sobre a mesma. Sendo assim, na cobertura temos um salão de festas que possui carga de utilização de 5KN/m<sup>2</sup>, somado a paredes adicionais não previstas com carga de 0,75 KN/m<sup>2</sup> tem-se uma sobrecarga total de 5,75 KN/m<sup>2</sup>, majorando com um coeficiente de segurança de 1,4, temos 8,05 KN/m<sup>2</sup>. Além disso, em outra área da cobertura temos um jardim com acesso de pessoas que possui carga de utilização de 3KN/m<sup>2</sup> e canteiros com plantas de 0,40 metros de altura, considerando esse sendo preenchido com argila expansiva (peso próprio de 5 KN/m<sup>3</sup>) tem-se uma carga de 2KN/m<sup>2</sup>, temos uma carga total de 5 KN/m<sup>2</sup>. Utilizando um coeficiente de majoração de 1,4 temos uma carga final de 7 KN/m<sup>2</sup>.

Dessa forma, é possível averiguar que a laje resiste às cargas atuantes em suas diferentes áreas, sendo que a sobrecarga máxima da laje de 9,06 KN/m<sup>2</sup> não é ultrapassada.

#### 4.12 Estacas Pranchas (Cortina de contenção)

Para a contenção foram utilizadas estacas pranchas que são formadas por perfis metálicos que por meio de conectores é possível dar a forma requerida. Essa são cravadas uma ao lado da outra, conectadas, formando uma cortina de contenção. Para sua cravação utiliza-se máquinas auto-cravantes ou martelo vibratório.

Foi feito um dimensionamento com base em dados do solo hipotéticos, que são necessários para o cálculo dos empuxos e momentos, para que pudéssemos encontrar os valores da ficha da cortina e também um tipo de perfil a ser utilizado.

Para encontrar os valores de x foi usado o método de Blum, onde é feito um somatório de momentos no ponto C.

$$\gamma = 20 \frac{KN}{m^3}; \phi = 15^\circ; c = 10KPa; f_{yk} = 34,5 \text{ KN/cm}^2; H=6m \text{ (Dados utilizados)}$$

$$Ka = \tan(45^\circ - \frac{\phi}{2})^2 \rightarrow Ka = \tan(45^\circ - \frac{15}{2})^2 = 0,5887$$

$$Kp = \tan(45^\circ + \frac{\phi}{2})^2 \rightarrow Kp = \tan(45^\circ + \frac{15}{2})^2 = 1,6984$$

$$\sigma' h(a) = \gamma \cdot H \cdot Ka - (2 \cdot C \cdot \sqrt{Ka}) = 20 \cdot 6 \cdot 20 - (2 \cdot 10 \cdot \sqrt{0,5887}) = 55,3085 \text{ KPa}$$

$$d = \frac{\sigma' h(a)}{\gamma(kp-ka)} = \frac{55,3085}{20(1,6984-0,5887)} = 2,49 \text{ m}$$

$$Ea = \frac{\sigma' h(a) \cdot H}{2} = \frac{55,3085 \cdot 6}{2} = 165,925 \text{ KN/m}$$

$$Z = \frac{H}{3} + d = \frac{6}{3} + 2,49 = 4,49 \text{ m}$$

Acharemos o valor de x pela equação abaixo:

$$x^3 - \frac{6 \cdot Ea}{\gamma(kp - ka)} \cdot x - \frac{6 \cdot Ea \cdot Z}{\gamma(kp - ka)} = 0$$

$$x^3 - \frac{6 \cdot 165,925}{20(1,6984 - 0,5887)} \cdot x - \frac{6 \cdot 165,925 \cdot 4,49}{20(1,6984 - 0,5887)} = 0$$

$$X = 8,31 \text{ m}$$

$F = (d + x) \cdot 1,2$ ; aumento de 20% sobre a ficha

$$F = (2,49 + 8,31) \cdot 1,2 = 12,96 \text{ m}$$

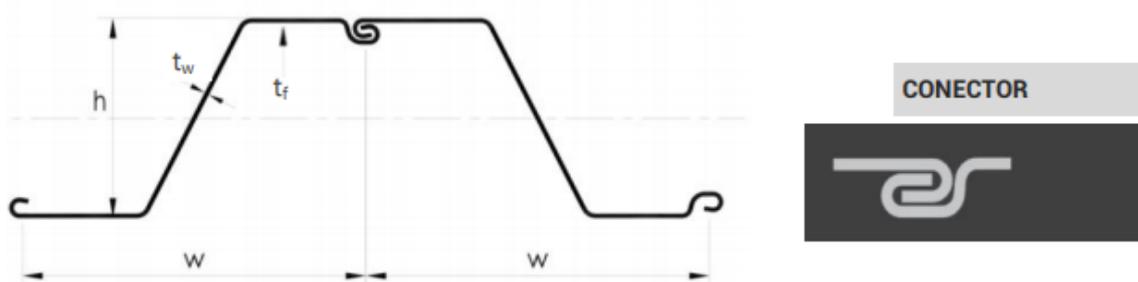
$$M_{\text{máx}} = Ea \cdot \left(\frac{H}{3} + f\right) \cdot 1,4 = 165,925 \cdot \left(\frac{6}{3} + 12,96\right) \cdot 1,4 = 3475,76 \text{ KNm}$$

Para escolher o perfil vamos calcular o modulo de resistência elástico W

$$W = \frac{34,7576 \text{ KNcm}}{34,5/2} = 1,44 \text{ cm}^3/\text{m}$$

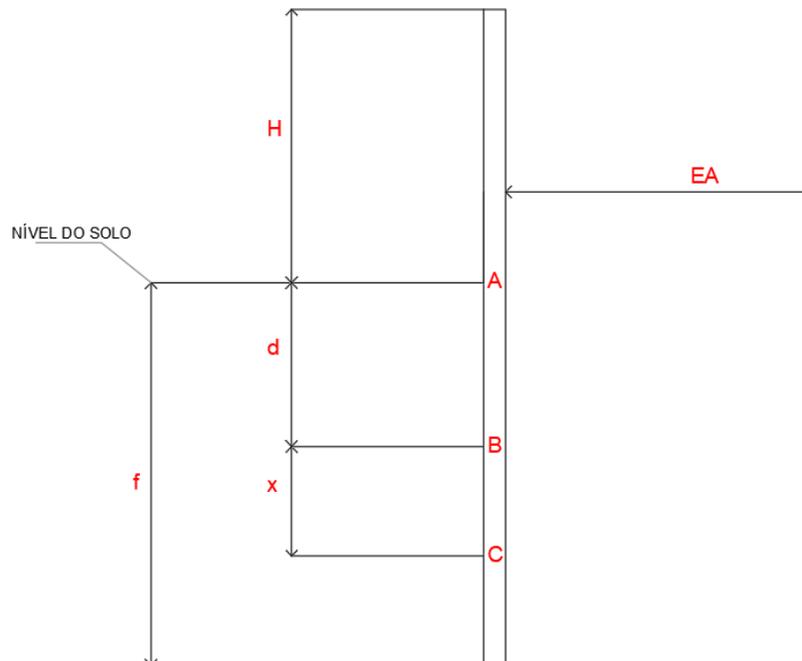
Pelo catálogo do fabricante, temos seção ESC-CRZ15-750:

**Figura 15:** Seção ESC-CRZ15 - 750



Fonte: Catálogo ESC Group

**Figura 16:** Representação da cortina



Fonte: Autoral

Onde tem as seguintes características:

**Tabela 34:** Dados da forma metálica estaca prancha

Largura W (mm)	Altura h (mm)	Esp. Flange $t_f$ (mm)	Esp. Alma $t_w$ (mm)	Módulo de flexão elástico $\text{cm}^3/\text{m}$
750	469,5	7,75	7,75	1,523

Sendo por fim, as dimensões finais de  $H=6$  metros e  $F=13\text{m}$ , pranchas de 19 metros, sendo desses 13 metros abaixo do solo.

## **MEMORIAL DE CÁLCULO**

## 5 MEMORIAL

### 5.1 Normas utilizadas

ABNT NBR 6118:2014 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento

ABNT NBR 6355:2003 - Perfis estruturais de aço formados a frio - Padronização

ABNT NBR 6120:2019 - Ações para o cálculo de estruturas de edificações

ABNT NBR 8681:2003 - Ações de segurança nas estruturas - Procedimento

ABNT NBR 14762:2010 - Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio

ABNT NBR 16239:2013 - Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edificações com perfis tubulares

ABNT NBR 6123:1988 Forças devidas ao vento em edificações

ABNT NBR 8800:2008 projeto de estruturas de aço e concreto de edifícios

ABNT NBR 9050: 2015 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

ABNT NBR 14718 2019 (Guarda-corpos para edificação)

NR 18 2013 (Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção)

ABNT NBR 12284 1991(Áreas de vivência em canteiros)

### 5.3 Softwares utilizados

- SCIA Engineer V21.0 Versão Estudante: Utilizado para modelagem estrutural, cálculo e análise, além da exportação do arquivo .ifc.
- Autodesk AutoCAD V2020 Versão Estudante: Utilizado para desenho de plantas, organização das informações em pranchas e plotagem.
- SketchUp V2020: Utilizado para modelagem arquitetônica.
- Lumion 11: Utilizado para renderização arquitetônica
- Pacote Office V2019: Utilizado para formatação de textos e tabelas.

#### 5.3.1 Dados de entrada no SCIA Engineer V21.0 – Software de cálculo

Na abertura de um novo projeto, é necessário colocar os materiais que estarão nesse projeto e a norma vigente no país.

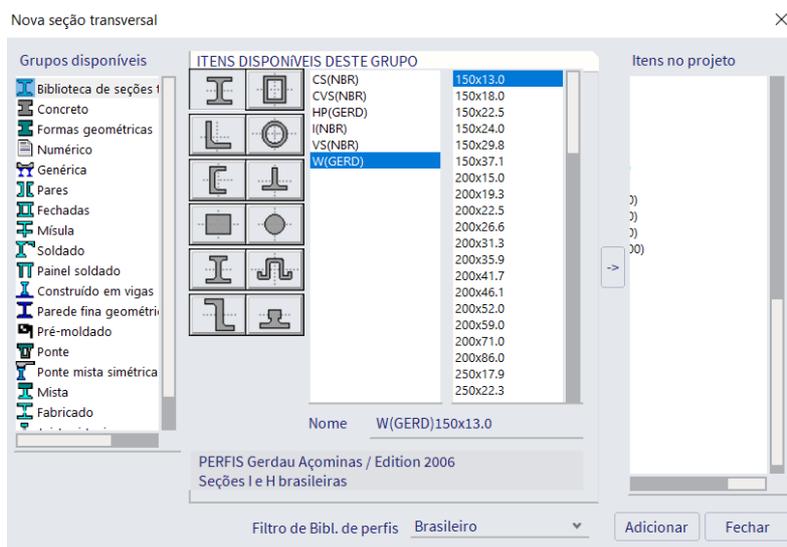
**Figura 17:** Dados do Projeto



Fonte: Autoral

Para lançamento dos elementos, o software conta com uma biblioteca de seções. Neste caso, foram utilizadas seções mistas, metálicas e de concreto. Além disso, conta com a biblioteca de lajes tipo steel deck, incluindo a fabricante Metform, utilizada no projeto.

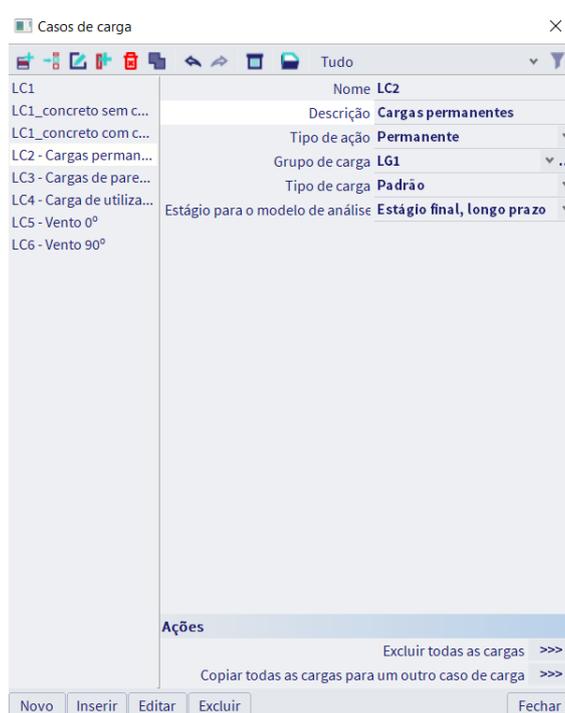
**Figura 18:** Biblioteca de seções transversais.



Fonte: Autoral

Os carregamentos foram lançados manualmente de acordo com seu tipo (peso próprio, cargas permanentes, cargas de utilização e de vento) e modo de carregamento (carga por área, por comprimento ou pontual). Além disso, foram agrupados nos chamados “Casos de Carga” pelo software. Estes casos de carga existem para facilitar as combinações de esforços, realizadas em uma etapa futura.

**Figura 19:** Casos de carga



Fonte: Autoral

## 5.4 Cálculo das ações externas solicitantes

### 5.4.1 ações permanentes, peso próprio dos elementos estruturais

As ações permanentes gravitacionais permanentes utilizadas estão dispostas de maneira mais detalhada na seção de pré-dimensionamento.

O peso próprio dos elementos estruturais foi determinado automaticamente pelo Software SCIA Engineer e lançados nos casos de carga, como citado anteriormente.

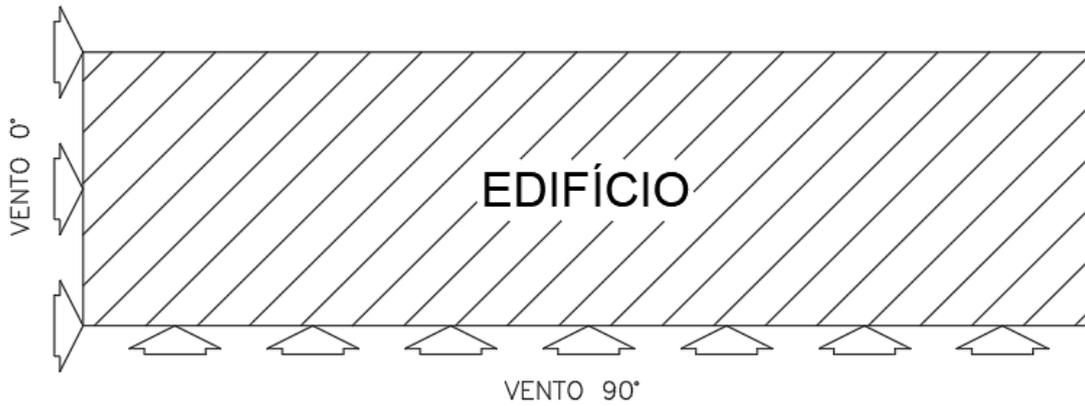
### 5.4.2 Ações variáveis

#### 5.4.2.1 Cargas devido ao vento

A fim de calcular as cargas geradas por ventos no edifício, foi utilizada a norma ABNT NBR 6123:1988 - Forças devido ao Vento em Edificações, a qual considera a força do vento de acordo com fatores topográficos, rugosidade do terreno, dimensões do edifício e forças estáticas do vento.

Utilizaremos a notação de Vento 0° para o vento que incide paralelamente a maior dimensão do edifício e Vento 90° para o vento que incide perpendicularmente a esta dimensão.

**Figura 20:** Notação para carga de vento de acordo com a incidência.



Fonte: Autoral

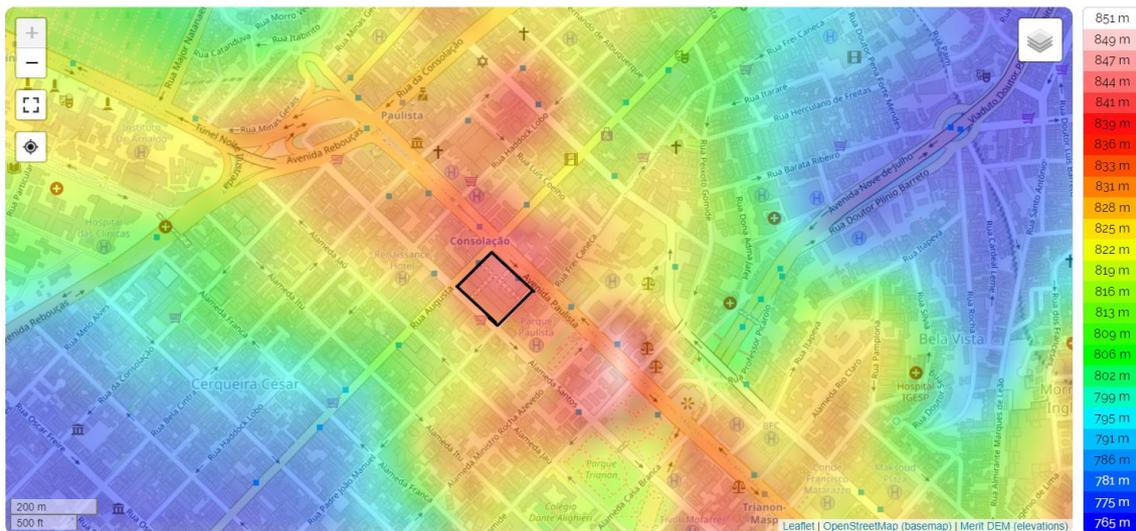
Para obtenção das cargas devidas ao vento, primeiramente deve-se calcular a velocidade característica do vento,  $V_k$  (subscrever o k), dada pela equação:

$$V_k = V_0 * S_1 * S_2 * S_3$$

A constante  $V_0$  é a velocidade básica do vento, cuja se caracteriza pela velocidade de uma rajada de ventos de 3 segundos, excedida na média uma vez em 50 anos, a 10 metros acima do terreno, em campo aberto sem obstruções. tal velocidade foi obtida no mapa de isopleias da velocidade básica (Figura 1 da norma NBR 6123:1988). A região metropolitana de São Paulo/SP - local de execução do edifício - encontra-se entre as isopleias de 35m/s e 40m/s. Considerando a complexidade e esbeltez do edifício, consideramos a velocidade a qual causaria efeitos mais negativos à estrutura: 40m/s.

O fator topográfico  $S_1$ , seção 5.2 da NBR 6123/1988, define a variação da velocidade básica do vento de acordo com o relevo à volta da estrutura. Pode-se observar na imagem a seguir que o terreno ao longo da Avenida Paulista possui poucas variações de altura, caracterizando-se como terreno plano ou fracamente acidentado. Porém, na direção da Rua Augusta, observamos um desnível considerável em ambos os lados da edificação, sendo o espaço colocado para a estrutura no topo de um morro (ponto B da figura 2b da NBR 6123/1988).

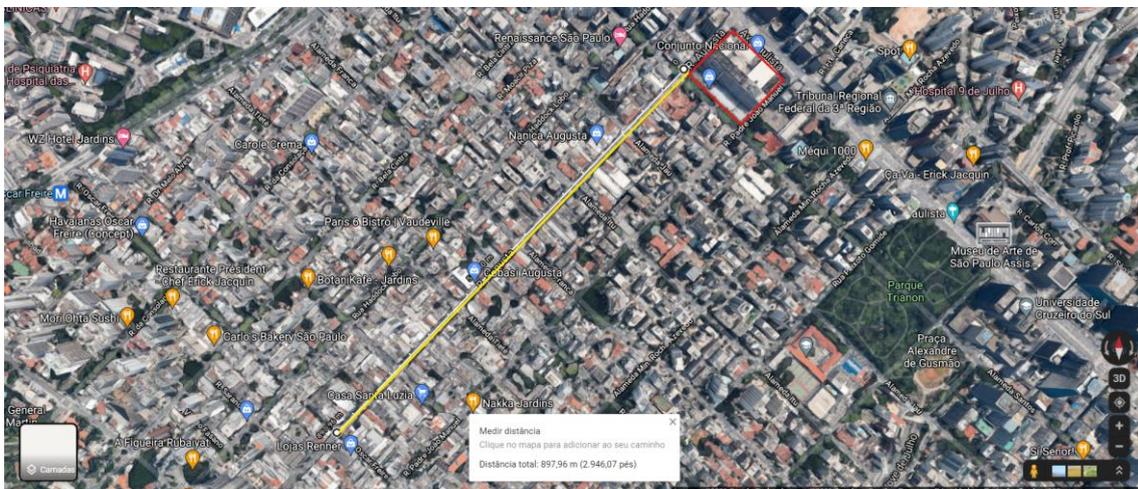
**Figura 21:** Mapa do relevo da região da Avenida Paulista.



Fonte: <https://pt-br.topographic-map.com/maps/gn4k/S%C3%A3o-Paulo/>

Utilizando a ferramenta Google Maps, é possível medir uma distância linear entre a Rua Oscar Freire - pertencente à região azul escura - e o quarteirão destinado ao edifício de projeto.

**Figura 22:** Distância linear aproximada entre o terreno da edificação e a Rua Oscar Freire



Fonte: Google Maps

Em posse da distância linear entre um ponto pertencente à região azul e um ponto pertencente à região vermelha - aproximadamente 900 metros - é possível descobrir o desnível total (em metros) e a inclinação (em graus) do morro:

$$\text{Equação do desnível: } 841 \text{ m} - 773 \text{ m} = 68 \text{ m}$$

$$\text{Equação da inclinação: } \tan^{-1}\left(\frac{68}{900}\right) = 4,32^\circ$$

Para essa inclinação, de acordo com o item 5.2b da norma em questão, é necessário realizar uma interpolação linear para obtenção do fator topográfico  $S_1$ .

$$0^\circ - 1,0$$

$$4,32^\circ - x$$

$$6^\circ: S_1 = 1,0 + \left(2,5 - \frac{150}{68}\right) * \tan(6^\circ - 3^\circ) = 1,31 \therefore 6^\circ - 1,31$$

$$\frac{x - 1}{1,31 - 1} = \frac{4,32 - 0}{6 - 0} \rightarrow x = 1,22$$

O fator de rugosidade  $S_2$ , item 5.3 da NBR 6123/1988, reúne o efeito da rugosidade do terreno e dimensões da edificação: largura, profundidade e altura. De acordo com os itens 5.3.1 e 5.3.2 da norma em questão, a edificação é classificada como Categoria V: Centros de grandes cidades e Classe C: Toda ou parte de edificação para qual a maior dimensão horizontal ou vertical da superfície frontal exceda 50m. Os valores de  $S_2$  serão obtidos na tabela 2 da norma supracitada, de acordo com a variação de altura do edifício.

O fator estatístico  $S_3$ , considera o grau de segurança requerido e a vida útil da edificação. Desse modo, de acordo com o item 5.4 da NBR 6123/1988 e a tabela 3, a estrutura em questão é classificada como Grupo 2: Edificações para hotéis e residências. Edificações para comércio e indústria com alto fator de ocupação.

Em posse da velocidade característica do vento ( $V_k$ ), podemos determinar a pressão dinâmica ( $q$ ) pela equação:

$$q = 0,613 * V_k^2 \text{ N/m}$$

Em resumo, temos a pressão dinâmica calculada para o edifício na tabela abaixo:

**Tabela 35:** Pressão dinâmica atuante na estrutura.

Pav	z (m)	$S_1$	$S_2$	$S_3$	Vk (Velocidade Caracter.) (m/s)	q (Pressão Dinâmica) (kN/m <sup>2</sup> )
Laje Jardim e 2	6.00		0.67		32.70	0.6553
3 e 4	12.00		0.72		35.14	0.7568
5	18.00		0.76		37.09	0.8432
6 a 9	21.00		0.82		40.02	0.9816
10 a 12	33.00		0.86		41.97	1.0797
13 a 15	42.00		0.89		43.43	1.1563
16 a 19	51.00	1.22	0.92	1.0	44.90	1.2356
20 a 25	63.00		0.97		47.34	1.3735
26 a 32	81.00		1.01		49.29	1.4892
33 a 38	102.00		1.04		50.75	1.5789
39 a 45	120.00		1.07		52.22	1.6714
46 a 48	141.00		1.10		53.68	1.7664
Terraço	150.00		1.10		53.68	1.7664

A próxima atividade consiste em calcular a Força de Arrasto ( $F_a$ ) atuante na estrutura. Ela é dada pela seguinte equação:

$$F_a = C_a * q * A_e$$

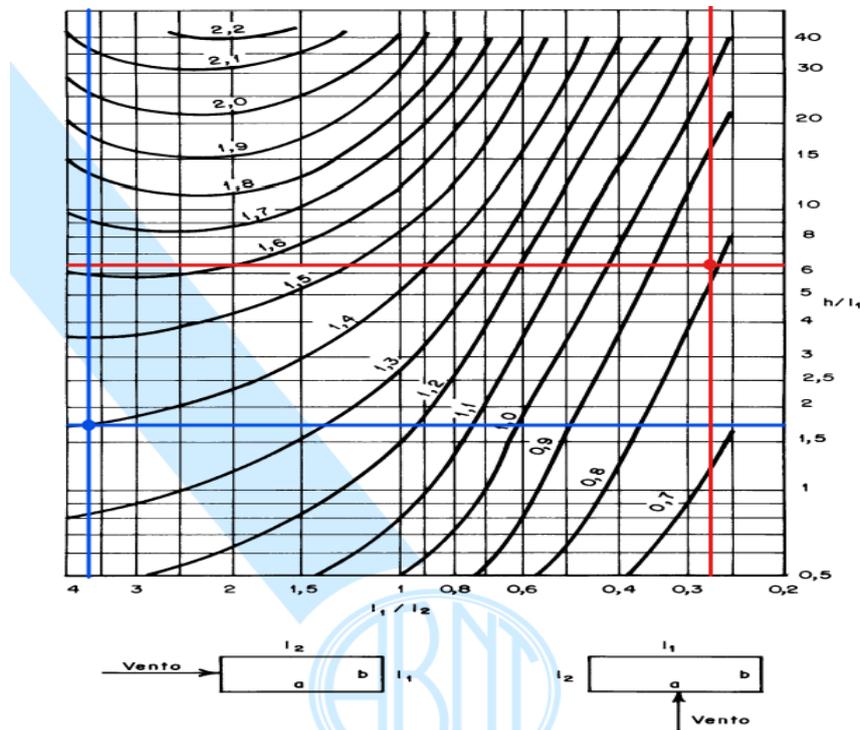
A pressão dinâmica ( $q$ ) foi obtida na etapa anterior.

$C_a$  é o coeficiente de arrasto, função da largura, profundidade, altura e da forma de escoamento do fluido (no caso, o vento): baixa turbulência ou alta turbulência. A classificação do escoamento do vento depende do item 6.5.3. Como não foi possível a obtenção de dados da altura dos edifícios vizinhos, foi realizada uma comparação entre os coeficientes de arrasto e utilizado aquele que oferecesse situação mais crítica à estrutura. Este coeficiente é obtido através da Figura 4 e 5 da NBR 6123/1988.

**Tabela 36:** Dados de entrada para as figuras 24 e 25

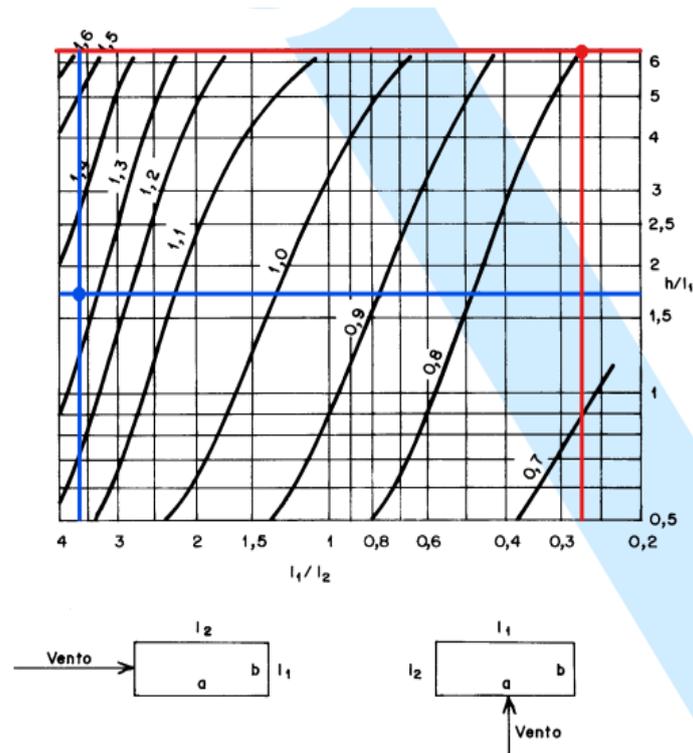
Escoamento	Direção do Vento	$h$ (m)	$I_1$ (m)	$I_2$ (m)	$I_1/I_2$	$h/I_1$
Baixa turbulência	0°	150,0	24	88	0,273	6,250
	90°		88	24	3,667	1,705
Alta turbulência	0°		24	88	0,273	6,250
	90°		88	24	3,667	1,705

**Figura 23:**  $C_a$  para vento de baixa turbulência



Fonte: ABNT NBR 6123/1988.

**Figura 24:**  $C_a$  para vento de alta turbulência



Fonte: ABNT NBR 6123/1988.

Assim, obtemos:

**Tabela 37:** Valores do Coeficiente de Arrasto para os ventos de baixa e alta turbulência de acordo com a direção de incidência.

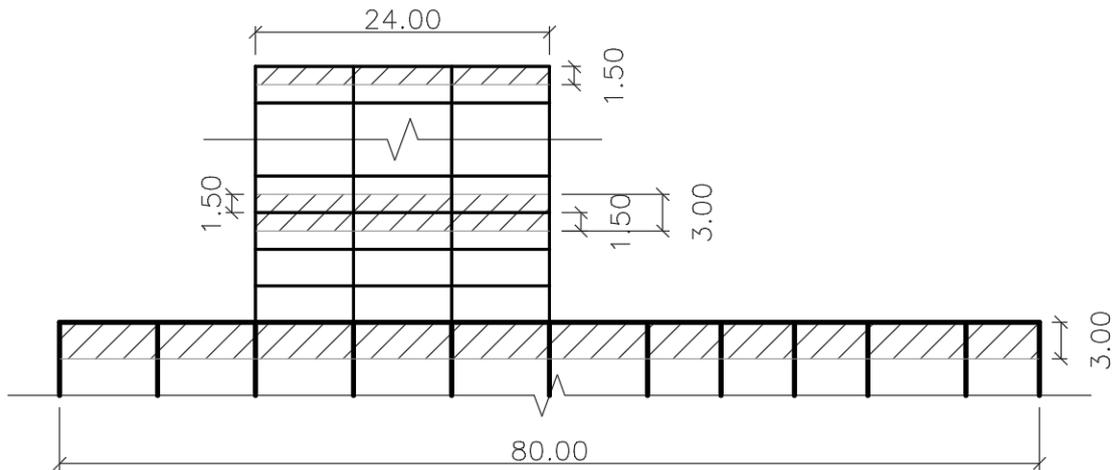
Escoamento	Direção do Vento	$C_a$
Baixa turbulência	0°	0,82
	90°	1,40
Alta turbulência	0°	0,80
	90°	1,35

De acordo com a proposta de utilizar o valor de  $C_a$  que propusesse um pior efeito na estrutura, adotaremos o escoamento do vento como baixa turbulência.

$A_e$ , segundo a NBR 6123/1988, significa a área da projeção ortogonal da edificação, estrutura ou elemento estrutural, sobre um plano perpendicular à direção do vento (“área de sombra”)

Para o Vento 0°, temos:

**Figura 25:** Área efetiva para vento a 0°.



Fonte: Autorial

A área efetiva para laje jardim equivale à:

$$Ae = 3,0 * 80,0 = 240,0m^2$$

A área efetiva para os pavimentos tipo intermediários equivale à:

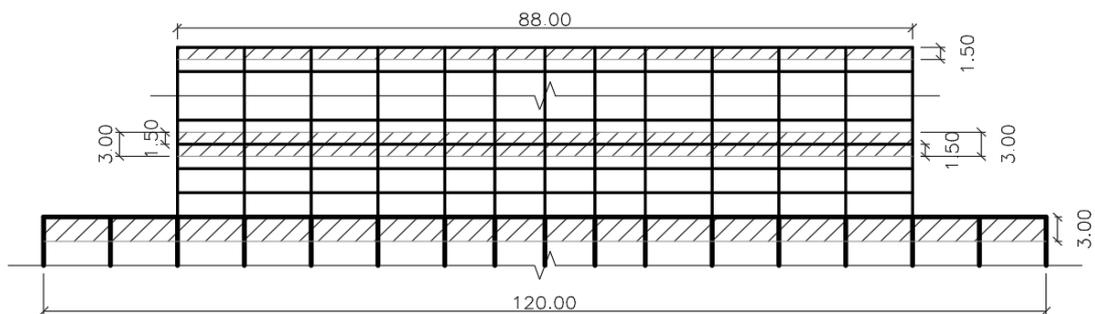
$$Ae = 3,0 * 24,0 = 72,0m^2$$

A área efetiva para o terraço equivale à:

$$Ae = 1,5 * 24,0 = 36,0m^2$$

Para o Vento 90°, seguindo o mesmo fundamento:

**Figura 26:** Área efetiva para vento a 90°.



Fonte: Autorial

A área efetiva para laje jardim equivale à:

$$Ae = 3,0 * 120,0 = 360,0m^2$$

A área efetiva para os pavimentos tipo intermediários equivale à:

$$A_e = 3,0 * 88,0 = 264,0m^2$$

A área efetiva para o terraço equivale à:

$$A_e = 1,5 * 88,0 = 132,0m^2$$

Em posse da pressão dinâmica, coeficiente de arrasto e a área efetiva podemos calcular a Força de Arrasto. Note que a pressão dinâmica envolve uma unidade de força dividida por uma unidade de área, ou seja, um carregamento de superfície. Quando multiplicada pelo coeficiente de arrasto e a área efetiva, obtemos uma unidade de força, portanto, uma carga pontual a ser aplicada nos pórticos da edificação.

A seguir, um resumo dos cálculos da Força de Arrasto:

**Tabela 38:** Valores da Força de Arrasto para vento a 0° e 90°.

Pav	q (Pressão Dinâmica) (kN/m <sup>2</sup> )	Ca Vento 0°	Ca Vento 90°	Ae (m <sup>2</sup> )	Fa (kN) Vento 0°	Fa (kN) Vento 90°
Laje Jardim	0.6553			240.00	128.97	25380.48
2	0.6553				38.69	2284.24
3 e 4	0.7568				44.68	2637.90
6 a 9	0.9816				57.95	3421.53
10 a 11	1.0797				63.74	3763.48
13 a 15	1.1563				68.27	4030.63
16 a 19	1.2356	0.82	1.40	72.00	72.95	4306.94
20 a 25	1.3735				81.09	4787.80
26 a 32	1.4892				87.92	5190.82
33 a 38	1.5789				93.22	5503.76
39 a 45	1.6714				98.68	5825.86
46 a 48	1.7664				104.29	6157.13
Terraço	1.7664			36.00	52.14	1539.28

## 6 ESTABILIDADE GLOBAL

O estudo da estabilidade global é importante para garantir a segurança da estrutura em relação ao estado limite último. Sendo, necessário fazer verificações de não linearidades e efeitos de segunda ordem. Essas análises são divididas entre estruturas de pequena, média e grande deslocabilidade, sendo que, para as estruturas de grande deslocabilidade são necessários utilizar o método P-Δ e P-δ, que apresenta maior precisão. Com relação as demais estruturas (média e pequena deslocabilidade), pode-se utilizar o método simplificado estabelecido pela NBR 8800:2008 anexo D.

Nesse método deve-se analisar em cada andar da estrutura o momento fletor e a força axial solicitantes de cálculo, conforme no item D.2.1, que são majorados por coeficientes B1 e B2, respectivamente apontados nos itens D.2.2 e D.2.3. Além disso, a força cortante solicitante de cálculo pode se tomar como a mesma da análise elástica de primeira ordem, conforme descrito no item D.2.4

Outro método para levar em conta a não linearidade é efetuando-se uma análise elástica com redução na rigidez das barras.

Os efeitos dos deslocamentos podem ser mensurados através de análise linear com base na geometria não deformada da estrutura, ou análise não linear com base na geometria deformada da estrutura. Além disso, os efeitos de segunda ordem podem ser divididos em dois, locais e globais. Os locais ( $P-\delta$ ) são decorrentes da não retilineidade dos eixos das barras, já os globais ( $P-\Delta$ ) são decorrentes dos deslocamentos horizontais dos nós.

As imperfeições geométricas devem ser levadas em consideração no dimensionamento dos elementos estruturais. Isso é feito por meio da aplicação de um deslocamento no topo do elemento de ordem  $L/500$  (equivalente global) ou  $L/1000$  (equivalente local), sendo o  $L$  o comprimento destravado da barra de acordo com o item 4.9.3.3. Essa barra é engastada na base e livre no topo, e esse deslocamento é convertido em uma força aplicada de valor  $H\Delta$ .

As estruturas podem ser classificadas quanto ao critério a seguir (item 4.9.4):

- Deslocamento lateral de um andar em relação a base, igual ou inferior a 1,1 (pequena deslocabilidade)
- Deslocamento lateral de um andar em relação a base, entre 1,1 e 1,4 (média deslocabilidade)
- Deslocamento lateral de um andar em relação a base, superior a 1,4 (grande deslocabilidade)

Alguns elementos podem ser considerados como isolados pois o seu comportamento não depende do restante da estrutura. Sendo o principal deles, os contraventamentos (item 4.9.5).

Os elementos mistos de aço e concreto devem ter seus valores de rigidez a flexão e rigidez axial ajustados adequadamente levando em consideração os efeitos de retração e fluência do concreto, quando forem desfavoráveis. (item 4.9.6.4)

Com relação a determinação dos esforços solicitantes para o cálculo para estados limite último, são levados em consideração os efeitos das imperfeições geométricas. Isso é feito através da determinação de um deslocamento horizontal relativo entre os níveis superior e inferior sendo  $h/333$ , onde  $h$  é a altura do pavimento (o valor entre os eixos das vigas). Admite que esse efeito seja levado em conta por meio da aplicação de uma força nocional em cada andar equivalente a 0,3% do valor das cargas gravitacionais de cálculo aplicada em todos os pilares e elementos resistentes a cargas verticais do andar analisado. Em relação a rigidez a flexão e axial dos elementos deve-se para 80% dos valores originais para que seja levado em conta na análise, as imperfeições iniciais do material.

## **7 COMBINAÇÃO DE ESFORÇOS**

Conforme as normas ABNT NBR 8681:2003 e ABNT NBR 8800:2008 foram feitas tais combinações com a finalidade de gerar uma envoltória dos esforços internos solicitantes para o dimensionamento e verificação.

**Tabela 39:** Resumo dos tipos de carregamento.

Código	Ação	Local de Aplicação
PP	Peso Próprio dos Elementos	Toda a Estrutura
CP	Cargas Permanentes (Paredes, regularizações, revestimentos)	Forças distribuídas em lajes e vigas
CV	Cargas Variáveis	Lajes
V	Cargas devidas ao Vento	Em todas as fachadas

**Tabela 40:** Resumo das combinações utilizadas para dimensionamento e verificação.

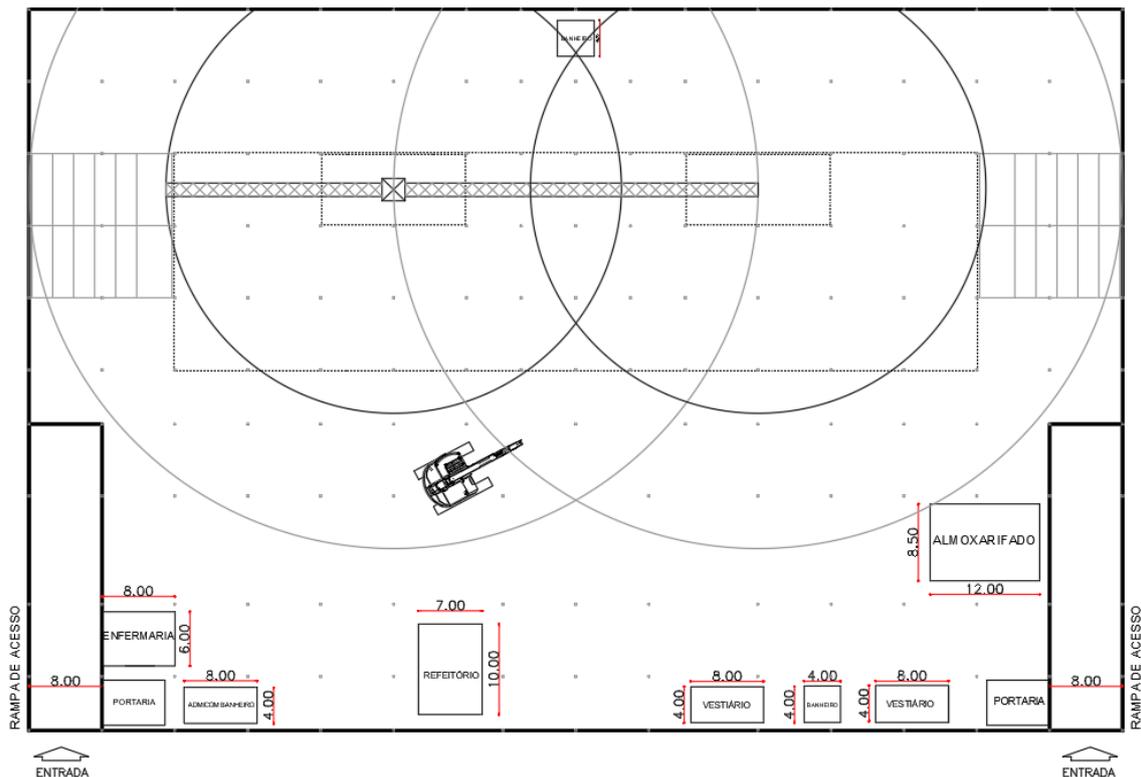
Combinações Utilizadas	
ELU	$1.25 PP + 1.35 CP + 1.50 CV + 0.84 V$
	$1.25 PP + 1.35 CP + 1.05 CV + 1.40 V$
	$1.00 PP + 1.00 CP + 1.50 CV + 0.84 V$
	$1.00 PP + 1.00 CP + 1.05 CV + 1.40 V$
ELS	$1.00 PP + 1.00 CP + 0.4 CV$

## 8 CANTEIRO DE OBRA

A organização do canteiro de obras na construção representa um sistema complexo com diversos riscos associados, em que uma análise prévia e criteriosa é primordial para a sua implantação, com o intuito de garantir a qualidade, produtividade e, principalmente, a segurança. No edifício do projeto, o canteiro de obras deve apresentar áreas operacionais e áreas de vivência, devido à grande demanda de funcionários e materiais.

Nesse contexto, objetivou-se projetar um canteiro que supra as demandas da construção sem exceder as dimensões do terreno de construção. Para isso, os depósitos de materiais e áreas de apoio foram dispostos de uma forma a perdurar o maior tempo possível durante a montagem, para evitar mobilizações para o transporte e restabelecimento das áreas. Ressaltando que as áreas foram distribuídas entre os vãos deixados pelos arranques dos pilares.

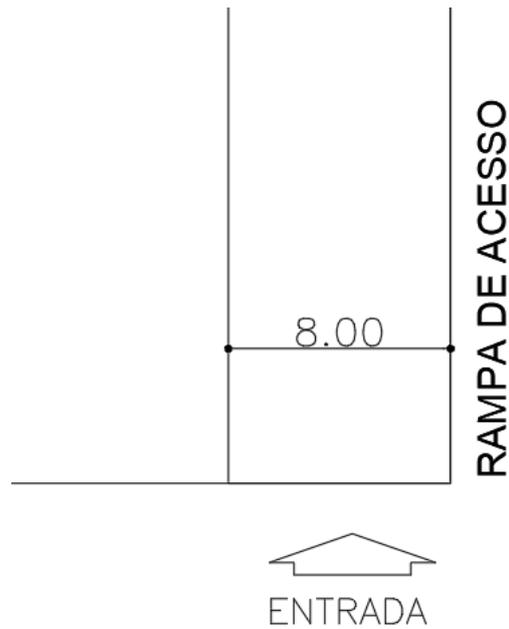
**Figura 27:** Layout do canteiro de obras, com área de atuação da grua



Fonte: Autoral

Inicialmente, foram alocados dois vãos de acesso, com 8m de largura, nas duas extremidades do terreno, com o acesso voltado para a Av. Paulista. Tal disposição levou em consideração as ruas e alamedas laterais e de fundo, sendo constatado o plantio de árvores nas calçadas e, principalmente, a grande quantidade de fios de rede que cruzam as ruas e impossibilitam a passagem de maquinário pesado. Portanto, mesmo sendo uma avenida extremamente movimentada, foi considerada a possibilidade de ajustes no trânsito durante processos como concretagem de aterro e deslocamento de terra (que demandam maior mobilização de caminhões e máquinas), sendo que será priorizada a recepção de materiais e máquinas durante horários com menor volume de carros se deslocando pela avenida.

**Figura 28:** Representação da rampa de acesso sem escala.



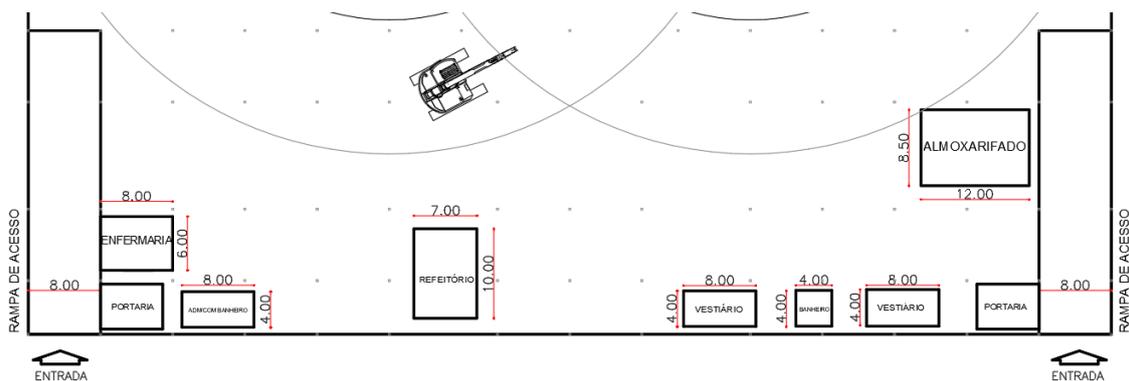
Fonte: Autoral

As áreas de apoio técnico-administrativo e as áreas de vivência estão programadas para serem instaladas após os processos de levantamento topográfico e terraplanagem. Esses postos, foram posicionadas em pontos relativamente afastados das áreas de atuação das gruas e dos locais de atuação dos operários, de forma a evitar riscos e garantir o bem-estar dos envolvidos.

Sendo assim, foi pensado, inicialmente, a locação de um escritório para a base do apoio técnico-administrativo, sendo dependência para engenheiros, técnicos, estagiários, mestres de obras e administradores da obra. Além disso, foram alocadas duas portarias ao lado dos locais de acesso do canteiro de obras, para regular e controlar o fluxo de veículos e pessoas.

Em relação às áreas de vivência, foram considerados os pressupostos presentes na NR 18 (Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção) e na ABNT NBR 12284 (Áreas de vivência em canteiros). Ademais, foi considerado que os operários eram residentes locais, sendo dispensável a instalação de alojamentos no canteiro de obras.

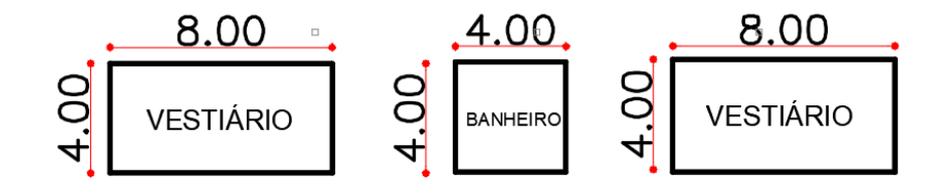
**Figura 29:** Representação do layout da área de vivência sem escala.



Fonte: Autoral

Desse modo, foram instalados dois vestiários com área total de 64 m<sup>2</sup>, equipados com armários individuais e bancos com a largura mínima de 30cm, para a troca de vestimentas dos operários, que não estão alojados no local. Além disso, foram alocadas duas áreas sanitárias, com 16m<sup>2</sup> cada uma, sendo a primeira localizada próxima aos vestiários e a outra localizada próxima à área em que está estabelecida a torre (primeira etapa de montagem da estrutura), para otimizar o acesso dos operários; sendo estas equipadas com o número de chuveiros, vasos sanitários e lavatório previsto na norma, com relação aos números de funcionários exibidos no cronograma físico.

**Figura 30:** Dimensões adotadas para vestiários e banheiros sem escala.



Fonte: Autoral

Para complementar a área de vivência, foi alocado um refeitório com área equivalente a 70m<sup>2</sup>, com local para aquecimento das refeições e lavatório instalado em seu interior. Por fim, como se trata de uma operação com mais de 50 funcionários, a norma prevê a instalação de um ambulatório para prestação de primeiros socorros em caso de acidentes.

Com relação às áreas operacionais, foi alocado um almojarifado, destinado ao armazenamento de ferramentas e materiais específicos, e dois setores para depósito dos perfis metálicos. Designou-se duas áreas ao lado da torre, ambas de 256 m<sup>2</sup>, com a finalidade de armazenar os perfis de aço, de acordo com a imagem:

**Figura 31:** Representação em layout dos depósitos sem escala.



Fonte: Autoral

A disposição de tais áreas foram estrategicamente pensadas para que possa haver uma maior facilidade de carregar a grua. Dentro desta área, os perfis são dispostos de maneira em que os perfis mais pesados estejam mais perto do centro da área de atuação da grua e decrescem de peso ao aumentar tal distância, o que torna as operações de içamento mais seguras, diminuindo o momento de tombamento gerado. Seguindo tais premissas tem-se que o momento de tombamento máximo da peça mais pesada é de (Kg/m da peça x Comprimento x Distância)  $\rightarrow 174 \times 6 \times 30 = 31320 = 31\text{tm}$  e o momento de tombamento máximo da peça mais leve de (Kg/m da peça x Comprimento x Distância)  $\rightarrow 37,8 \times 6 \times 40 = 9072 = 9\text{tm}$ . Ou seja, uma grua comum de capacidade de 8tm a 250tm consegue exercer suas funções com uma margem maior do que a recomendada de 20% em relação ao momento de tombamento máximo requerido (31 tm).

Para o embasamento o depósito não precisará ter um local fixo, podendo ser alterado conforme o necessário, já que a montagem será feita com o auxílio de um guindaste, cujo atende tanto às condições de mobilidade ao longo do terreno, quanto à altura da estrutura.

## 9 MONTAGEM

A etapa de montagem é de extrema importância, pois como a estrutura não está totalmente pronta pode ocorrer tombamentos de elementos se a mesma não for executada de maneira correta. Dessa maneira, deve-se fazer a montagem dos elementos e garantir que os mesmos possuem alguma restrição de movimento, sendo travados provisoriamente ou fixados de maneira que estabeleça uma maior estabilidade. Sendo assim, vamos demonstrar como será feita a execução da estrutura, garantindo os pontos citados anteriormente.

Para garantir a estabilidade horizontal, iremos montar a fôrma da laje steel deck logo após a colocação das vigas secundárias. E em relação a estabilidade vertical, assim que fixarmos os pilares a fundação, por meio de chumbadores e placa de ligação, garantindo que não ocorra tombamento do elemento, iremos fixar a viga principal aos pilares. Além disso, nos locais que estão constando contraventamentos o mesmo também será montado.

Outra questão importante é definir qual parte da estrutura será montada primeiro, tendo em vista que temos partes em estrutura mista, concreto armado e metálica. Além disso, de acordo com a localização das estruturas provisórias do canteiro de obra, locais de depósitos e armazenamento devem ser levados em consideração. Dessa maneira, haverá a necessidade de dar prioridades a certas estruturas que serão fundamentais para o começo da montagem das demais.

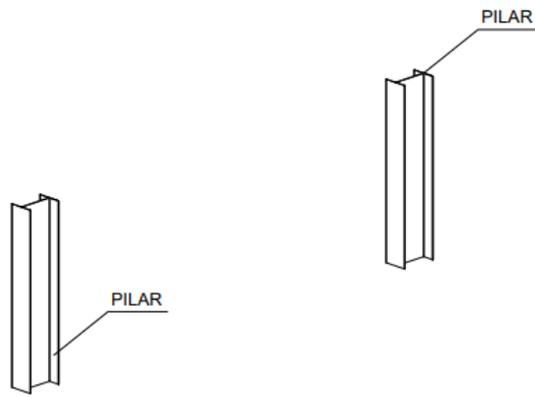
Dito isso, a fundação começará nos locais onde estão localizados os núcleos e logo que acabar essa região dará continuidade ao restante do terreno. Com isso, podemos avançar na execução do núcleo rígido que por ser de concreto armado leva um maior tempo para apresentar resistência mínima para ocorrer a desforma e também sua utilização como parte da estrutura. Com relação ainda ao núcleo rígido, vamos fazer a concretagem e junto a ele deixar uma espera feita por meio de uma placa metálica e parafusos que servirão para fazer a ligação do mesmo a vigas principais da edificação.

Prosseguindo, com o término das fundações daremos continuidade no levantamento da torre fixando então os pilares, começando da extremidade para o centro da edificação. Assim, levantamos 2 colunas próximas, verificamos a questão do alinhamento e aprumo, se estiver certo montamos a viga principal que liga essas duas colunas. Se existir contraventamento, será o momento para montá-lo também. Logo após, repetiremos esse procedimento a mais dois pilares próximos, com isso podemos fazer a montagem das vigas secundárias que interligam as duas vigas principais. Em sequência, verifica-se novamente os alinhamentos e aprumos, se tiver corretos pode-se torquar as ligações parafusadas. E por fim, é colocado a forma steel deck para dar estabilidade horizontal à estrutura, sendo essa fixada sobre as vigas secundárias por meio de studs bolts (parafusos com cabeça) soldados. Portanto, essa sequência ocorre em áreas próximas à inicial.

Feito esses passos, nos pilares mistos é necessário colocar a armadura longitudinal e depois as formas para concretagem. A concretagem, será feita após a finalização da montagem, podendo ser feita em conjunto com a montagem do restante do pavimento. Com isso, quando chegar na outra extremidade já podem retornar ao início dando continuidade ao processo de montagem, não deixando assim, equipamentos e mão de obra paradas, aproveitando ao máximo as horas produtivas da equipe.

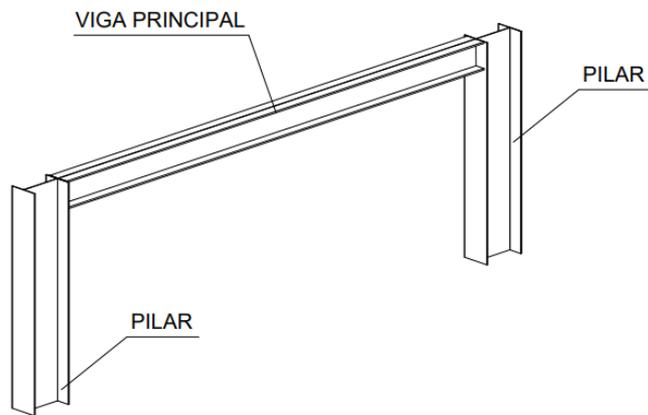
Abaixo se encontram algumas fotos demonstrando a sequência de montagem, logicamente em proporções reduzidas.

**Figura 32:** Alocação dos Pilares



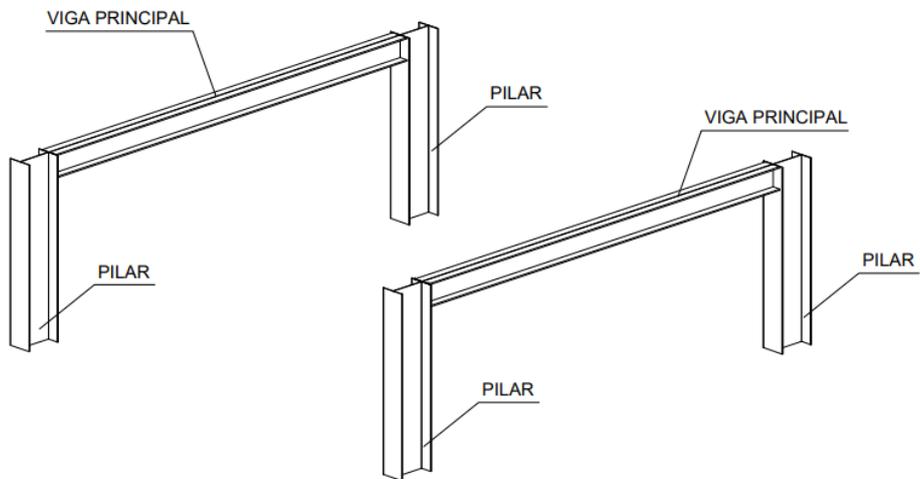
Fonte: Autoral

**Figura 33:** Alocação Viga principal aos pilares



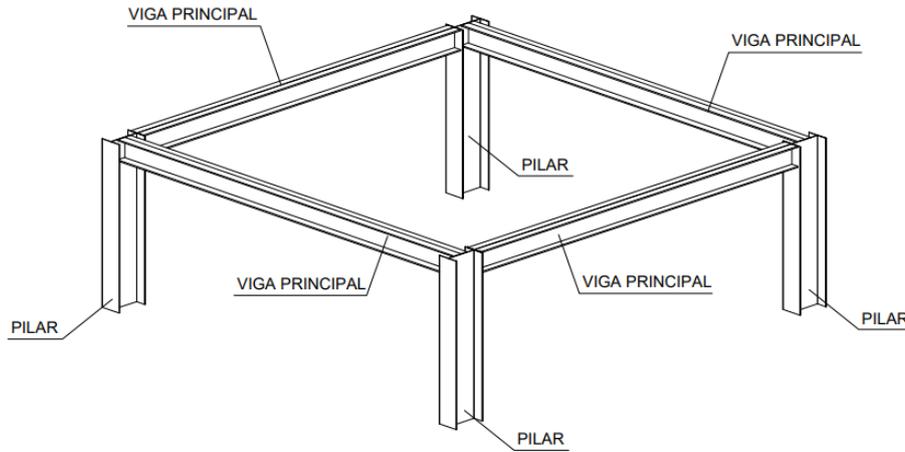
Fonte: Autoral

**Figura 34:** Repetição do procedimento a regiões próximas



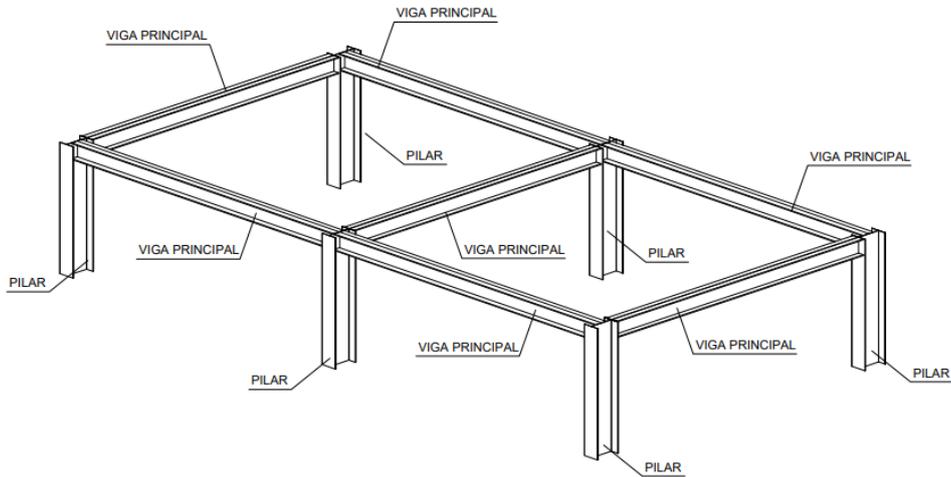
Fonte: Autoral

**Figura 35:** Colocação das demais vigas principais



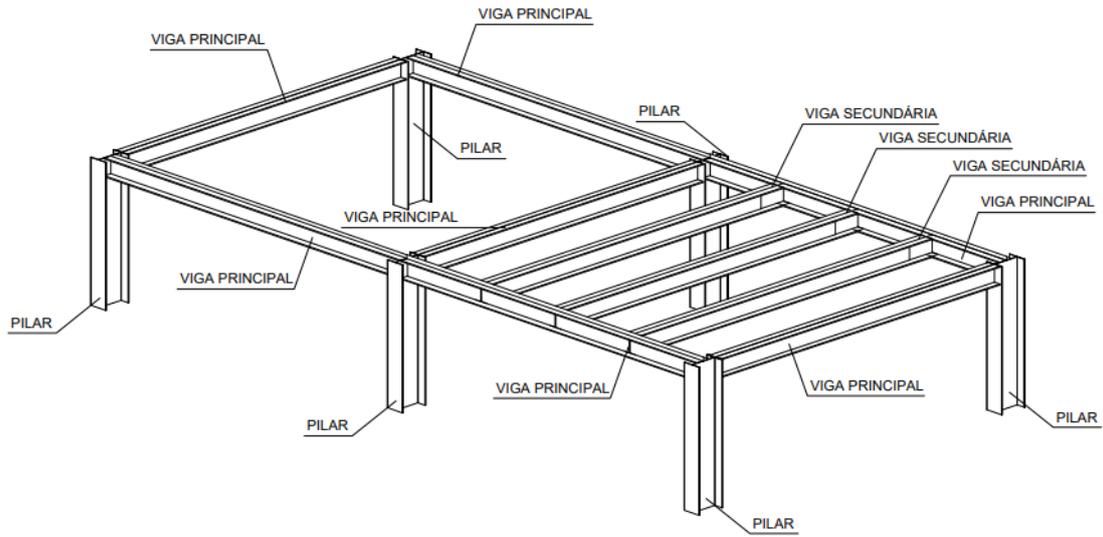
Fonte: Autoral

**Figura 36:** Repetindo o processo na região ao lado



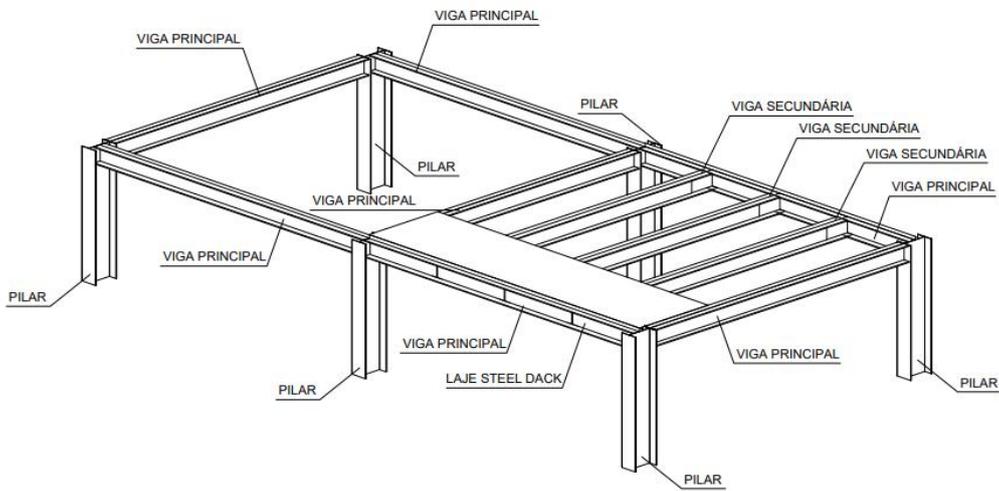
Fonte: Autoral

**Figura 37:** Colocando as vigas secundárias



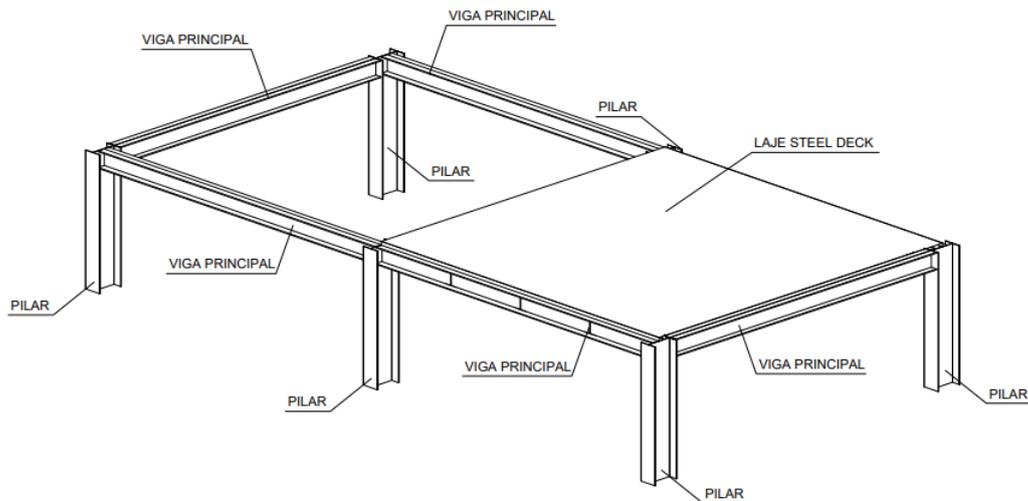
Fonte: Autoral

**Figura 38:** Colocando a forma steel deck



Fonte: Autoral

**Figura 39:** Laje Steel deck pronta

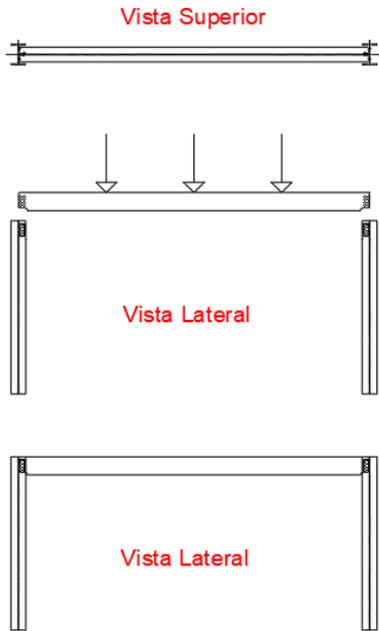


Fonte: Autoral

Dessa maneira, para resguardar a eficiência dos locais determinados a serem depósitos dos perfis da torre, sem haver problemas com a grua ou de mudança de local, será feita a torre como um todo e depois daremos prosseguimento aos perfis do subsolo e térreo. Com isso, conseguimos utilizar o espaço destinado de maneira que não precisemos deslocar as gruas do seu local. Assim sendo, também temos os locais para o armazenamento dos perfis do subsolo e térreo, que serão fixados em seus devidos lugares por meio de guindastes.

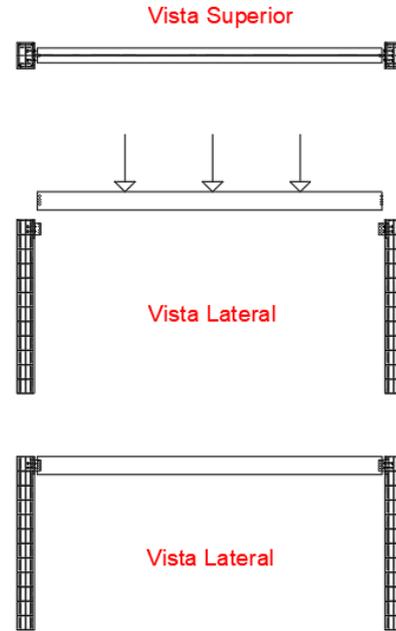
Com relação a montagem das vigas em pilares metálicos, pilares mistos e vigas secundárias, seguem os esquemas de montagem:

**Figura 40:** Montagem da viga nos pilares metálicos



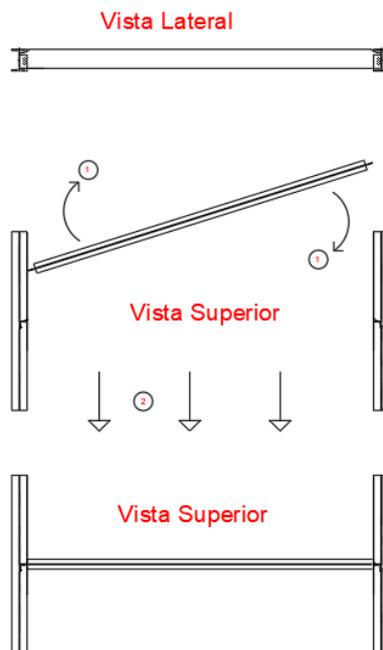
Fonte: Autoral

**Figura 41:** Montagem da viga nos pilares mistos



Fonte: Autoral

**Figura 42:** Montagem das vidas secundárias



## **9.1 Embasamento**

Ao iniciar a montagem da estrutura do embasamento, será necessário que esta comece pelo lado dos fundos, na R. Alameda Santos, vindo em direção à Av. Paulista, sendo montada com a ajuda de guindastes treliçados sobre caminhão.

À medida que a estrutura próxima a R. Alameda Santos for finalizada, esta já será concretada simultaneamente à construção das outras áreas a fim de desmontar as áreas administrativas do canteiro de obras e remontá-las no pavimento térreo assim que finalizada. Com a continuação da construção das outras áreas do embasamento assim que a estrutura chegar na rampa de acesso de caminhões, é necessário que todas as peças já estejam no depósito prontas para a montagem. A rampa de acesso será escavada conforme o necessário para a fundação e instalação dos perfis.

Finalizando este processo, no momento em que o guindaste treliçado for impedido de trabalhar devido à falta de espaço, este será içado por outro guindaste treliçado maior em uma área da avenida paulista, cuja possui espaço para a atuação de grandes máquinas já que não possui grandes árvores, nem fios elétricos. Essa retirada será feita na madrugada, evitando engarrafamentos. Após isso, o guindaste pegará as poucas peças restantes da caçamba do caminhão de transporte e finalizará a montagem em aço do embasamento com uma equipe de montagem designada.

## **10 PROTEÇÃO CONTRA FOGO E CORROSÃO**

Ao se tratar da corrosão dos perfis, essa é ocasionada pelo contato do perfil com o ar, os pilares mistos, por terem o perfil envolto de concreto, têm uma boa proteção contra agentes corrosivos, já que o concreto impede o contato de oxigênio com a parte metálica. Visando os perfis que atuam desassistidos de outros componentes estruturais, a companhia de escolha da compra dos perfis, Gerdau, aplica uma proteção contra a corrosão, feita por meio de duas camadas de tinta de fundo “primer”. Algo que também favorece tal proteção é a aplicação de argamassas à base de vermiculita com cimento utilizada na defesa contra incêndios, tal argamassa tem função semelhante ao concreto no pilar misto, impedindo o contato de partes metálicas com o oxigênio. Em áreas que o perfil fica exposto às condições atmosféricas e que não há proteção contra incêndio, se usará um sistema de limpeza adequado antes da pintura da peça, essa limpeza pode ser feita com aditivos químicos ou até mesmo jatos abrasivos. Além disso, poderia ser utilizada a galvanização para combater a corrosão, mas não é usual em grandes peças, portanto será utilizada em peças como arruelas, porcas, parafusos e chumbadores.

Outra questão, de notório saber, é que o aço apresenta uma grande redução em sua resistência quando submetido a temperaturas elevadas. Sendo que, a partir de 550°C o aço começa a perder resistência, uma diminuição de 50% da resistência, que é sem

dúvidas um problema para a estrutura. Dessa maneira, há a necessidade de fazer uma proteção dos perfis que não se enquadram no tempo de resistência ao fogo estabelecido pela NBR 14432/2000, que depende do tipo de edificação e também sua altura, variando de 30 min a 120 min até o perfil atingir os 550 °C.

Sendo assim, temos que fazer a verificação de qual é o tempo de resistência ao fogo requerido na edificação. Encaixando em ocupação do tipo residencial e classe P5 H>30 metros, temos um tempo de 120 min. Além disso, podemos analisar o índice de massividade dos perfis metálicos que é a relação do perímetro que estaria em contato ao fogo dividido pela área da seção transversal, sendo que quanto menor esse fator maior a resistência ao fogo. Com isso, podemos pegar a quantidade de tempo restante necessária e analisar as alternativas para chegarmos aos 120 min.

Portanto, para facilitar a análise faremos um exemplo de cálculo de massividade do menor perfil e por meio de comparação ao tempo de resistência apresentado em um exemplo do livro edifícios de múltiplos andares em aço, encontraremos o menor tempo de resistência ao fogo dos perfis utilizados.

Perfil W 200 x 41,7 com  $d=20,5\text{cm}$ ,  $b=16,6\text{cm}$ ,  $t_w=0,72\text{cm}$  e  $A_g=53,5\text{cm}$ .

Cálculo do perímetro, perfil com as 4 faces em contato com o fogo  $\rightarrow U=2d+4b-2t_w = 2*20,5+4*16,6-2*0,72=105,96\text{cm}$

$f = U/A * 100 (m-1) \rightarrow f = 105,96/53,5 * 100 = 198,05 \text{ m-1}$

Perfil soldado de 550 x 100 kg/ m  $u = 209 \text{ cm}$ ;  $A = 127 \text{ cm}^2$ ;  $u/A = 164\text{m-1}$ , tem uma resistência de 20 min, possuindo um índice de massividade menor que o calculado em nosso projeto. Dessa maneira, adotaremos que todos os perfis apresentam uma resistência mínima ao fogo de 20min e o restante será alcançado por meio de proteções.

Tal proteção pode ser feita de algumas maneiras como, argamassa projetada a base de vermiculita, tinta intumescente, proteções com manta, cerâmicas e até mesmo gesso. Alguns desses métodos são de alto custo, como por exemplo a tinta intumescente e outros menos eficientes, em comparação ao que iremos utilizar. Sendo assim, iremos utilizar a argamassa projetada com base vermiculita nos perfis, que com uma espessura de 25mm proporciona uma contribuição de 90 min de resistência ao fogo. Como necessitamos de 120 min, iremos trabalhar com uma espessura de 30mm nos perfis metálicos dos pilares. Outro fator importante é que não há a necessidade de pintura especial para receber a argamassa, sendo necessário apenas uma tela de aço para aumentar a aderência e em relação a como colocar no perfil, pode ser jateada ou colocada manualmente. Por fim, sua fabricação também não é complexa, podendo ser feita in loco ou comprada prontamente.

Em relação às vigas metálicas, temos um forro de gesso suspenso que proporciona um acréscimo de 30 min de resistência ao fogo, sendo então necessário uma menor espessura de argamassa para atingir os 120 min de TRRF, podendo ser uma espessura de 25mm. Já os pilares mistos, apresentam uma espessura mínima de cobertura sobre os perfis metálicos de 40 mm, que proporciona a um acréscimo de 120 min de TRRF.

## 11 RESERVATÓRIO DE ÁGUA

Em relação ao reservatório de água fizemos algumas estimativas de consumo baseado nas plantas e tipo da edificação. Dessa maneira, com relação à torre, temos dois tipos de uso, residencial e comercial, sendo a parte residencial com 6 apartamentos por andar e a questão da parte comercial tem uma área total de 1056 m<sup>2</sup>. Além disso, a cada apartamento, tem-se um consumo médio de 200 L/dia e na área comercial um ocupante a cada 6m<sup>2</sup> e um consumo de 65L/dia por ocupante. Na região das lojas tem-se um consumo de 20L por pessoa e um fator de 2,5 pessoas por m<sup>2</sup>, sendo a área total das lojas igual a 5500 m<sup>2</sup>. Com isso, temos um volume total de 881.720 litros, sendo calculado da seguinte maneira:

$$V_{total} = (apartamentos * V_{ap} + N_{pessoas\ comercial} * V_{comercial}) * N_{pav} + (N_{pessoas\ lojas} * V_{lojas})$$
$$V_{total} = 6 * 200 + \left(\frac{1056}{6 * 65}\right) * 48 + 5500 * 2,5 * 20 = 881.720L\ ou\ 881,72m^3$$

Sabendo da necessidade de proteção contra incêndio e pânico, imposta pelo Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, foi calculada a reserva de emergência necessária para toda a área construída.

De acordo com o Decreto 63.911/18, a edificação é classificada como habitação multifamiliar (A-2) - apartamentos; comércio com média ou alta carga de incêndio (C-2) - embasamento com lojas e sobrelojas; local para prestação de serviço profissional ou condução de negócios (D-1) - escritórios - e local de reunião de público (F-6) - salão de festas.

A partir da classificação, de acordo com a Instrução Técnica Nº 14/2019: Carga de incêndio nas edificações de risco, observamos que a maior carga de incêndio é decorrente da classificação C-2 (800MJ/m<sup>2</sup>).

Em conhecimento da carga de incêndio, deve-se recorrer à Instrução Técnica Nº22/2019: Sistema de hidrantes e mangotinhos para combate à incêndio e observar a Tabela 3 :Aplicabilidade dos tipos de sistemas e volume de reserva de incêndio mínima (m<sup>3</sup>). Fundamentado pelas tabelas e classificações anteriores, obtém-se o volume de 70m<sup>3</sup> para a Reserva Técnica de Incêndio (RTI).

Sendo que para abastecer toda a edificação serão dispostos no subsolo 6 reservatórios cilíndricos metálicos com dimensões de 6 metros de diâmetro e 6 metros de altura, com uma altura de água de 5,50 metros. Dessa maneira, cada reservatório possui 155,5 m<sup>3</sup> de armazenamento, totalizando 933 m<sup>3</sup>. Além disso, foram dispostos dois reservatórios no pavimento acima da cobertura e em cima do núcleo rígido (feitos em concreto armado), com capacidade 27,14 m<sup>3</sup> de armazenamento, sendo que esses possuem altura de água de 1 metro. Portanto, tem-se um volume total de 960 m<sup>3</sup> de água, sendo o volume total demandado estimado de 881 m<sup>3</sup>, ou seja, um volume com 9% a mais do que o necessário. Além disso, deve-se dispor de um volume de emergência anteriormente calculado de 70 m<sup>3</sup> e reservatórios próprios para isso. Portanto, foram colocados 2 reservatórios cilíndricos de 4 metros de diâmetro por 3.5 metros de altura, com altura de água até os 3 metros, isso fornece 75,4 m<sup>3</sup>.

Em relação aos motores que serão necessários para bombear essa água ao reservatório, foi dimensionado da seguinte maneira:

Primeiramente, temos que a altura total do edifício é de 156 metros, sendo um desnível de 152 metros entre os reservatórios, esse valor será o nosso Hg. Agora foi estipulado um tempo para que o reservatório localizado no alto do edifício encha completamente, colocamos o tempo igual a 4 horas. Com isso, é possível calcular a vazão Q (27,14 m<sup>3</sup>/4h) e por fim estipulamos um comprimento de 200 metros de cano.

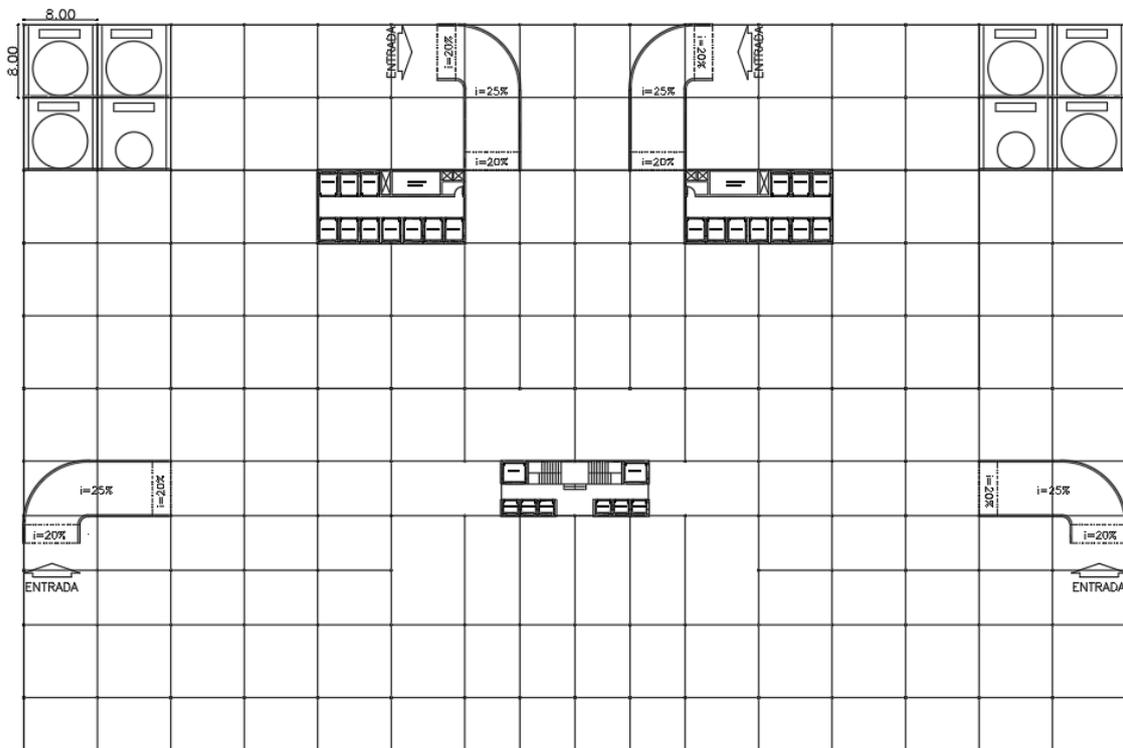
Dessa maneira, por meio de tabelas encontramos o diâmetro interno do tubo ideal, que é baseado na vazão, sendo essa de 6,785 m<sup>3</sup>/h deu um diâmetro interno de 50mm. Com a informação do diâmetro interno e a vazão conseguimos encontrar a perda de carga, sendo essa de 0,033 por metro de tubulação.

Como temos 200 metros, nosso Hf que é  $200 \cdot 0,033 = 6,6$  metros, somado ao Hg=158 metros da um valor de H=158,6 metros.

Por fim é calculado a potência do motor em cavalos,

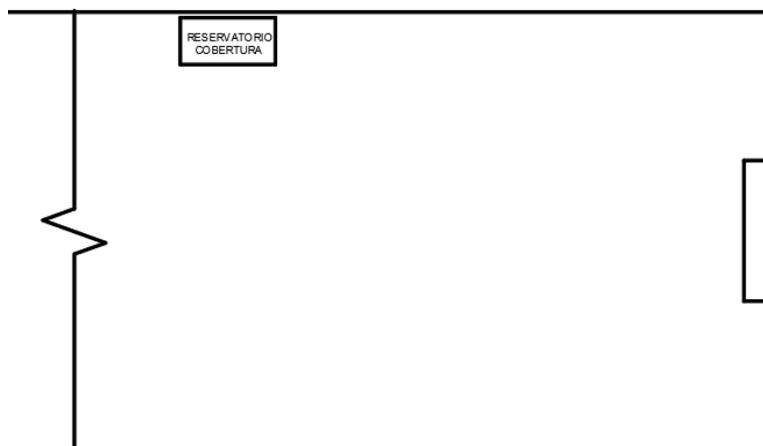
$P(\text{cv}) = 75 \cdot Q \cdot H / 10000 = 75 \cdot 6,785 \cdot 158,6 / 10000 = 8,07$  cv, porém consultando nos motores disponíveis essa não é uma potência comercial, sendo assim, utilizaremos motores de 10 cv cada.

**Figura 43:** Representação dos reservatórios no segundo subsolo sem escala.



Fonte: Autoral

**Figura 44:** Representação do reservatório na cobertura sem escala.



Fonte: Autoral

## **ORÇAMENTO**

Com relação ao desenvolvimento da planilha orçamentária, foram utilizadas as bases de dados PINI para orçamentos e comparativos de custos, com o auxílio da TCPO ed.2010 (Tabela de Composição de Preços para Orçamentos), juntamente com os preços unitários apresentados pela Tabela Sinapi para o estado de São Paulo (fornecida pelo banco de dados da Caixa Econômica Federal para maio de 2021). De início, os valores de consumo da TCPO, tanto para os materiais, quanto para a mão de obra, foram dispostos em uma planilha de Excel, em que foram contabilizados os valores utilizados no projeto e calculado os gastos totais e tempo de execução, que são fundamentais para definir o cronograma físico-financeiro e o número de operários para a execução de cada etapa. A tabela 41 exemplifica os dados que foram levantados para uma etapa de um perfil metálico específico da estrutura.

**Tabela 41:** Exemplo de como foi feito os cálculos com base na sinapi e tempo

Perfis metálicos Aço laminado A 572 Grau 50. Unidade: kg					
Calculado no projeto			6464292.60		
Componente	Unidade	Consumo	Quantitativo	Custo unitário	Custo total
Montador de estruturas metálicas.	h	0.024	6205.72	21.82	3385220.75
Ajudante de montador de estruturas metálicas.	h	0.024	7757.15	17.66	3424782.22
Aço laminado A 572 Grau 50, em perfis laminados a quente, segundo ASTM A 572, peças simples, para aplicações estruturais.	kg	1.050	6787507.23	2.42	16425767.50
Primer de secagem rápida, formulado com resinas alquídicas modificadas e fosfato de zinco.	l	0.050	323214.63	13.41	4334308.19
Equipamentos e elementos auxiliares para soldagem elétrica.	h	0.015	96964.39	6.99	677781.08
Acrescimo de 3% para parafusos, chapas, etc	-	-	193928.78	1.32	255985.99
				<b>Preço total</b>	<b>28503845.72</b>
				Mão de obra (Oficial) - h	6205.72
				Mão de obra (Ajudante) - h	7757.15

Ao elaborar a planilha orçamentária, decidimos abordar o máximo de etapas necessárias para construção do edifício, a fim de obter um orçamento representativo para a obra em questão. Nesse sentido, consideramos uma ordem de execução que compreende um intervalo desde os serviços preliminares, caracterizado pelos serviços de desaterro, nivelamento, tapume, etc., aos detalhes de acabamento; sem desconsiderar etapas como a estrutura e fundação. Assim, esses dados foram dispostos em tabela, abordando os valores totais e de cada etapa, além do tempo de execução em dias.

Em relação ao cronograma físico financeiro, foram utilizados os dados de tempo de execução da planilha orçamentária, em que as horas de trabalho foram distribuídas em

8 horas diárias e 5 dias por semana. Com a realização dos cálculos, foram obtidas tabelas em que o tempo de execução total era muito extenso e inviável, sendo assim, decidimos distribuir e aumentar o número de operários em etapas específicas, com o intuito de obter um prazo de execução aceitável, em que o cronograma físico-financeiro final ficou disposto conforme consta no anexo 1.

Ademais, algumas etapas executivas são possíveis de serem executadas simultaneamente. Dada a construção da torre, existe um intervalo de tempo relativamente elevado para cura do concreto e, posteriormente, dar continuidade na execução dos pavimentos superiores. Sendo assim, é inviável finalizar toda a estrutura da torre e começar a etapa de acabamento dos pavimentos logo em seguida. Nesse sentido, como forma de retratar as atividades que serão realizadas simultaneamente, elaboramos um histograma que apresenta todos os elementos e atividades exibidas na planilha orçamentária.

**Tabela 43:** Orçamento da obra como um todo

ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	CALCULADO	CUSTO
<b>1</b>	<b>PROJETOS</b>			
	Projeto Arquitetônico + Aprovação	m <sup>2</sup>	42.624	R\$ 1.449.216,00
	Projeto Estrutural	m <sup>2</sup>	42.624	R\$ 724.608,00
	Projeto Hidrossanitário	m <sup>2</sup>	42.624	R\$ 426.240,00
	Projeto Elétrico	m <sup>2</sup>	42.624	R\$ 426.240,00
	Projeto de Instalação de Comunicação	m <sup>2</sup>	42.624	R\$ 255.744,00
	<b>DIAS DE EXECUÇÃO</b>	<b>80</b>	<b>CUSTO DA ETAPA</b>	<b>R\$ 3.282.048,00</b>
<b>2</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>			
	Limpeza de Área para Canteiro – de capoeira fina a foice	m <sup>2</sup>	9.600	R\$ 13.827,00
	Sondagem de reconhecimento do subsolo com tubo de revestimento de diâmetro 2 1/2"	m	40	R\$ 7.398,40
	Escavação Mecanizada em campo aberto em solo de 1ª categoria	m <sup>3</sup>	57.600	R\$ 208.376,06
	Tapume de chapa de madeira compensada, inclusive montagem - madeira compensada resinada e=6mm	m <sup>2</sup>	800	R\$ 73.127,20
	Locação da obra, execução de gabarito	m <sup>2</sup>	9.600	R\$ 73.342,08
	Reaterro Mecanizado de vala empregando compactador de placa vibratória, em camadas de 20 cm a 40cm	m <sup>3</sup>	3.840	R\$ 11.414,48
	Ligação de água à rede pública	un	8	R\$ 2.130,21
	Ligação provisória de luz e força para obra – instalação mínima	un	8	R\$ 13.110,80
	Abrigo Provisório de madeira executado na obra com dois pavimentos para alojamento e depósito de materiais e ferramentas	m <sup>2</sup>	980	R\$ 905.410,00
	<b>DIAS DE EXECUÇÃO</b>	<b>126</b>	<b>CUSTO DA ETAPA</b>	<b>R\$ 1.308.137,21</b>
<b>3</b>	<b>FUNDAÇÃO</b>			
	Escavação manual de vala em solo de V	m <sup>3</sup>	113.590,79	R\$ 8.455.698,41

	Estaca Hélice Contínua (+Bloco de Coroamento)	-	-	R\$	94.423.406,23
	Vigas Baldrame	m <sup>2</sup>	90,24	R\$	106.676,12
	Impermeabilização das Vigas Baldrame	m <sup>2</sup>	1.015,2	R\$	114.203,75
	<b>DIAS DE EXECUÇÃO</b>	<b>209</b>	<b>CUSTO DA ETAPA</b>	<b>R\$</b>	<b>103.099.984,51</b>
<b>4</b>	<b>ESTRUTURA</b>				
	Laje Pré-fabricada Steel Deck com chapa metálica, com capa de concreto FCK=30Mpa	m <sup>2</sup>	79.801,92	R\$	16.859.392,53
	Forma Pré-Fabricada com chapa compensada plastificada para Pilares, e=12mm	m <sup>2</sup>	7.557,60	R\$	276.487,20
	Forma Pré-Fabricada com chapa compensada plastificada para Escadas, e=12mm	m <sup>2</sup>	559,98	R\$	26.637,79
	Perfis metálicos Aço laminado A 572 Grau 50	kg	6.464.292,60	R\$	28.503.845,72
	Aço em barras nervuradas, CA-50, de vários diâmetros.	kg	32.953,97	R\$	1.058.879,54
	Concretagem: Concreto Usinado Resistência C30	m <sup>3</sup>	6.653,88	R\$	2.755.677,09
	<b>DIAS DE EXECUÇÃO</b>	<b>1613</b>	<b>CUSTO DA ETAPA</b>	<b>R\$</b>	<b>49.480.919,87</b>
<b>5</b>	<b>VEDAÇÕES</b>				
	Steel Frame para parede interna, fechamento em gesso acartonado entre ambientes secos e úmidos	m <sup>2</sup>	109.434,00	R\$	8.128.319,78
	Forro de gesso acartonado fixo, monolítica, aparafusado em perfis metálicos espaçados a 0,60m, suspensos por pendurais rígidos reguláveis, espaçados a cada 1,00 m, e=12,5mm	m <sup>2</sup>	89.441,92	R\$	1.109.079,81
	Divisória pré-fabricada sanitária com painel pré-fabricado e=40mm, miolo de madeira revestido com fibrocimento, fixado em perfis de alumínio. Painel frontal apoiado no piso, lateral elevado 150mm	m <sup>2</sup>	7.935,00	R\$	3.366.950,41
	<b>DIAS DE EXECUÇÃO</b>	<b>1265</b>	<b>CUSTO DA ETAPA</b>	<b>R\$</b>	<b>12.604.350,00</b>
<b>6</b>	<b>PISOS</b>				
	Regularização sarrafeada de base para revestimento de piso com argamassa de cimento e areia peneirada traço 1:3, e=3cm	m <sup>2</sup>	72.345,72	R\$	1.358.740,59
	Regularização sarrafeada de base para revestimento de piso com argamassa de cimento e areia peneirada traço 1:5, com aditivo impermeabilizante, e=3cm	m <sup>2</sup>	11.084,32	R\$	213.018,64
	Regularização de degrau, espelho 20cm, piso 30cm, com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:5, e=1cm	m	651,92	R\$	4.072,93

Regularização de rodapé, com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:5, e= 3cm, altura 7cm	m	59.039,6	R\$	228.865,12
Porcelanato polido 40 x 40cm, assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante	m <sup>2</sup>	74.753,08	R\$	9.435.528,12
Taco de madeira, assentado com argamassa de cimento e areia peneirada traço 1:4, inclusive desbastamento com a superfície de base	m <sup>2</sup>	8.676,96	R\$	1.453.996,45
Rodapé assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante, altura 8cm	m	59.039,6	R\$	4.111.931,00
Rejuntamento de Piso com argamassa pré-fabricada, espessura da junta: 6mm	m <sup>2</sup>	74.753,08	R\$	309.104,73
<b>DIAS DE EXECUÇÃO</b>	<b>1531</b>	<b>CUSTO DA ETAPA</b>	<b>R\$</b>	<b>17.115.257,60</b>
<b>7</b>	<b>ESQUADRIAS</b>			
Porta 80x210cm interna de madeira, colocação e acabamento, de uma folha com batente, guarnição e ferragem	un	2.784	R\$	1.682.875,93
Porta 90x210cm interna de madeira, colocação e acabamento, de uma folha com batente, guarnição e ferragem	un	288	R\$	160.720,21
Porta 70x210cm interna de madeira, colocação e acabamento, de uma folha com batente, guarnição e ferragem	un	288	R\$	160.585,57
Janela de alumínio padronizada, colocação e acabamento, veneziana, com três folhas, dimensões 1,00mx1,20m, com vidro liso	un	1.920	R\$	856.057,82
Janela de alumínio padronizada, colocação e acabamento, maxim-ar, com uma seção, dimensões 0,60x0,80m, com vidro mini boreal	un	576	R\$	124.410,04
Pele de Vidro refletivo para controle solar de fachadas (antélio), colocado em caixilho com ou sem baguetes, com gaxeta de Neoprene	m <sup>2</sup>	30.816	R\$	28.257.655,68
Porta de vidro Lojas	m <sup>2</sup>	600	R\$	175.188,00
Porta 80x210cm interna de madeira, colocação e acabamento, de uma folha com batente, guarnição e ferragem	un	142	R\$	67.489,23
Vitrine Lojas	m <sup>2</sup>	2.486	R\$	514.635,07
<b>DIAS DE EXECUÇÃO</b>	<b>850</b>	<b>CUSTO DA ETAPA</b>	<b>R\$</b>	<b>32.027.228.13</b>
<b>8</b>	<b>COBERTURA</b>			
Pergolado de Madeira	m <sup>2</sup>	19,8	R\$	37.508,31
Paisagismo - área com plantas	m <sup>2</sup>	250	R\$	82.175,00
Elevador Social com porta de abertura central, 15 paradas, velocidade 1,6 m/s	un	20	R\$	4.301.210,20
<b>DIAS DE EXECUÇÃO</b>	<b>52</b>	<b>CUSTO DA ETAPA</b>	<b>R\$</b>	<b>4.420.893,51</b>
<b>9</b>	<b>PINTURA</b>			

	Emassamento de parede interna com massa corrida à base de PVA com duas demãos, para pintura látex	m <sup>2</sup>	198.367,2	R\$	2.940.793,74
	Pintura com Tinta Látex PVA em parede interna, com duas demãos, sem massa corrida	m <sup>2</sup>	198.367,2	R\$	3.525.481,06
	Pintura com Verniz em esquadria de madeira, com três demãos	m <sup>2</sup>	4.032	R\$	86.854,52
	Pintura com Tinta Látex Acrílica em parede externa, sem massa corrida	m <sup>2</sup>	35.640	R\$	634.334,98
	Pintura com Tinta Acrílica em piso de concreto, duas demãos, aplicada com rolo de lã	m <sup>2</sup>	19.280,08	R\$	359.766,29
	<b>DIAS DE EXECUÇÃO</b>	<b>1245</b>	<b>CUSTO DA ETAPA</b>	<b>R\$</b>	<b>7.547.230,59</b>
<b>10</b>	<b>EMBASAMENTO – LAJE JARDIM</b>				
	Guarda Corpo com corrimão tubular de ferro galvanizado e vidro temperado com 1.2m de altura	m	400,8	R\$	151.471,04
	Plantio de Grama	m <sup>2</sup>	9.600	R\$	158.904,96
	Pintura com Tinta Acrílica em piso de concreto, duas demãos, aplicada com rolo de lã	m <sup>2</sup>	1.595	R\$	29.762,70
	Pintura com Tinta Acrílica em piso, para faixas de demarcação, com faixas de 5 cm de largura, aplicada com trincha	m	747	R\$	22.089,31
	Plantio de Árvore ornamental (faixa de altura: de 1,50m a 2,00m / largura da cava: 80cm / comprimento da cava: 80cm / profundidade da cava: 80 cm)	un	300	R\$	19.725,78
	Domo de acrílico, colocação e acabamento, individual com ou sem ventilação	m <sup>2</sup>	96	R\$	54.576,36
	Impermeabilização interna de piscina enterrada, aplicando na estrutura de concreto quatro demãos de cimento impermeabilizante estrutural com emulsão adesiva	m <sup>2</sup>	80	R\$	5.556,32
	<b>DIAS DE EXECUÇÃO</b>	<b>50</b>	<b>CUSTO DA ETAPA</b>	<b>R\$</b>	<b>442.086,47</b>
<b>11</b>	<b>TRANSPORTE</b>				
	Elevador de Obra com torre de 10 m de altura, sistema de pinhão (cremalheira), para transporte de pessoas ou cargas	loc/un/mês	60	R\$	210.649,20
	Grua Ascensional, Lança de 50m, Capacidade de 2,33T a 30m, Altura até 48m	loc/un/mês	2	R\$	7.021,64
	Elevador de Obra com torre de 10m de altura, sistema de pinhão (cremalheira), para transporte de pessoas ou cargas	loc/un/mês	4	R\$	14.043,28

	Transporte e descarga de elementos estruturais utilizando caminhão fora-de-estrada capacidade 21m <sup>3</sup>	loc/un/mês	4	R\$	2.639,60
	Transporte e descarga de vedações e esquadrias	un	2.032	R\$	916.269,44
	<b>DIAS DE EXECUÇÃO</b>	<b>585</b>	<b>CUSTO DA ETAPA</b>	<b>R\$</b>	<b>1.150.623,16</b>
<b>12</b>	<b>ADMINISTRAÇÃO</b>				
	Custos Administrativos calculados para 96 meses de obra	-	-	R\$	8.986.876,80
	<b>DIAS TOTAIS DE EXECUÇÃO</b>	<b>9506</b>	<b>RECURSOS TOTAIS</b>	<b>R\$</b>	<b>241.465.637,00</b>

**ORÇAMENTO**  
**PAVIMENTO TIPO DA TORRE**

**Tabela 44:** Orçamento de um pavimento tipo da torre

QUANTITATIVO PAVIMENTO TIPO TORRE				
ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	CALCULADO	CUSTO
<b>1</b>	<b>ESTRUTURA</b>			
	Laje Pré-fabricada Steel Deck com chapa metálica, com capa de concreto FCK=30Mpa	m <sup>2</sup>	1.662,54	R\$ 351.237,34
	Forma Pré-Fabricada com chapa compensada plastificada para Pilares, e=12mm	m <sup>2</sup>	238,20	R\$ 9.608,75
	Forma Pré-Fabricada com chapa compensada plastificada para Escadas, e=12mm	m <sup>2</sup>	18,40	R\$ 758,25
	Perfis metálicos Aço laminado A 572 Grau 50	kg	114.858	R\$ 506.458,31
	Aço em barras nervuradas, CA-50, de vários diâmetros.	kg	1.060,39	R\$ 34.072,60
	Concretagem: Concreto Usinado Resistência C30	m <sup>3</sup>	27,53	R\$ 11.42,47
	<b>DIAS DE EXECUÇÃO</b>	<b>32</b>	<b>CUSTO DA ETAPA</b>	<b>R\$ 913.537,72</b>
<b>2</b>	<b>VEDAÇÕES</b>			
	Steel Frame para parede interna, fechamento em gesso acartonado entre ambientes secos e úmidos	m <sup>2</sup>	2.022,00	R\$ 150.186,07
	Forro de gesso acartonado fixo, monolítica, aparafusado em perfis metálicos espaçados a 0,60m, suspensos por pendurais rígidos reguláveis, espaçados a cada 1,00 m, e=12,5mm	m <sup>2</sup>	1.662,54	R\$ 20.615,50
	Divisória pré-fabricada sanitária com painel pré-fabricado e=40mm, miolo de madeira revestido com fibrocimento, fixado em perfis de alumínio. Painel frontal apoiado no piso, lateral elevado 150mm	m <sup>2</sup>	160,99	R\$ 62.210,77
	<b>DIAS DE EXECUÇÃO</b>	<b>24</b>	<b>CUSTO DA ETAPA</b>	<b>R\$ 233.012,34</b>
<b>3</b>	<b>PISOS</b>			
	Regularização sarrafeada de base para revestimento de piso com argamassa de cimento e areia peneirada traço 1:3, e=3cm	m <sup>2</sup>	1.337,09	R\$ 25.112,18
	Regularização sarrafeada de base para revestimento de piso com argamassa de cimento e areia peneirada traço 1:5, com aditivo impermeabilizante, e=3cm	m <sup>2</sup>	223,73	R\$ 4.299,65
	Regularização de degrau, espelho 20cm, piso 30cm, com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:5, e=1cm	m	8,4	R\$ 52,48
	Regularização de rodapé, com argamassa de cimento e areia	m	1.180,8	R\$ 4.577,33

sem peneirar traço 1:5, e= 3cm, altura 7cm				
Porcelanato polido 40 x 40cm, assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante	m <sup>2</sup>	1.380,05	R\$	174.193,50
Taco de madeira, assentado com argamassa de cimento e areia peneirada traço 1:4, inclusive desbastamento com a superfície de base	m <sup>2</sup>	180,77	R\$	30.291,59
Rodapé assentado com argamassa pré-fabricada de cimento colante, altura 8cm	m	1.180,8	R\$	82.239,20
Rejuntamento de Piso com argamassa pré-fabricada, espessura da junta: 6mm	m <sup>2</sup>	1.380,05	R\$	5.706,52
<b>DIAS DE EXECUÇÃO</b>	<b>30</b>	<b>CUSTO DA ETAPA</b>	<b>R\$</b>	<b>326.472,43</b>
<b>4 ESQUADRIAS</b>				
Porta 80x210cm interna de madeira, colocação e acabamento, de uma folha com batente, guarnição e ferragem	un	58	R\$	35.059,92
Porta 90x210cm interna de madeira, colocação e acabamento, de uma folha com batente, guarnição e ferragem	un	6	R\$	3.447,67
Porta 70x210cm interna de madeira, colocação e acabamento, de uma folha com batente, guarnição e ferragem	un	6	R\$	3.444,86
Janela de alumínio padronizada, colocação e acabamento, veneziana, com três folhas, dimensões 1,00mx1,20m, com vidro liso	un	40	R\$	17.834,54
Janela de alumínio padronizada, colocação e acabamento, maxim-ar, com uma seção, dimensões 0,60x0,80m, com vidro mini boreal	un	12	R\$	2.591,88
Pele de Vidro refletivo para controle solar de fachadas (antélio), colocado em caixilho com ou sem baguetes, com gaxeta de Neoprene	m <sup>2</sup>	692	R\$	634.550,16
<b>DIAS DE EXECUÇÃO</b>	<b>16</b>	<b>CUSTO DA ETAPA</b>	<b>R\$</b>	<b>696.929,02</b>
<b>5 PINTURA</b>				
Emassamento de parede interna com massa corrida à base de PVA com duas demãos, para pintura látex	m <sup>2</sup>	3.542,4	R\$	52.516,08
Pintura com Tinta Látex PVA em parede interna, com duas demãos, sem massa corrida	m <sup>2</sup>	3.542,4	R\$	62.957,30
Pintura com Verniz em esquadria de madeira, com três demãos	m <sup>2</sup>	252	R\$	5.428,41
Pintura com Tinta Látex Acrílica em parede externa, sem massa corrida	m <sup>2</sup>	692,4	R\$	12.323,61
<b>DIAS DE EXECUÇÃO</b>	<b>23</b>	<b>CUSTO DA ETAPA</b>	<b>R\$</b>	<b>133.225,40</b>
<b>DIAS TOTAIS DE EXECUÇÃO</b>	<b>125</b>	<b>RECURSOS TOTAIS</b>	<b>R\$</b>	<b>2.303.176,91</b>

## 12 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto foi realizado com o objetivo de estudar os processos envolvidos na execução de uma estrutura em aço e mista de aço e concreto, materiais em alta na construção civil atual. Tudo isso, respeitando as limitações impostas pelo edital do concurso e pela legislação vigente na região do projeto em questão.

Seguiu-se o conceito de modularização, pensando sempre na padronização dos vãos, elementos, peças, serviços e demais atividades associadas a um projeto e execução desse tipo de estrutura. Tal característica indica uma industrialização dos processos envolvidos, exercendo um maior controle de qualidade, diminuição de desperdícios e maior aproveitamento dos materiais e métodos utilizados.

Durante o processo, algumas atividades não puderam ser desenvolvidas de acordo com o esperado. Esperava-se conseguir realizar uma verificação de estabilidade mais detalhada, avaliando diferentes modelos de estrutura, contraventamentos e ligações entre os materiais, isto é, apenas os núcleos de circulação vertical enrijecidos em concreto armado, em seguida adição de contraventamentos de acordo com a necessidade de estabilidade e, caso necessário, imposição de técnicas mais avançadas.

Além disso, as verificações e análises mais detalhadas também foram comprometidas. Ambas as situações foram afetadas pela imperícia com o software utilizado, falta de energia na máquina responsável pela execução dos cálculos e análises e elevado dispêndio tempo para avaliações e discussões dos primeiros resultados obtidos.

Em síntese, o projeto foi satisfatório acerca dos conceitos propostos, tais como modularização, estruturas em aço e mistas de aço concreto, padronização das atividades envolvidas no processo e adequação às normas propostas pela prefeitura, corpo de bombeiros e nacionais para projeto. Do mesmo modo, também foram cumpridos os objetivos propostos pelo edital de desenvolvimento do trabalho em grupo e da interação entre docentes e discentes da Universidade.

## **Anexo 1: CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO**

CRONOGRAMA FÍSICO -1

Item	Duração	Mês	Concluído	restam									
		1	mensal		2	mensal		3	mensal		4	mensal	
Serviços Preliminares	126 dias	20	15,873%	106		0,000%	106		0,000%	106	20	15,873%	86
Fundação	209 dias		0,000%	209		0,000%	209		0,000%	209		0,000%	209
Estrutura	1613 dias		0,000%	1613		0,000%	1613		0,000%	1613		0,000%	1613
Vedação	1265 dias		0,000%	1265		0,000%	1265		0,000%	1265		0,000%	1265
Pisos	1531 dias		0,000%	1531		0,000%	1531		0,000%	1531		0,000%	1531
Esquadrias	850 dias		0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850
Cobertura	52 dias		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52
Pintura	1245 dias		0,000%	1245		0,000%	1245		0,000%	1245		0,000%	1245
Embasamento	50 dias		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50
Transporte	585 dias	10	1,709%	575		0,000%	575		0,000%	575	10	1,709%	565
Administração	1900 dias	20	1,053%	1880	10	0,526%	1870	10	0,526%	1860	20	1,053%	1840
Projeto	80 dias	20	25,000%	60	20	25,000%	40	20	25,000%	20	20	25,000%	0

Mês	Concluído	restam															
5	mensal		6	mensal		7	mensal		8	mensal		9	mensal		10	mensal	
20	15,873%	66	20	15,873%	46	20	15,873%	26	20	15,873%	6	6	4,762%	0		0,000%	0
	0,000%	209	20	9,569%	189	20	9,569%	169	20	9,569%	149	20	9,569%	129	20	9,569%	109
	0,000%	1613		0,000%	1613	20	1,240%	1593	20	1,240%	1573	20	1,240%	1553	20	1,240%	1533
	0,000%	1265		0,000%	1265		0,000%	1265		0,000%	1265		0,000%	1265		0,000%	1265
	0,000%	1531		0,000%	1531		0,000%	1531		0,000%	1531		0,000%	1531		0,000%	1531
	0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850
	0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52
	0,000%	1245		0,000%	1245		0,000%	1245		0,000%	1245		0,000%	1245		0,000%	1245

	0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50
<b>10</b>	1,709%	555	<b>10</b>	1,709%	545	<b>10</b>	1,709%	535	<b>10</b>	1,709%	525	<b>10</b>	1,709%	515	<b>10</b>	1,709%	505
<b>20</b>	1,053%	1820	<b>20</b>	1,053%	1800	<b>20</b>	1,053%	1780	<b>20</b>	1,053%	1760	<b>20</b>	1,053%	1740	<b>20</b>	1,053%	1720
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0

<b>Mês</b>	<b>Concluído</b>	restam															
<b>11</b>	<b>mensal</b>		<b>12</b>	<b>mensal</b>		<b>13</b>	<b>mensal</b>		<b>14</b>	<b>mensal</b>		<b>15</b>	<b>mensal</b>		<b>16</b>	<b>mensal</b>	
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
<b>20</b>	9,569%	89	<b>20</b>	9,569%	69	<b>20</b>	9,569%	49	<b>20</b>	9,569%	29	<b>20</b>	9,569%	9	<b>9</b>	4,306%	0
<b>20</b>	1,240%	1513	<b>20</b>	1,240%	1493	<b>20</b>	1,240%	1473	<b>20</b>	1,240%	1453	<b>20</b>	1,240%	1433	<b>20</b>	1,240%	1413
	0,000%	1265		0,000%	1265		0,000%	1265		0,000%	1265		0,000%	1265		0,000%	1265
	0,000%	1531		0,000%	1531		0,000%	1531		0,000%	1531		0,000%	1531		0,000%	1531
	0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850
	0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52
	0,000%	1245		0,000%	1245		0,000%	1245		0,000%	1245		0,000%	1245		0,000%	1245
	0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50
<b>10</b>	1,709%	495	<b>10</b>	1,709%	485	<b>5</b>	0,855%	480	<b>5</b>	0,855%	475	<b>5</b>	0,855%	470	<b>5</b>	0,855%	465
<b>20</b>	1,053%	1700	<b>20</b>	1,053%	1680	<b>20</b>	1,053%	1660	<b>20</b>	1,053%	1640	<b>20</b>	1,053%	1620	<b>20</b>	1,053%	1600
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0

<b>Mês</b>	<b>Concluído</b>	restam															
<b>17</b>	<b>mensal</b>		<b>18</b>	<b>mensal</b>		<b>19</b>	<b>mensal</b>		<b>20</b>	<b>mensal</b>		<b>21</b>	<b>mensal</b>		<b>22</b>	<b>mensal</b>	
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
<b>20</b>	1,240%	1393	<b>20</b>	1,240%	1373	<b>20</b>	1,240%	1353	<b>20</b>	1,240%	1333	<b>20</b>	1,240%	1313	<b>20</b>	1,240%	1293
	0,000%	1265		0,000%	1265	<b>20</b>	1,581%	1245	<b>20</b>	1,581%	1225	<b>20</b>	1,581%	1205	<b>20</b>	1,581%	1185

	0,000%	1531		0,000%	1531		0,000%	1531	<b>20</b>	1,306%	1511	<b>20</b>	1,306%	1491	<b>20</b>	1,306%	1471
	0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850
	0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52
	0,000%	1245		0,000%	1245		0,000%	1245		0,000%	1245		0,000%	1245		0,000%	1245
	0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50
<b>5</b>	0,855%	460	<b>5</b>	0,855%	455	<b>5</b>	0,855%	450	<b>5</b>	0,855%	445	<b>5</b>	0,855%	440	<b>5</b>	0,855%	435
<b>20</b>	1,053%	1580	<b>20</b>	1,053%	1560	<b>20</b>	1,053%	1540	<b>20</b>	1,053%	1520	<b>20</b>	1,053%	1500	<b>20</b>	1,053%	1480
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0

<b>Mês</b>	<b>Concluído</b>	restam	<b>Mês</b>	<b>Concluído</b>	restam
<b>23</b>	<b>mensal</b>		<b>24</b>	<b>mensal</b>	
	0,000%	0		0,000%	0
	0,000%	0		0,000%	0
<b>20</b>	1,240%	1273	<b>20</b>	1,240%	1253
<b>20</b>	1,581%	1165	<b>20</b>	1,581%	1145
<b>20</b>	1,306%	1451	<b>20</b>	1,306%	1431
	0,000%	850		0,000%	850
	0,000%	52		0,000%	52
	0,000%	1245		0,000%	1245
	0,000%	50		0,000%	50
<b>5</b>	0,855%	430	<b>5</b>	0,855%	425
<b>20</b>	1,053%	1460	<b>20</b>	1,053%	1440
	0,000%	0		0,000%	0

CRONOGRAMA FÍSICO -1

Item	Duração		Mês 25	Concluído mensal	restam	Mês 26	Concluído mensal	restam	Mês 27	Concluído mensal	restam	Mês 28	Concluído mensal	restam
Serviços Preliminares	126	dias		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
Fundação	209	dias		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
Estrutura	1613	dias	<b>20</b>	1,240%	1233	<b>20</b>	1,240%	1213	<b>20</b>	1,240%	1193	<b>20</b>	1,240%	1173
Vedação	1265	dias	<b>20</b>	1,581%	1125	<b>20</b>	1,581%	1105	<b>20</b>	1,581%	1085	<b>20</b>	1,581%	1065
Pisos	1531	dias	<b>20</b>	1,306%	1411	<b>20</b>	1,306%	1391	<b>20</b>	1,306%	1371	<b>20</b>	1,306%	1351
Esquadrias	850	dias		0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850
Cobertura	52	dias		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52
Pintura	1245	dias		0,000%	1245		0,000%	1245		0,000%	1245		0,000%	1245
Embasamento	50	dias		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50
Transporte	585	dias	<b>5</b>	0,855%	420	<b>5</b>	0,855%	415	<b>5</b>	0,855%	410	<b>5</b>	0,855%	405
Administração	1900	dias	<b>20</b>	1,053%	1420	<b>20</b>	1,053%	1400	<b>20</b>	1,053%	1380	<b>20</b>	1,053%	1360
Projeto	80	dias		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0

Mês 29	Concluído mensal	restam	Mês 30	Concluído mensal	restam	Mês 31	Concluído mensal	restam	Mês 32	Concluído mensal	restam	Mês 33	Concluído mensal	restam	Mês 34	Concluído mensal	restam
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
<b>20</b>	1,240%	1153	<b>20</b>	1,240%	1133	<b>20</b>	1,240%	1113	<b>20</b>	1,240%	1093	<b>20</b>	1,240%	1073	<b>20</b>	1,240%	1053
<b>20</b>	1,581%	1045	<b>20</b>	1,581%	1025	<b>20</b>	1,581%	1005	<b>20</b>	1,581%	985	<b>20</b>	1,581%	965	<b>20</b>	1,581%	945
<b>20</b>	1,306%	1331	<b>20</b>	1,306%	1311	<b>20</b>	1,306%	1291	<b>20</b>	1,306%	1271	<b>20</b>	1,306%	1251	<b>20</b>	1,306%	1231
	0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850
	0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52
	0,000%	1245		0,000%	1245		0,000%	1245		0,000%	1245		0,000%	1245	<b>20</b>	1,606%	1225

	0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50
<b>5</b>	0,855%	400	<b>5</b>	0,855%	395	<b>5</b>	0,855%	390	<b>5</b>	0,855%	385	<b>5</b>	0,855%	380	<b>5</b>	0,855%	375
<b>20</b>	1,053%	1340	<b>20</b>	1,053%	1320	<b>20</b>	1,053%	1300	<b>20</b>	1,053%	1280	<b>20</b>	1,053%	1260	<b>20</b>	1,053%	1240
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0

<b>Mês</b>	<b>Concluído</b>	restam															
<b>35</b>	<b>mensal</b>		<b>36</b>	<b>mensal</b>		<b>37</b>	<b>mensal</b>		<b>38</b>	<b>mensal</b>		<b>39</b>	<b>mensal</b>		<b>40</b>	<b>mensal</b>	
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
<b>20</b>	1,240%	1033	<b>20</b>	1,240%	1013	<b>20</b>	1,240%	993	<b>20</b>	1,240%	973	<b>20</b>	1,240%	953	<b>20</b>	1,240%	933
<b>20</b>	1,581%	925	<b>20</b>	1,581%	905	<b>20</b>	1,581%	885	<b>20</b>	1,581%	865	<b>20</b>	1,581%	845	<b>20</b>	1,581%	825
<b>20</b>	1,306%	1211	<b>20</b>	1,306%	1191	<b>20</b>	1,306%	1171	<b>20</b>	1,306%	1151	<b>20</b>	1,306%	1131	<b>20</b>	1,306%	1111
	0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850
	0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52
<b>20</b>	1,606%	1205	<b>20</b>	1,606%	1185	<b>20</b>	1,606%	1165	<b>20</b>	1,606%	1145	<b>20</b>	1,606%	1125	<b>20</b>	1,606%	1105
	0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50
<b>5</b>	0,855%	370	<b>5</b>	0,855%	365	<b>5</b>	0,855%	360	<b>5</b>	0,855%	355	<b>5</b>	0,855%	350	<b>5</b>	0,855%	345
<b>20</b>	1,053%	1220	<b>20</b>	1,053%	1200	<b>20</b>	1,053%	1180	<b>20</b>	1,053%	1160	<b>20</b>	1,053%	1140	<b>20</b>	1,053%	1120
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0

<b>Mês</b>	<b>Concluído</b>	restam															
<b>41</b>	<b>mensal</b>		<b>42</b>	<b>mensal</b>		<b>43</b>	<b>mensal</b>		<b>44</b>	<b>mensal</b>		<b>45</b>	<b>mensal</b>		<b>46</b>	<b>mensal</b>	
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
<b>20</b>	1,240%	913	<b>20</b>	1,240%	893	<b>20</b>	1,240%	873	<b>20</b>	1,240%	853	<b>20</b>	1,240%	833	<b>20</b>	1,240%	813
<b>20</b>	1,581%	805	<b>20</b>	1,581%	785	<b>20</b>	1,581%	765	<b>20</b>	1,581%	745	<b>20</b>	1,581%	725	<b>20</b>	1,581%	705

<b>20</b>	1,306%	1091	<b>20</b>	1,306%	1071	<b>20</b>	1,306%	1051	<b>20</b>	1,306%	1031	<b>20</b>	1,306%	1011	<b>20</b>	1,306%	991
	0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850		0,000%	850
	0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52
<b>20</b>	1,606%	1085	<b>20</b>	1,606%	1065	<b>20</b>	1,606%	1045	<b>20</b>	1,606%	1025	<b>20</b>	1,606%	1005	<b>20</b>	1,606%	985
	0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50
<b>5</b>	0,855%	340	<b>5</b>	0,855%	335	<b>5</b>	0,855%	330	<b>5</b>	0,855%	325	<b>5</b>	0,855%	320	<b>5</b>	0,855%	315
<b>20</b>	1,053%	1100	<b>20</b>	1,053%	1080	<b>20</b>	1,053%	1060	<b>20</b>	1,053%	1040	<b>20</b>	1,053%	1020	<b>20</b>	1,053%	1000
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0

<b>Mês</b>	<b>Concluído</b>	restam	<b>Mês</b>	<b>Concluído</b>	restam
<b>47</b>	<b>mensal</b>		<b>48</b>	<b>mensal</b>	
	0,000%	0		0,000%	0
	0,000%	0		0,000%	0
<b>20</b>	1,240%	793	<b>20</b>	1,240%	773
<b>20</b>	1,581%	685	<b>20</b>	1,581%	665
<b>20</b>	1,306%	971	<b>20</b>	1,306%	951
	0,000%	850		0,000%	850
	0,000%	52		0,000%	52
<b>20</b>	1,606%	965	<b>20</b>	1,606%	945
	0,000%	50		0,000%	50
<b>5</b>	0,855%	310	<b>5</b>	0,855%	305
<b>20</b>	1,053%	980	<b>20</b>	1,053%	960
	0,000%	0		0,000%	0

CRONOGRAMA FÍSICO -1

Item	Duração		Mês	Concluído	restam									
			49	mensal		50	mensal		51	mensal		52	mensal	
Serviços Preliminares	126	dias		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
Fundação	209	dias		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
Estrutura	1613	dias	<b>20</b>	1,240%	753	<b>20</b>	1,240%	733	<b>20</b>	1,240%	713	<b>20</b>	1,240%	693
Vedação	1265	dias	<b>20</b>	1,581%	645	<b>20</b>	1,581%	625	<b>20</b>	1,581%	605	<b>20</b>	1,581%	585
Pisos	1531	dias	<b>20</b>	1,306%	931	<b>20</b>	1,306%	911	<b>20</b>	1,306%	891	<b>20</b>	1,306%	871
Esquadrias	850	dias	<b>20</b>	2,353%	830	<b>20</b>	2,353%	810	<b>20</b>	2,353%	790	<b>20</b>	2,353%	770
Cobertura	52	dias		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52
Pintura	1245	dias	<b>20</b>	1,606%	925	<b>20</b>	1,606%	905	<b>20</b>	1,606%	885	<b>20</b>	1,606%	865
Embasamento	50	dias		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50
Transporte	585	dias	<b>5</b>	0,855%	300	<b>5</b>	0,855%	295	<b>5</b>	0,855%	290	<b>5</b>	0,855%	285
Administração	1900	dias	<b>20</b>	1,053%	940	<b>20</b>	1,053%	920	<b>20</b>	1,053%	900	<b>20</b>	1,053%	880
Projeto	80	dias		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0

Mês	Concluído	restam															
53	mensal		54	mensal		55	mensal		56	mensal		57	mensal		58	mensal	
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
<b>20</b>	1,240%	673	<b>20</b>	1,240%	653	<b>20</b>	1,240%	633	<b>20</b>	1,240%	613	<b>20</b>	1,240%	593	<b>20</b>	1,240%	573
<b>20</b>	1,581%	565	<b>20</b>	1,581%	545	<b>20</b>	1,581%	525	<b>20</b>	1,581%	505	<b>20</b>	1,581%	485	<b>20</b>	1,581%	465
<b>20</b>	1,306%	851	<b>20</b>	1,306%	831	<b>20</b>	1,306%	811	<b>20</b>	1,306%	791	<b>20</b>	1,306%	771	<b>20</b>	1,306%	751
<b>20</b>	2,353%	750	<b>20</b>	2,353%	730	<b>20</b>	2,353%	710	<b>20</b>	2,353%	690	<b>20</b>	2,353%	670	<b>20</b>	2,353%	650
	0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52
<b>20</b>	1,606%	845	<b>20</b>	1,606%	825	<b>20</b>	1,606%	805	<b>20</b>	1,606%	785	<b>20</b>	1,606%	765	<b>20</b>	1,606%	745

	0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50
<b>5</b>	0,855%	280	<b>5</b>	0,855%	275	<b>5</b>	0,855%	270	<b>5</b>	0,855%	265	<b>5</b>	0,855%	260	<b>5</b>	0,855%	255
<b>20</b>	1,053%	860	<b>20</b>	1,053%	840	<b>20</b>	1,053%	820	<b>20</b>	1,053%	800	<b>20</b>	1,053%	780	<b>20</b>	1,053%	760
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0

<b>Mês</b>	<b>Concluído</b>	<b>restam</b>															
<b>59</b>	<b>mensal</b>		<b>60</b>	<b>mensal</b>		<b>61</b>	<b>mensal</b>		<b>62</b>	<b>mensal</b>		<b>63</b>	<b>mensal</b>		<b>64</b>	<b>mensal</b>	
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
<b>20</b>	1,240%	553	<b>20</b>	1,240%	533	<b>20</b>	1,240%	513	<b>20</b>	1,240%	493	<b>20</b>	1,240%	473	<b>20</b>	1,240%	453
<b>20</b>	1,581%	445	<b>20</b>	1,581%	425	<b>20</b>	1,581%	405	<b>20</b>	1,581%	385	<b>20</b>	1,581%	365	<b>20</b>	1,581%	345
<b>20</b>	1,306%	731	<b>20</b>	1,306%	711	<b>20</b>	1,306%	691	<b>20</b>	1,306%	671	<b>20</b>	1,306%	651	<b>20</b>	1,306%	631
<b>20</b>	2,353%	630	<b>20</b>	2,353%	610	<b>20</b>	2,353%	590	<b>20</b>	2,353%	570	<b>20</b>	2,353%	550	<b>20</b>	2,353%	530
	0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52
<b>20</b>	1,606%	725	<b>20</b>	1,606%	705	<b>20</b>	1,606%	685	<b>20</b>	1,606%	665	<b>20</b>	1,606%	645	<b>20</b>	1,606%	625
	0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50
<b>5</b>	0,855%	250	<b>5</b>	0,855%	245	<b>5</b>	0,855%	240	<b>5</b>	0,855%	235	<b>5</b>	0,855%	230	<b>5</b>	0,855%	225
<b>20</b>	1,053%	740	<b>20</b>	1,053%	720	<b>20</b>	1,053%	700	<b>20</b>	1,053%	680	<b>20</b>	1,053%	660	<b>20</b>	1,053%	640
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0

<b>Mês</b>	<b>Concluído</b>	<b>resta</b>															
<b>65</b>	<b>o mensal</b>	<b>m</b>	<b>66</b>	<b>o mensal</b>	<b>m</b>	<b>67</b>	<b>o mensal</b>	<b>m</b>	<b>68</b>	<b>o mensal</b>	<b>m</b>	<b>69</b>	<b>o mensal</b>	<b>m</b>	<b>70</b>	<b>o mensal</b>	<b>m</b>
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0

<b>20</b>	1,240%	433	<b>20</b>	1,240%	413	<b>20</b>	1,240%	393	<b>20</b>	1,240%	373	<b>20</b>	1,240%	353	<b>20</b>	1,240%	333
<b>20</b>	1,581%	325	<b>20</b>	1,581%	305	<b>20</b>	1,581%	285	<b>20</b>	1,581%	265	<b>20</b>	1,581%	245	<b>20</b>	1,581%	225
<b>20</b>	1,306%	611	<b>20</b>	1,306%	591	<b>20</b>	1,306%	571	<b>20</b>	1,306%	551	<b>20</b>	1,306%	531	<b>20</b>	1,306%	511
<b>20</b>	2,353%	510	<b>20</b>	2,353%	490	<b>20</b>	2,353%	470	<b>20</b>	2,353%	450	<b>20</b>	2,353%	430	<b>20</b>	2,353%	410
	0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52
<b>20</b>	1,606%	605	<b>20</b>	1,606%	585	<b>20</b>	1,606%	565	<b>20</b>	1,606%	545	<b>20</b>	1,606%	525	<b>20</b>	1,606%	505
	0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50
<b>5</b>	0,855%	220	<b>5</b>	0,855%	215	<b>5</b>	0,855%	210	<b>5</b>	0,855%	205	<b>5</b>	0,855%	200	<b>5</b>	0,855%	195
<b>20</b>	1,053%	620	<b>20</b>	1,053%	600	<b>20</b>	1,053%	580	<b>20</b>	1,053%	560	<b>20</b>	1,053%	540	<b>20</b>	1,053%	520
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0

<b>Mês</b>	<b>Concluído</b>	<b>restam</b>	<b>Mês</b>	<b>Concluído</b>	<b>restam</b>
<b>71</b>	<b>mensal</b>		<b>72</b>	<b>mensal</b>	
	0,000%	0		0,000%	0
	0,000%	0		0,000%	0
<b>20</b>	1,240%	313	<b>20</b>	1,240%	293
<b>20</b>	1,581%	205	<b>20</b>	1,581%	185
<b>20</b>	1,306%	491	<b>20</b>	1,306%	471
<b>20</b>	2,353%	390	<b>20</b>	2,353%	370
	0,000%	52		0,000%	52
<b>20</b>	1,606%	485	<b>20</b>	1,606%	465
	0,000%	50		0,000%	50
<b>5</b>	0,855%	190	<b>5</b>	0,855%	185
<b>20</b>	1,053%	500	<b>20</b>	1,053%	480
	0,000%	0		0,000%	0

CRONOGRAMA FÍSICO -1

Item	Duração		Mês	Concluído	restam									
			73	mensal		74	mensal		75	mensal		76	mensal	
Serviços Preliminares	126	dias		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
Fundação	209	dias		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
Estrutura	1613	dias	<b>20</b>	1,240%	273	<b>20</b>	1,240%	253	<b>20</b>	1,240%	233	<b>20</b>	1,240%	213
Vedação	1265	dias	<b>20</b>	1,581%	165	<b>20</b>	1,581%	145	<b>20</b>	1,581%	125	<b>20</b>	1,581%	105
Pisos	1531	dias	<b>20</b>	1,306%	451	<b>20</b>	1,306%	431	<b>20</b>	1,306%	411	<b>20</b>	1,306%	391
Esquadrias	850	dias	<b>20</b>	2,353%	350	<b>20</b>	2,353%	330	<b>20</b>	2,353%	310	<b>20</b>	2,353%	290
Cobertura	52	dias		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52
Pintura	1245	dias	<b>20</b>	1,606%	445	<b>20</b>	1,606%	425	<b>20</b>	1,606%	405	<b>20</b>	1,606%	385
Embasamento	50	dias		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50
Transporte	585	dias	<b>10</b>	1,709%	175	<b>10</b>	1,709%	165	<b>10</b>	1,709%	155	<b>10</b>	1,709%	145
Administração	1900	dias	<b>20</b>	1,053%	460	<b>20</b>	1,053%	440	<b>20</b>	1,053%	420	<b>20</b>	1,053%	400
Projeto	80	dias		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0

Mês	Concluído	restam															
77	mensal		78	mensal		79	mensal		80	mensal		81	mensal		82	mensal	
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
<b>20</b>	1,240%	193	<b>20</b>	1,240%	173	<b>20</b>	1,240%	153	<b>20</b>	1,240%	133	<b>20</b>	1,240%	113	<b>20</b>	1,240%	93
<b>20</b>	1,581%	85	<b>20</b>	1,581%	65	<b>20</b>	1,581%	45	<b>20</b>	1,581%	25	<b>20</b>	1,581%	5	<b>5</b>	0,395%	0
<b>20</b>	1,306%	371	<b>20</b>	1,306%	351	<b>20</b>	1,306%	331	<b>20</b>	1,306%	311	<b>20</b>	1,306%	291	<b>20</b>	1,306%	271
<b>20</b>	2,353%	270	<b>20</b>	2,353%	250	<b>20</b>	2,353%	230	<b>20</b>	2,353%	210	<b>20</b>	2,353%	190	<b>20</b>	2,353%	170
	0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52
<b>20</b>	1,606%	365	<b>20</b>	1,606%	345	<b>20</b>	1,606%	325	<b>20</b>	1,606%	305	<b>20</b>	1,606%	285	<b>20</b>	1,606%	265

	0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50
<b>10</b>	1,709%	135	<b>10</b>	1,709%	125	<b>10</b>	1,709%	115	<b>10</b>	1,709%	105	<b>10</b>	1,709%	95	<b>10</b>	1,709%	85
<b>20</b>	1,053%	380	<b>20</b>	1,053%	360	<b>20</b>	1,053%	340	<b>20</b>	1,053%	320	<b>20</b>	1,053%	300	<b>20</b>	1,053%	280
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0

<b>Mês</b>	<b>Concluído</b>	restam															
<b>83</b>	<b>mensal</b>		<b>84</b>	<b>mensal</b>		<b>85</b>	<b>mensal</b>		<b>86</b>	<b>mensal</b>		<b>87</b>	<b>mensal</b>		<b>88</b>	<b>mensal</b>	
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
<b>20</b>	1,240%	73	<b>20</b>	1,240%	53	<b>20</b>	1,240%	33	<b>20</b>	1,240%	13	<b>13</b>	0,806%	0		0,000%	0
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
<b>20</b>	1,306%	251	<b>20</b>	1,306%	231	<b>20</b>	1,306%	211	<b>20</b>	1,306%	191	<b>20</b>	1,306%	171	<b>20</b>	1,306%	151
<b>20</b>	2,353%	150	<b>20</b>	2,353%	130	<b>20</b>	2,353%	110	<b>20</b>	2,353%	90	<b>20</b>	2,353%	70	<b>20</b>	2,353%	50
	0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52		0,000%	52
<b>20</b>	1,606%	245	<b>20</b>	1,606%	225	<b>20</b>	1,606%	205	<b>20</b>	1,606%	185	<b>20</b>	1,606%	165	<b>20</b>	1,606%	145
	0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50
<b>10</b>	1,709%	75	<b>10</b>	1,709%	65	<b>10</b>	1,709%	55	<b>5</b>	0,855%	50	<b>5</b>	0,855%	45	<b>5</b>	0,855%	40
<b>20</b>	1,053%	260	<b>20</b>	1,053%	240	<b>20</b>	1,053%	220	<b>20</b>	1,053%	200	<b>20</b>	1,053%	180	<b>20</b>	1,053%	160
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0

<b>Mês</b>	<b>Concluído</b>	resta															
<b>89</b>	<b>o mensal</b>	m	<b>90</b>	<b>o mensal</b>	m	<b>91</b>	<b>o mensal</b>	m	<b>92</b>	<b>o mensal</b>	m	<b>93</b>	<b>o mensal</b>	m	<b>94</b>	<b>o mensal</b>	m
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0

	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
<b>20</b>	1,306%	131	<b>20</b>	1,306%	111	<b>20</b>	1,306%	91	<b>20</b>	1,306%	71	<b>20</b>	1,306%	51	<b>20</b>	1,306%	31
<b>20</b>	2,353%	30	<b>20</b>	2,353%	10	<b>10</b>	1,176%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
<b>20</b>	38,462%	32	<b>20</b>	38,462%	12	<b>12</b>	23,077%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0
<b>20</b>	1,606%	125	<b>20</b>	1,606%	105	<b>20</b>	1,606%	85	<b>20</b>	1,606%	65	<b>20</b>	1,606%	45	<b>20</b>	1,606%	25
	0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50		0,000%	50	<b>20</b>	40,000%	30
<b>5</b>	0,855%	35	<b>5</b>	0,855%	30	<b>5</b>	0,855%	25	<b>5</b>	0,855%	20	<b>5</b>	0,855%	15	<b>5</b>	0,855%	10
<b>20</b>	1,053%	140	<b>20</b>	1,053%	120	<b>20</b>	1,053%	100	<b>20</b>	1,053%	80	<b>20</b>	1,053%	60	<b>20</b>	1,053%	40
	0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0		0,000%	0

<b>Mês</b>	<b>Concluído</b>	<b>restam</b>	<b>Mês</b>	<b>Concluído</b>	<b>restam</b>
<b>95</b>	<b>mensal</b>		<b>96</b>	<b>mensal</b>	
	0,000%	0		0,000%	0
	0,000%	0		0,000%	0
	0,000%	0		0,000%	0
	0,000%	0		0,000%	0
<b>20</b>	1,306%	11	<b>11</b>	0,718%	0
	0,000%	0		0,000%	0
	0,000%	0		0,000%	0
<b>20</b>	1,606%	5	<b>5</b>	0,402%	0
<b>20</b>	40,000%	10	<b>10</b>	20,000%	0
<b>5</b>	0,855%	5	<b>5</b>	0,855%	0
<b>20</b>	1,053%	20	<b>20</b>	1,053%	0
	0,000%	0		0,000%	0

**CRONOGRAMA FÍSICO- FINANCEIRO**

ÍTEM	SERVIÇO			Mês 1		Mês 2		Mês 3		Mês 4	
		R\$	%	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$		
1	Serviços Preliminares	R\$ 1.308.137,00	0,54	R\$ 207.640,79	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 207.640,79			
2	Fundação	R\$ 103.099.985,00	42,70	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -			
3	Estrutura	R\$ 49.480.920,00	20,49	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -			
4	Vedação	R\$ 12.604.350,00	5,22	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -			
5	Pisos	R\$ 17.115.258,00	7,09	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -			
6	Esquadrias	R\$ 32.027.228,00	13,26	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -			
7	Cobertura	R\$ 4.420.894,00	1,83	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -			
8	Pintura	R\$ 7.547.231,00	3,13	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -			
9	Embasamento	R\$ 442.086,00	0,18	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -			
10	Transporte	R\$ 1.150.623,00	0,48	R\$ 19.668,77	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -			
11	Administração	R\$ 8.986.877,00	3,72	R\$ 94.598,71	R\$ 47.299,35	R\$ 47.299,35	R\$ 47.299,35	R\$ 47.299,35			
12	Projeto	R\$ 3.282.048,00	1,36	R\$ 820.512,00	R\$ 820.512,00	R\$ 820.512,00	R\$ 820.512,00	R\$ 820.512,00			
<b>TOTAL MENSAL</b>					<b>R\$ 1.142.420,27</b>	<b>R\$ 867.811,35</b>	<b>R\$ 867.811,35</b>	<b>R\$ 867.811,35</b>	<b>R\$ 1.142.420,27</b>		
<b>TOTAL ACUMULADO</b>		<b>R\$ 241.465.637,00</b>	100	<b>R\$ 1.142.420,27</b>	<b>R\$ 2.010.231,62</b>	<b>R\$ 2.878.042,97</b>	<b>R\$ 4.020.463,24</b>				

Mês 5		Mês 6		Mês 7		Mês 8		Mês 9		Mês 10		Mês 11		Mês 12	
R\$ 207.640,79	R\$ 207.640,79	R\$ 207.640,79	R\$ 207.640,79	R\$ 62.292,24	R\$ -										
R\$ -	R\$ 9.866.027,27														
R\$ -	R\$ -	R\$ 613.526,60													
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -

R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
R\$	19.668,77	R\$	19.668,77	R\$	19.668,77	R\$	19.668,77	R\$	19.668,77	R\$	19.668,77	R\$	19.668,77	R\$	19.668,77	R\$	19.668,77
R\$	94.598,71	R\$	94.598,71	R\$	94.598,71	R\$	94.598,71	R\$	94.598,71	R\$	94.598,71	R\$	94.598,71	R\$	94.598,71	R\$	94.598,71
R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
<b>R\$</b>	<b>321.908,27</b>	<b>R\$</b>	<b>10.187.935,54</b>	<b>R\$</b>	<b>10.801.462,14</b>	<b>R\$</b>	<b>10.801.462,14</b>	<b>R\$</b>	<b>10.656.113,58</b>	<b>R\$</b>	<b>10.593.821,34</b>	<b>R\$</b>	<b>10.593.821,34</b>	<b>R\$</b>	<b>10.593.821,34</b>	<b>R\$</b>	<b>10.593.821,34</b>
<b>R\$</b>	<b>4.342.371,51</b>	<b>R\$</b>	<b>14.530.307,05</b>	<b>R\$</b>	<b>25.331.769,19</b>	<b>R\$</b>	<b>36.133.231,33</b>	<b>R\$</b>	<b>46.789.344,91</b>	<b>R\$</b>	<b>57.383.166,25</b>	<b>R\$</b>	<b>67.976.987,59</b>	<b>R\$</b>	<b>78.570.808,94</b>	<b>R\$</b>	<b>78.570.808,94</b>

	Mês 13	Mês 14	Mês 15	Mês 16	Mês 17	Mês 18	Mês 19	Mês 20	
R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
R\$	9.866.027,27	R\$	9.866.027,27	R\$	9.866.027,27	R\$	4.439.712,27	R\$	-
R\$	613.526,60	R\$	613.526,60	R\$	613.526,60	R\$	613.526,60	R\$	613.526,60
R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	199.278,26
R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	223.582,73
R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
R\$	9.834,38	R\$	9.834,38	R\$	9.834,38	R\$	9.834,38	R\$	9.834,38
R\$	94.598,71	R\$	94.598,71	R\$	94.598,71	R\$	94.598,71	R\$	94.598,71
R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-

R\$ 10.583.986,96	R\$ 10.583.986,96	R\$ 10.583.986,96	R\$ 5.157.671,96	R\$ 717.959,69	R\$ 717.959,69	R\$ 917.237,95	R\$ 1.140.820,68
R\$ 89.154.795,90	R\$ 99.738.782,86	R\$ 110.322.769,81	R\$ 115.480.441,77	R\$ 116.198.401,46	R\$ 116.916.361,15	R\$ 117.833.599,09	R\$ 118.974.419,77

Mês 21		Mês 22		Mês 23		Mês 24	
R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
R\$	613.526,60	R\$	613.526,60	R\$	613.526,60	R\$	613.526,60
R\$	199.278,26	R\$	199.278,26	R\$	199.278,26	R\$	199.278,26
R\$	223.582,73	R\$	223.582,73	R\$	223.582,73	R\$	223.582,73
R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
R\$	9.834,38	R\$	9.834,38	R\$	9.834,38	R\$	9.834,38
R\$	94.598,71	R\$	94.598,71	R\$	94.598,71	R\$	94.598,71
R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
<b>R\$</b>	<b>1.140.820,68</b>	<b>R\$</b>	<b>1.140.820,68</b>	<b>R\$</b>	<b>1.140.820,68</b>	<b>R\$</b>	<b>1.140.820,68</b>
<b>R\$</b>	<b>120.115.240,45</b>	<b>R\$</b>	<b>121.256.061,13</b>	<b>R\$</b>	<b>122.396.881,80</b>	<b>R\$</b>	<b>123.537.702,48</b>

ÍTEM	SERVIÇO	R\$	%	Mês 25	Mês 26	Mês 27	Mês 28
1	Serviços Preliminares	R\$ 1.308.137,00	0,54	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -

2	Fundação	R\$	103.099.985,00	42,70	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
3	Estrutura	R\$	49.480.920,00	20,49	R\$	613.526,60	R\$	613.526,60	R\$	613.526,60	R\$	613.526,60
4	Vedação	R\$	12.604.350,00	5,22	R\$	199.278,26	R\$	199.278,26	R\$	199.278,26	R\$	199.278,26
5	Pisos	R\$	17.115.258,00	7,09	R\$	223.582,73	R\$	223.582,73	R\$	223.582,73	R\$	223.582,73
6	Esquadrias	R\$	32.027.228,00	13,26	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
7	Cobertura	R\$	4.420.894,00	1,83	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
8	Pintura	R\$	7.547.231,00	3,13	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
9	Embasamento	R\$	442.086,00	0,18	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
10	Transporte	R\$	1.150.623,00	0,48	R\$	9.834,38	R\$	9.834,38	R\$	9.834,38	R\$	9.834,38
11	Administração	R\$	8.986.877,00	3,72	R\$	94.598,71	R\$	94.598,71	R\$	94.598,71	R\$	94.598,71
12	Projeto	R\$	3.282.048,00	1,36	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
<b>TOTAL MENSAL</b>						<b>R\$ 1.140.820,68</b>						
<b>TOTAL ACUMULADO</b>			<b>R\$ 241.465.637,00</b>	100	<b>R\$ 124.678.523,16</b>	<b>R\$ 125.819.343,84</b>	<b>R\$ 126.960.164,51</b>	<b>R\$ 128.100.985,19</b>				

Mês 29		Mês 30		Mês 31		Mês 32		Mês 33		Mês 34		Mês 35		Mês 36	
R\$	-														
R\$	-														
R\$	613.526,60														
R\$	199.278,26														
R\$	223.582,73														
R\$	-														
R\$	-														
R\$	-	R\$	121.240,66	R\$	121.240,66	R\$	121.240,66								
R\$	-														
R\$	9.834,38														
R\$	94.598,71														

R\$ -							
<b>R\$ 1.140.820,68</b>	<b>R\$ 1.262.061,34</b>	<b>R\$ 1.262.061,34</b>					
<b>R\$ 129.241.805,87</b>	<b>R\$ 130.382.626,54</b>	<b>R\$ 131.523.447,22</b>	<b>R\$ 132.664.267,90</b>	<b>R\$ 133.805.088,58</b>	<b>R\$ 135.067.149,91</b>	<b>R\$ 136.329.211,25</b>	<b>R\$ 137.591.272,59</b>

Mês 37	Mês 38	Mês 39	Mês 40	Mês 41	Mês 42	Mês 43	Mês 44
R\$ -							
R\$ -							
R\$ 613.526,60							
R\$ 199.278,26							
R\$ 223.582,73							
R\$ -							
R\$ -							
R\$ 121.240,66							
R\$ -							
R\$ 9.834,38							
R\$ 94.598,71							
R\$ -							
<b>R\$ 1.262.061,34</b>							
<b>R\$ 138.853.333,92</b>	<b>R\$ 140.115.395,26</b>	<b>R\$ 141.377.456,59</b>	<b>R\$ 142.639.517,93</b>	<b>R\$ 143.901.579,27</b>	<b>R\$ 145.163.640,60</b>	<b>R\$ 146.425.701,94</b>	<b>R\$ 147.687.763,27</b>

Mês 45	Mês 46	Mês 47	Mês 48
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -

R\$ 613.526,60	R\$ 613.526,60	R\$ 613.526,60	R\$ 613.526,60
R\$ 199.278,26	R\$ 199.278,26	R\$ 199.278,26	R\$ 199.278,26
R\$ 223.582,73	R\$ 223.582,73	R\$ 223.582,73	R\$ 223.582,73
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 121.240,66	R\$ 121.240,66	R\$ 121.240,66	R\$ 121.240,66
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 9.834,38	R\$ 9.834,38	R\$ 9.834,38	R\$ 9.834,38
R\$ 94.598,71	R\$ 94.598,71	R\$ 94.598,71	R\$ 94.598,71
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
<b>R\$ 1.262.061,34</b>	<b>R\$ 1.262.061,34</b>	<b>R\$ 1.262.061,34</b>	<b>R\$ 1.262.061,34</b>
<b>R\$ 148.949.824,61</b>	<b>R\$ 150.211.885,95</b>	<b>R\$ 151.473.947,28</b>	<b>R\$ 152.736.008,62</b>

ÍTEM	SERVIÇO	R\$	%	Mês 49	Mês 50	Mês 51	Mês 52
1	Serviços Preliminares	R\$ 1.308.137,00	0,54	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
2	Fundação	R\$ 103.099.985,00	42,70	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
3	Estrutura	R\$ 49.480.920,00	20,49	R\$ 613.526,60	R\$ 613.526,60	R\$ 613.526,60	R\$ 613.526,60
4	Vedação	R\$ 12.604.350,00	5,22	R\$ 199.278,26	R\$ 199.278,26	R\$ 199.278,26	R\$ 199.278,26
5	Pisos	R\$ 17.115.258,00	7,09	R\$ 223.582,73	R\$ 223.582,73	R\$ 223.582,73	R\$ 223.582,73
6	Esquadrias	R\$ 32.027.228,00	13,26	R\$ 753.581,84	R\$ 753.581,84	R\$ 753.581,84	R\$ 753.581,84
7	Cobertura	R\$ 4.420.894,00	1,83	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
8	Pintura	R\$ 7.547.231,00	3,13	R\$ 121.240,66	R\$ 121.240,66	R\$ 121.240,66	R\$ 121.240,66
9	Embasamento	R\$ 442.086,00	0,18	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
10	Transporte	R\$ 1.150.623,00	0,48	R\$ 9.834,38	R\$ 9.834,38	R\$ 9.834,38	R\$ 9.834,38
11	Administração	R\$ 8.986.877,00	3,72	R\$ 94.598,71	R\$ 94.598,71	R\$ 94.598,71	R\$ 94.598,71

12	Projeto	R\$	3.282.048,00	1,36	R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
	<b>TOTAL MENSAL</b>				<b>R\$</b>	<b>2.015.643,17</b>	<b>R\$</b>	<b>2.015.643,17</b>	<b>R\$</b>	<b>2.015.643,17</b>	<b>R\$</b>	<b>2.015.643,17</b>
	<b>TOTAL ACUMULADO</b>	<b>R\$</b>	<b>241.465.637,00</b>	100	<b>R\$</b>	<b>154.751.651,79</b>	<b>R\$</b>	<b>156.767.294,96</b>	<b>R\$</b>	<b>158.782.938,13</b>	<b>R\$</b>	<b>160.798.581,30</b>

Mês 53		Mês 54		Mês 55		Mês 56		Mês 57		Mês 58		Mês 59		Mês 60	
R\$	-														
R\$	-														
R\$	613.526,60														
R\$	199.278,26														
R\$	223.582,73														
R\$	753.581,84														
R\$	-														
R\$	121.240,66														
R\$	-														
R\$	9.834,38														
R\$	94.598,71														
R\$	-														
<b>R\$</b>	<b>2.015.643,17</b>														
<b>R\$</b>	<b>162.814.224,47</b>	<b>R\$</b>	<b>164.829.867,65</b>	<b>R\$</b>	<b>166.845.510,82</b>	<b>R\$</b>	<b>168.861.153,99</b>	<b>R\$</b>	<b>170.876.797,16</b>	<b>R\$</b>	<b>172.892.440,33</b>	<b>R\$</b>	<b>174.908.083,50</b>	<b>R\$</b>	<b>176.923.726,67</b>

Mês 61		Mês 62		Mês 63		Mês 64		Mês 65		Mês 66		Mês 67		Mês 68	
R\$	-														
R\$	-														



R\$	-	R\$	-	R\$	-	R\$	-
<b>R\$</b>	<b>2.015.643,17</b>	<b>R\$</b>	<b>2.015.643,17</b>	<b>R\$</b>	<b>2.015.643,17</b>	<b>R\$</b>	<b>2.015.643,17</b>
<b>R\$</b>	<b>195.064.515,22</b>	<b>R\$</b>	<b>197.080.158,39</b>	<b>R\$</b>	<b>199.095.801,56</b>	<b>R\$</b>	<b>201.111.444,73</b>

ÍTEM	SERVIÇO	R\$	%	Mês 73	Mês 74	Mês 75	Mês 76
1	Serviços Preliminares	R\$ 1.308.137,00	0,54	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
2	Fundação	R\$ 103.099.985,00	42,70	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
3	Estrutura	R\$ 49.480.920,00	20,49	R\$ 613.526,60	R\$ 613.526,60	R\$ 613.526,60	R\$ 613.526,60
4	Vedação	R\$ 12.604.350,00	5,22	R\$ 199.278,26	R\$ 199.278,26	R\$ 199.278,26	R\$ 199.278,26
5	Pisos	R\$ 17.115.258,00	7,09	R\$ 223.582,73	R\$ 223.582,73	R\$ 223.582,73	R\$ 223.582,73
6	Esquadrias	R\$ 32.027.228,00	13,26	R\$ 753.581,84	R\$ 753.581,84	R\$ 753.581,84	R\$ 753.581,84
7	Cobertura	R\$ 4.420.894,00	1,83	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
8	Pintura	R\$ 7.547.231,00	3,13	R\$ 121.240,66	R\$ 121.240,66	R\$ 121.240,66	R\$ 121.240,66
9	Embasamento	R\$ 442.086,00	0,18	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
10	Transporte	R\$ 1.150.623,00	0,48	R\$ 19.668,77	R\$ 19.668,77	R\$ 19.668,77	R\$ 19.668,77
11	Administração	R\$ 8.986.877,00	3,72	R\$ 94.598,71	R\$ 94.598,71	R\$ 94.598,71	R\$ 94.598,71
12	Projeto	R\$ 3.282.048,00	1,36	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
	<b>TOTAL MENSAL</b>			<b>R\$ 2.025.477,56</b>	<b>R\$ 2.025.477,56</b>	<b>R\$ 2.025.477,56</b>	<b>R\$ 2.025.477,56</b>
	<b>TOTAL ACUMULADO</b>	<b>R\$ 241.465.637,00</b>	100	<b>R\$ 203.136.922,29</b>	<b>R\$ 205.162.399,84</b>	<b>R\$ 207.187.877,40</b>	<b>R\$ 209.213.354,95</b>

Mês 77	Mês 78	Mês 79	Mês 80	Mês 81	Mês 82	Mês 83	Mês 84
R\$ -							
R\$ -							

R\$ 613.526,60											
R\$ 199.278,26	R\$ 49.819,57	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -						
R\$ 223.582,73											
R\$ 753.581,84											
R\$ -											
R\$ 121.240,66											
R\$ -											
R\$ 19.668,77											
R\$ 94.598,71											
R\$ -											
<b>R\$ 2.025.477,56</b>	<b>R\$ 1.876.018,86</b>	<b>R\$ 1.826.199,30</b>	<b>R\$ 1.826.199,30</b>	<b>R\$ 1.826.199,30</b>	<b>R\$ 1.826.199,30</b>						
<b>R\$ 211.238.832,51</b>	<b>R\$ 213.264.310,06</b>	<b>R\$ 215.289.787,62</b>	<b>R\$ 217.315.265,18</b>	<b>R\$ 219.340.742,73</b>	<b>R\$ 221.216.761,59</b>	<b>R\$ 223.042.960,89</b>	<b>R\$ 224.869.160,18</b>	<b>R\$ 226.787.129,07</b>	<b>R\$ 228.704.198,36</b>	<b>R\$ 230.619.267,65</b>	<b>R\$ 232.534.336,94</b>

Mês 85	Mês 86	Mês 87	Mês 88	Mês 89	Mês 90	Mês 91	Mês 92
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -				
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -				
R\$ 613.526,60	R\$ 613.526,60	R\$ 398.792,29	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -				
R\$ 223.582,73	R\$ 223.582,73	R\$ 223.582,73	R\$ 223.582,73				
R\$ 753.581,84	R\$ 753.581,84	R\$ 376.790,92	R\$ -				
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.700.343,85	R\$ 1.700.343,85	R\$ 1.020.206,31	R\$ -
R\$ 121.240,66	R\$ 121.240,66	R\$ 121.240,66	R\$ 121.240,66				
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -				
R\$ 19.668,77	R\$ 9.834,38	R\$ 9.834,38	R\$ 9.834,38	R\$ 9.834,38	R\$ 9.834,38	R\$ 9.834,38	R\$ 9.834,38
R\$ 94.598,71	R\$ 94.598,71	R\$ 94.598,71	R\$ 94.598,71				

R\$ -							
<b>R\$ 1.826.199,30</b>	<b>R\$ 1.816.364,91</b>	<b>R\$ 1.601.630,60</b>	<b>R\$ 1.202.838,31</b>	<b>R\$ 2.903.182,16</b>	<b>R\$ 2.903.182,16</b>	<b>R\$ 1.846.253,70</b>	<b>R\$ 449.256,48</b>
<b>R\$ 226.695.359,48</b>	<b>R\$ 228.511.724,39</b>	<b>R\$ 230.113.354,99</b>	<b>R\$ 231.316.193,30</b>	<b>R\$ 234.219.375,46</b>	<b>R\$ 237.122.557,62</b>	<b>R\$ 238.968.811,33</b>	<b>R\$ 239.418.067,81</b>

Mês 93	Mês 94	Mês 95	Mês 96
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 223.582,73	R\$ 223.582,73	R\$ 223.582,73	R\$ 122.970,50
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
R\$ 121.240,66	R\$ 121.240,66	R\$ 121.240,66	R\$ 30.310,16
R\$ -	R\$ 176.834,40	R\$ 176.834,40	R\$ 88.417,20
R\$ 9.834,38	R\$ 9.834,38	R\$ 9.834,38	R\$ 9.834,38
R\$ 94.598,71	R\$ 94.598,71	R\$ 94.598,71	R\$ 94.598,71
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
<b>R\$ 449.256,48</b>	<b>R\$ 626.090,88</b>	<b>R\$ 626.090,88</b>	<b>R\$ 346.130,96</b>
<b>R\$ 239.867.324,29</b>	<b>R\$ 240.493.415,17</b>	<b>R\$ 241.119.506,04</b>	<b>R\$ 241.465.637,00</b>



## REFERÊNCIAS

Bellei, Ildony H. **Edifícios de múltiplos andares em aço** / Ildony H. Bellei, Fernando O. Pinho, Mauro O. Pinho. -- 2. ed. - São Paulo : Pini, 2008.

Mattos, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos** / Aldo Dórea Mattos. -- São Paulo: Editora Pini, 2006

Chaves, José Roberto Ferreira. **Análise dinâmica de pórticos metálicos contraventados**. Brasília, 2009.

Matos, Rafael Carrijo. **Sistemas de contraventamentos em edifícios de estrutura metálica**. Brasília, 2014.

Frau, Fernanda Marafon. **O Conjunto Nacional: entre arquitetura e urbanismo moderno** / Fernanda Marafon. – Campinas: PUC-Campinas, 2016. 262p.

Pfeil, Walter. **Estruturas de aço: dimensionamento prático** / Walter Pfeil, Michele Pfeil. - 8.ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2009.

Alva, G. M. S. **Sobre o projeto de edifícios em estrutura mista aço-concreto**. 2000. 277f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

Camargo, Rafael Moreira. **Contribuição ao estudo da estabilidade de edifícios de andares múltiplos em aço** / Rafael Moreira de Camargo; orientador José Jairo de Sáles. São Carlos, 2012.

