

CENTRO BRASILEIRO DE CONTRUÇÃO EM AÇO
3º CONCURSO CBCA PARA ESTUDANTES DE ENGENHARIA 2021
EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS ANDARES DE USO MISTO

EDIFÍCIO DE MÚLTIPLOS ANDARES DE USO MISTO
LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO - MEMORIAL DE CÁLCULO
ESTRUTURAL

AGOSTO

2021

LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIATURAS E SIGLAS

Letras Gregas:

- ϕ – diâmetro;
- δ – fator de contribuição do aço, ângulo de atrito estrutura-solo;
- λ – índice de esbeltez, parâmetro de esbeltez;
- λ_{lim} – índice de esbeltez limite;
- λ_0 – parâmetro de esbeltez reduzido;
- λ_p – parâmetro de esbeltez limite para seções compactas;
- λ_r – parâmetro de esbeltez limite para seções semicompactas;
- η_i – grau de interação da viga mista;
- η_a – fator de redução de perfil tubular;
- η_c – fator de majoração da resistência do concreto;
- φ_{ef} – ângulo de atrito interno;
- χ – fator de redução associado a flambagem global.

Abreviaturas e Siglas:

- a – espessura comprimida laje de concreto;
- A_a – área do perfil de aço;
- A_{af} – área da mesa superior do perfil de aço;
- A_{aw} – área da alma do perfil de aço;
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- A_c – área de concreto;
- A_e – área frontal efetiva;
- A_q – área de perfis tubulares;
- ASTM - *American Society for Testing and Materials*;
- A_w – área efetiva de cisalhamento;
- b – largura de um perfil de aço; parâmetro meteorológico usado na determinação de S_2 ;
- c – coeficiente de coesão do solo;
- C_a – Coeficiente de Arrasto;
- C_{ad} – força resistente de cálculo da região comprimida do perfil de aço;
- C_{cd} – força resistente de cálculo da espessura comprimida da laje de concreto;
- CBCA – Centro Brasileiro da Construção em Aço;

CBPMESP - Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo;

cm – centímetro;

cm² - centímetro ao quadrado;

cm⁴ – centímetro a quarta;

d – altura total do perfil de aço, diâmetro de perfis tubulares;

dB – decibel;

E – módulo de elasticidade (do aço quando não especificado);

E_a – módulo de elasticidade do aço;

E_c – módulo de elasticidade do concreto;

f – frequência;

F_a – força de arrasto;

f_{cd} – resistência de cálculo do concreto à compressão;

f_{sd} - resistência de cálculo da armadura longitudinal.

f_{ck} – resistência característica à compressão do concreto;

F_r – fator de rajada;

f_r - tensão residual de compressão nas mesas;

f_y – resistência ao escoamento do aço;

g – peso específico;

g_{sat} – peso específico saturado;

h – altura;

h_f – altura das nervuras da laje com fôrma de aço;

h_w – altura da alma;

H_z – Hertz;

I_a – momento de inércia da seção do perfil de aço isolada;

I_c – momento de inércia do concreto;

I_{ef} – momento efetivo de inércia;

IT – Instrução Técnica;

I_{tr} – momento de inércia da seção mista homogeneizada;

I_x – momento de inércia na direção “x”;

I_y – momento de inércia na direção “y”;

k – coeficiente que leva em conta a fluência do concreto no cálculo da relação modular;

k_c – coeficiente de rigidez inicial;

kgf – quilograma força;

kgf/m² - quilograma força por metro ao quadrado

kPa – quilo Pascal;

kN – quilo Newton

kNm – quilo Newton metro;

kNm/m – quilo Newton metro por metro;

kNcm – quilo Newton centímetro

kN/m² - quilo Newton por metro ao quadrado

L – vão;

L_e – vão teórico;

m – metro;

m² - metro quadrado;

m³ - metro cúbico;

mm – milímetros;

M_{c,x} – momento fletor resistente de plastificação de cálculo em relação ao eixo “x”;

M_{máx,Rd,pl,x} – momento fletor resistente de plastificação máximo em relação ao eixo “x”;

MPa – mega Pascal;

M_{pl} – momento fletor de plastificação da seção transversal;

M_r – momento fletor correspondente ao início do escoamento;

M_{Rd} – momento resistente de cálculo;

M_{Rd0} – momento fletor resistente de cálculo antes da cura do concreto;

M_{Rk} – momento fletor resistente característico;

M_{Rd,pl,x} – momento fletor resistente de plastificação de cálculo em relação ao eixo “x”;

M_{Sd} – momento solicitante de cálculo antes da cura do concreto;

M_{sdx} – momento fletor solicitante de cálculo devido às imperfeições ao longo do pilar na direção “x”;

M_{sdiy} – momento fletor solicitante de cálculo devido às imperfeições ao longo do pilar na direção “y”;

M_{sdx} – momento solicitante de cálculo em relação ao eixo “x”;

M_{sdtx} – momento fletor solicitante de cálculo total em relação ao eixo “x”;

M_{Sd0} – momento solicitante de cálculo;

NBR – Norma Brasileira;

N_{c,Rd} – força normal de compressão resistente de cálculo;

N_{ex} – força axial de flambagem elástica em relação ao eixo central de inércia “x” da seção transversal;

N_{ey} – força axial de flambagem elástica em relação ao eixo central de inércia “y” da seção transversal;

N_e - força axial de flambagem elástica;

$N_{Rd,pl}$ – força normal resistente de cálculo à plastificação total;

N_{Sd} – esforço normal solicitante de cálculo;

p – expoente da lei potencial de variação de S_2 ;

PCF – Porta Corta Fogo;

$q_{m\acute{a}x}$ – Pressão dinâmica máxima;

Q_{Rd} – força resistente de cálculo de um conector;

R_M – relação modular para ações de longa duração;

R_{MO} – relação modular para ações de curta duração;

S_1 – fator topográfico;

S_2 – fator de rugosidade do terreno;

S_3 – fator estatístico;

t – espessura;

T_{ad} – força resistente de cálculo da região tracionada do perfil de aço;

t_c – espessura de concreto acima das nervuras da forma de aço da laje;

TRRF – Tempo Requerido de Resistência ao Fogo;

t_w – espessura da alma;

t_f – espessura da mesa;

V_0 – velocidade básica do vento;

$V_h R_d$ – força resistente de cisalhamento longitudinal;

V_k máx - velocidade característica máxima do vento;

V_{pl} – força cortante correspondente à plastificação da alma por cisalhamento;

V_{Rd} – esforço cortante resistente de cálculo;

V_{Sd} – esforço cortante solicitante de cálculo;

W – módulo de resistência (mínimo) elástico da seção;

y_c – distância do centro geométrico da parte comprimida do perfil de aço até a face superior desse perfil;

y_p – distância da linha neutra da seção plastificada até a face superior do perfil de aço;

y_t – distância do centro geométrico da parte tracionada do perfil de aço até a face inferior desse perfil;

z – altura medida a partir da superfície do terreno no ponto considerado;

Z – módulo de resistência plástico;

Z_a – módulo de resistência plástico da seção do perfil de aço;
 Z_c – módulo de resistência plástico da seção de concreto;
 Z_{an} – módulo de resistência plástico da seção do perfil de aço;
 Z_{cn} – módulo de resistência plástico da seção de concreto;
 Z_s – módulo de resistência plástico da armadura longitudinal;
 Z_{sn} – módulo de resistência plástico da armadura longitudinal;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Posicionamento do empreendimento	12
Figura 2 - Núcleo de Circulação Vertical.....	17
Figura 3 - Layout dos subsolos.....	18
Figura 4 - Sistema de Contraventamento Perimetral.....	22
Figura 5 - Vigas Treliçadas	23
Figura 6 - Diagrama da Pressão Dinâmica	25
Figura 7 - Coeficientes de Arrasto, C_a , em vento de baixa turbulência	26
Figura 8 - Coeficientes de Pressão nas Paredes.....	26
Figura 9 - Sistema de Travejamento nas Fachadas da Edificação.....	28
Figura 10 - Esquema Unifilar do Plano das Vigas - Pav. Escritórios (medidas em “centímetros”).....	31
Figura 11 - Disposição das Vigas no Pav. de Escritórios (medidas em “centímetros”).....	36
Figura 12 - Disposição das Vigas no Pav. de Uso Residencial (medidas em “centímetros)	38
Figura 13 - Programa GEO5 (versão de teste) utilizada para Projeto de Contensões.....	46
Figura 14 - Identificação da análise proposta considerando o emprego da estaca-prancha não ancorada.....	47
Figura 15 - Seção transversal e disposição da estaca-prancha	47
Figura 16 - Configurações de análises do programa GEO5	48
Figura 17 - Geometria e Esforços Atuantes na Estaca-Prancha	48
Figura 18 - Diagramas de Momento Fletor e de Esforço Cortante na Estaca-Prancha.....	49
Figura 19 - Resumo do dimensionamento conforme norma EN 1993-1-1	49
Figura 20 - Resumo da verificação da estabilidade do talude	50
Figura 21 - Montagem da Torre	52
Figura 22 – Locação dos Equipamentos para montagem da torre.....	53
Figura 23 - Divisão de áreas	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensões mínimas de vagas.....	18
Tabela 2 - Informações Iniciais	24
Tabela 3 - Determinação da pressão dinâmica	24
Tabela 4 - Força de Arrasto Atuantes nos Módulos da Edificação	27
Tabela 5 - Grau de interação em função do vão teórico, L_e , utilizado nas vigas mistas.....	29
Tabela 6 - Tabela resumo da verificação a flexão, cálculo da contra-flecha e frequências	30
Tabela 7 - Tabela resumo da verificação ao esforço cortante das vigas mistas	30
Tabela 8 - Resumo da verificação a flexão, cálculo da contra-flecha e das frequências.....	37
Tabela 9 - Resumo da verificação ao esforço cortante das vigas mistas	38
Tabela 10 – Pilares da torre	42
Tabela 11 - Pilares do subsolo e térreo.....	44
Tabela 12 - Lista de materiais: Vigas pavimento residencial	56
Tabela 13 - Lista de materiais: Vigas pavimento de escritórios/reunião/técnicos/área comum	56
Tabela 14 - Lista de materiais: Vigas do embasamento	57
Tabela 15 - Lista de materiais: Pilares da torre	57
Tabela 16 - Lista de materiais: Pilares do embasamento.....	58

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	11
2. MAPA DE SITUAÇÃO	12
3. DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO	13
4. LISTAGEM DAS NORMAS	14
5. <i>SOFTWARES</i> UTILIZADOS	15
6. DESCRIÇÃO ARQUITETÔNICA DO MODELO	16
6.1 Conceção arquitetônica da Torre	16
6.2 Núcleo de circulação vertical	17
6.3 Subsolos	18
6.4 Reservatório elevado	19
6.5 Considerações quanto a situações de incêndio.....	20
7. DESCRIÇÃO ESTRUTURAL DO MODELO	21
7.1 Pilares	21
7.2 Vigamento	21
7.3 Lajes Steel Deck.....	22
7.4 Núcleos Rígidos	22
7.5 Sistema de Contraventamento.....	22
8. MEMÓRIA DE CÁLCULO.....	24
8.1 Cálculo da ação do vento	24
8.2 Dimensionamento das Vigas Mistas	29
8.2.1 <i>Ações Distribuídas no Pavimento:</i>	29
8.2.2 <i>Grau de interação da viga mista de alma cheia</i>	29
8.2.3 <i>Avaliação da Viga Mista no Pavimento de Escritórios, Técnicos e Área Comum...</i>	29
8.2.4 <i>Avaliação das Vigas Mistas no Pavimento de Uso Residencial</i>	37
8.4 Dimensionamento dos Pilares Mistos	39

8.4.1 Dados de entrada	39
8.4.2 Verificação à Flambagem Local.....	40
8.4.3 Cálculo do Momento Fletor.....	41
8.4.4 Cálculo de Interação	41
8.4.5 Seções adotadas	42
8.5 Dimensionamento das Estacas Prancha	46
9. ESQUEMA DE MONTAGEM	51
9.1 Montagem.....	51
9.2 Equipamentos.....	52
9.3 Divisão do canteiro e sequência de montagem	54
10. ESTIMATIVA DE PESO E DE CUSTO.....	56
11. CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
12. REFERÊNCIAS	60
Anexo A – Plantas Arquitetônicas.....	62
Anexo B – Plantas de Montagem	65
Anexo C – Cortes e Fachadas.....	68
Anexo D - Detalhes dos Contraventamento.....	71
Anexo E - Esforços Solicitantes Nas Fundações.....	74
Anexo F - Estimativa de Custos.....	91

1. APRESENTAÇÃO

O presente memorial tem como preceito demonstrar as atividades determinadas pelo 3º Concurso CBCA para Estudantes de Engenharia 2021, cujo tema é: Edifício de múltiplos andares de uso misto, localizado na cidade de São Paulo, no quarteirão delimitado entre Av. Paulista e Al. Santos e Ruas Augusta e Pe. João Manoel.

Este projeto foi baseado nas normas e legislação vigentes, e apresenta os elementos básicos necessários e suficientes para a execução da obra, assegurando sua viabilidade técnica do empreendimento

No memorial do projeto básico proposto pela equipe contém o a estrutura final adotada para o edifício, composto de 48 andares, vãos livres a cada de cada trecho, memória de cálculo dos perfis de aço, esquema de montagem sequencial, estimativa de peso e custo como descrição da solução adotada.

No anexo A serão apresentadas as plantas e os detalhamentos do projeto básico.

3. DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O empreendimento cobrirá toda a quadra totalizando 80m x 120m de embasamento, contando com dois subsolos para garagem e um térreo para lojas com sobrelojas, ambos ocupando toda a área do embasamento, tendo acima destes uma torre com 48 andares de dimensões 24,0 m x 88,0 m, com dois núcleos em concreto, destinados a circulação vertical e terá as seguintes dimensões:

- Embasamento ocupando toda a quadra nas dimensões de 80,00 m x 120,00 m;
- Dois subsolos com 3,0 m de piso a piso e 2,50 m de altura livre mínima sob vigas;
- Térreo para lojas com sobrelojas com 6,0 m de piso a piso e 5,20 m de altura livre mínima sob vigas;
- Pavimento tipo com 3,0 m de piso a piso e 2,50 m de altura livre mínima sob as vigas.

E ainda possuirá as seguintes divisões de andares:

- 1º e 2º Subsolo: Estacionamento;
- Andar Térreo: loja e sobreloja;
- 1º andar: Pavimento com instalações para reuniões e afins;
- 2º-11º andar: Escritórios tipo A, B e C;
- 12º andar: Pavimento com instalações para reuniões e afins;
- 13º-22º andar: Escritórios tipo A, B e C;
- 23º andar: Pavimento com instalações para reuniões e afins;
- 24º-33º andar: Escritórios tipo A, B e C;
- 34º andar: Pavimento Técnico;
- 35º andar: Recepção e Administração;
- 36º-46º: Residencial/Flat;
- 47º andar: Pavimento técnico;
- 48º andar: Área comum.

4. LISTAGEM DAS NORMAS

Os cálculos se desenvolverão com referência, atendendo às seguintes normas e acervo técnico:

ABNT NBR 5884:2013 – Perfis I estrutural de aço soldado por arco elétrico – Requisitos gerais;

ABNT NBR 6118:2014 – Projeto de estruturas de concreto;

ABNT NBR 6120:2019 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações;

ABNT NBR 6123:1988 – Forças devidas ao vento em edificações;

ABNT NBR 8800:2008 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios;

ABNT NBR 8681:2003 – Ações e segurança nas estruturas;

ABNT NBR 15980: 2011 – Perfis laminados de aço para uso estrutural – Dimensões e tolerâncias;

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

5. SOFTWARES UTILIZADOS

Para a modelagem estrutural, dimensionamento, análise e modelagem arquitetônica foram utilizados os seguintes *softwares*:

- Modelagem estrutural: *TEKLA 2021* versão estudante;
- Dimensionamento e análise da superestrutura: *SAP 2000 v23* versão de teste;
- Dimensionamento e análise das estacas pranchas: *GEO5 2021* versão de teste;
- Modelagem arquitetônica: *REVIT 2020* versão estudantil, *AutoCAD 2019* versão estudantil.

6. DESCRIÇÃO ARQUITETÔNICA DO MODELO

6.1 Concepção arquitetônica da Torre

A divisão de pavimentos apresentada anteriormente foi idealizada tendo em vista a utilização mista do prédio, optando pela ocupação de escritórios como uso principal, abrangendo a maior parcela de andares, escolha realizada em função da localização frente à Avenida Paulista, um dos principais centros comerciais da cidade de São Paulo e do país. Os pavimentos residenciais estão locados sobre os escritórios. Tal disposição foi motivada tendo em vista a maior valorização de apartamentos, flats e similares posicionados em andares superiores, aspecto não tão valorizado em pavimentos de escritório.

Os pavimentos para escritórios foram divididos em andares para realização de reuniões e eventos, totalizando 3, e os demais (totalizando 30) serão utilizados para salas de escritórios, com 6 salas por pavimento, divididas em 3 padrões de área (aproximadamente 377m², 209m² e 158m²), planejadas para terem modulação interna livre.

Quanto ao uso residencial, haverá 13 pavimentos voltados para o seguimento Residencial/Flat, sendo o 35º andar destinado para recepção e administração, os próximos 11 contarão com 16 apartamentos cada, com 3 padrões de área (aproximadamente 60m², 75m² e 100m²). Além destes, o 48º andar será de uso comum, voltados para lazer e convivência.

O acesso aos pavimentos se dará através dos núcleos centrais, cada um contendo 4 elevadores e uma escada. No térreo, um núcleo será reservado para a ocupação residencial e outro para os escritórios, no entanto, a partir do pavimento da recepção da ocupação residencial, ambos os núcleos serão estarão disponíveis para o deslocamento nos pavimentos superiores.

Nos pavimentos residenciais e de escritório todas as divisórias dos ambientes serão em drywall com espessura de 15cm, considerando NBR 15575:2013, a redução sonora mínima para as paredes entre apartamentos (paredes de geminação) quando um dos ambientes seja dormitório é de 50dB, segundo NAKAMURA (2019), esse valor pode ser facilmente superado com a utilização de paredes drywall com duas chapas de 12,5mm de cada lado e lã mineral em seu interior.

O pavimento térreo será destinado a lojas com sobrelojas, o layout do mesmo não será definido, considerando modulação interna livre, para tal, será utilizada uma carga uniformemente distribuída de 7,5 kN/m² (Tabela 10 - NBR 6120:2019) no dimensionamento.

Sobre a laje do térreo será implantado um ambiente de lazer, o ambiente será urbanizado, contendo jardins com bancos e afins, além instalações para alimentação. O

ambiente será acessível através de um núcleo de circulação vertical, que atenderá os dois subsolos, o térreo e a laje do embasamento.

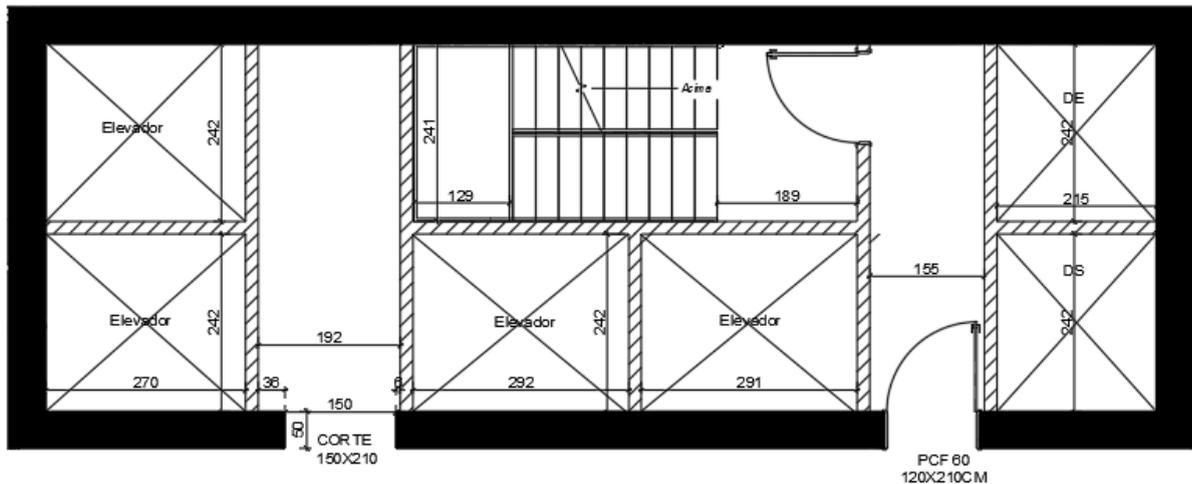
Os dois subsolos serão destinados à estacionamento com aproximadamente 300 vagas. O acesso será feito pela Rua Padre João Manoel, uma das vias mais acessíveis nos arredores da edificação, se tratando de tráfego.

A plantas arquitetônicas dos pavimentos de escritórios e residências se encontra no Anexo A.

6.2 Núcleo de circulação vertical

Para a concepção e definição do arranjo do núcleo para a circulação vertical se chegou à seguinte disposição apresentada na Figura 2.

Figura 2 - Núcleo de Circulação Vertical



Fonte: O Autor, 2021

A quantidade de elevadores se deu pela disponibilidade de espaço disponível, tendo em vista a necessidade da escada e dos espaços destinados a ventilação, logo, foram avaliados diversos elevadores, e os que mais atenderam foram os elevadores Schindler 7000, com deck duplo e capacidade de 19 pessoas por cabine que necessita de um fosso com as dimensões mínimas de 2,31m x 2,67m.

O elevador no canto superior esquerdo de cada núcleo será do tipo panorâmico, afim dos usuários terem a visualização da região ao redor, valorizando o empreendimento. Além disso, foi considerado o elevador sem casa de máquinas, atualmente o tipo mais aceito pelo mercado.

6.3 Subsolos

Para determinação da modulação estrutural dos dois pavimentos de subsolo, consultou-se o Código de Obras da cidade de São Paulo (SÃO PAULO, 2017) afim de organizar um layout das vagas de estacionamento, respeitando as dimensões mínimas para as vagas e faixas de acesso, apresentadas na Tabela 1.

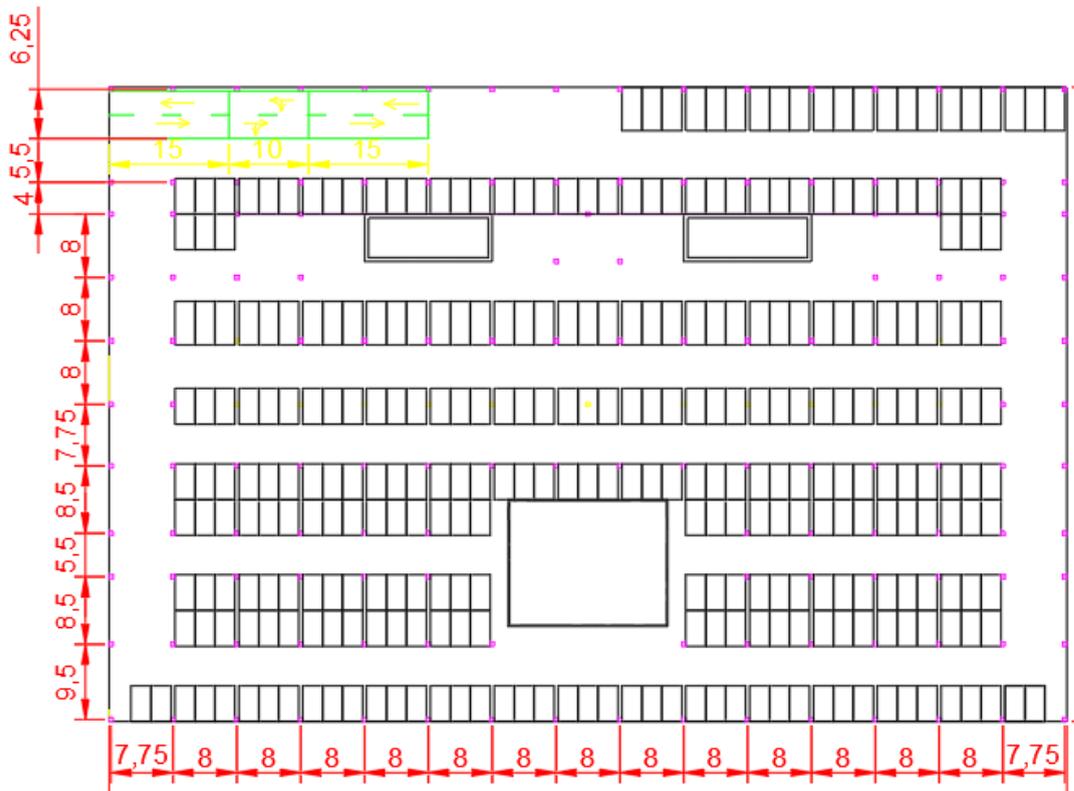
Tabela 1 - Dimensões mínimas de vagas

Tipo de veículo	Vaga para estacionamento		Faixa de Acesso(m)	
	Largura(m)	Comprimento(m)	0 a 45°	46° a 90°
Automóvel	2,2	4,5	2,75	5,0
Pessoa com deficiência	3,7	5,0	3,8	5,5
Moto	1,0	2,0	2,75	2,75
Utilitário	2,5	5,5	3,8	5,5
Caminhão Leve	3,1	8,0	4,5	7,0

Fonte: Adaptado de SÃO PAULO, 2017.

As dimensões utilizadas foram para as vagas e faixas de acesso a 90° de veículos de passeio (“automóvel), utilitário e pessoas com deficiência, sendo possível alocar aproximadamente 300 vagas por pavimento. A Figura 3 apresenta o layout de vagas dos subsolos.

Figura 3 - Layout dos subsolos



Fonte: O Autor, 2021

A não padronização do espaçamento entre alinhamentos de pilares ocorreu pela necessidade de conciliar o espaço ocupado pelas vagas e as faixas de acesso, optando sempre que possível em alocar os pilares no início e fim dos agrupamentos de vagas para não coincidir com as circulações, o que não ocorreu na projeção da torre, seguindo a mesma modulação de pilares dos pavimentos de escritórios e residências, com a adição de um alinhamento de pilares. A modulação do pavimento térreo seguiu a mesma configuração dos subsolos.

Além destas análises, realizou-se o dimensionamento das estacas pranchas para determinação precisa da locação dos pilares no perímetro do embasamento, sendo utilizada a versão de teste do *software GEO5 2021*.

6.4 Reservatório elevado

A partir da estimativa da população da edificação foi possível calcular o volume necessário para a reserva de uso, juntamente com a reserva de incêndio. O volume necessário para abastecer o edifício por 1,5 dias foi de aproximadamente 935m³, valor estimado considerando os parâmetros de população e consumo indicados por Carvalho Júnior (2017):

- Pavimento de escritórios: 1 pessoa para cada 6m² (excluindo circulações), 50 litros/dia per *capita*;
- Pavimento residencial: 2 pessoas por dormitório (excluindo circulações), 200 litros/dia per *capita*;
- Pavimento térreo de lojas: 1 pessoa para cada 2,5m² (excluindo circulações), 50 litros/dia per *capita*;

A reserva de incêndio foi definida de acordo com a IT 22 do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do estado de São Paulo (CBPMESP, 2020), tem-se que serão necessários 70m³ de reserva superior. Considerando que o reservatório superior armazene 40% do volume total necessário mais a reserva de incêndio, o mesmo irá abrigar um volume aproximado de 450m³.

Tendo em vista a locação da reserva em dois reservatórios elevados de forma a viabilizar a manutenção independente dos mesmos, podemos locá-los sobre os dois núcleos de concreto, tendo cada as dimensões de 2,40m x 6,00m x 16,00m.

6.5 Considerações quanto a situações de incêndio

A fim de conciliar o desempenho estrutural e a arquitetura do edifício frente a situações de incêndio, realizou-se a definição de alguns requisitos obrigatórios a respeito do tema com base nas Instruções Técnicas (IT) do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do estado de São Paulo (CBPMESP).

Com os usos e altura do edifício conhecidos, consultou-se a IT-08 Segurança estrutural contra incêndio (CBPMESP, 2020), para classificação e obtenção do tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF) analisou-se o Anexo B da referida normativa, enquadrando na Classe 7 e TRRF 180 (utilizando o maior tempo requerido obtido para os andares de apartamentos). Para proteção estrutural definiu-se o uso de argamassa projetável, sendo utilizado o catálogo da fabricante *PROMAT* da linha *PROMASPRAY-P300* a base de vermiculita e gesso.

Para atendimento às exigências quanto a existência de saídas de emergência, consultou-se a IT-11 Saídas de emergência (CBPMESP, 2020), optando-se por 4 saídas de emergência, sendo uma escada enclausurada à prova de fumaça e um elevador de emergência em cada circulação vertical, com antecâmaras possuindo dutos de saída e entrada de ar, protegidas por paredes de alvenaria com espessura de 17cm confeccionadas em blocos de concreto vazados nas dimensões 14x19x39cm, correspondente ao TRRF 120, exigido pela instrução normativa.

Os acessos as antecâmaras serão dotados de portas corta-fogo com resistência de 60 minutos ao fogo (PCF 60), com exceção dos andares de estacionamento, onde deverão ser compartimentados com PCF 90.

Para atendimento as exigências quanto as máximas distâncias percorridas em situações de incêndio, o prédio deverá possuir sistema de detecção de fumaça, com intuito de garantir a liberdade para modulação dos pavimentos de escritório, tendo-se uma distância máxima percorrida de até 60 metros, porém, como nos pavimentos de escritórios não há layout definido esse valor deve ser reduzido em 30%, obtendo a distância máxima de 42 metros.

7. DESCRIÇÃO ESTRUTURAL DO MODELO

O projeto estrutural foi concebido em acordo com as definições arquitetônicas, respeitando as limitações impostas como a altura livre sob vigas, as considerações estruturais adotadas são apresentadas a seguir.

7.1 Pilares

Os pilares foram locados de acordo com a arquitetura concebida, sendo definida a utilização de perfis tubulares na torre (Aço VMB 350 – Catálogo Vallourec) pela sua maior capacidade de carga, rigidez e resistência a torção, características que se mostraram importantes para a estabilizado do prédio. Além dessas características, os pilares tubulares apresentam ganho significativo em termos de praticidade durante a montagem por não necessitar de formas, uma vez que serão mistos em grande parte da extensão do prédio, servindo de forma o próprio perfil tubular. As ligações entre perfis tubulares serão realizadas por meio de soldas.

Todos os pilares pertencentes à torre se estendem do último subsolo até a cobertura, sendo que no perímetro da mesma os elementos iniciam sendo mistos em perfis tubulares que chegam a ter perfis ϕ 900x25 em alguns pontos, a partir da cota 120m (39º andar) alguns pilares foram modificados de mistos para simples. Os pilares que servem os subsolos se prolongam para o térreo, tendo comprimento total de 12m, sendo perfis laminados W(H) e HP.

7.2 Vigamento

Todas as vigas serão mistas, trabalhando em solidariedade com as lajes POLYDECK59S. Foram utilizados perfis laminados W e W(H) (Aço ASTM A572 GR50 – Catálogo Gerdau) e perfis soldados CS (Aço ASTM A588), com altura máxima de 360mm atendendo a altura livre mínima de 2,50m sob vigas (as lajes terão espessura total de 120mm), sempre que possível as vigas foram locadas em coincidência com as paredes.

A modulação longitudinal é dada por vãos sucessivos de 2,65m/2,70m/2,65m que formam módulos de 8m. Todas as ligações serão parafusadas, sendo que as vigas perimetrais, vigas comunicantes longitudinais entre núcleos e as integrantes do contraventamento transversal interno serão engastadas, todas as demais serão rotuladas.

7.3 Lajes *Steel Deck*

As lajes serão tipo *steel deck*, adotando-se como referência o catálogo POLYDECK 59S, com chapa #0,80 e espessura total de 12cm, considerado sistema de 3 apoios e vãos de 2,65m/2,70m a sobrecarga admissível é superior a 715kgf/m², consultando a NBR 6120:2019 este valor é consideravelmente superior a sobrecarga definida para divisórias em *drywall* com isolamento acústico (50kgf/m²). Todas as lajes serão solidárias as vigas.

7.4 Núcleos Rígidos

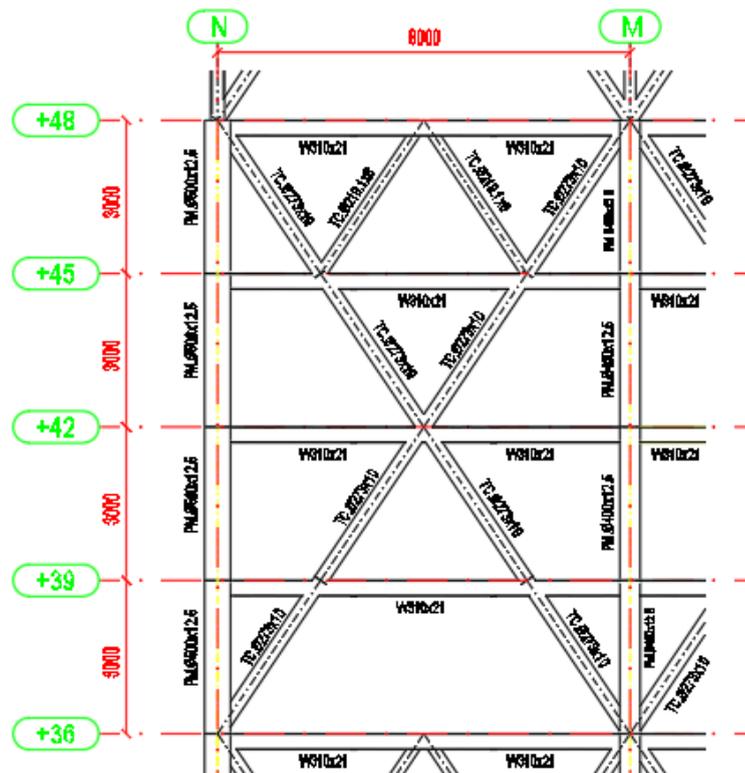
Os dois núcleos de circulação vertical serão rígidos confeccionados em concreto armado, $F_{ck} = 40\text{MPa}$, suas paredes terão espessura de 50cm e o processo de montagem será por formas autotrepantes.

Os núcleos rígidos trabalharão em conjunto com o sistema de contraventamento, uma vez que os mesmos não serão suficientes para a estabilização da torre.

7.5 Sistema de Contraventamento

O sistema de contraventamento perimetral da torre será composto por perfil tubulares $\phi 400 \times 16$, $\phi 273 \times 10$ e $\phi 219 \times 8$ (Aço VMB 350 – Catálogo Vallourec) em arranjo de “X”, com modulação horizontal de 8m e vertical de 12m, a Figura 4 ilustra o sistema.

Figura 4 - Sistema de Contraventamento Perimetral

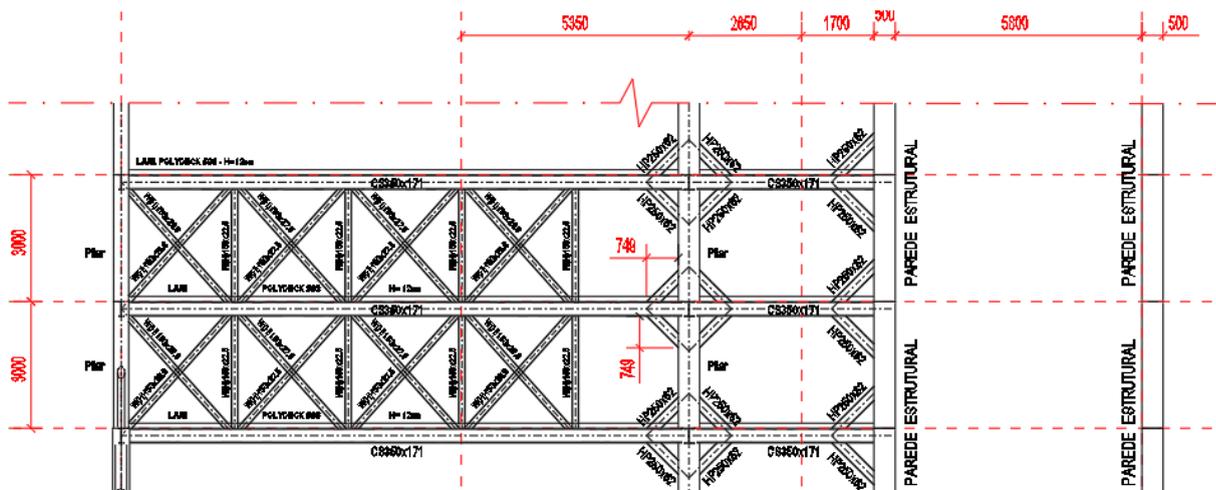


Fonte: O Autor, 2021.

Esta solução foi adotada devido as vantagens já citadas dos perfis tubulares, além da visualização de sistemas parecidos em outras obras de grande porte, mostrando-se uma solução versátil.

Para solidarizar os núcleos rígidos com o sistema de contravento, adotou-se 3 alinhamentos de vigas treliçadas frente a cada núcleo, que estão moduladas de forma a estarem presentes em dois pavimentos consecutivos acima de 6 pavimentos sem as mesmas, estas vigas serão embutidas nas divisórias internas, sendo que a impossibilidade de fazê-las contínuas do perímetro da torre até os núcleos (devido a circulação em cada pavimento) fez com que se adota nós rígidos junto aos pilares intermediários, rigidez garantida pela ligação em losango de perfis HP250x62 recortados. As diagonais da treliça serão formadas por perfis W(H) 150x29,8, os montantes por perfis W(H) 150x22,5 e os banzos serão as próprias vigas mistas presentes em todos os pavimentos, a Figura 5 apresenta as vigas treliçadas.

Figura 5 - Vigas Treliçadas



Fonte: O Autor, 2021

8. MEMÓRIA DE CÁLCULO

8.1 Cálculo da ação do vento

Para determinação da ação do vento, consultou-se a NBR 6123:1988, sendo aqui apresentados os parâmetros utilizados e seus respectivos valores. No primeiro momento procedeu-se com a determinação do fator de rugosidade do terreno e definição da velocidade a ser adotada, sendo os valores apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Informações Iniciais

Fator topográfico [S1]		1,00
Fator de rugosidade do terreno [S2]		Categoria V Classe C
$S2 = b Fr (z/10)^p$	b	0,71
	Fr	0,95
	p	0,175
Fator estatístico [S3]		1,00
Vo		45,00 m/s
Vk máx		48,75 m/s

Fonte: O Autor, 2021

Em seguida realizou-se o cálculo da pressão dinâmica com os parâmetros supracitados, nesta análise optou-se pela separação vertical do edifício em 25 módulos de 6m de altura, a Tabela 3 apresenta os valores de pressão dinâmica obtidos e a Figura 6 a curva Pressão *versus* Altura.

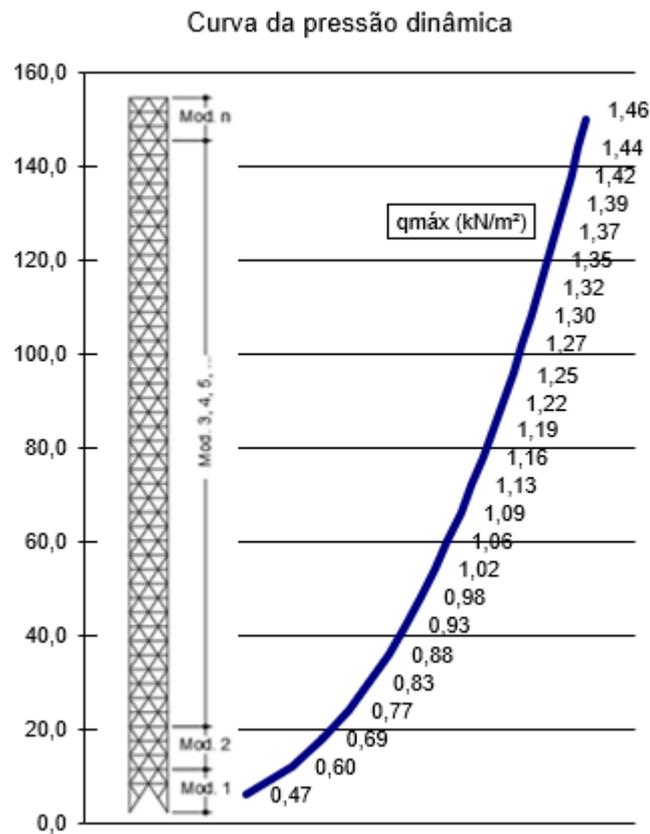
Tabela 3 - Determinação da pressão dinâmica

Módulo	Cota (m)	H trecho (m)	S2	Vkmáx(m/s)	Vkoper(m/s)	qoper (kN)	qmáx (kN/m ²)
25	150,00	6,00	1,083	48,75	26,81	0,44	1,46
24	144,00	6,00	1,076	48,41	26,62	0,43	1,44
23	138,00	6,00	1,068	48,05	26,43	0,43	1,42
22	132,00	6,00	1,059	47,68	26,22	0,42	1,39
21	126,00	6,00	1,051	47,29	26,01	0,41	1,37
20	120,00	6,00	1,042	46,89	25,79	0,41	1,35
19	114,00	6,00	1,033	46,47	25,56	0,40	1,32
18	108,00	6,00	1,023	46,03	25,32	0,39	1,30
17	102,00	6,00	1,013	45,57	25,06	0,39	1,27
16	96,00	6,00	1,002	45,09	24,80	0,38	1,25
15	90,00	6,00	0,991	44,58	24,52	0,37	1,22
14	84,00	6,00	0,979	44,05	24,23	0,36	1,19
13	78,00	6,00	0,966	43,48	23,92	0,35	1,16
12	72,00	6,00	0,953	42,88	23,58	0,34	1,13
11	66,00	6,00	0,938	42,23	23,23	0,33	1,09

10	60,00	6,00	0,923	41,53	22,84	0,32	1,06
9	54,00	6,00	0,906	40,77	22,42	0,31	1,02
8	48,00	6,00	0,888	39,94	21,97	0,30	0,98
7	42,00	6,00	0,867	39,02	21,46	0,28	0,93
6	36,00	6,00	0,844	37,98	20,89	0,27	0,88
5	30,00	6,00	0,817	36,79	20,23	0,25	0,83
4	24,00	6,00	0,786	35,38	19,46	0,23	0,77
3	18,00	6,00	0,748	33,64	18,50	0,21	0,69
2	12,00	6,00	0,696	31,34	17,24	0,18	0,60
1	6,00	6,00	0,617	27,76	15,27	0,14	0,47

Fonte: O Autor, 2021

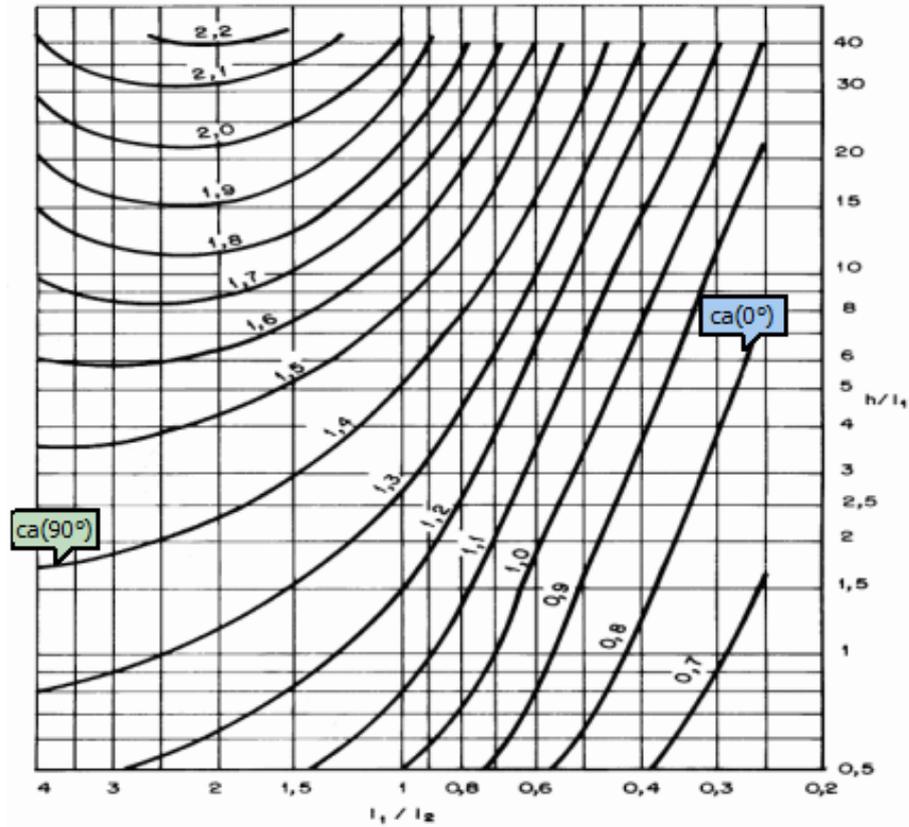
Figura 6 - Diagrama da Pressão Dinâmica



Fonte: O Autor, 2021

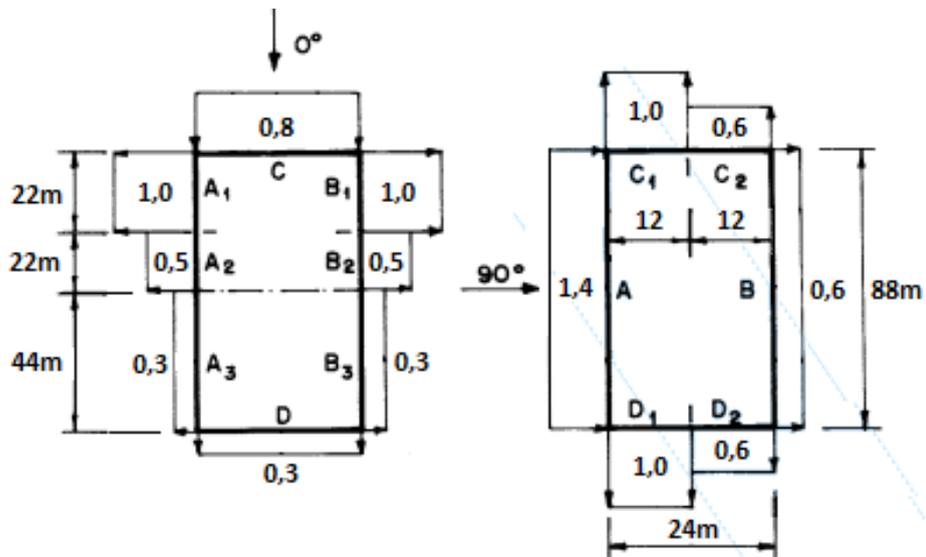
Para determinação dos coeficientes de arrasto seguiu-se os procedimentos da NBR 6123:1998, ilustrados nas figuras 7 e 8. Com os parâmetros definidos calculou-se a força de arrasto atuante na edificação, utilizando a mesma modulação já citada. Os valores obtidos são apresentados na Tabela 4.

Figura 7 - Coeficientes de Arrasto, C_a , em vento de baixa turbulência



Fonte: ABNT NBR 6123, 1988

Figura 8 - Coeficientes de Pressão nas Paredes



Fonte: ABNT NBR 6123, 1988

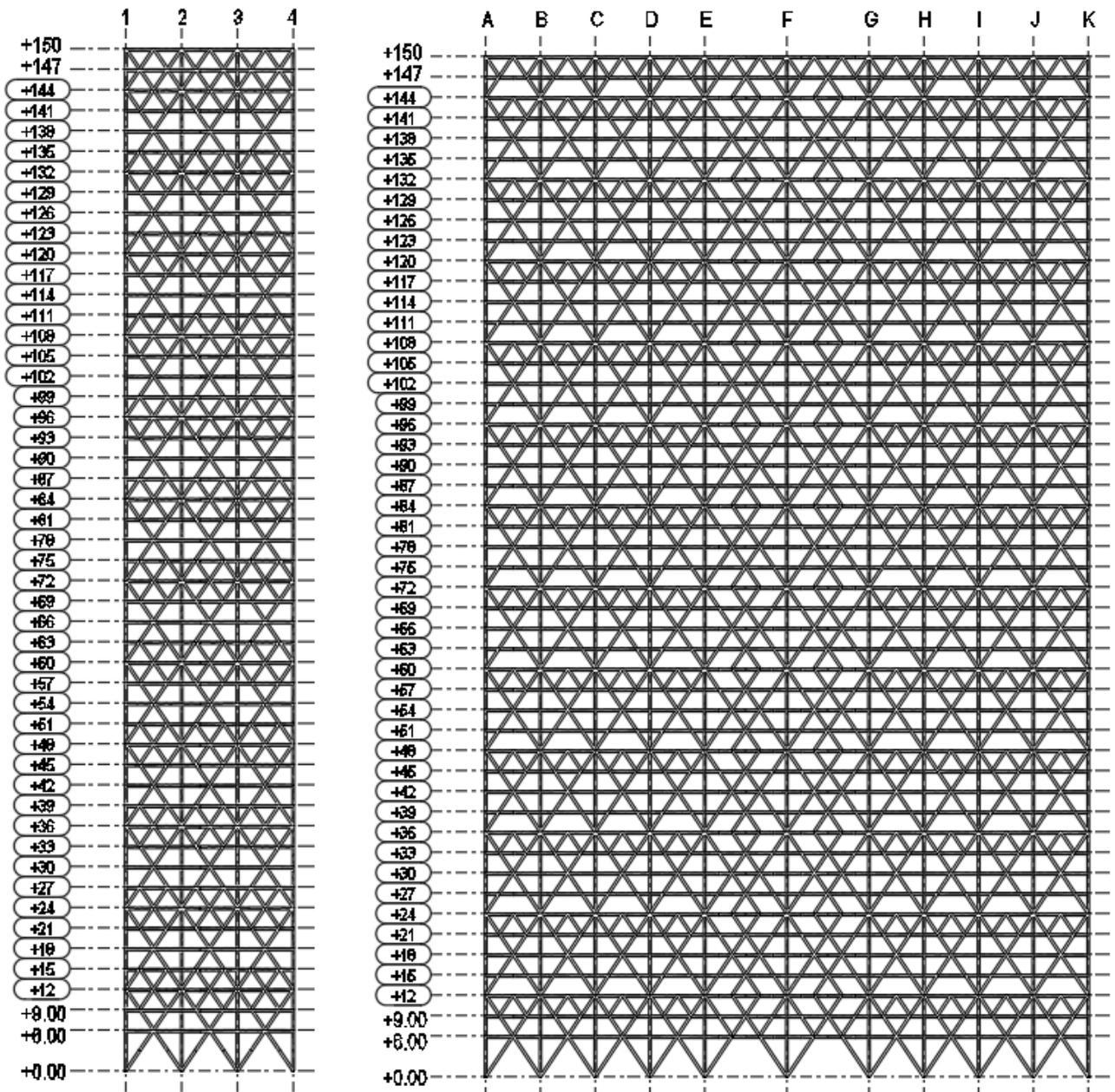
Tabela 4 - Força de Arrasto Atuantes nos Módulos da Edificação

Módulo	Cota (m)	Área da face (m ²)	Força de Arrasto_V0° [Fa=Ca q Ae (kN)]				Força de Arrasto_V90° [Fa=Ca q Ae (kN)]		
			0,30	0,50	0,8	1,0	0,6	1,0	1,4
25	150,00	24,00	10,49	17,48	27,98	34,97	20,98	34,97	48,96
24	144,00	24,00	10,34	17,24	27,58	34,47	20,68	34,47	48,26
23	138,00	24,00	10,19	16,98	27,17	33,96	20,38	33,96	47,55
22	132,00	24,00	10,03	16,72	26,75	33,44	20,06	33,44	46,82
21	126,00	24,00	9,87	16,45	26,32	32,90	19,74	32,90	46,06
20	120,00	24,00	9,70	16,17	25,87	32,34	19,41	32,34	45,28
19	114,00	24,00	9,53	15,88	25,41	31,77	19,06	31,77	44,47
18	108,00	24,00	9,35	15,59	24,94	31,17	18,70	31,17	43,64
17	102,00	24,00	9,17	15,28	24,44	30,55	18,33	30,55	42,78
16	96,00	24,00	8,97	14,96	23,93	29,91	17,95	29,91	41,88
15	90,00	24,00	8,77	14,62	23,40	29,24	17,55	29,24	40,94
14	84,00	24,00	8,56	14,27	22,84	28,55	17,13	28,55	39,97
13	78,00	24,00	8,34	13,91	22,25	27,82	16,69	27,82	38,94
12	72,00	24,00	8,11	13,52	21,64	27,05	16,23	27,05	37,87
11	66,00	24,00	7,87	13,12	20,99	26,24	15,74	26,24	36,73
10	60,00	24,00	7,61	12,69	20,30	25,38	15,23	25,38	35,53
9	54,00	24,00	7,34	12,23	19,57	24,46	14,67	24,46	34,24
8	48,00	24,00	7,04	11,73	18,78	23,47	14,08	23,47	32,86
7	42,00	24,00	6,72	11,20	17,92	22,40	13,44	22,40	31,36
6	36,00	24,00	6,37	10,61	16,98	21,22	12,73	21,22	29,71
5	30,00	24,00	5,97	9,95	15,93	19,91	11,95	19,91	27,87
4	24,00	24,00	5,52	9,21	14,73	18,41	11,05	18,41	25,78
3	18,00	24,00	4,99	8,32	13,32	16,65	9,99	16,65	23,31
2	12,00	24,00	4,33	7,22	11,56	14,45	8,67	14,45	20,23
1	6,00	24,00	3,40	5,67	9,07	11,33	6,80	11,33	15,87
		Σ	83,63	139,39	223,02	278,77	167,26	278,77	390,28

Fonte: O Autor, 2021

Com base na magnitude das cargas obtidas, optou-se por utilizar um sistema de contraventamento das fachadas do edifício constituído de perfis tubulares, ilustrado na Figura 9, sendo que os núcleos de circulação vertical da torre funcionarão como núcleos rígidos, executados em concreto armado.

Figura 9 - Sistema de Travejamento nas Fachadas da Edificação



A esquerda a representação das fachadas para as R. Augusta e R. Pe. João Manuel, a direita a fachada para a Avenida Paulista.

Fonte: O Autor, 2021

8.2 Dimensionamento das Vigas Mistas

8.2.1 Ações Distribuídas no Pavimento:

Para a modelagem e dimensionamento dos edifícios, utilizou-se o *software SAP 2000 v23*, tendo as seguintes cargas lançadas:

- Peso próprio da viga: de acordo com o peso por metro da seção da transversal;
- Laje com forma metálica incorporada (Polydeck59S: h=12cm): 218 kgf/m² (conforme catálogo fabricante);
- Revestimento de piso: 100kgf/m² (conforme Tab.4 – NBR 6120: 2019);
- Forro de gesso: 15 kgf/m² (conforme Tab.8 – NBR 6120: 2019);
- Paredes: 140 kgf/m² (divisória *drywall*: 0,5 kN/m², conforme Tab. 3 – NBR 6120:2019);
- Sobrecarga (Pav. Escritórios, Técnicos e Área Comum): 400kgf/m² (adotado valor único para esses pavimentos considerando uma carga de utilização superior aos usos descritos para resguardar possíveis mudanças de uso);
- Sobrecarga (Pav. Uso Residencial): 150kgf/m² (conforme Tab. 10 – NBR 6120:2019).

8.2.2 Grau de interação da viga mista de alma cheia

Nesta seção realizou-se o estudo do grau de interação em função do vão teórico apresentado na Tabela 5, considerando a situação quando os perfis de aço componentes da viga mista têm as mesmas de áreas iguais.

Tabela 5 - Grau de interação em função do vão teórico, L_e , utilizado nas vigas mistas

	L_e (m)					
	2,65	4,00	4,45	6,20	8,00	13,35
η_i calculado	0,328	0,368	0,382	0,434	0,488	0,649
η_i adotado	0,40	0,40	0,40	0,434	0,488	1,00(*)

(*) valor adotado atendendo a verificação da frequência da viga mista (maior que 4Hz), conforme Anexo L (L.3.2) da NBR 8800:2008.

Fonte: O Autor, 2021

8.2.3 Avaliação da Viga Mista no Pavimento de Escritórios, Técnicos e Área Comum

Nesta seção realizou-se a obtenção dos esforços atuantes, o levantamento da capacidade resistente ao esforço cortante e ao momento fletor, e a avaliação das frequências das vigas mistas diante das ações distribuídas no pavimento, os resultados se encontram nas tabelas 6 e 7, enquanto a Figura 10 ilustra o vigamento adotado para o pavimento.

Tabela 6 - Tabela resumo da verificação a flexão, cálculo da contra-flecha e frequências

Nº do Elemento	Le (m)	Viga Mista Analisada	MSd (kNcm)	MRd (kNcm)	MSd/MRd	Contra-Flecha Calculada (mm)	Frequência Calculada (Hz)
1	4,00	W310x21	12063,9	16546,4	0,73	0,44	25,42
2	4,00	W310x21	9359,4	16546,4	0,57	0,22	25,42
3	8,00	W360x64	48493,9	51474,2	0,94	2,27	8,60
4	8,00	W360x64	48134,0	51474,2	0,94	2,27	8,60
5	8,00	W(H)360x110	70655,9	82267,2	0,86	1,22	10,31
6	8,00	W(H)360x110	79620,8	80748,6	0,99	1,24	10,23
7	8,00	W(H)360x110	79620,8	80748,6	0,99	1,24	10,23
8	4,00	W360x32,9	15176,8	22931,7	0,66	0,30	37,60
9	4,00	W360x32,9	15176,8	22931,7	0,66	0,30	37,60
10	8,00	W360x32,9	14147,0	26993,8	0,52	12,58	8,13
11	8,00	W(H)360x101	60156,4	70600,9	0,85	3,47	11,62
12	13,35	CS350x175	73800,6	135195,8	0,55	31,64	4,01
13	2,65	W200x15	2729,8	8383,4	0,33	1,52	44,41
14	8,00	W310x32,7	25661,9	27542,8	0,93	27,95	6,24
15	4,45	W200x19,3	7940,2	11881,8	0,67	10,43	14,62
16	6,20	W310x23,8	15413,2	19302,6	0,80	15,24	9,75

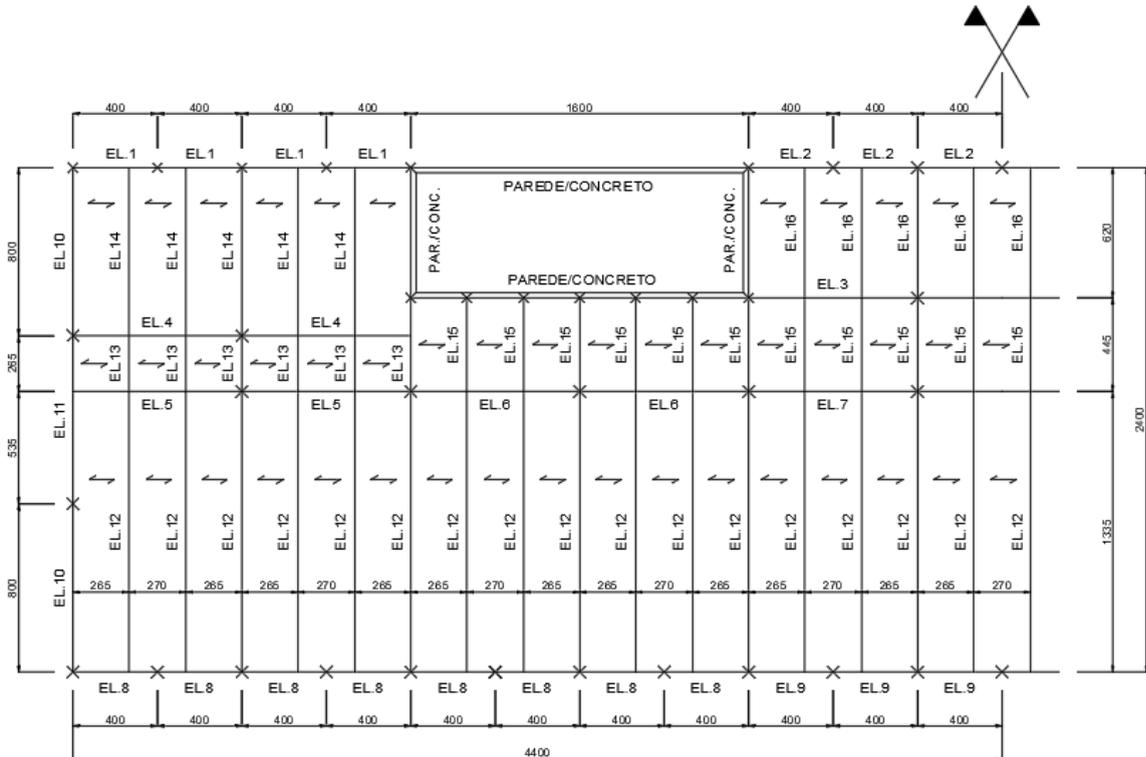
Fonte: O Autor, 2021.

Tabela 7 - Tabela resumo da verificação ao esforço cortante das vigas mistas

Nº do Elemento	Le (m)	Viga Mista Analisada	VSd (kN)	VRd (kN)	VSd/VRd
1	4,00	W310x21	91,58	290,80	0,31
2	4,00	W310x21	71,08	290,80	0,24
3	8,00	W360x64	186,94	502,80	0,37
4	8,00	W360x64	185,58	502,80	0,37
5	8,00	W(H)360x110	268,71	772,30	0,35
6	8,00	W(H)360x110	304,40	772,30	0,39
7	8,00	W(H)360x110	304,40	772,30	0,39
8	4,00	W360x32,9	229,16	380,92	0,60
9	4,00	W360x32,9	229,16	380,92	0,60
10	8,00	W360x32,9	70,73	380,92	0,19
11	8,00	W(H)360x101	250,44	705,40	0,36
12	13,35	CS350x175	221,13	1053,82	0,21
13	2,65	W200x15	41,20	161,84	0,25
14	8,00	W310x32,7	128,31	388,75	0,33
15	4,45	W200x19,3	71,37	221,57	0,32
16	6,20	W310x23,8	99,44	321,41	0,31

Fonte: O Autor, 2021

Figura 10 - Esquema Unifilar do Plano das Vigas - Pav. Escritórios (medidas em “centímetros”)



Fonte: O Autor, 2021

No intuito de esclarecer o procedimento realizado, segue o dimensionamento da viga mista EL.12, com vão teórico igual a 13,35 m. Desta maneira, segue:

Perfil adotado: CS350x175 (Le = 13350 mm)

• **Verificação da Esbeltez**

$$\frac{h}{t_w} = 18.75 \quad \text{Esbeltez da viga.}$$

$$3,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 90.53 \quad \text{Esbeltez limite da viga.}$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 3,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad \text{A viga não é esbelta.}$$

• **Verificação da Flambagem na Mesa**

$$\lambda = \frac{b}{t_f} = 7 \quad \text{Parâmetro de esbeltez.}$$

$$\lambda_p = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 9.15 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação.}$$

$$k_c = \frac{4}{\sqrt{\frac{h}{t_w}}} = 0.76$$

$$\lambda_r = 0,95 \cdot \sqrt{\frac{E}{(f_y - f_r)/k_c}} = 23.88 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento.}$$

$$M_r = (f_y - f_r) \cdot W = 6886487.5 \text{ kgf.cm} \quad \text{Momento fletor correspondente ao início do escoamento.}$$

$$M_{pl} = Z \cdot f_y = 11052938 \text{ kgf.cm} \quad \text{Momento fletor de plastificação da seção.}$$

$$M_{cr} = \frac{0,90 \cdot k_c \cdot E \cdot W_c}{\lambda^2} = 79924808 \text{ kgf.cm} \quad \text{Momento fletor de flambagem elástica.}$$

$$\lambda \leq \lambda_p$$

$$M_{Rk} = M_{pl} = 11052938 \text{ kgf.cm} \quad \text{Momento fletor característico.}$$

$$M_{Rd0} = \frac{M_{Rk}}{1,10} = 10048125 \text{ kgf.cm} \quad \text{Momento resistente de cálculo antes da cura do concreto.}$$

• **Verificação da Flambagem na Alma**

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = 18.75 \quad \text{Parâmetro de esbeltez.}$$

$$\lambda_p = 3,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 90.53 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação.}$$

$$M_k = f_y \cdot W = 9837839 \text{ kgf.cm} \quad \text{Momento fletor correspondente ao início do escoamento.}$$

$$M_{pl} = Z \cdot f_y = 11052938 \text{ kgf.cm} \quad \text{Momento fletor de plastificação da seção.}$$

$$\lambda \leq \lambda_p$$

$$M_{Rk} = M_{pl} = 11052938 \text{ kgf.cm} \quad \text{Momento fletor característico.}$$

$$M_{Rd0} = \frac{M_{Rk}}{1,10} = 10048125 \text{ kgf.cm} \quad \text{Momento resistente de cálculo antes da cura do concreto.}$$

O momento resistente de cálculo para verificação da viga antes da cura do concreto é:

$$M_{Rd} = 10048125 \text{ kgf.cm}$$

$$M_{Rd} \geq M_{Sd0} \quad (\text{OK!})$$

$$\frac{M_{Sd0}}{M_{Rd0}} = 0,33 \leq 1,0 \quad (\text{OK!})$$

• Análise da Posição da Linha Neutra Plástica na Laje

$(A \cdot f_y)_a$: é o produto da área da seção da viga de aço pela sua resistência ao escoamento.

$$\frac{0,85 \cdot f_{ck} \cdot b \cdot t_c}{1,40} = 199992,86 \text{ kgf} \quad \text{Força de plastificação da laje de concreto.}$$

$$\frac{(A \cdot f_y)_a}{1,10} = 699409,06 \text{ kgf} \quad \text{Força de plastificação do perfil de aço.}$$

$$V_{hRd} = 199992,86 \text{ kgf} \quad \text{Força resistente de cisalhamento longitudinal.}$$

$$Q_{Rd} = \eta \cdot V_{hRd} = 199992,86 \text{ kgf}$$

Conector adotado: STB 100x19

$$A_{cs} = 2,84 \text{ cm}^2 \quad \text{Área da seção transversal dos conectores.}$$

$$E_c = 0,85 \cdot 5600 \cdot \sqrt{f_{ck}} = 21287,37 \text{ MPa} \quad \text{Módulo de elasticidade do concreto.}$$

$$q_{Rd} = \frac{1}{2} \cdot \frac{A_{cs} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot E_c}{1,25} = 7400,02 \text{ kgf}$$

$$\frac{Q_{Rd}}{q_{Rd}} = 28 \quad \text{Número de conectores para metade do vão}$$

$C_{cd} = 207200.64 \text{ kgf}$ Resistência de cálculo da região comprimida da laje.

$$a = \frac{C_{cd}}{\frac{0,85 \cdot f_{ck} \cdot b}{1,40}} = 6.32 \text{ cm} \quad \text{Espessura comprimida da laje.}$$

$$C_{ad} = \frac{1}{2} \left[\frac{(A \cdot f_y)_a}{1,10} - C_{cd} \right] = 246104.23 \text{ kgf} \quad \text{Resistência de cálculo da região comprimida do perfil de aço.}$$

$$T_{ad} = C_{cd} + C_{ad} = 453304.88 \text{ kgf} \quad \text{Resistência de cálculo da região tracionada do perfil de aço.}$$

$$C_{ad} \leq \frac{(A \cdot f_y)_{tr}}{1,10} \quad \text{A linha neutra plástica está na mesa superior}$$

• Determinação do Momento Fletor Resistente de Cálculo

β_{vm} coeficiente dado conforme a capacidade de rotação da ligação. Para vigas biapoiadas é igual a 1,00.

$y_p = 2.24 \text{ cm}$; distância da linha neutra da seção plastificada até a face superior da viga de aço.

$y_c = 1.12 \text{ cm}$; distância do centro de gravidade da parte comprimida da seção da viga de aço até a face superior dessa viga.

$y_t = 8.61 \text{ cm}$; distância do centro de gravidade da parte tracionada da seção da viga de aço até a face inferior dessa viga.

$d = 35 \text{ cm}$; Altura do perfil de aço.

$(A f_y)_{tr}$: é o produto da área da mesa superior da viga de aço pela sua resistência ao escoamento.

$(A f_y)_{tw}$: é o produto da área da alma da viga de aço pela sua resistência ao escoamento.

$$M_{Rd} = \beta_{vm} \cdot \left[C_{ad} \cdot (d - y_t - y_c) + C_{cd} \cdot \left(t_c - \frac{a}{2} + h_f + d - y_t \right) \right] = 13519577 \text{ kgf.cm} \quad \text{Resistência de cálculo ao momento fletor.}$$

$$\frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} = 0.55 \leq 1.0 \text{ (OK!)}$$

• **Determinação do Capacidade Resistente ao Esforço Cortante**

$\lambda = 18.75$ Parâmetro de esbeltez.

$\lambda_p = 59.22$ Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação.

$\lambda_r = 73.76$ Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento.

$A_w = 56 \text{ cm}^2$ Área efetiva de cisalhamento.

$V_{pl} = 0,60 \cdot A_w \cdot f_y = 115920 \text{ kgf}$ Força cortante correspondente à plastificação.

$V_{Rk} = V_{pl} = 115920 \text{ kgf}$ Força cortante resistente característica.

$V_{Rd} = \frac{V_{Rk}}{1,10} = 105381.82 \text{ kgf}$ Força cortante resistente de cálculo.

$$\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} = 0.21 \leq 1.0 \text{ (OK!)}$$

• **Cálculo da Inércia da Viga Mista**

$E_c = 0.85 \cdot 56000 \cdot \sqrt{f_{ck}} = 21287.37 \text{ MPa}$ Módulo de elasticidade do concreto.

$\kappa = 3$ Coeficiente que leva em conta a fluência do concreto no cálculo da relação modular.

$R_{MO} = \frac{E_a}{E_c} = 9.4$ Relação modular para ações de curta duração.

$R_M = \kappa \cdot R_{MO} = 28.19$ Relação modular para ações de longa duração.

Para ações de curta duração

$I_{tr} = 119109.78 \text{ cm}^4$ Momento de inércia da seção mista homogeneizada.

$I_{ef} = I_a + \sqrt{\frac{Q_{Rd}}{V_{hRd}}} \cdot (I_{tr} - I_a) = 119109.78 \text{ cm}^4$ Momento efetivo de inércia.

8.2.4 Avaliação das Vigas Mistas no Pavimento de Uso Residencial

Nesta seção realizou-se a obtenção dos esforços atuantes, o levantamento da capacidade resistente ao esforço cortante e ao momento fletor, e a avaliação das frequências das vigas mistas diante das ações distribuídas no pavimento. As tabelas 8 e 9 apresentam os resultados obtidos e a Figura 12 o vigamento definido.

Tabela 8 - Resumo da verificação a flexão, cálculo da contra-flecha e das frequências

Nº do Elemento	Le (m)	Viga Mista Analisada	MSd (kNcm)	MRd (kNcm)	MSd/MRd	Contra-Flecha Calculada (mm)	Frequência Calculada (Hz)
1	4,00	W310x21	6260,3	16763,5	0,37	0,22	25,61
2	4,00	W310x21	6391,9	16763,5	0,38	0,22	25,61
3	8,00	W360x64	32793,7	51474,2	0,64	1,49	8,60
4	8,00	W360x64	33443,0	52693,8	0,63	1,49	8,66
5	8,00	W(H)360x110	51003,1	84068,9	0,61	0,88	10,38
6	8,00	W(H)360x110	56301,6	82482,0	0,68	0,98	10,30
7	8,00	W(H)360x110	56301,6	82482,0	0,68	0,98	10,30
8	4,00	W360x32,9	10814,2	22931,7	0,47	0,30	37,60
9	4,00	W360x32,9	10814,2	22931,7	0,47	0,30	37,60
10	8,00	W310x21	9593,0	17729,2	0,54	24,31	6,31
11	8,00	W(H)360x91	43716,7	64125,7	0,68	3,93	11,28
12	13,35	CS350x175	51400,3	135195,8	0,38	31,64	4,01
13	2,65	W200x15	1847,1	8383,4	0,22	1,52	44,41
14	8,00	W310x28,3	17617,9	23713,2	0,74	34,49	5,83
15	4,45	W200x15	5278,0	9115,5	0,58	13,24	13,16
16	6,20	W310x21	10245,4	16519,1	0,62	17,07	9,15

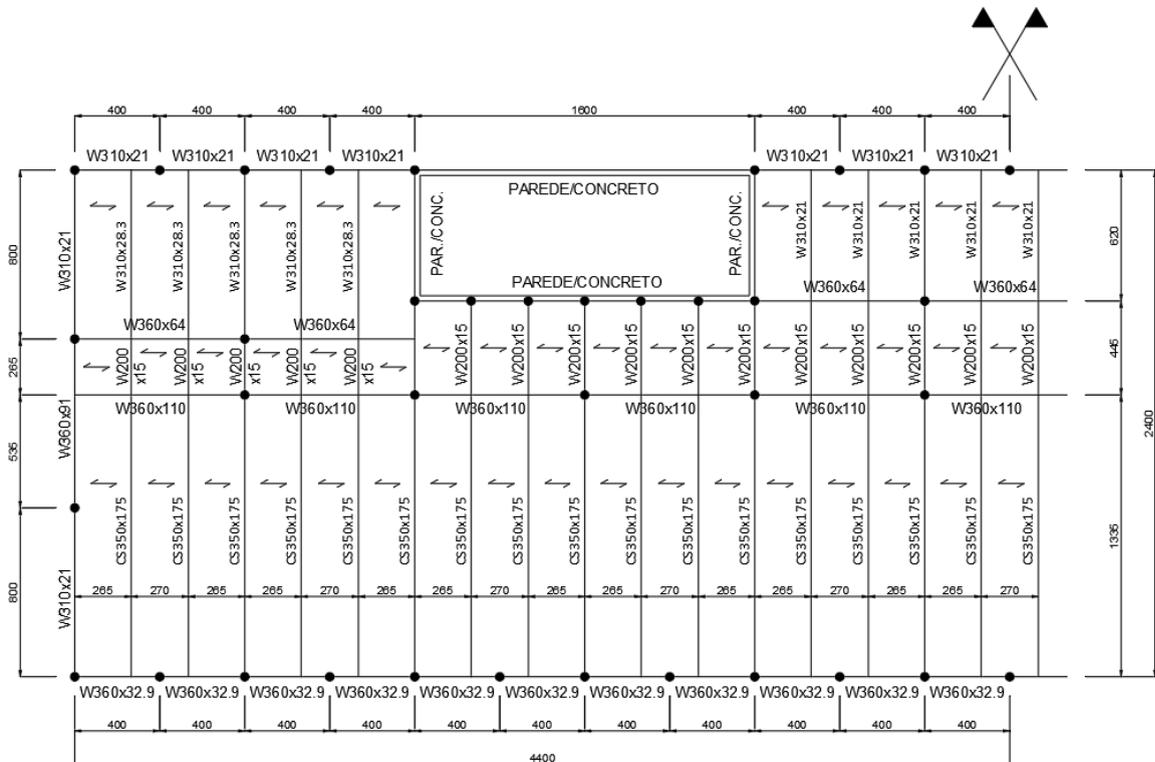
Fonte: O Autor, 2021

Tabela 9 - Resumo da verificação ao esforço cortante das vigas mistas

Nº do Elemento	Le (m)	Viga Mista Analisada	VSd (kN)	VRd (kN)	VSd/VRd
1	4,00	W310x21	93,45	290,80	0,32
2	4,00	W310x21	49,14	290,80	0,17
3	8,00	W360x64	127,05	502,80	0,25
4	8,00	W360x64	129,50	502,80	0,26
5	8,00	W(H)360x110	195,90	772,30	0,25
6	8,00	W(H)360x110	216,03	772,30	0,28
7	8,00	W(H)360x110	216,03	772,30	0,28
8	4,00	W360x32,9	162,05	380,92	0,43
9	4,00	W360x32,9	162,05	380,92	0,43
10	8,00	W310x21	47,96	290,80	0,16
11	8,00	W(H)360x91	181,78	631,07	0,29
12	13,35	CS350x175	154,01	1053,82	0,15
13	2,65	W200x15	27,88	161,84	0,17
14	8,00	W310x28,3	88,09	348,89	0,25
15	4,45	W200x15	47,44	161,84	0,29
16	6,20	W310x21	66,10	290,80	0,23

Fonte: O Autor, 2021

Figura 12 - Disposição das Vigas no Pav. de Uso Residencial (medidas em “centímetros”



Fonte: O Autor, 2021.

8.4 Dimensionamento dos Pilares Mistos

A seguir é apresentado o processo de dimensionamento dos pilares mistos, com o cálculo do pilar P41/47.

8.4.1 Dados de entrada

Características do Pilar:

- Perfil: Tubo 650x12,5;
- Diâmetro (d): 650mm;
- Espessura (t): 12,5mm;
- Área do perfil (A_q): 250,35cm²;
- Momento de inércia (I_a): 127226,45cm⁴;
- Tensão de escoamento do aço (f_y): 345Mpa

Características do concreto:

- Tensão característica do concreto (f_{ck}): 40Mpa;
- Área (A_c): 3067,96cm²;
- Momento de inércia (I_c): 749014,06cm⁴.

Propriedades geométricas do perfil de aço:

- $E = 2000000 \text{ kgf/cm}^2$;
- $I_x = I_y = 127226.45 \text{ cm}^4$;
- $A = 250.35 \text{ cm}^2$;

Propriedades geométricas do concreto:

- $E_c = 301048.81 \text{ kgf/cm}^2$
- $I_x = I_y = 749014.06 \text{ cm}^4$
- $A_c = 3067.96 \text{ cm}^2$

Solicitações:

- Esforço normal atuante (N_{sd}): 1620000kgf;
- Momento fletor atuante(M_{sd}): 220000kgf.cm.

8.4.2 Verificação à Flambagem Local

$\lambda = 52$ Esbeltez do perfil preenchido por concreto.

$\lambda_{lim} = 86.96$ Esbeltez limite do perfil parcialmente envolvido por concreto.

$\lambda \leq \lambda_{lim}$ OK!

$\frac{\lambda}{\lambda_{lim}} = 0.6 < 1.0$ OK!

$(EI)_e = 412297658368 \text{ kgf.cm}^2$ Rigidez do pilar.

$N_{ex} = 45213496 \text{ kgf}$

$N_{ey} = 45213496 \text{ kgf}$

$N_e = 45213496 \text{ kgf}$

Parâmetro de esbeltez relativa:

$\delta = 0.43$ Fator de contribuição do aço.

$\chi = 0.98$ Fator associado à flambagem.

$\eta_a = 0.86$ Fator de redução do perfil tubular.

$\eta_c = 1.28$ Fator de majoração da resistência do concreto.

$$N_{Rd,pl} = \eta_a \cdot \frac{f_y \cdot A}{1,10} + \eta_c \cdot \frac{f_{ck} \cdot A_c}{1,40} + \frac{f_{sy} \cdot A_s}{1,15} = 1838352.88 \text{ kgf}$$
 Força normal resistente de cálculo à plastificação total.

$$N_{R,pl} = \eta_a \cdot f_y \cdot A + \eta_c \cdot f_{ck} \cdot A_c + f_{sy} \cdot A_s = 2139964.5 \text{ kgf}$$
 Força normal resistente de cálculo à plastificação total.

$N_{c,Rd} = \chi \cdot N_{Rd,pl} = 1802293.25 \text{ kgf}$ Força normal resistente de cálculo.

$N_{c,Rd} \geq N_{sd}$ OK!

$\frac{N_{sd}}{N_{c,Rd}} = 0.9 < 1.0$ OK!

8.4.3 Cálculo do Momento Fletor

$f_{yd} = 3136.36 \text{ kgf/cm}^2$ Resistência de cálculo do aço.

$f_{cd} = 285.71 \text{ kgf/cm}^2$ Resistência de cálculo do concreto à compressão.

$f_{sd} = 4347.83 \text{ kgf/cm}^2$ Resistência de cálculo da armadura longitudinal.

$Z_a = 4501.86 \text{ cm}^3$ Módulo de resistência plástico da seção do perfil de aço.

$Z_c = 40401.71 \text{ cm}^3$ Módulo de resistência plástico da seção de concreto.

$Z_{an} = 387.65 \text{ cm}^3$ Módulo de resistência plástico da seção do perfil de aço.

$Z_{cn} = 9547.13 \text{ cm}^3$ Módulo de resistência plástico da seção de concreto.

$Z_s = 288.39 \text{ cm}^3$ Módulo de resistência plástico da armadura longitudinal.

$Z_{sn} = 144.19 \text{ cm}^3$ Módulo de resistência plástico da armadura longitudinal.

$$M_{Rd,pl,x} = f_{yd} \cdot (Z_a - Z_{an}) + 0,5 \cdot f_{cd} \cdot (Z_c - Z_{cn}) + f_{sd} \cdot (Z_s - Z_{sn}) = 17938376 \text{ kgf.cm}$$

$$M_{Rd,pl,x} \geq M_{Sdx} \quad \text{OK!}$$

$$\frac{M_{Sdx}}{M_{Rd,pl,x}} = 0.01 < 1.0 \quad \text{OK!}$$

8.4.4 Cálculo de Interação

$$N_c = \frac{\alpha \cdot f_{ck} \cdot A_c}{\gamma_c} = 876560.5 \text{ kgf}$$

$$M_{c,x} = 0,90 \cdot M_{Rd,pl,x} = 16144538 \text{ kgf.cm}$$

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{a1}} = 3136.36 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_{sd} = \frac{f_{ys}}{\gamma_s} = 4347.83 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_{cd} = \frac{\alpha \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = 285.71 \text{ kgf/cm}^2$$

$$M_{max,Rd,pl,x} = f_{yd} \cdot Z_{pa} + 0,5 \cdot f_{cd} \cdot Z_{pc} + f_{sd} \cdot Z_{ps} = 15373329 \text{ kgf.cm}$$

$$M_{d,x} = 0,8 \cdot M_{max,Rd,pl,x} = 12298663 \text{ kgf.cm}$$

$$N_{sd} \geq N_c$$

$$\mu_x = 1 - \frac{N_{Sd} - N_{Rd,pl,c}}{N_{Rd,pl} - N_{Rd,pl,c}} = 0.23$$

$M_{Sdix} = 2520302.5 \text{ kgf.cm}$ Momento devido às imperfeições ao longo do pilar - direção x.

Considerar $M_{Sdiy} = 0$

$$M_{Sdtx} = M_{Sdx} + M_{Sdix} = 2740302.5 \text{ kgf.cm} \quad \text{Momento fletor solicitante de cálculo total}$$

$$M_{Sdty} = M_{Sdy} + M_{Sdiy} = 0 \text{ kgf.cm} \quad \text{Momento fletor solicitante de cálculo total}$$

$$\frac{M_{Sdtx}}{\mu_x \cdot M_{cx}} + \frac{M_{Sdty}}{\mu_y \cdot M_{cy}} = 0.75 < 1.0 \quad \text{OK!}$$

8.4.5 Seções adotadas

A Tabela 10 indica as seções dos pilares da torre adotadas, sendo que sempre que possível, houve a alteração da seção e mudança de tipologia, de misto para simples. Enquanto a Tabela 11 apresenta os pilares que atendem somente aos subsolos e térreo.

Tabela 10 – Pilares da torre

Pilar	Seção	Elevação	Pilar	Seção	Elevação
P41/ P47	PM.Ø650x12.5	-6.00/+0.00	P64/ P65	PM.Ø900x20	-6.00/+0.00
	PM.Ø600x12.5	+0.00/+24.0		PM.Ø800x25	+0.00/+24.0
	PM.Ø500x12.5	+24.0/+48.0		PM.Ø800x25	+24.0/+48.0
	PM.Ø219.1x12.5	+48.0/+96.0		PM.Ø700x25	+48.0/+96.0
	PM.Ø219.1x8.0	+96.0/+120.0		PM.Ø500x12.5	+96.0/+120.0
	TC.Ø219.10x8.0	+120.0/+150.0		PM.Ø400x10	+120.0/+150.0
P42/ P46	PM.Ø500x12.5	-6.00/+0.00	P72- P83	PM.Ø700x12.5	-6.00/+0.00
	PM.Ø500x12.5	+0.00/+24.0		PM.Ø700x12.5	+0.00/+24.0
	PM.Ø400x12.5	+24.0/+48.0		PM.Ø600x12.5	+24.0/+48.0
	PM.Ø219.1x12.5	+48.0/+96.0		PM.Ø400x10	+48.0/+96.0
	PM.Ø219.1x8.0	+96.0/+120.0		PM.Ø273x16	+96.0/+120.0
	TC.Ø219.1x8.0	+120.0/+150.0		TC.Ø273x16	+120.0/+150.0

Pilar	Seção	Elevação	Pilar	Seção	Elevação
P43/ P45	PAREDE/CONCRETO	-9.00/+150.0	P88/ P98	PM.Ø900x25	-6.00/+0.00
P44	PM.Ø500x12.5	-6.00/+0.00		PM.Ø800x25	+0.00/+24.0
	PM.Ø500x12.5	+0.00/+24.0		PM.Ø800x20	+24.0/+48.0
	PM.Ø400x12.5	+24.0/+48.0		PM.Ø600x16	+48.0/+72.0
	PM.Ø219.1x8.0	+48.0/+96.0		PM.Ø500x12.5	+72.0/+96.0
	PM.Ø219.1x8.0	+96.0/+120.0		PM.Ø355.6x12.5	+96.0/+120.0
	TC.Ø219.1x8.0	+120.0/+150.0		TC.Ø355.6x12.5	+120.0/+150.0
P50/ P51	PM.Ø700x16	-6.00/+0.00	P89/ P97	PM.Ø900x25	-6.00/+0.00
	PM.Ø600x12.5	+0.00/+24.0		PM.Ø800x20	+0.00/+24.0
	PM.Ø500x12.5	+24.0/+48.0		PM.Ø800x16	+24.0/+48.0
	PM.Ø500x12.5	+48.0/+96.0		PM.Ø500x10	+48.0/+72.0
	PM.Ø355.6x12.5	+96.0/+120.0		PM.Ø500x10	+72.0/+96.0
	TC.Ø355.6x12.5	+120.0/+150.0		PM.Ø355.6x12.5	+96.0/+120.0
P54/ P57	PM.Ø600x12.5	-6.00/+0.00	P90/ P91/ P95/ P96	TC.Ø355.6x12.5	+120.0/+150.0
	PM.Ø600x12.5	+0.00/+24.0		PM.Ø900x25	-6.00/+0.00
	PM.Ø500x12.5	+24.0/+48.0		PM.Ø800x20	+0.00/+24.0
	PM.Ø273x16	+48.0/+96.0		PM.Ø800x16	+24.0/+48.0
	PM.Ø219.1x8.0	+96.0/+120.0		PM.Ø600x16	+48.0/+72.0
	TC.Ø219.1x8.0	+120.0/+150.0		PM.Ø500x16	+72.0/+96.0
P55/ P56	PM.Ø800x16	-6.00/+0.00	P92/ P94	PM.Ø400x12.5	+96.0/+120.0
	PM.Ø800x16	+0.00/+24.0		TC.Ø355.6x12.5	+120.0/+150.0
	PM.Ø600x12.5	+24.0/+48.0		PM.Ø950x25	-6.00/+0.00
	PM.Ø600x12.5	+48.0/+96.0		PM.Ø800x25	+0.00/+24.0
	PM.Ø355.6x12.5	+96.0/+120.0		PM.Ø800x20	+24.0/+48.0
	TC.Ø355.6x12.5	+120.0/+150.0		PM.Ø600x16	+48.0/+72.0
P60/ P69	PM.Ø800x25	-6.00/+0.00	P93	PM.Ø500x16	+72.0/+96.0
	PM.Ø800x25	+0.00/+24.0		PM.Ø400x12.5	+96.0/+120.0
	PM.Ø800x16	+24.0/+48.0		TC.Ø355.6x12.5	+120.0/+150.0
	PM.Ø800x12.5	+48.0/+96.0		PM.Ø950x25	-6.00/+0.00
	PM.Ø500x12.5	+96.0/+120.0		PM.Ø800x25	+0.00/+24.0
	PM.Ø400x10	+120.0/+150.0		PM.Ø800x20	+24.0/+48.0
P61/ P62/ P63/ P66/ P67/ P68	PM.Ø700x16	-6.00/+0.00	OBS.:	PM.Ø500x16	+48.0/+72.0
	PM.Ø600x12.5	+0.00/+24.0		PM.Ø500x16	+72.0/+96.0
	PM.Ø500x12.5	+24.0/+48.0		PM.Ø355.6x12.5	+96.0/+120.0
	PM.Ø500x12.5	+48.0/+96.0		TC.Ø355.6x12.5	+120.0/+150.0
	PM.Ø500x12.5	+96.0/+120.0		PM.: Pilar Misto	
	PM.Ø500x10	+120.0/+150.0	TC.: Tubo Circular		

Fonte: O autor, 2021.

Tabela 11 - Pilares do subsolo e térreo

Pilar	Seção	Pilar	Seção	Pilar	Seção
P1	W 200 x 52.0	P58	W 200 x 71.0	P136	HP 310 x 79.0
P2	HP 310 x 79.0	P59	W 360 x 91.0	P137	HP 310 x 79.0
P3	W 200 x 52.0	P70	W 360 x 91.0	P138	HP 310 x 79.0
P4	W 200 x 52.0	P71	W 200 x 71.0	P139	HP 310 x 79.0
P5	HP 310 x 79.0	P84	HP 310 x 79.0	P140	HP 310 x 79.0
P6	HP 310 x 79.0	P85	W 360 x 91.0	P141	HP 310 x 79.0
P7	W 360 x 91.0	P86	HP 310 x 93.0	P142	HP 310 x 79.0
P8	W 360 x 91.0	P87	HP 310 x 79.0	P143	HP 310 x 79.0
P9	W 360 x 91.0	P99	W 200 x 71.0	P144	HP 310 x 79.0
P10	W 360 x 91.0	P100	HP 310 x 93.0	P145	HP 310 x 79.0
P11	W 360 x 91.0	P101	W 360 x 91.0	P146	HP 310 x 79.0
P12	W 360 x 91.0	P102	HP 310 x 79.0	P147	HP 310 x 93.0
P13	W 360 x 91.0	P103	HP 310 x 79.0	P148	HP 310 x 110.0
P14	W 360 x 91.0	P104	HP 310 x 79.0	P149	HP 310 x 79.0
P15	W 360 x 91.0	P105	HP 310 x 79.0	P150	HP 310 x 93.0
P16	HP 310 x 93.0	P106	HP 310 x 79.0	P151	HP 310 x 93.0
P17	W 200 x 52.0	P107	HP 310 x 79.0	P152	HP 310 x 93.0
P18	W 250 x 73.0	P109	HP 310 x 79.0	P153	HP 310 x 93.0
P19	W 250 x 73.0	P110	HP 310 x 79.0	P154	HP 310 x 93.0
P20	W 250 x 73.0	P111	HP 310 x 79.0	P155	HP 310 x 93.0
P21	W 250 x 73.0	P112	HP 310 x 79.0	P156	HP 310 x 93.0
P22	W 200 x 41.7	P113	HP 310 x 79.0	P157	HP 310 x 93.0
P23	W 200 x 71.0	P114	HP 310 x 79.0	P158	HP 310 x 93.0
P24	HP 310 x 93.0	P115	W 360 x 91.0	P159	HP 310 x 93.0
P25	W 310 x 117.0	P116	HP 310 x 93.0	P160	HP 310 x 93.0
P26	W 310 x 117.0	P117	HP 310 x 79.0	P161	HP 310 x 93.0
P27	HP 310 x 93.0	P118	HP 310 x 79.0	P162	HP 310 x 79.0
P28	HP 310 x 93.0	P119	HP 310 x 79.0	P163	HP 310 x 110.0
P29	HP 310 x 110.0	P120	HP 310 x 79.0	P164	W 200 x 46.1
P30	W 360 x 91.0	P121	HP 310 x 79.0	P165	HP 310 x 79.0
P31	W 360 x 91.0	P122	HP 310 x 79.0	P166	HP 310 x 79.0
P32	HP 310 x 110.0	P123	W 200 x 52.0	P167	HP 310 x 79.0
P33	W 360 x 91.0	P124	W 200 x 52.0	P168	HP 310 x 79.0
P34	HP 310 x 110.0	P125	HP 310 x 79.0	P169	HP 310 x 79.0
P35	HP 310 x 110.0	P126	HP 310 x 79.0	P170	HP 310 x 79.0
P36	HP 310 x 110.0	P127	HP 310 x 79.0	P171	HP 310 x 79.0

Pilar	Seção	Pilar	Seção	Pilar	Seção
P37	HP 310 x 110.0	P128	HP 310 x 79.0	P172	HP 310 x 79.0
P38	HP 310 x 110.0	P129	HP 310 x 79.0	P173	HP 310 x 79.0
P39	W 200 x 71.0	P130	HP 310 x 79.0	P174	HP 310 x 79.0
P40	W 200 x 71.0	P131	HP 310 x 93.0	P175	HP 310 x 79.0
P48	W 200 x 71.0	P132	HP 310 x 93.0	P176	HP 310 x 79.0
P49	W 200 x 71.0	P133	HP 310 x 79.0	P177	HP 310 x 79.0
P52	W 360 x 91.0	P134	HP 310 x 79.0	P178	HP 310 x 79.0
P53	W 200 x 71.0	P135	HP 310 x 79.0	P179	W 200 x 46.1

Fonte: O autor, 2021.

Os esforços solicitantes nas fundações são apresentadas no Anexo B.

8.5 Dimensionamento das Estacas Prancha

Cálculo e dimensionamento de uma cortina estaca-prancha não ancorada, por meio do *software GEO5 2021*, versão de teste, a Figura 13 ilustra o programa.

Figura 13 - Programa GEO5 (versão de teste) utilizada para Projeto de Contenções



Fonte: Imagem adaptada do *software GEO5*, 2021.

Dados iniciais:

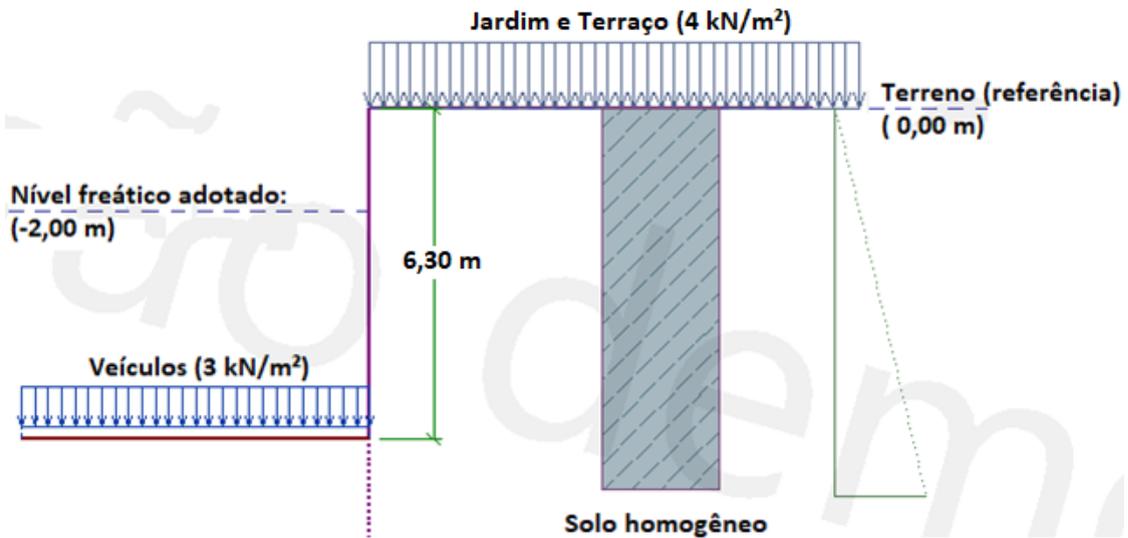
- Solo homogêneo adotado
- Peso específico: $g = 18,00 \text{ kN/m}^3$
- Estado de tensão: efetivo
- Ângulo de atrito interno: $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$
- Coesão do solo: $c = 0,00 \text{ kPa}$
- Ângulo de atrito estru.-solo: $\delta = 18,00^\circ$
- Solo : não coesivo
- Peso volumétrico saturado: $g_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$
- Aço: EN 10248-1: S 430 GP – $f_y = 430 \text{ MPa}$; $E = 200000 \text{ MPa}$; $G = 77000 \text{ MPa}$.

Escavação:

- Garagem Subsolo: 6,00m
- Trabalhos complementares: 0,30 m
- Profundidade da vala: $h = 6,30 \text{ m}$
- Sobrecarga no fundo da vala: $3,0 \text{ KN/m}^2$ (Tab. 10 – ABNT NBR 6120:2019)
- Sobrecarga acima da contenção: $4,0 \text{ kN/m}^2$ (Tab. 10 – ABNT NBR 6120:2019)

A Figura 14 apresenta a análise considerada para o dimensionamento da estaca prancha, considerando a profundidade correspondente ao segundo subsolo acrescida de 30cm, com as cargas acima descritas.

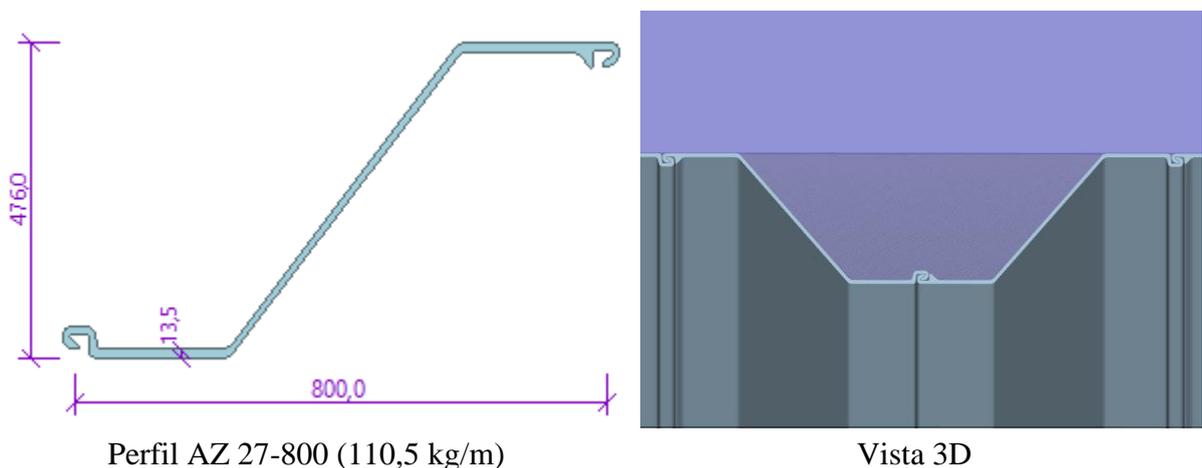
Figura 14 - Identificação da análise proposta considerando o emprego da estaca-prancha não ancorada



Fonte: Imagem adaptada do *software GEO5*, 2021.

Para determinação do perfil da estaca prancha, consultou-se o catálogo técnico do fabricante Arcelor Mittal e selecionou-se uma seção já existente no *software GEO5*, correspondente ao perfil AZ 27-800, ilustrada na Figura 15, a dimensão do perfil com 8m de comprimento auxilia a montagem por evitar cortes, proporcionando uma modulação a cada 8m sem desperdícios.

Figura 15 - Seção transversal e disposição da estaca-prancha



Perfil AZ 27-800 (110,5 kg/m)

Vista 3D

Fonte: Imagens do *software GEO5*, 2021.

As normas e modelos de análise e dimensionamento utilizados são apresentados na Figura 16.

Figura 16 - Configurações de análises do programa GEO5

Materiais e Normas

Estruturas de concreto :	EN 1992-1-1 (EC2)
Coeficientes EN 1992-1-1 :	Norma
Estruturas em aço :	EN 1993-1-1 (EC3)
Fator parcial da cap. de carga da secção transversal em aço :	$\gamma_{M0} = 1,00$
Estruturas em madeira :	EN 1995-1-1 (EC5)
Fator parcial para as propriedades da madeira :	$\gamma_M = 1,30$
Coef. da influência da carga e da humidade :	$k_{mod} = 0,50$
Coef. da espessura da secção em corte :	$k_{cr} = 0,67$

Análise de pressão

Cálculo do empuxo de terra ativo :	Coulomb
Cálculo do empuxo de terra passivo :	Mazindrani (Rankine)
Análise sísmica :	Mononobe-Okabe
Metodologia de verificação :	Fatores de segurança

Fonte: Imagens do software GEO5, 2021.

Com a modelagem e as configurações de entrada finalizadas, realizou-se a análise dos esforços atuantes, apresentados nas figuras 17 e 18, obtendo-se os seguintes valores:

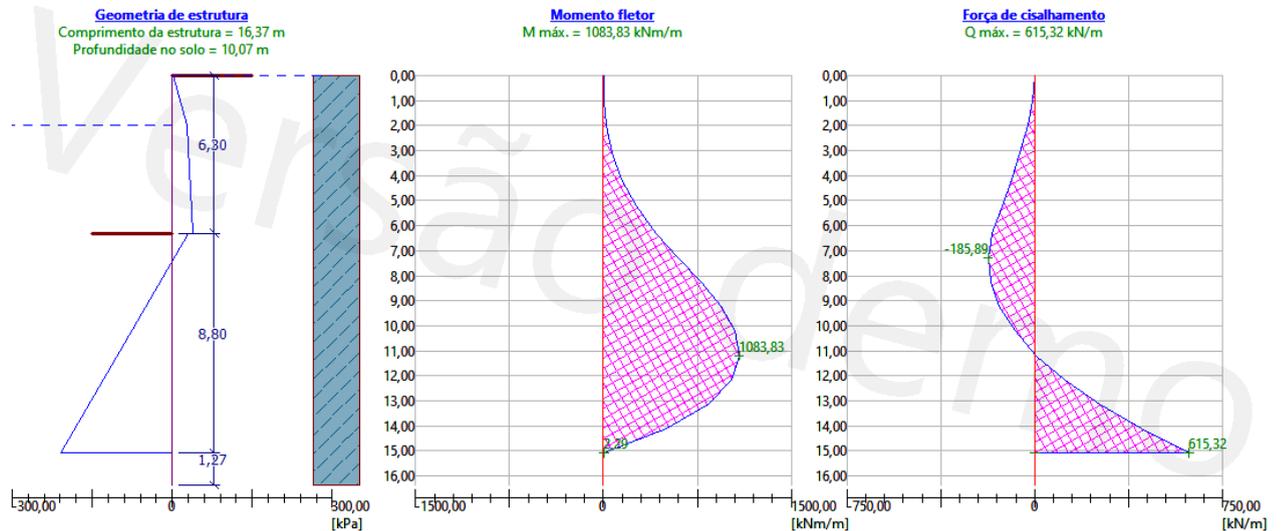
Valor máx. de força de cisalhamento = 615,32 kN/m

Valor máx. do momento = 1083,83 kNm/m

Profundidade requerida da estrutura no solo = 10,07 m

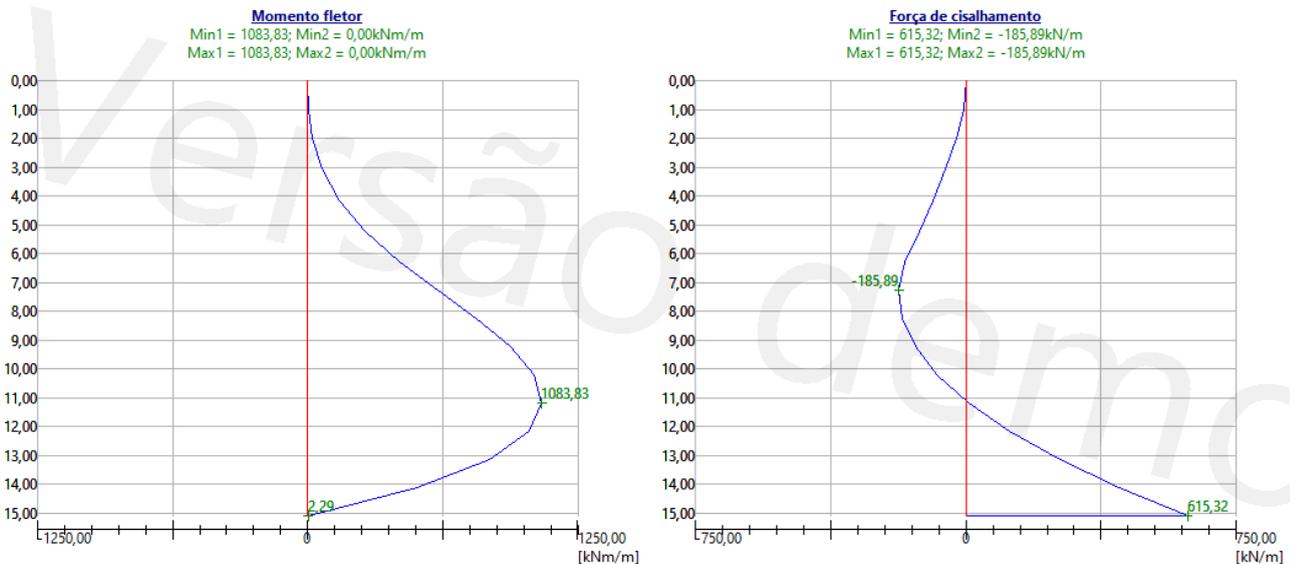
Comprimento total da estrutura = 16,37 m

Figura 17 - Geometria e Esforços Atuantes na Estaca-Prancha



Fonte: Imagens do software GEO5, 2021.

Figura 18 - Diagramas de Momento Fletor e de Esforço Cortante na Estaca-Prancha



Fonte: Imagens do *software GEO5*, 2021.

Em seguida, foi realizado o dimensionamento pelo *software*, apresentado na Figura 19, em que se nota o cumprimento de todos os critérios de análise, adotando-se assim o Perfil AZ 27-800.

Figura 19 - Resumo do dimensionamento conforme norma EN 1993-1-1

Verificação da secção de aço de acordo com EN 1993-1-1

Todas as etapas de construção são consideradas na análise.

Fator parcial na carga = 1,00

Forças internas para 1 m do muro

$M_{max} = 1083,83$ kNm/m; $Q = 7,57$ kN/m

$Q_{max} = 615,32$ kN/m; $M = 2,29$ kNm/m

Verificação do momento máx. $M_{max} + Q$:

Verificação da flexão:

$M_{max}/M_{c,Rd} = 0,944 \leq 1$ **É satisfatória**

Verificação de corte:

$Q/V_{c,Rd} = 0,004 \leq 1$ **É satisfatória**

Verificação do estado plano de tensão:

Tensão normal $\sigma_{x,Ed} = 382,76$ MPa

Tensão corte $\tau_{Ed} = 0,75$ MPa

Verificação: $(\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3*(\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,792 \leq 1$ **É satisfatória**

Verificação da força de corte máx. $Q_{max} + M$:

Verificação da flexão:

$M/M_{c,Rd} = 0,002 \leq 1$ **É satisfatória**

Verificação de corte:

$Q_{max}/V_{c,Rd} = 0,350 \leq 1$ **É satisfatória**

Verificação do estado plano de tensão:

Tensão normal $\sigma_{x,Ed} = 0,81$ MPa

Tensão corte $\tau_{Ed} = 61,14$ MPa

Verificação: $(\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3*(\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,061 \leq 1$ **É satisfatória**

Secção transversal É SATISFATÓRIA

Fonte: Imagens do *software GEO5*, 2021.

Por fim, foi realizada a conferência quanto a estabilidade do talude, análise presente na Figura 20, em que se constata que não haverá problemas de instabilidade.

Figura 20 - Resumo da verificação da estabilidade do talude

Resultados detalhados					
Verificação da estabilidade de talude (Bishop)					
Soma de forças ativas :		$F_a = 851,82 \text{ kN/m}$			
Soma de forças passivas :		$F_p = 2866,36 \text{ kN/m}$			
Momento de deslizamento :		$M_d = 18910,37 \text{ kNm/m}$			
Momento resistente :		$M_r = 63633,19 \text{ kNm/m}$			
Fator de segurança =		3,36 > 1,50			
Estabilidade do talude VERIFICA					
Otimização da superfície de deslizamento circular (Bishop)					
No.	Centro		Raio	FS	Verificação
	x [m]	z [m]	R [m]		
1	-0,53	69,97	87,37	5,19	VERIFICA
2	-0,53	69,97	87,37	5,19	VERIFICA
3	12,18	15,79	42,56	7,41	VERIFICA
4	-0,06	62,81	81,39	5,32	VERIFICA
5	13,41	1,00	38,31	11,95	VERIFICA
6	0,66	52,01	72,87	5,60	VERIFICA
7	10,52	35,77	54,55	5,44	VERIFICA
8	3,16	14,41	50,64	8,75	VERIFICA
9	3,10	7,87	30,76	5,39	VERIFICA
10	-5,43	0,80	38,28	9,47	VERIFICA
11	-6,23	10,37	40,42	6,78	VERIFICA
12	3,42	5,03	29,85	6,03	VERIFICA
13	-5,43	0,80	38,28	9,47	VERIFICA
14	1,88	18,96	36,31	10,44	VERIFICA
15	10,13	40,43	57,98	13,72	VERIFICA
16	-94,04	1477,08	1484,26	38,75	VERIFICA
17	7,13	41,98	61,22	5,36	VERIFICA
18	-13,97	199,17	206,13	25,24	VERIFICA
19	-46,21	756,86	763,17	30,52	VERIFICA
20	-21,65	417,55	423,95	21,81	VERIFICA

Fonte: Imagens do software GEO5, 2021.

Informações Finais:

- Profundidade da vala: **6,3 m**;
- Profundidade mínima calculada da construção no solo: **10,07 m** (abaixo da vala);
- Estaca-prancha adotada: **AZ 27-800**;
- Comprimento necessário da estaca-prancha: **17,00 m**.
- Quantidade necessária da estaca-prancha: **500 unidades**.

9. ESQUEMA DE MONTAGEM

9.1 Montagem

Visando um processo de montagem mais dinâmico e tendo em vista os aspectos restritivos, tais como local da obra e falta de espaço reservado para implantação do canteiro, a montagem será prevista em 6 fases com duração de 36 meses, com produtividade de, aproximadamente, 170 toneladas de aço por mês.

A sequência de montagem a ser adotada se inicia pelo cercamento do perímetro da obra, cravação das estacas prancha e escavação até o nível de implantação do segundo subsolo, a partir daí faz-se a execução das fundações.

Com as fundações finalizadas, a construção deve ser iniciada pela elevação dos núcleos rígidos em 12 metros com formas trepantes e elevação em módulos de 1,5m a cada 2 dias, com execução sempre de 8,0 m a 12,0 m a frente da estrutura metálica. No momento em que o núcleo alcançar os 12 metros, inicia-se a montagem da estrutura metálica da torre.

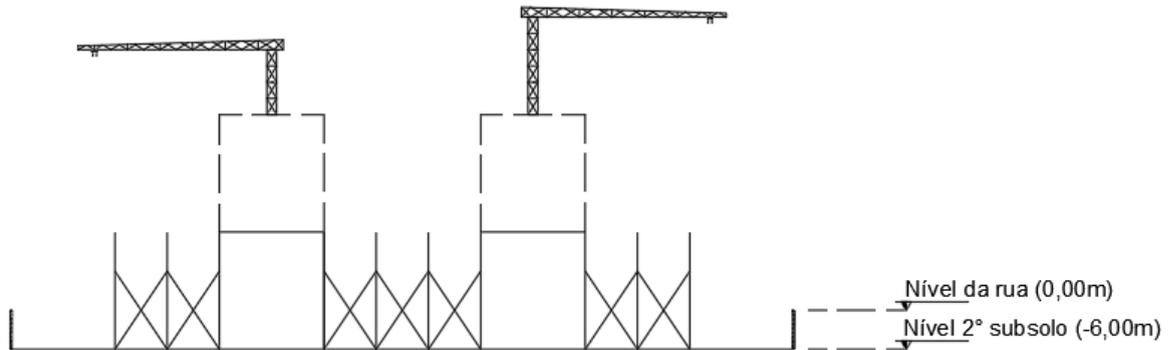
Ao finalizar a montagem da torre, prossegue-se para a montagem da estrutura do embasamento, seguindo a mesma sequência da torre principal, com a montagem do núcleo de concreto a frente da estrutura metálica.

A sequência de montagem se dará conforme as pranchas de montagem, seguindo sempre a rotina que fornece maior estabilidade para que a estrutura se comporte estavelmente antes da sua finalização. Logo, a sequência de elementos estruturais, após finalização das fundações, será a seguinte:

- 1-Elevação do núcleo em 12 metros;
- 2-Montagem dos pilares em peças de 12 metros;
- 3-Montagem dos contraventamentos (equivalente a 3 pavimentos);
- 4-Montagem das vigas principais (equivalente a 3 pavimentos);
- 5-Montagem das vigas secundárias (equivalente a 3 pavimentos);
- 6-Montagem dos Steel decks (Iniciando pelo 3º pavimento, voltando para o 1º e em seguida o 2º, visando maior segurança dos trabalhadores abaixo);
- 7-Concretagem dos pilares e lajes;
- 8-Reinício do ciclo.

A partir da Figura 21 é possível visualizar a diferença de andamento entre a estrutura metálica e a estrutura no núcleo rígido, dessa forma a estrutura se torna mais estável e dispensa travamentos provisórios e escoramentos durante a montagem.

Figura 21 - Montagem da Torre



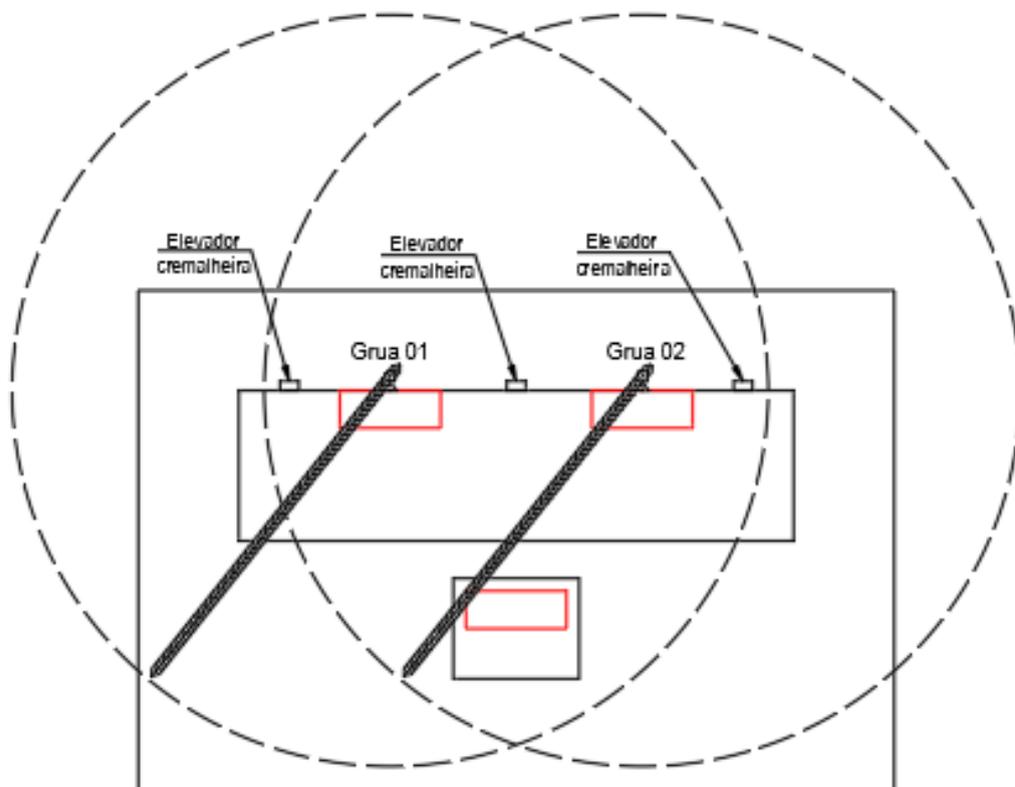
Fonte: O autor, 2021.

9.2 Equipamentos

- Gruas 1 e 2: Estrutura autoportante até atingir a altura de 40 metros ou a recomendada pelo fabricante, após isso, a estrutura das gruas deve ser ancorada no núcleo de concreto a cada 25 metros (ou a recomendada pela fabricante), fornecendo a sustentação necessária para a estrutura durante o içamento das cargas. A fundação para a sustentação da grua deve obedecer aos critérios recomendados pelo fabricante, além de projeto próprio. Além disso, como o raio de trabalho das duas gruas se sobrepõe, a altura de trabalho da Grua 1 deve ser diferente da altura de trabalho da Grua 2, para evitar colisões e facilitar o manuseio das cargas. A grua deve ter raio máximo de 60 metros e capacidade máxima de elevação no raio de giração máximo igual ou superior à 3200kg (peso do maior perfil a ser içado, mais 25% de folga). A exemplo, encontra-se no mercado brasileiro gruas da marca Liebherr, linha *High-top EC-H* modelo *550 EC-H 20 Litronic* que possui raio máximo de 81,50 metros e capacidade de elevação no raio máximo de 4 toneladas.
- Grua 03: Estrutura autoportante durante todo o uso, uma vez que trabalhará em baixas alturas (máximo de 30 metros, aproximadamente). Também com capacidade de carga de, no mínimo, 3200kg.
- Guindastes móveis com altura de içamento igual ou superior à 15 metros, com capacidade máxima no raio de giração máximo igual ou superior a 3200 kg.

- Elevadores de cremalheira: Serão instalados três elevadores para transporte de materiais e pessoas, recomenda-se a utilização dos elevadores fornecidos pela Orguel que possuem cremalheira dos dois lados, permitindo a instalação de duas cabines que trabalham de forma independente. O modelo CMG-20 fornecido pela empresa possui capacidade de carga de até 2000kg ou 24 pessoas, com velocidade de 36m/min. Os elevadores devem ser ancorados na estrutura a cada 9 metros ou conforme indicado pela fabricante.

Figura 22 – Locação dos Equipamentos para montagem da torre

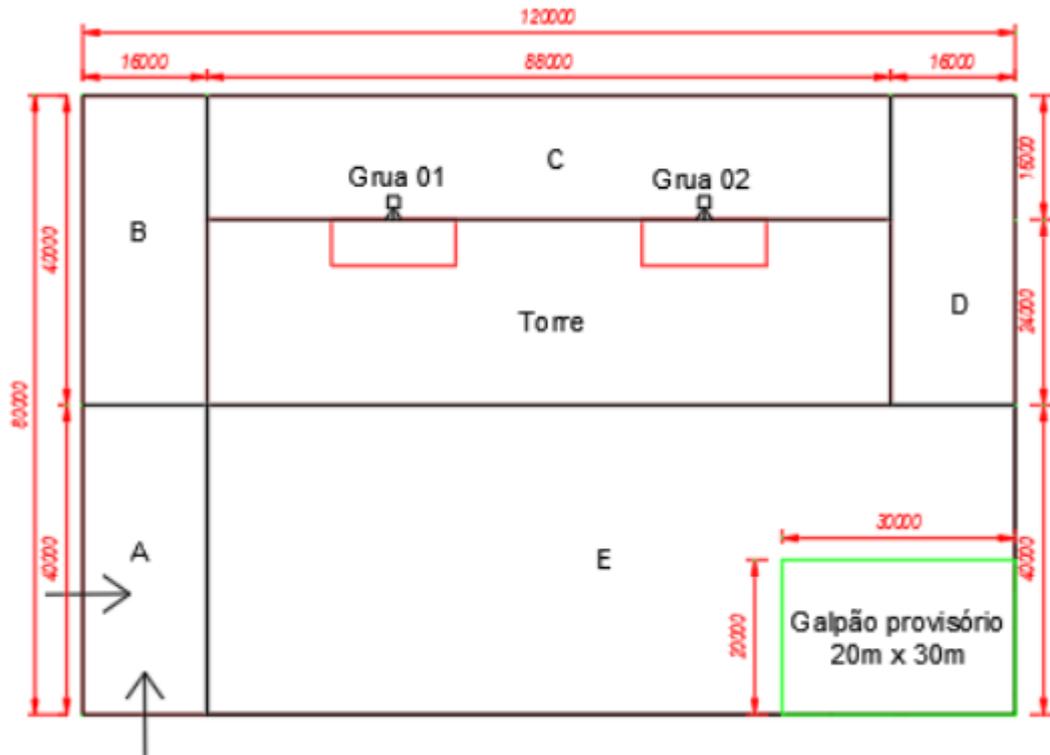


Fonte: O autor, 2021.

9.3 Divisão do canteiro e sequência de montagem

A sequência de montagem se dará de acordo com a divisão do canteiro de obras conforme a Figura 23 abaixo:

Figura 23 - Divisão de áreas



Fonte: O autor, 2021.

A montagem da estrutura se dará em 6 fases:

- Fase 1: Montagem da torre;
- Fase 2: Montagem do embasamento (área D);
- Fase 3: Montagem do embasamento (área C);
- Fase 4: Montagem do embasamento (área B);
- Fase 5: Montagem do embasamento (área E);
- Fase 6: Montagem do embasamento (área A).

O acesso ao canteiro se dará por rampa de acesso pela “área A”, podendo o acesso ser feito tanto pela Avenida Padre João Manoel quanto pela Avenida Paulista. O acesso pela Avenida Padre João Manoel deve ser preferível para entregas rápidas e de menor volume que ocorrerão durante horário comercial, já que o acesso pela avenida supracitada possui tráfego menos intenso, já para acesso noturno de cargas com maiores volumes e alturas, o acesso pode ser feito pela Avenida Paulista, que possui acesso mais amplo por apresentar vegetação urbana

menos intensa e ausência de cabeamento elétrico aéreo, dando maior liberdade de tráfego de materiais no canteiro.

Quanto ao transporte e descarga, as carretas contendo as peças devem chegar à obra já enumeradas e de acordo com o local de descarga pré-definido a partir da grua na qual será içada, a última peça a ser montada da carreta deve ser a primeira a ser içada e armazenada, mantendo a ordem correta no momento da montagem. As peças serão pré-montadas em fábrica de forma a chegarem na obra nas dimensões corretas de acordo com sua numeração em projeto, além de ligações pré-montadas.

10. ESTIMATIVA DE PESO E DE CUSTO

A tabelas 12 a 16 apresentam a estimativa de peso para os vigamentos e pilares por tipos uso dos pavimentos. A estimativa de custos é apresentada no Anexo C.

Tabela 12 - Lista de materiais: Vigas pavimento residencial

Lista de Materiais das Vigas: Uso Residencial (11 andares)					
Perfil	Compr. Total/Pav (m)	Compr. Total (m)	Área de Pintura Total (m ²)	Peso Total/Pav (kgf)	Peso Total (kgf)
CS_350x175	453,9	4992,9	10359,8	79448	873926
W200X15	97,7	1074,7	847,0	1465	16112
W310X21	145,6	1601,6	1601,6	3063	33690
W310X28.3	80,0	880,0	891,0	2254	24797
W(H)360X110	88,0	968,0	1669,8	9739	107130
W360X32.9	88,0	968,0	1161,6	2894	31835
W360X44	8,0	88,0	123,2	359	3944
W360X64	56,0	616,0	916,3	3574	39309
CHAPAS+PARAFUSOS	-			10279	113074
	TOTAL	11189	17570	TOTAL	1243817

Fonte: O autor, 2021.

Tabela 13 - Lista de materiais: Vigas pavimento de escritórios/reunião/técnicos/área comum

Lista de Materiais das Vigas: Uso Residencial (38 andares)					
Perfil	Compr. Total/Pav (m)	Compr. Total (m)	Área de Pintura Total (m ²)	Peso Total/Pav (kgf)	Peso Total (kgf)
CS_350x175	453,9	4992,9	941,8	34847	383313
W200X15	26,5	291,5	21,0	777	8547
W200X19.3	71,2		57,6	2131	23443
W310X21	56,0	616,0	56,0	2072	22792
W310X23.8	49,6	545,6	49,6	1835	20187
W310X32.7	80,0	880,0	82,0	3034	33374
W(H)360X110	88,0	968,0	151,8	5617	61783
W360X32.9	40,0	440,0	48,0	1776	19536
W360X39	88,0	968,0	105,6	3907	42979
W360X44	8,0	88,0	11,2	414	4558
W360X64	56,0	616,0	83,3	3082	33903
CHAPAS+PARAFUSOS	-	-	-	15695	172645
	TOTAL	10406	1608	TOTAL	827060

Fonte: O autor, 2021.

Tabela 14 - Lista de materiais: Vigas do embasamento

Lista de Materiais das Vigas: Embasamento (3 andares)					
Perfil	Compr. Total/Pav (m)	Compr. Total (m)	Área de Pintura Total (m²)	Peso Total/Pav (kgf)	Peso Total (kgf)
W200x15	89,0	267,0	207,7	1328	49136
W250X17.9	401,7	1.205,1	937,6	7191	266067
W310X21	55,9	167,6	130,4	1179	43630
W310X23.8	120,3	360,9	280,8	2870	106190
W310X28.3	1.370,2	4.110,5	3.198,0	38829	1436673
W310X32.7	18,3	54,9	42,7	601	22222
W310X38.7	1.140,7	3.422,0	2.662,3	44054	1629980
W310X52	112,4	337,2	262,3	5883	217671
W310X60	24,0	72,0	56,0	1430	52910
W310X67	404,0	1.211,9	942,9	26987	998504
W310X74	219,7	659,1	512,8	16369	605653
HP310X93	588,2	1.764,6	1.372,9	54948	2033076
W310X97	86,8	260,4	202,6	8385	310238
W310X107	104,0	312,0	242,7	11103	410811
W310X143	24,0	72,0	56,0	3429	126866
W410X38.8	61,2	183,6	142,8	2392	88504
W410X46.1	10,0	29,9	23,3	461	17042
W460X52	10,0	29,9	23,3	519	19185
CHAPAS+PARAFUSOS	-	-	-	22796	843436
TOTAL		14521	11297	Total	9277793

Fonte: O autor, 2021.

Tabela 15 - Lista de materiais: Pilares da torre

Lista de Material dos Pilares da Torre			
Seção	Compr. Total	Área de Pintura	Peso Total
	(m)	(m²)	(Kgf)
PM. ϕ 219.1x8.0	216,0	148,6	18659
PM. ϕ 219.1x12.5	192,0	132,1	20073
PM. ϕ 273x16	144,0	123,6	23673
PM. ϕ 355.6x12.5	216,0	241,3	48450
PM. ϕ 400x10	216,0	271,4	54604
PM. ϕ 400x12.5	216,0	271,4	58746
PM. ϕ 500x10	276,0	433,5	102323
PM. ϕ 500x12.5	1032,0	1621,1	407633
PM. ϕ 500x16	192,0	301,6	82277
PM. ϕ 600x12.5	480,0	904,8	259060
PM. ϕ 600x16	192,0	361,9	111428
PM. ϕ 700x12.5	48,0	105,6	33894

PM. ϕ 700x25	96,0	211,1	83941
PM. ϕ 800x12.5	96,0	241,3	85845
PM. ϕ 800x16	240,0	603,2	227780
PM. ϕ 800x20	264,0	663,5	266952
PM. ϕ 800x25	264,0	663,5	287203
PM. ϕ 900x20	12,0	33,9	5209
PM. ϕ 900x25	48,0	135,7	25886
PM. ϕ 950x25	18,0	50,9	10258
TC. ϕ 219.1x8.0	210,0	144,5	8745
TC. ϕ 273x16	60,0	51,5	6084
TC. ϕ 355.6x12.5	450,0	502,7	47589
HP 250x62	12,0	17,6	744
W(H) 200x52	24,0	28,6	1248
W(H) 200x59	24,0	28,8	1416
Total	5238	8294	2279721

Tabela 16 - Lista de materiais: Pilares do embasamento

Lista de Material dos Pilares: Embasamento			
Seção	Compr. Total (m)	Área de Pintura (m²)	Peso Total (kgf)
W(H) 200 x 41.7	12,0	12,5	500,4
W(H) 200 x 46.1	24,0	28,6	1106,4
W(H) 200 x 52.0	72,0	85,7	3744
W(H) 200 x 71.0	108,0	131,8	7668
W(H) 250 x 73.0	48,0	71,0	3504
HP 310 x 79.0	708,0	1253,2	55932
HP 310 x 93.0	264,0	469,9	24552
HP 310 x 110.0	108,0	194,4	11880
W(H) 310 x 117.0	24,0	43,2	2808
W(H) 360 x 91.0	216,0	362,9	19656
Total	1584,0	2653,1	131350,8

Fonte: O autor, 2021.

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Gostaríamos de prestar os nossos agradecimentos à ABECE – Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural, ABPE – Associação Brasileira de Pontes e Estruturas, AsBEA – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura, IE – Instituto de Engenharia, ao DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes e ao CBCA – Centro Brasileiro de Construção em Aço pela oportunidade de participar deste concurso, uma experiência ímpar em nossas formações como discente de Engenharia Civil.

Também gostaríamos de agradecer ao Professor responsável pela orientação durante todo o concurso.

Muito Obrigado!

12. REFERÊNCIAS

ARCELORMITTAL. **FOUNDATION SOLUTIONS**. 2019. Disponível em: <https://brasil.arcelormittal.com/produtos-solucoes/mineracao/estacas-pranchas>. Acesso em: 01 jun. 2020.

ARCELORMITTAL. **POLYDECK 59S**. 2016. Disponível em: <https://brasil.arcelormittal.com/produtos-solucoes/construcao-civil/polydeck-59s>. Acesso em: 06 mai. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6123 – Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8681:2003 – Ações e segurança nas estruturas. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8800:2008 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 115775:2013 – Edificações habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16239:2013 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edificações com perfis tubulares. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118:2014 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6120:2019 – Ações para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 2019.

BELLEI, Ildony H.; PINHO Fernando Ottoboni; PINHO, Mauro Ottoboni. **Edifícios de múltiplos andares em aço**. 2ªed. São Paulo: PINI, 2008.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. Instalações Hidráulicas e o Projeto de Arquitetura. 11.ed. São Paulo: Blucher, 2017.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO (CBPMESP). **Instrução Técnica N° 08/2019 – Segurança estrutural contra incêndio**. 2020. Disponível em: http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/portalc/_seguranca-contra-incendio/. Acesso em: 04 mai. 2021.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO (CBPMESP). **Instrução Técnica N° 11/2019 – Saídas de emergência**. 2020. Disponível em: http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/portalc/_seguranca-contra-incendio/. Acesso em: 04 mai. 2021.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO (CBPMESP). **Instrução Técnica N° 22/2019 – Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio**. 2020. Disponível em: http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/portalc_b/_seguranca-contra-incendio/. Acesso em: 04 mai. 2021.

DIAS, Luíz Andrade de Matos. **Estruturas híbridas e mistas de aço e concreto**. 1ª ed. São Paulo: Zigurate Editora, 2014.

GERDAU. **Perfis Estruturais Gerdau**. 2018. Disponível em: <https://www2.gerdau.com.br/download/file/1401?download=1401>. Acesso em: 05 mai. 2021.

LIEBHERR. **550 EC-H 20 Litronic**. 2020. Disponível em: <https://www.liebherr.com/external/products/products-assets/1440328/liebherr-datasheet-550ec-h-20-litronic-ln-high-top-crane.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2021.

NAKAMURA, Juliana. **Como garantir isolamento acústico do drywall em projetos residenciais**. 2019. Disponível em: <https://drywall.org.br/blogabdrywall/como-garantir-isolamento-acustico-do-drywall-em-projetos-residenciais/>. Acesso em: 30 jun. 2021.

ORGUEL. **Elevadores de Cremalheira**. 2019. Disponível em: <https://orguel.com.br/locacao/elevador-cremalheira/>. Acesso em 16 jun. 2021.

PROMAT. **PROMASPRAY-P300 Performance Brochure**. 2019. Disponível em: <https://www.promatmiddleeast.com/en/download/file/en/c36da57a5c4e48ebbd8a7e7007f2515/promasprayp300-performance-brochure?rev=5d4ae984-d03d-43fc-b753-a4dcc1c8935a>. Acesso em: 05 mai. 2021.

SCHINDLER. **SHINDLER 700 – Tabela de Dimensionamento**. [*sine data*]. Disponível em: https://www.schindler.com/br/internet/pt/solucoes-em-mobilidade/produtos/elevadores/schindler-7000/_jcr_content/contentPar/downloadlist/downloadList/22_1616520528362.download.asset.22_1616520528362/7000-dimensionamento.pdf. Acesso em: 03 mai. 2021.

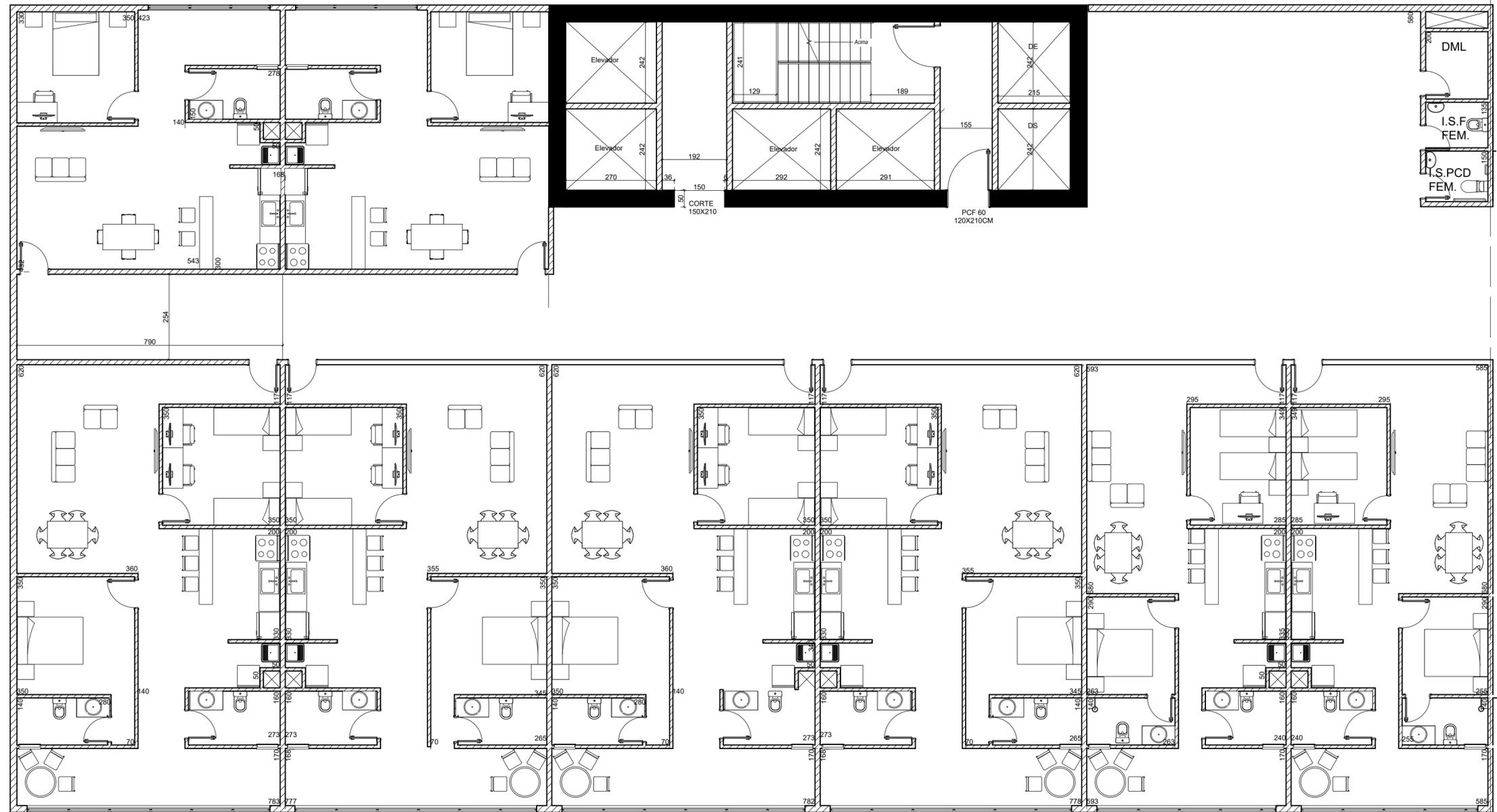
SÃO PAULO - Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento (SMUL). **Código de obras e edificações: Lei nº 16.642, de 9 de maio de 2017; Decreto nº 57.776 de 7 de julho de 2017; COE ilustrado**. São Paulo: SMUL, 2017. Disponível em: https://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/codigo_de_obras_ilustrado.pdf. Acesso em. 15 mai. 2021.

VALLOUREC. **Tubos Estruturais**. [*sine data*]

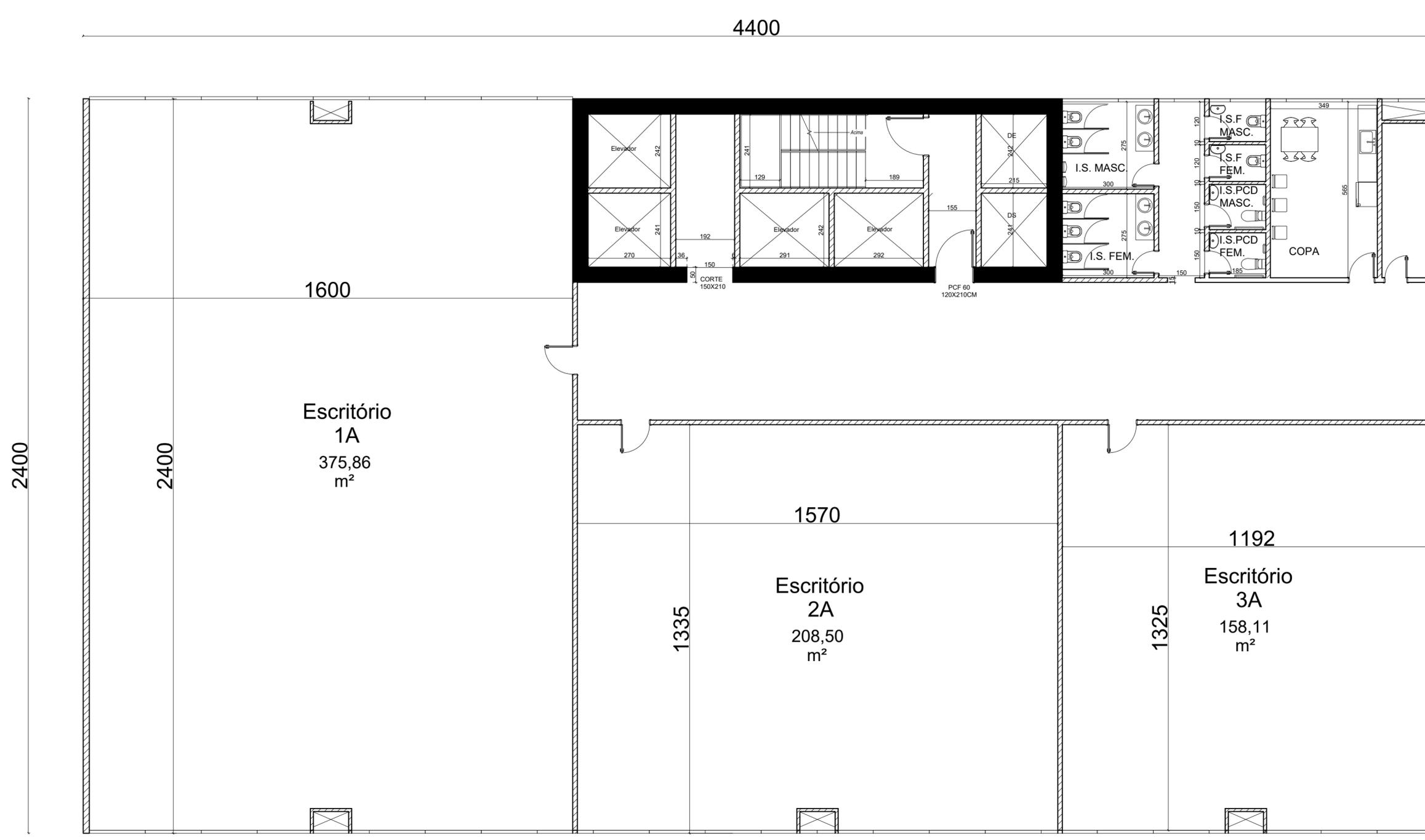
Anexo A – Plantas Arquitetônicas

4400

2400



1/2 Vista Pavimento de Uso Residencial
Escala 1:100
Medidas em "cm"



1/2 Vista Pavimento de Escritórios
Escala 1:100
Medidas em "cm"

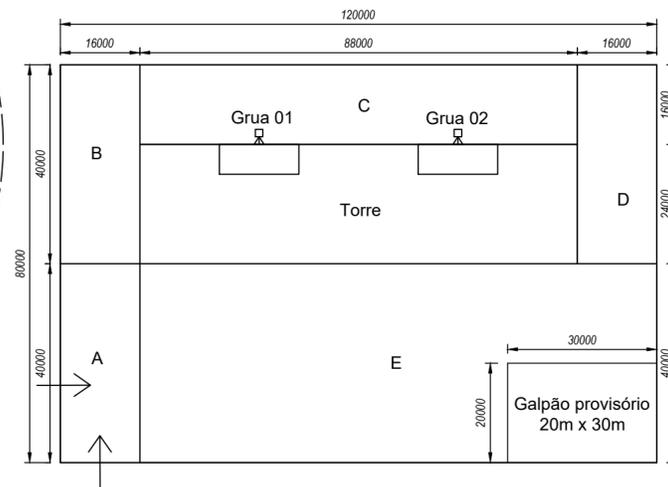
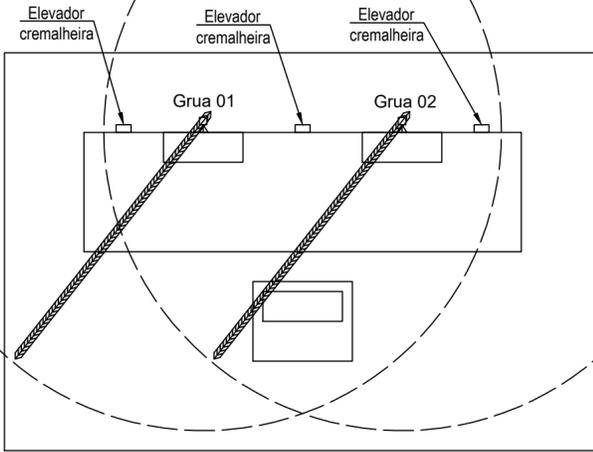
Anexo B – Plantas de Montagem

Fase 1: Montagem da torre

Área B: Armazenamento das peças que serão içadas pela Grua 01

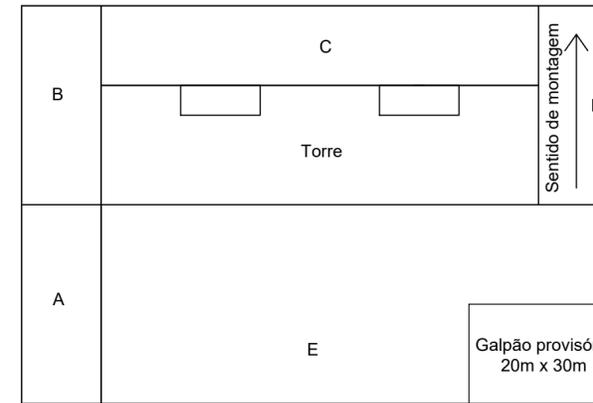
Área D: Armazenamento das peças que serão içadas pela Grua 02

Área A: Rampa de acesso de veículos e equipamentos pela Av. Padre João Manuel e Av. Paulista (para acesso em horário não comercial)



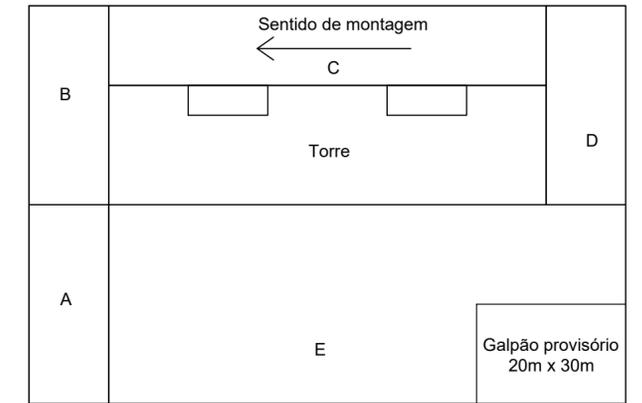
Fase 2: Montagem do embasamento (área D)

Área E: Armazenamento das peças que serão içadas por guindastes móveis



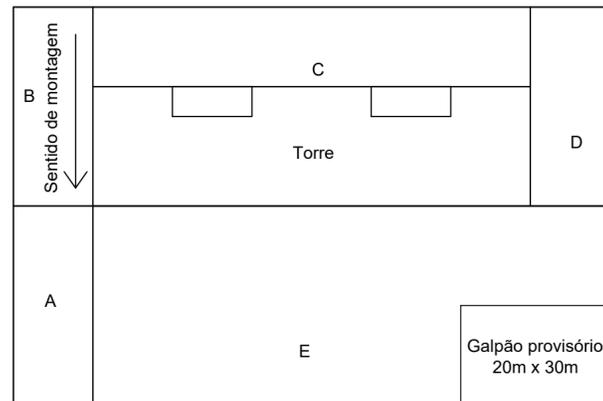
Fase 3: Montagem do embasamento (área C)

Área E: Armazenamento das peças que serão içadas com auxílio de guindastes móveis



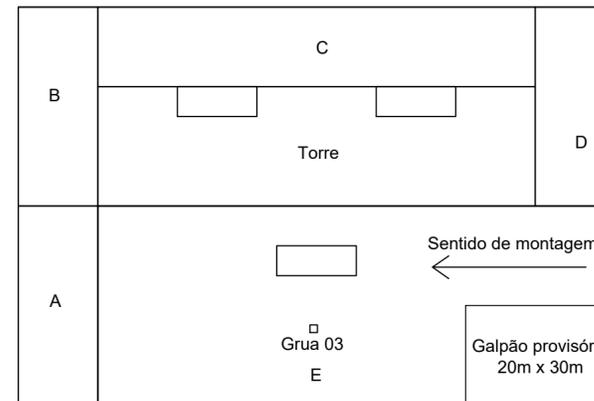
Fase 4: Montagem do embasamento (área B)

Área E: Armazenamento das peças que serão içadas com auxílio de guindastes móveis



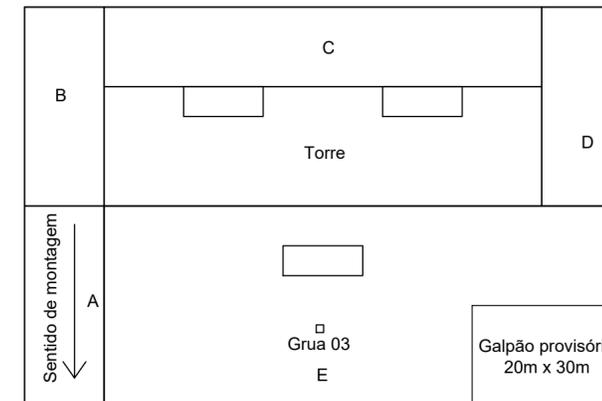
Fase 5: Montagem do embasamento (área E)

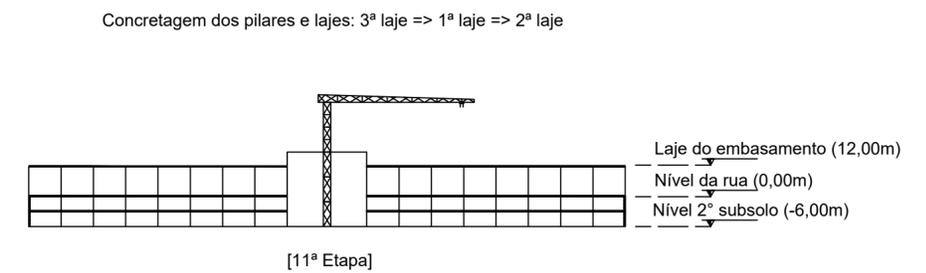
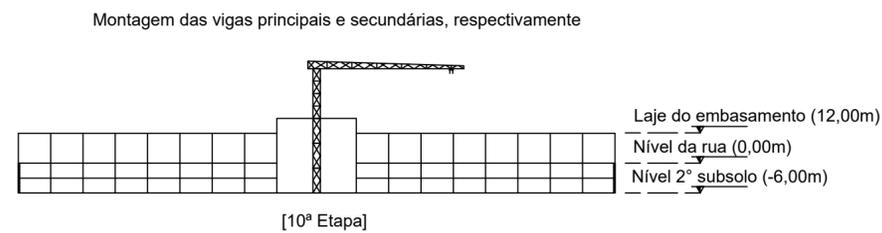
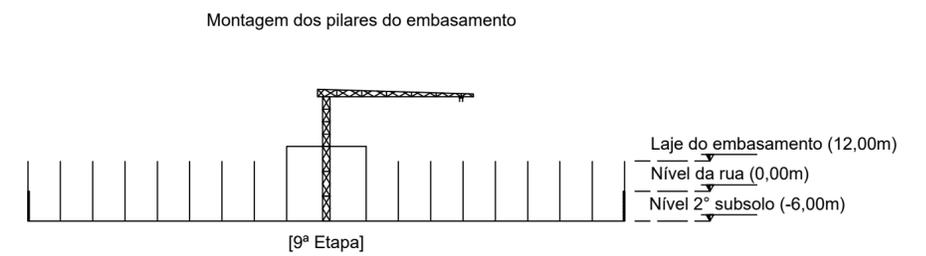
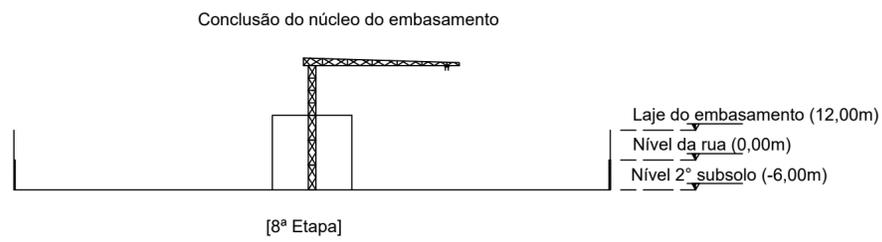
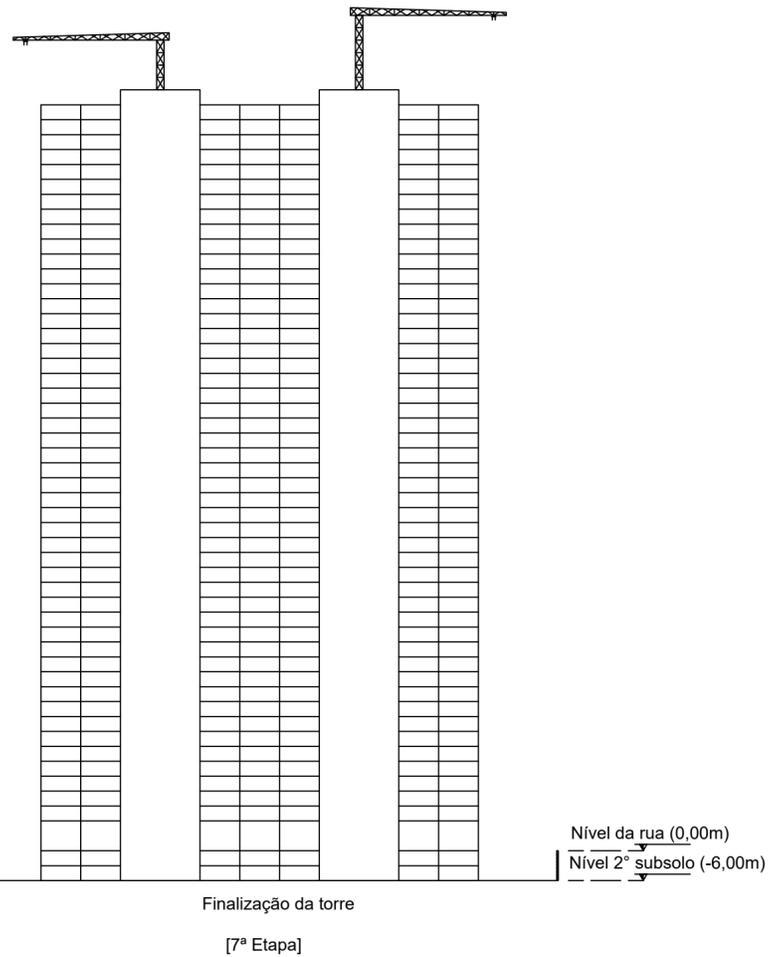
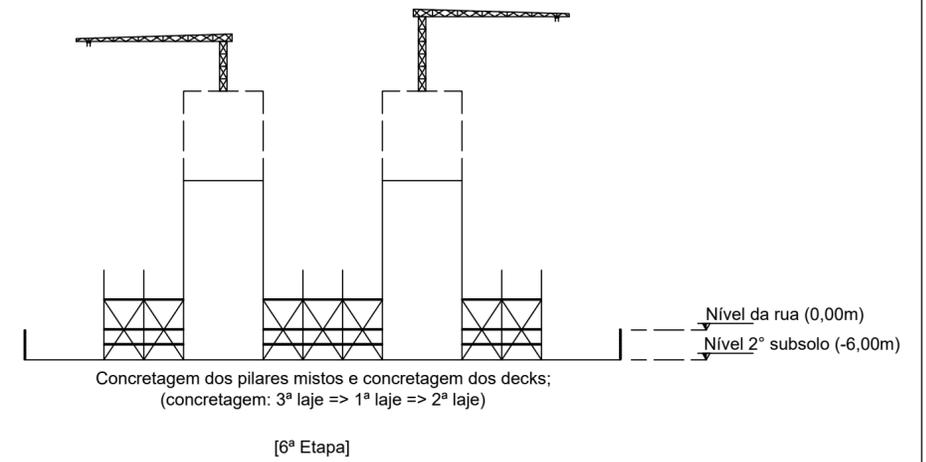
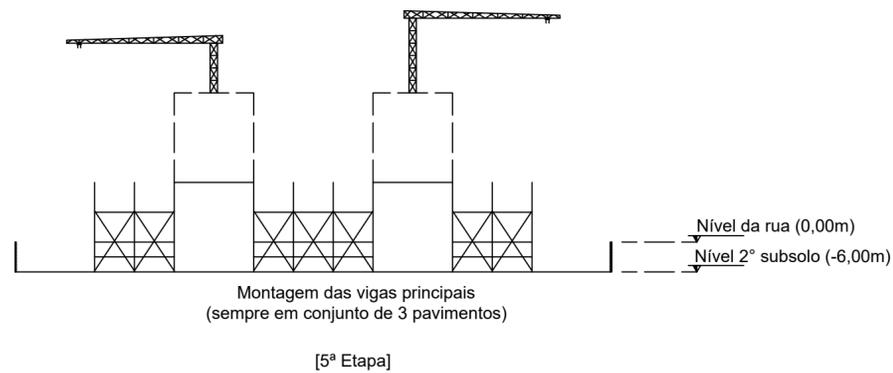
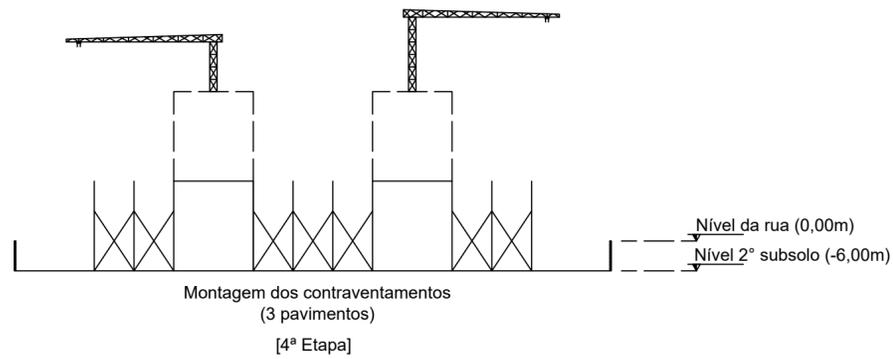
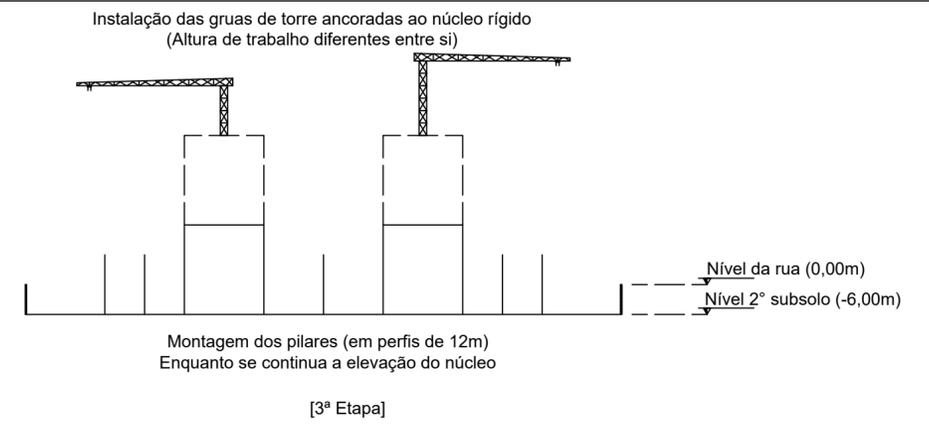
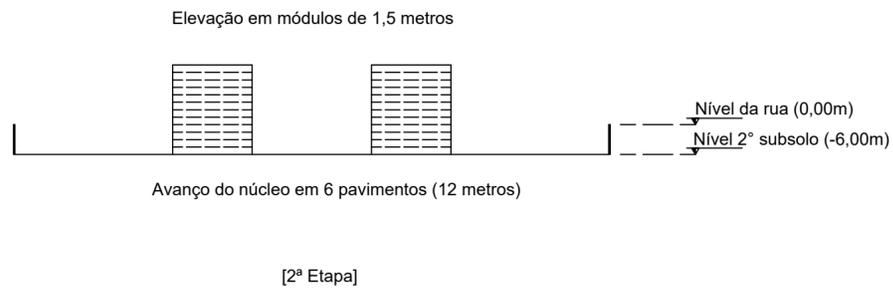
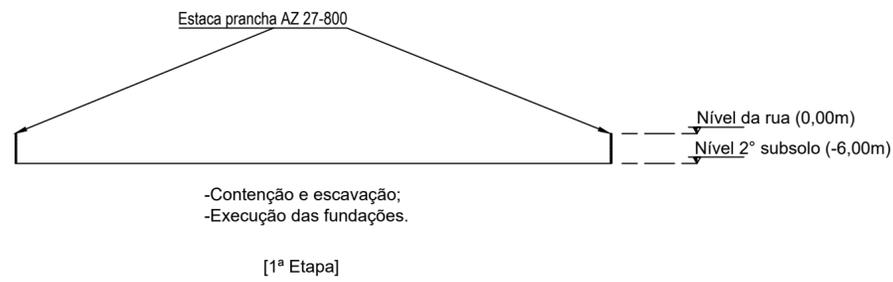
Área E: Armazenamento das peças que serão içadas com auxílio da grua 03



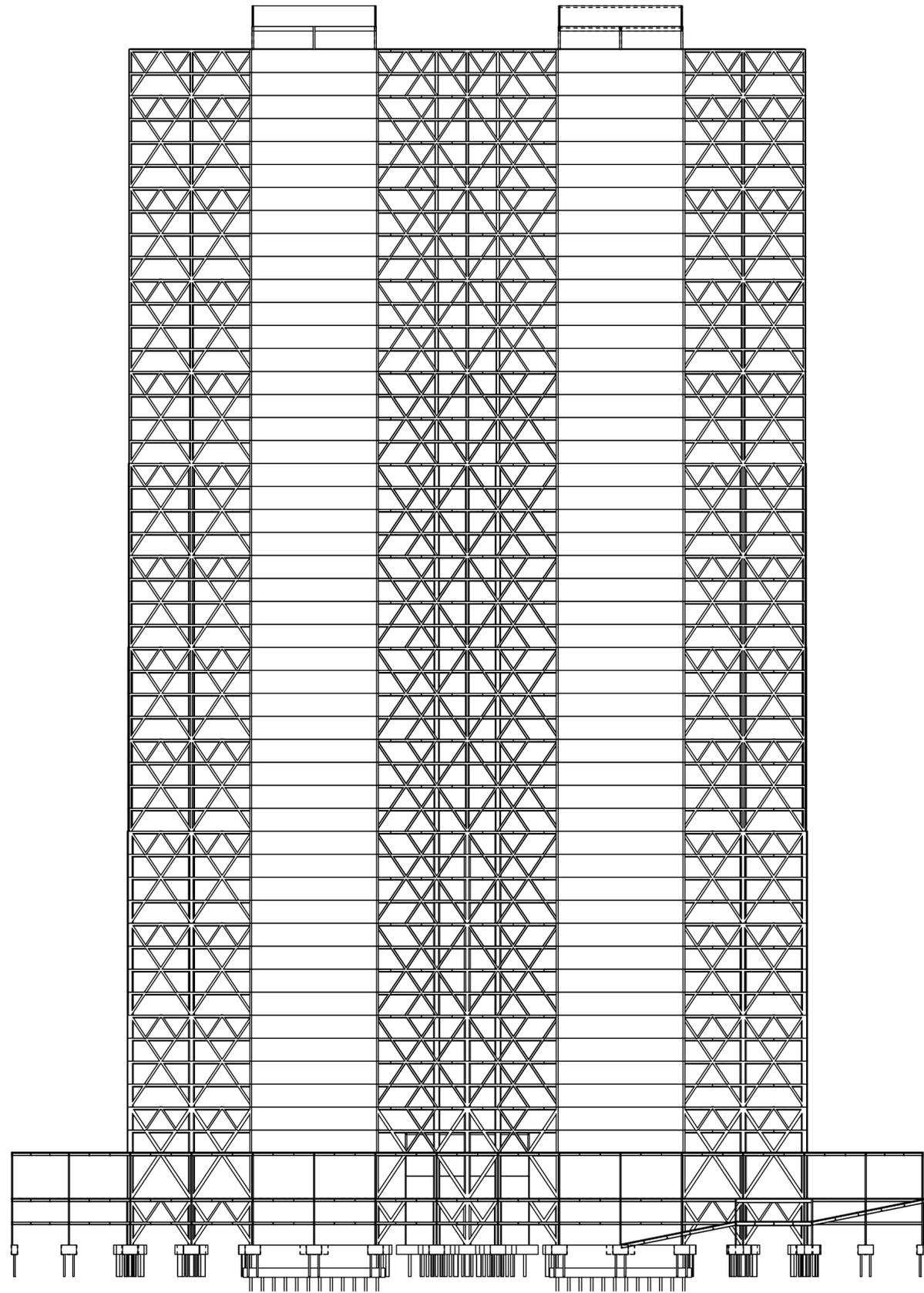
Fase 5: Montagem do embasamento (área A)

Área A: Armazenamento das peças que serão içadas com auxílio da grua 03

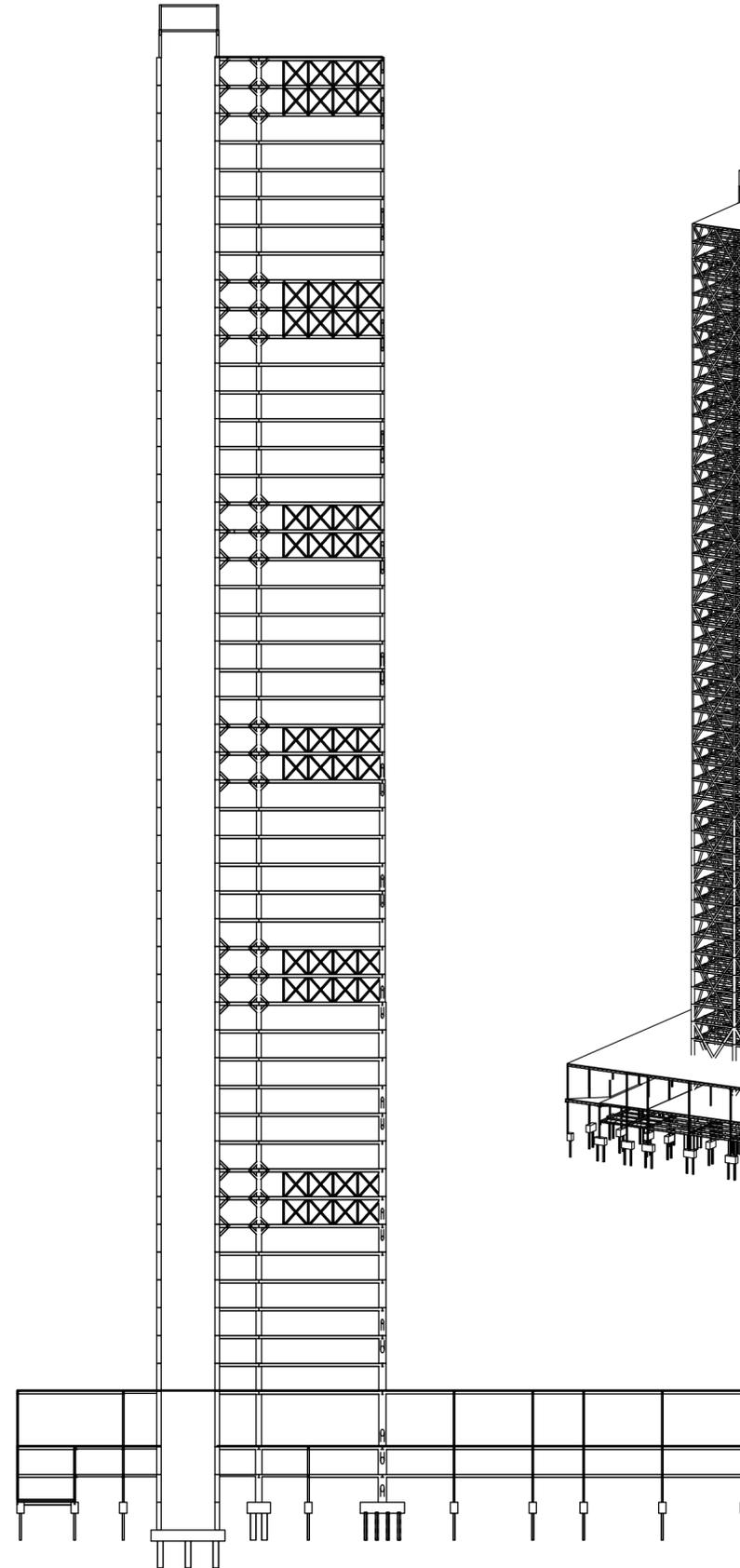




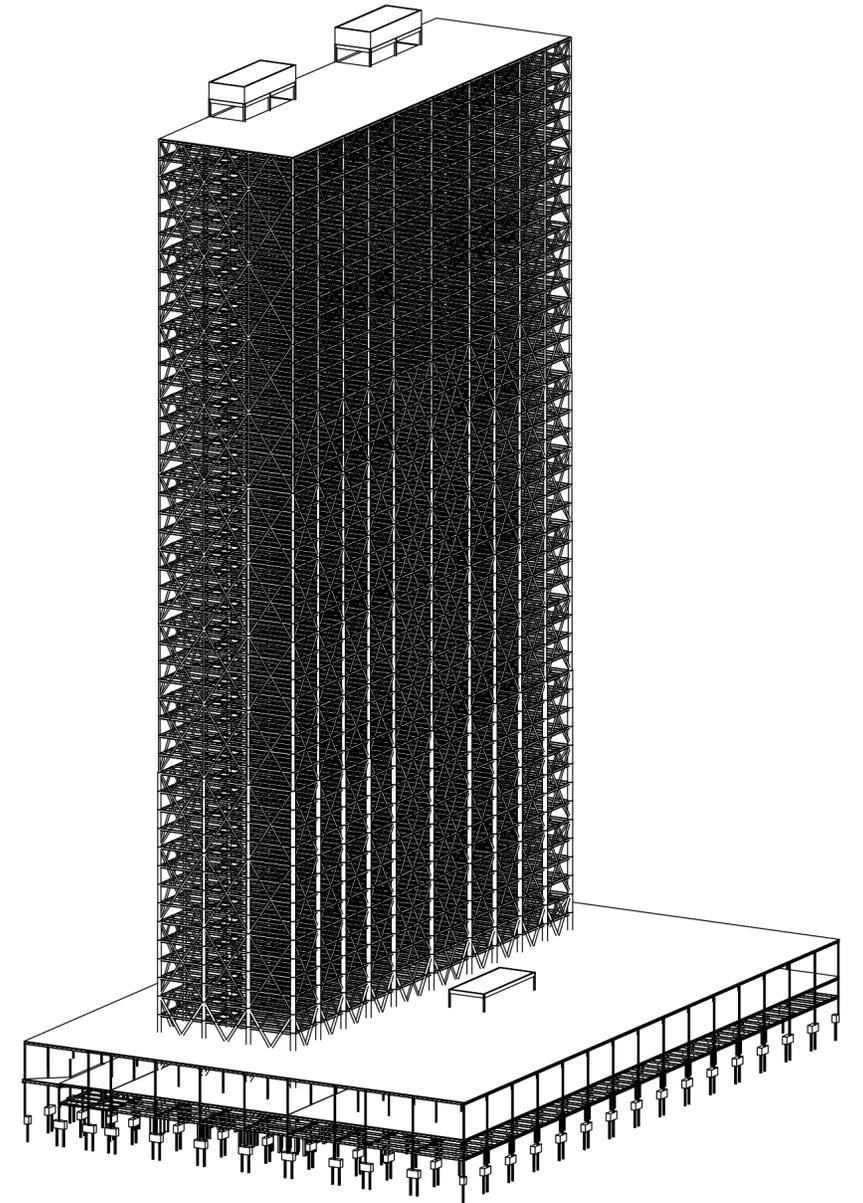
Anexo C – Cortes e Fachada



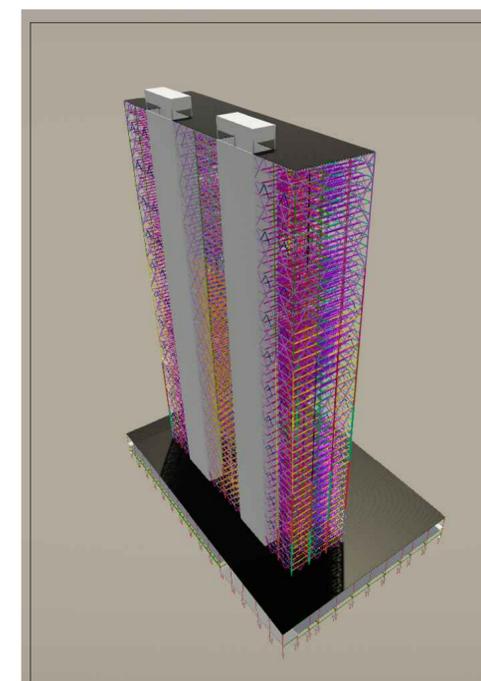
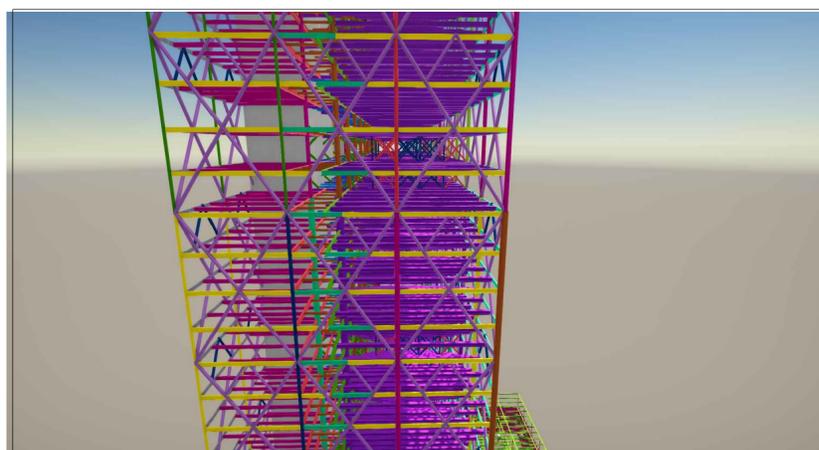
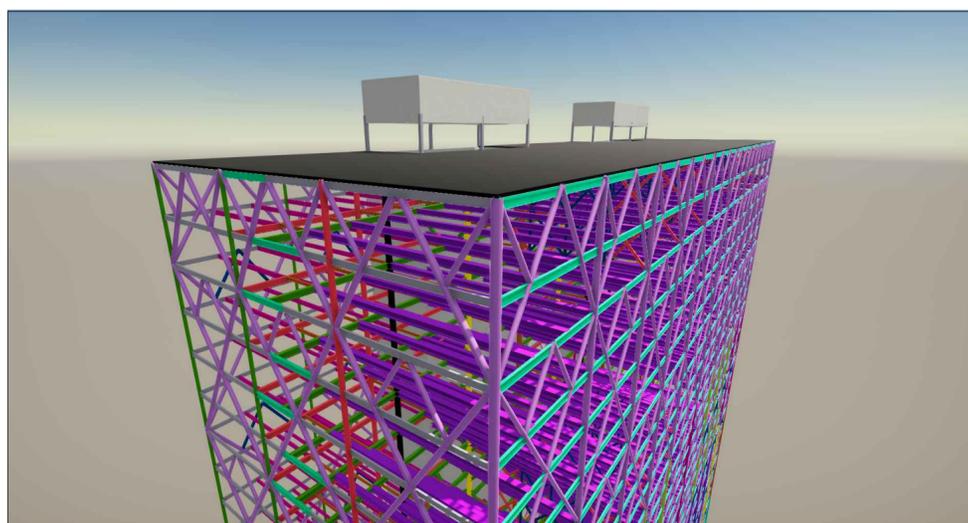
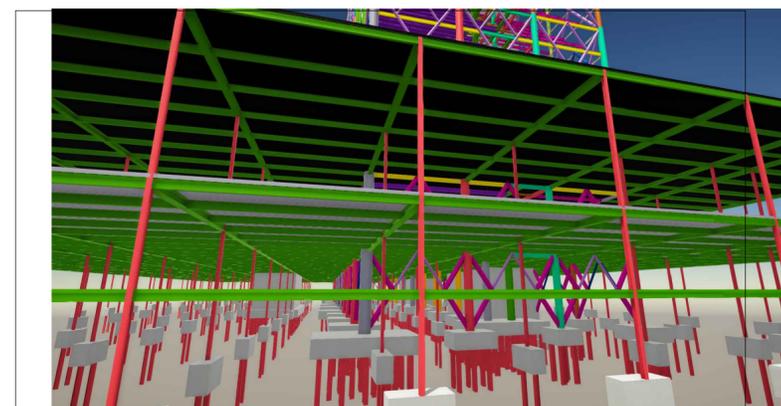
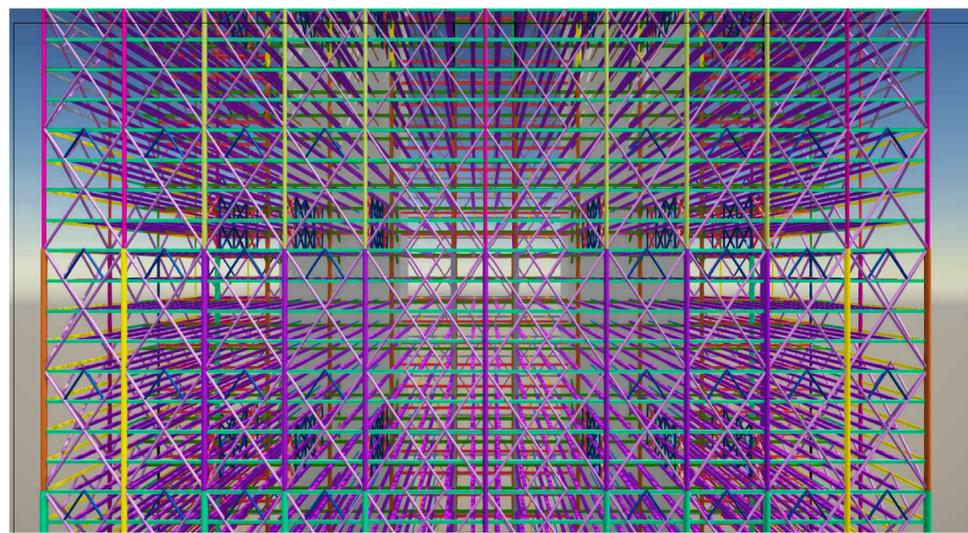
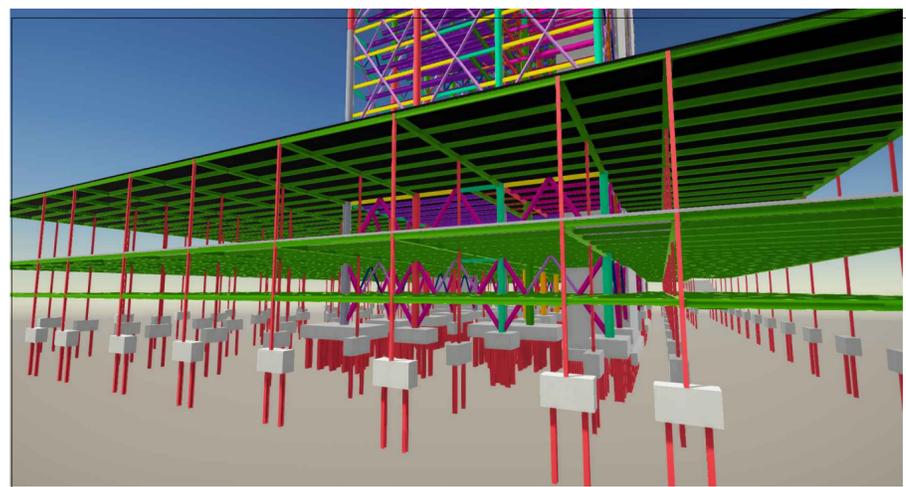
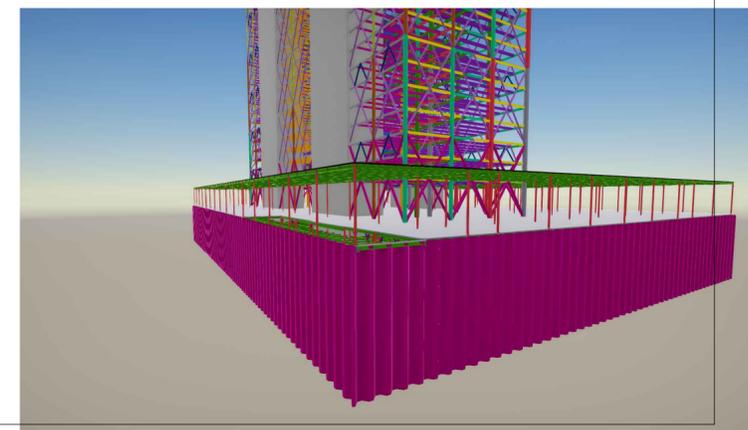
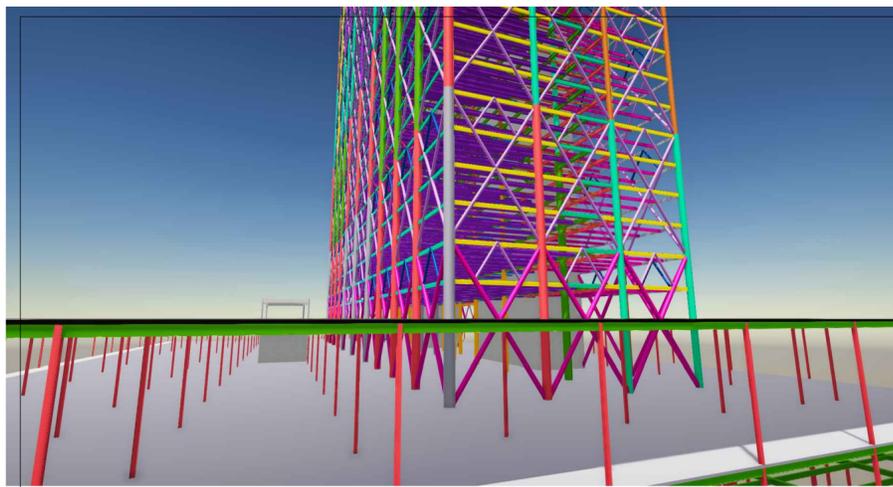
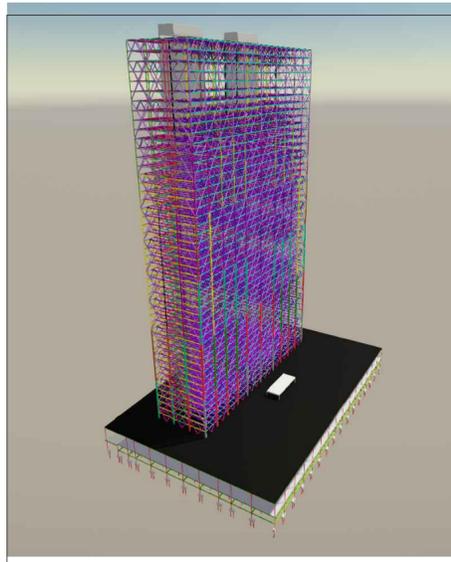
CORTE LONGITUDINAL



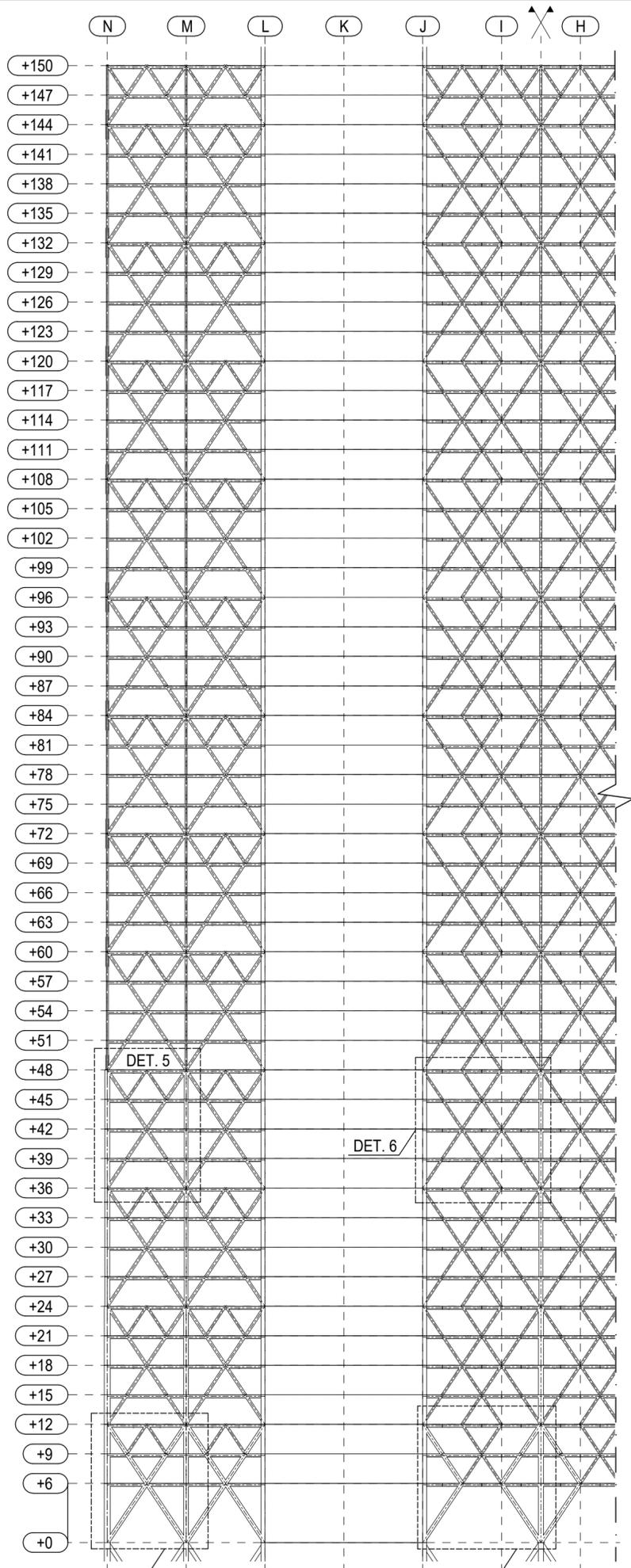
CORTE TRANSVERSAL



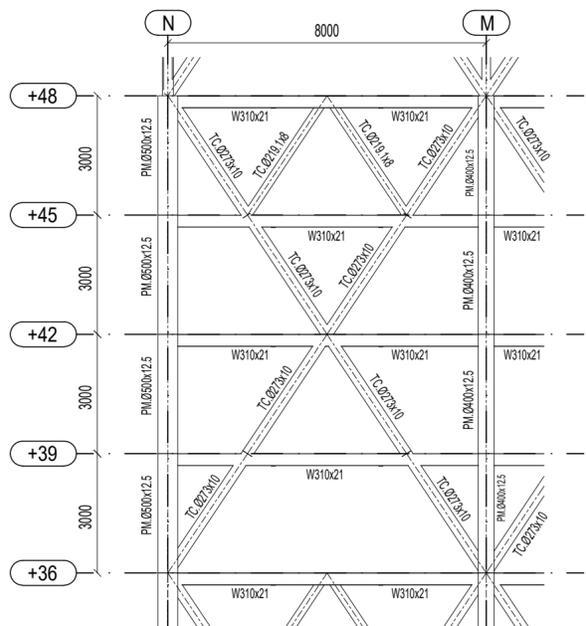
MODELO 3D



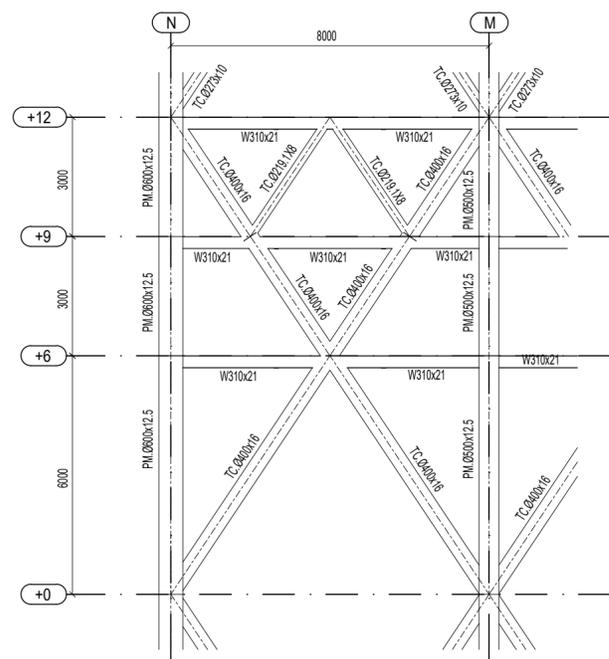
Anexo D – Detalhes dos Contraventamentos



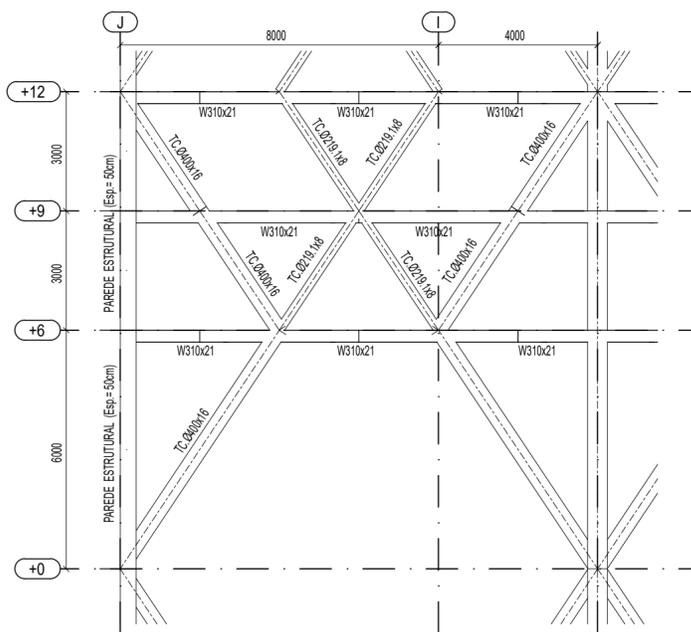
1/2 Fachada - Alameda Santos
escala 1:400



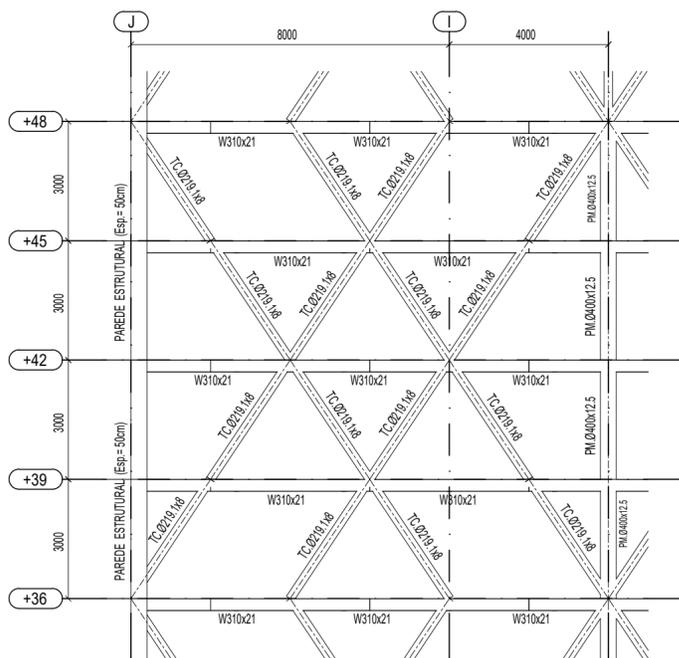
Detalhe 5 - Contrav. a partir do NivV(E) +12.0m
Entre os Eixos: "C" até "E" & "L" até "N"
escala 1:125 - "medidas em milímetros"



Detalhe 3 - Contraventamento. no NivV(E) +0.00m
Entre os Eixos: "C" até "E" & "L" até "N"
escala 1:125 - "medidas em milímetros"



Detalhe 4 - Contraventamento no NivV(E) +0.00m
Entre os Eixos "G" até "J"
escala 1:125 - "medidas em milímetros"

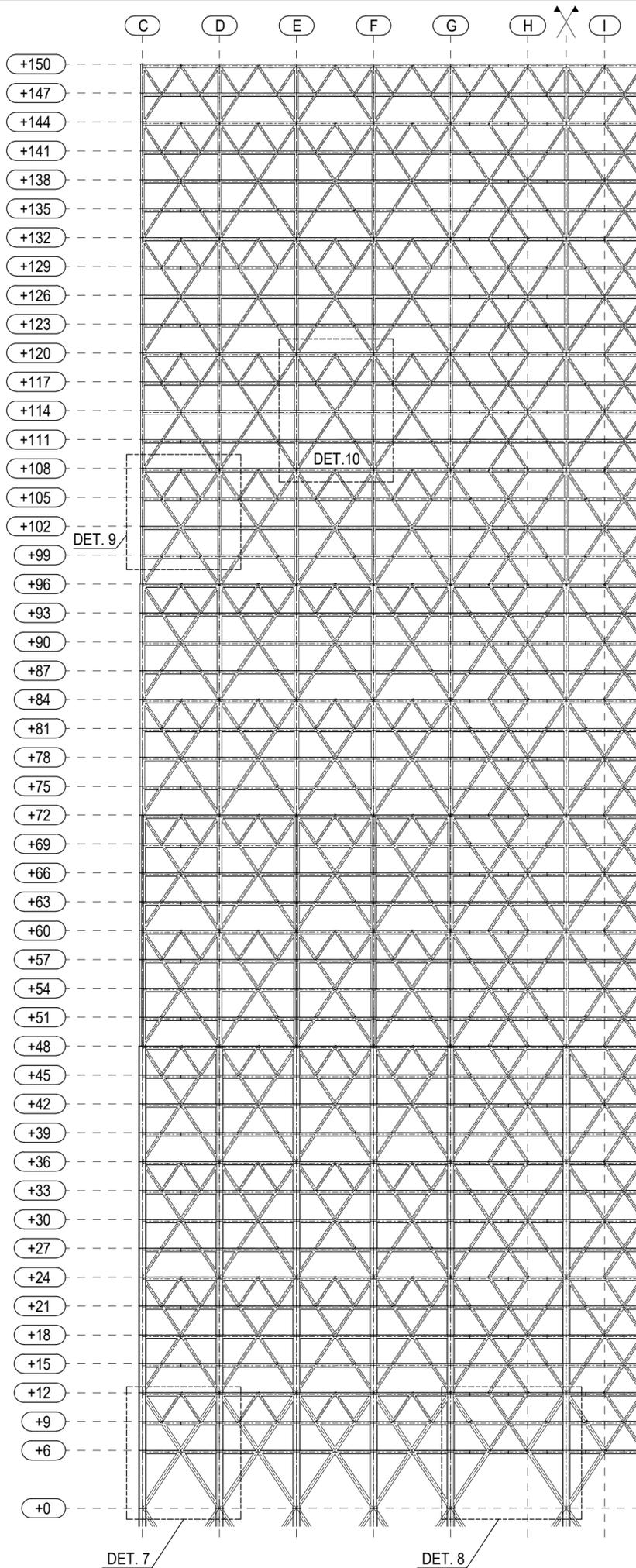


Detalhe 6 - Contrav. a partir do NivV(E) +12.0m
Entre os Eixos "G" até "J"
escala 1:125 - "medidas em milímetros"

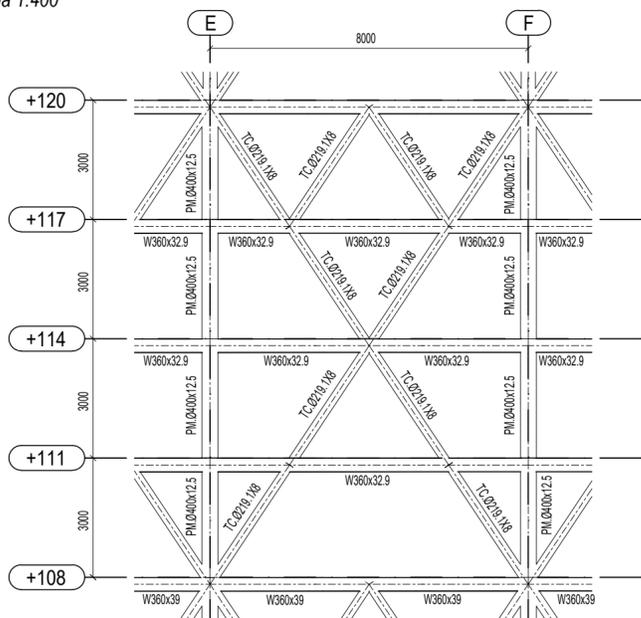
LISTA DO ITEM

ITEM	DESCRIÇÃO	COMPR.TOTAL (m)	ÁREA PINTURA(m ²)	PESO (kg)
1	TUBO ø219.1x8.0	1701.8	1171.4	70869
2	TUBO ø273x10	1326.8	1138.0	86048
3	TUBO ø400x16	173.1	217.5	26220
4	CHAPAS+PARAFUSOS	-	-	9157
	TOTAL DO ITEM	-	-	192294

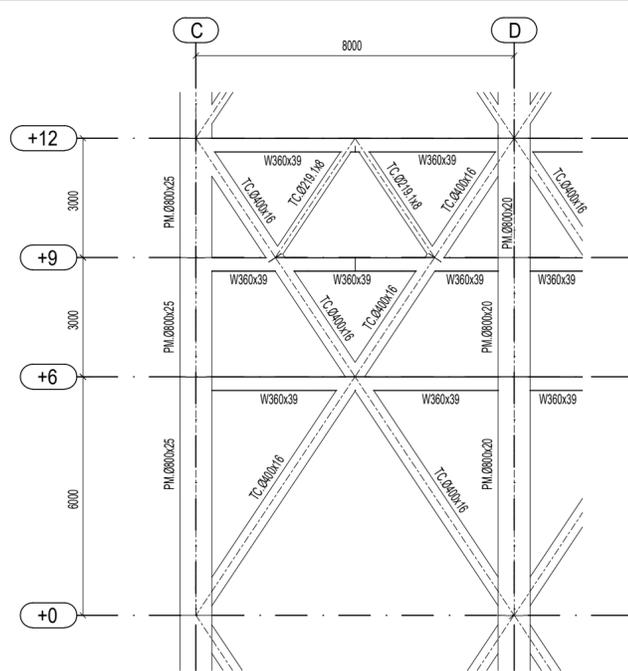
PESO TOTAL 192294 Kg



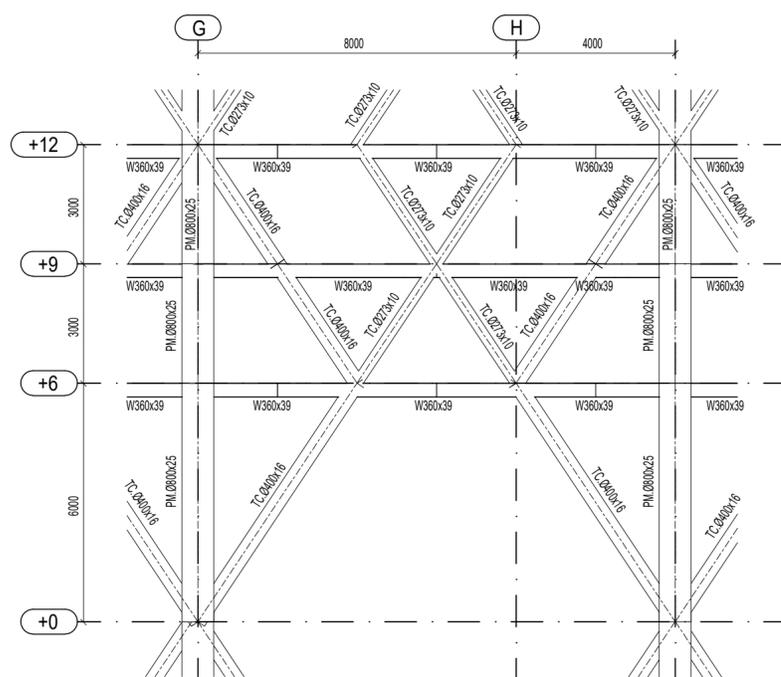
1/2 Fachada - Av. Paulista
escala 1:400



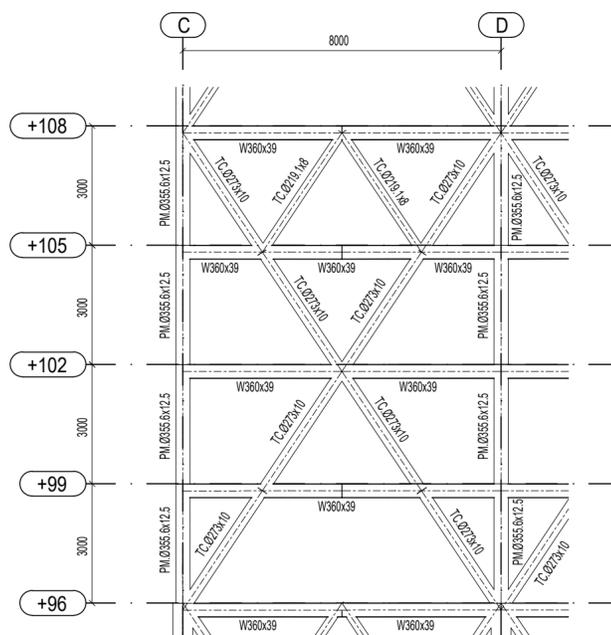
DetalhV(E) 10 - Contrav. entre os Níveis:
+108.0m até +150.0m
escala 1:125 - "medidas em milímetros"



Detalhe 7 - Contraventamento no NivV(E) +0.00m
Entre os Eixos: "C" até "G" & "J" até "N"
escala 1:125 - "medidas em milímetros"



Detalhe 8 - Contraventamento no NivV(E) +0.00m
Entre os Eixos: "G" & "J"
escala 1:125 - "medidas em milímetros"



Detalhe 9 - Contrav. entre os Níveis:
+12.0m até +108.0m
escala 1:125 - "medidas em milímetros"

LISTA DO ITEM

ITEM	DESCRIÇÃO	COMPR.TOTAL (m)	ÁREA PINTURA(m²)	PESO (kg)
	Fachada Av. Paulista			
1	TUBO Ø219.1x8.0	1907.3	1312.9	79428
2	TUBO Ø273x10	2794.3	2396.5	181216
3	TUBO Ø400x16	288.4	362.5	43700
4	CHAPAS+PARAFUSOS	-	-	15217
	TOTAL DO ITEM	-	-	319561

PESO TOTAL 319561 Kg

Anexo E – Esforços Solicitantes Nas Fundações

Pilar	Ações	Esforços Solicitantes					
		Nd (kN)	Qx (kN)	Qy (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
P1	Peso próprio	115.8	-0.5	1.1	-0.5	1.1	-0.0
	Cargas permanentes	44.8	-0.2	0.5	-0.2	0.5	0.0
	Sobrecarga	210.3	-0.3	0.8	-0.3	0.8	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	-0.0
P2	Peso próprio	236.3	-0.1	0.8	-0.1	0.8	-0.0
	Cargas permanentes	92.2	-0.0	0.3	-0.0	0.3	0.0
	Sobrecarga	425.2	0.0	1.5	0.0	1.5	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	-0.0
P3	Peso próprio	276.2	-0.5	2.2	-0.5	2.2	-0.0
	Cargas permanentes	107.5	-0.2	1.0	-0.2	1.1	0.0
	Sobrecarga	499.4	-0.3	0.8	-0.3	0.8	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	0.0	0.0	0.1	0.0	0.3	-0.0
P4	Peso próprio	277.0	0.5	2.2	0.5	2.2	-0.0
	Cargas permanentes	107.8	0.2	1.0	0.2	1.1	0.0
	Sobrecarga	500.8	0.3	0.8	0.3	0.8	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	0.0	0.0	0.1	0.0	0.3	-0.0
P5	Peso próprio	244.5	0.0	0.8	0.0	0.8	-0.0
	Cargas permanentes	95.7	0.0	0.3	0.0	0.4	0.0
	Sobrecarga	441.9	-0.0	1.6	-0.0	1.6	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	-0.0
P6	Peso próprio	316.2	-0.5	4.0	-0.5	4.0	-0.0
	Cargas permanentes	118.9	-0.2	1.7	-0.2	1.8	0.0
	Sobrecarga	560.2	-0.0	3.0	-0.0	3.0	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	0.2	0.0	0.1	0.0	0.3	-0.0
P7	Peso próprio	424.8	-0.0	11.7	-0.0	11.5	-0.0
	Cargas permanentes	154.2	-0.0	4.8	0.0	4.9	0.0
	Sobrecarga	744.1	0.0	3.9	0.0	3.9	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	0.3	0.0	0.4	0.1	0.9	-0.0
P8	Peso próprio	424.8	0.0	11.5	0.0	11.4	-0.0
	Cargas permanentes	154.1	0.0	4.7	0.0	4.9	0.0
	Sobrecarga	745.1	0.0	4.0	0.0	4.0	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	0.4	0.0	0.4	0.1	0.9	-0.0
P9	Peso próprio	424.8	0.0	11.5	0.0	11.4	-0.0
	Cargas permanentes	154.1	0.0	4.7	0.0	4.9	0.0
	Sobrecarga	745.1	0.0	4.0	0.0	4.0	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	0.1	0.0	0.3	0.1	0.9	-0.0
P10	Peso próprio	425.8	0.0	11.7	0.0	11.5	-0.0
	Cargas permanentes	154.7	0.0	4.8	0.0	5.0	0.0
	Sobrecarga	747.0	0.0	3.9	0.0	4.0	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	0.3	0.0	0.4	0.1	0.9	-0.0
P11	Peso próprio	425.8	0.0	11.7	0.0	11.5	-0.0
	Cargas permanentes	154.7	0.0	4.8	0.0	5.1	0.0
	Sobrecarga	746.9	0.0	3.9	0.0	4.0	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	0.3	0.0	0.4	0.1	0.9	-0.0

Pilar	Ações	Esforços Solicitantes					
		Nd (kN)	Qx (kN)	Qy (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
P12	Peso próprio	425.8	0.0	11.7	0.0	11.5	-0.0
	Cargas permanentes	154.7	0.0	4.9	0.0	5.1	0.0
	Sobrecarga	747.0	0.0	4.0	0.0	4.0	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	0.3	0.0	0.3	0.1	0.8	-0.0
P13	Peso próprio	425.8	0.0	11.7	0.0	11.5	-0.0
	Cargas permanentes	154.7	0.0	4.9	0.0	5.2	0.0
	Sobrecarga	747.0	0.0	4.0	0.0	4.0	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	-0.0	0.0	0.3	0.1	0.8	-0.0
P14	Peso próprio	425.8	-0.0	11.7	0.0	11.5	-0.0
	Cargas permanentes	154.7	0.0	4.9	0.0	5.2	0.0
	Sobrecarga	747.1	0.0	4.0	0.0	4.0	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	-0.1	0.0	0.3	0.1	0.8	-0.0
P15	Peso próprio	413.2	0.2	11.4	0.2	11.2	-0.0
	Cargas permanentes	149.6	0.1	4.8	0.1	5.1	0.0
	Sobrecarga	721.8	0.1	3.9	0.1	3.9	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	0.3	0.0	0.3	0.1	0.8	-0.0
P16	Peso próprio	210.7	0.4	6.9	0.4	6.8	-0.0
	Cargas permanentes	75.9	0.1	3.1	0.1	3.5	0.0
	Sobrecarga	366.9	-1.8	2.2	-1.9	2.3	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	0.0	0.0	0.2	0.1	0.7	-0.0
P17	Peso próprio	133.0	-1.5	0.5	-1.6	0.5	-0.0
	Cargas permanentes	52.6	-0.6	0.3	-0.7	0.3	0.0
	Sobrecarga	265.1	-0.2	0.3	-0.2	0.4	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	-0.1	0.0	0.2	0.0	0.4	-0.0
P18	Peso próprio	228.3	-0.2	5.0	-0.2	4.9	-0.0
	Cargas permanentes	93.5	-0.1	2.3	-0.1	2.3	0.0
	Sobrecarga	490.1	-0.0	-2.6	-0.0	-2.5	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	0.2	0.0	0.3	0.1	0.9	-0.0
P19	Peso próprio	205.3	-1.4	-5.4	-1.4	-5.2	-0.0
	Cargas permanentes	81.7	-0.6	-2.3	-0.6	-2.1	0.0
	Sobrecarga	429.2	-0.2	-4.1	-0.2	-3.9	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	-0.2	0.0	0.3	0.1	0.9	-0.0
P20	Peso próprio	206.1	1.4	-5.4	1.4	-5.2	-0.0
	Cargas permanentes	82.1	0.6	-2.3	0.6	-2.0	0.0
	Sobrecarga	431.1	0.2	-4.1	0.2	-3.9	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	-0.2	0.0	0.3	0.1	0.9	-0.0
P21	Peso próprio	231.5	0.1	4.7	0.1	4.6	-0.0
	Cargas permanentes	94.8	0.1	2.2	0.1	2.3	0.0
	Sobrecarga	496.8	0.0	-2.7	0.0	-2.6	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	0.2	0.0	0.3	0.1	0.8	-0.0
P22	Peso próprio	165.2	0.7	0.6	0.8	0.6	-0.0
	Cargas permanentes	68.6	0.3	0.3	0.3	0.4	0.0
	Sobrecarga	361.0	-0.2	0.3	-0.2	0.3	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	-0.0	0.0	0.2	0.0	0.3	-0.0

Pilar	Ações	Esforços Solicitantes					
		Nd (kN)	Qx (kN)	Qy (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
P23	Peso próprio	158.4	-0.1	5.1	-0.1	5.2	-0.0
	Cargas permanentes	62.5	-0.0	2.1	-0.0	2.1	0.0
	Sobrecarga	293.8	-0.0	4.1	-0.0	4.2	0.0
	Vento 0°	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	-0.1	0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0
P24	Peso próprio	345.4	-0.2	-4.5	-0.2	-4.6	-0.0
	Cargas permanentes	138.0	-0.1	-1.9	-0.1	-1.9	0.0
	Sobrecarga	643.6	-0.2	-3.2	-0.2	-3.2	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	0.1	0.0	0.3	0.0	0.6	-0.0
P25	Peso próprio	405.0	-0.1	-16.9	-0.1	-16.6	-0.0
	Cargas permanentes	165.2	-0.0	-7.3	0.0	-7.0	0.0
	Sobrecarga	764.3	-0.0	-10.5	0.0	-10.3	0.0
	Vento 0°	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	8.3	0.0	0.8	0.1	1.3	-0.0
P26	Peso próprio	404.8	0.1	-17.0	0.1	-16.7	-0.0
	Cargas permanentes	164.4	0.0	-7.3	0.1	-7.0	0.0
	Sobrecarga	764.3	0.0	-10.5	0.0	-10.3	0.0
	Vento 0°	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	7.8	0.0	0.7	0.1	1.3	-0.0
P27	Peso próprio	350.2	0.2	-4.4	0.2	-4.4	-0.0
	Cargas permanentes	141.7	0.1	-1.8	0.1	-1.7	0.0
	Sobrecarga	652.6	0.1	-3.4	0.1	-3.4	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	0.7	0.0	0.3	0.0	0.6	-0.0
P28	Peso próprio	387.2	-0.9	-3.1	-0.9	-3.1	-0.0
	Cargas permanentes	152.0	-0.3	-1.2	-0.3	-1.1	0.0
	Sobrecarga	702.8	-0.3	-2.8	-0.3	-2.8	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	0.8	0.0	0.3	0.0	0.6	-0.0
P29	Peso próprio	524.4	-0.2	-10.7	-0.3	-10.5	-0.0
	Cargas permanentes	197.6	-0.1	-3.9	-0.1	-3.6	0.0
	Sobrecarga	944.2	-0.1	-5.8	-0.1	-5.6	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	0.8	0.0	0.5	0.1	1.1	-0.0
P30	Peso próprio	563.7	-0.0	-6.7	0.0	-6.6	-0.0
	Cargas permanentes	213.6	0.0	-2.3	0.0	-1.9	0.0
	Sobrecarga	1023.0	0.0	-3.3	0.0	-3.1	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	-0.4	0.0	0.4	0.1	1.1	-0.0
P31	Peso próprio	563.6	0.0	-6.7	0.0	-6.6	-0.0
	Cargas permanentes	213.6	0.0	-2.2	0.0	-1.9	0.0
	Sobrecarga	1022.8	0.0	-3.3	0.0	-3.1	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	1.6	0.0	0.6	0.1	1.2	-0.0
P32	Peso próprio	527.4	0.2	-10.7	0.2	-10.5	-0.0
	Cargas permanentes	199.0	0.1	-3.9	0.1	-3.5	0.0
	Sobrecarga	951.6	0.1	-5.8	0.1	-5.6	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	0.6	0.0	0.5	0.1	1.1	-0.0
P33	Peso próprio	511.5	0.0	-10.7	0.0	-10.5	-0.0
	Cargas permanentes	193.6	0.0	-3.8	0.0	-3.4	0.0
	Sobrecarga	920.6	0.0	-5.7	0.0	-5.5	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	0.7	0.0	0.4	0.1	1.1	-0.0

Pilar	Ações	Esforços Solicitantes					
		Nd (kN)	Qx (kN)	Qy (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
P34	Peso próprio	527.4	-0.2	-10.7	-0.2	-10.5	-0.0
	Cargas permanentes	199.1	-0.1	-3.8	-0.0	-3.3	0.0
	Sobrecarga	951.6	-0.1	-5.7	-0.1	-5.5	0.0
	Vento 0°	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	0.7	0.0	0.5	0.1	1.1	-0.0
P35	Peso próprio	541.8	0.0	-10.8	0.0	-10.6	-0.0
	Cargas permanentes	205.0	0.0	-3.8	0.0	-3.3	0.0
	Sobrecarga	980.5	0.0	-5.7	0.0	-5.5	0.0
	Vento 0°	0.6	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	7.5	0.0	0.8	0.1	1.4	-0.0
P36	Peso próprio	541.9	-0.0	-10.8	0.0	-10.6	-0.0
	Cargas permanentes	205.7	0.0	-3.8	0.0	-3.2	0.0
	Sobrecarga	980.5	0.0	-5.7	0.0	-5.5	0.0
	Vento 0°	0.9	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	8.0	0.0	0.8	0.1	1.4	-0.0
P37	Peso próprio	496.7	0.6	-10.7	0.6	-10.5	-0.0
	Cargas permanentes	187.4	0.2	-3.8	0.2	-3.2	0.0
	Sobrecarga	904.8	0.2	-5.3	0.3	-5.1	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	0.1	0.0	0.4	0.1	1.0	-0.0
P38	Peso próprio	263.4	-0.5	-16.0	-0.5	-15.7	-0.0
	Cargas permanentes	100.3	-0.1	-6.3	0.0	-6.2	0.0
	Sobrecarga	485.6	-0.2	-8.3	-0.2	-8.2	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	-0.0	0.1	-0.1	0.2	-0.2	-0.0
P39	Peso próprio	189.3	0.2	8.7	0.2	8.8	-0.0
	Cargas permanentes	75.3	0.1	3.6	0.1	3.6	0.0
	Sobrecarga	364.9	0.1	6.7	0.1	6.7	0.0
	Vento 0°	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	-0.0	0.0	-0.0	0.1	-0.1	-0.0
P40	Peso próprio	310.5	0.0	3.2	0.0	3.2	-0.0
	Cargas permanentes	126.6	0.0	1.4	0.0	1.5	0.0
	Sobrecarga	611.6	-0.0	2.4	-0.0	2.4	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	-0.7	0.0	0.2	0.0	0.4	-0.0
P41	Peso próprio	461.9	3.5	4.9	3.6	5.1	-0.0
	Cargas permanentes	2620.8	0.9	2.0	1.5	3.1	0.0
	Sobrecarga	1634.9	1.9	1.7	2.1	1.9	0.0
	Vento 0°	510.1	-0.0	-0.5	0.2	-0.7	0.0
	Vento 90°	7195.9	-3.7	1.7	-3.1	6.0	-0.0
P42	Peso próprio	411.5	-0.1	4.8	-0.1	5.0	-0.0
	Cargas permanentes	1880.6	0.1	2.7	0.3	3.4	0.0
	Sobrecarga	1345.8	0.0	2.2	0.1	2.5	0.0
	Vento 0°	265.6	-0.0	-0.2	0.1	-0.3	0.0
	Vento 90°	4046.6	-2.0	-0.1	-1.7	1.9	-0.0
P43 (Parede Estrutural)	Peso próprio	6983.5	-16.2	32.3	810.5	1882.1	-114.1
	Cargas permanentes	67096	1386.8	454.6	18748	48114	2638.1
	Sobrecarga	2662.5	476.8	203.4	7552.2	6241.6	840.6
	Vento 0°	3.3	559.1	-15.9	6885.9	119.5	816.2
	Vento 90°	24.9	1511.2	3306.6	19709	39791	-21.2
P44	Peso próprio	481.7	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0
	Cargas permanentes	2622.7	0.1	0.2	0.3	1.1	0.0
	Sobrecarga	1706.5	0.1	0.0	0.2	0.3	0.0
	Vento 0°	5.0	0.1	-0.9	0.2	-0.9	0.0
	Vento 90°	2276.2	-4.1	0.9	-3.9	2.8	-0.0

Pilar	Ações	Esforços Solicitantes					
		Nd (kN)	Qx (kN)	Qy (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
P45 (Parede Estrutural)	Peso próprio	6998.0	36.7	3.5	-412.8	1547.4	-41.5
	Cargas permanentes	66905	1418.5	1199.5	17410	55830	2689.3
	Sobrecarga	2686.6	544.2	455.5	5512.0	8372.5	928.7
	Vento 0°	4.4	558.9	186.7	6896.0	2256.4	816.6
	Vento 90°	39.7	1509.7	3029.0	19789	37139	-13.4
P46	Peso próprio	408.7	0.1	4.3	0.1	4.5	-0.0
	Cargas permanentes	1878.6	-0.1	2.9	0.2	4.3	0.0
	Sobrecarga	1342.3	-0.0	2.1	0.1	2.6	0.0
	Vento 0°	265.5	-0.1	-0.1	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	4040.9	-2.9	-0.3	-2.7	1.5	-0.0
P47	Peso próprio	463.4	-3.5	4.6	-3.6	4.8	-0.0
	Cargas permanentes	2622.1	-0.6	3.0	-0.1	6.0	0.0
	Sobrecarga	1638.5	-1.8	2.3	-1.6	3.2	0.0
	Vento 0°	510.2	0.0	-0.3	0.3	0.1	0.0
	Vento 90°	7205.7	-3.1	1.3	-2.4	5.0	-0.0
P48	Peso próprio	311.2	-0.0	3.2	-0.0	3.2	-0.0
	Cargas permanentes	127.0	-0.0	1.5	0.0	1.7	0.0
	Sobrecarga	613.0	0.0	2.4	0.0	2.5	0.0
	Vento 0°	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	3.1	0.0	0.2	0.0	0.3	-0.0
P49	Peso próprio	189.0	0.2	-8.7	0.2	-8.8	-0.0
	Cargas permanentes	75.2	0.1	-3.6	0.1	-3.7	0.0
	Sobrecarga	364.4	0.1	-6.7	0.1	-6.7	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	0.0	0.0	-0.0	0.1	-0.1	-0.0
P50	Peso próprio	416.6	1.6	-6.3	1.7	-6.4	-0.0
	Cargas permanentes	8843.1	0.0	-2.1	0.7	-0.3	0.0
	Sobrecarga	3843.4	1.7	-3.2	2.0	-2.8	0.0
	Vento 0°	21.5	0.0	-0.1	0.3	-0.0	0.0
	Vento 90°	276.7	-6.8	1.7	-6.3	5.8	-0.0
P51	Peso próprio	417.5	-1.8	-6.5	-1.9	-6.7	-0.0
	Cargas permanentes	8843.1	0.4	-2.2	1.1	-0.2	0.0
	Sobrecarga	3844.3	-1.8	-3.6	-1.6	-3.1	0.0
	Vento 0°	21.7	0.1	-0.1	0.3	0.0	0.0
	Vento 90°	286.3	-6.4	1.4	-5.9	5.4	-0.0
P52	Peso próprio	261.3	-0.0	14.7	0.0	14.5	-0.0
	Cargas permanentes	102.5	-0.0	5.9	0.0	5.7	0.0
	Sobrecarga	496.5	-0.0	8.2	-0.0	8.0	0.0
	Vento 0°	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.1	0.0
	Vento 90°	-0.0	0.1	-0.1	0.3	-0.2	-0.0
P53	Peso próprio	422.4	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	-0.0
	Cargas permanentes	171.5	-0.0	-0.0	0.0	0.0	0.0
	Sobrecarga	824.9	-0.1	-0.0	-0.1	-0.0	0.0
	Vento 0°	0.1	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	-2.5	0.0	0.3	0.1	0.6	-0.0
P54	Peso próprio	601.8	8.0	1.9	8.3	2.1	-0.0
	Cargas permanentes	4360.3	3.0	1.3	3.8	2.3	0.0
	Sobrecarga	2453.1	7.4	2.6	7.9	2.9	0.0
	Vento 0°	313.8	0.2	0.1	0.5	-0.1	0.0
	Vento 90°	1808.5	-5.0	1.9	-4.5	6.3	-0.0
P55	Peso próprio	579.7	-4.9	-5.5	-4.9	-5.2	-0.0
	Cargas permanentes	10331	-2.0	-1.9	0.3	1.8	0.0
	Sobrecarga	4448.0	-1.5	-2.9	-0.7	-2.1	0.0
	Vento 0°	-0.2	0.3	-1.7	1.2	-2.0	0.0
	Vento 90°	3.8	-17.5	5.7	-15.6	19.2	-0.0
P56	Peso próprio	572.5	5.6	-6.3	5.6	-6.3	-0.0
	Cargas permanentes	10400	2.5	4.9	4.8	13.7	0.0
	Sobrecarga	4451.0	2.7	-2.2	3.5	0.2	0.0
	Vento 0°	10.1	0.3	-0.2	1.2	0.9	0.0
	Vento 90°	8.8	-16.9	5.9	-14.9	17.6	-0.0

Pilar	Ações	Esforços Solicitantes					
		Nd (kN)	Qx (kN)	Qy (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
P57	Peso próprio	615.3	-5.8	1.9	-6.0	2.0	-0.0
	Cargas permanentes	4371.7	-1.1	2.9	-0.4	6.0	0.0
	Sobrecarga	2473.7	-3.7	3.0	-3.6	3.9	0.0
	Vento 0°	324.4	0.2	1.5	0.5	2.0	0.0
	Vento 90°	1832.2	-3.6	3.4	-3.0	7.1	-0.0
P58	Peso próprio	421.7	0.0	-0.2	0.1	-0.2	-0.0
	Cargas permanentes	171.4	0.0	0.1	0.1	0.3	0.0
	Sobrecarga	823.8	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0
	Vento 0°	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	2.7	0.0	0.2	0.1	0.5	-0.0
P59	Peso próprio	261.3	-0.0	-14.7	-0.0	-14.5	-0.0
	Cargas permanentes	102.6	0.1	-6.1	0.2	-6.1	0.0
	Sobrecarga	496.5	0.0	-8.3	0.1	-8.2	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.1	0.0
	Vento 90°	0.0	0.1	-0.1	0.2	-0.2	-0.0
P60	Peso próprio	407.1	0.1	13.2	0.1	13.7	-0.0
	Cargas permanentes	15829	-0.5	7.8	2.0	11.5	0.0
	Sobrecarga	5765.5	-0.0	17.2	0.9	18.3	0.0
	Vento 0°	1.2	0.1	-1.8	1.0	-2.2	0.0
	Vento 90°	-1.5	-26.6	6.0	-24.8	19.5	-0.0
P61	Peso próprio	469.4	-6.8	1.4	-7.0	1.5	-0.0
	Cargas permanentes	7388.0	-2.9	3.5	-2.2	5.0	0.0
	Sobrecarga	3363.4	-0.8	5.7	-0.6	6.2	0.0
	Vento 0°	132.5	0.1	-0.1	0.4	-0.2	0.0
	Vento 90°	2469.0	-7.1	3.1	-6.7	7.4	-0.0
P62	Peso próprio	510.0	0.8	3.6	0.8	3.8	-0.0
	Cargas permanentes	7800.6	0.2	4.1	1.1	5.7	0.0
	Sobrecarga	3585.9	0.8	5.1	1.2	5.7	0.0
	Vento 0°	5.8	-0.0	-0.2	0.3	-0.2	0.0
	Vento 90°	2463.7	-6.1	2.7	-5.7	7.0	-0.0
P63	Peso próprio	484.6	1.3	5.3	1.3	5.5	-0.0
	Cargas permanentes	7355.5	-0.3	3.5	0.5	5.3	0.0
	Sobrecarga	3396.5	1.4	7.0	1.7	7.6	0.0
	Vento 0°	119.0	0.2	-0.2	0.5	-0.2	0.0
	Vento 90°	2558.4	-1.1	2.1	-0.5	6.3	-0.0
P64	Peso próprio	503.8	-0.6	8.6	-0.7	8.9	-0.0
	Cargas permanentes	17226	-1.5	4.9	-0.7	6.9	0.0
	Sobrecarga	6709.3	-1.2	12.2	-1.0	13.1	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.2	-1.4	0.5	-1.4	0.0
	Vento 90°	-21.6	-21.9	1.8	-22.0	5.8	-0.0
P65	Peso próprio	502.9	0.7	8.6	0.7	8.9	-0.0
	Cargas permanentes	17226	1.1	5.0	1.9	7.2	0.0
	Sobrecarga	6707.7	1.2	12.2	1.5	13.2	0.0
	Vento 0°	0.0	0.2	-1.4	0.5	-1.3	0.0
	Vento 90°	25.1	-22.3	2.1	-22.5	6.1	-0.0
P66	Peso próprio	495.4	-1.0	6.0	-1.1	6.3	-0.0
	Cargas permanentes	7340.3	0.4	5.1	1.2	7.5	0.0
	Sobrecarga	3400.3	-1.1	8.4	-0.9	9.3	0.0
	Vento 0°	117.2	0.2	-0.0	0.5	0.2	0.0
	Vento 90°	2585.9	-1.6	2.5	-1.0	6.5	-0.0
P67	Peso próprio	497.2	-0.0	3.5	-0.0	3.6	-0.0
	Cargas permanentes	7793.6	-0.3	4.5	0.5	7.1	0.0
	Sobrecarga	3567.8	-0.1	5.2	0.2	6.0	0.0
	Vento 0°	5.9	-0.0	-0.0	0.3	0.2	0.0
	Vento 90°	2468.6	-5.9	2.6	-5.4	6.5	-0.0
P68	Peso próprio	470.5	7.3	0.1	7.6	0.1	-0.0
	Cargas permanentes	7390.0	3.1	3.6	4.0	6.3	0.0
	Sobrecarga	3364.4	1.5	4.2	1.8	5.0	0.0
	Vento 0°	132.0	0.2	0.0	0.5	0.3	0.0
	Vento 90°	2461.9	-1.5	2.9	-0.9	6.8	-0.0

Pilar	Ações	Esforços Solicitantes					
		Nd (kN)	Qx (kN)	Qy (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
P69	Peso próprio	438.5	-3.2	5.7	-3.2	5.9	-0.0
	Cargas permanentes	15767	-2.0	11.0	0.5	19.7	0.0
	Sobrecarga	5786.0	-4.7	9.2	-3.8	11.7	0.0
	Vento 0°	-6.3	-0.6	-0.4	0.3	0.7	0.0
	Vento 90°	5.3	-19.0	6.2	-17.1	17.8	-0.0
P70	Peso próprio	261.5	0.0	14.7	0.0	14.5	-0.0
	Cargas permanentes	102.4	-0.0	5.9	0.0	5.7	0.0
	Sobrecarga	496.1	-0.0	8.2	-0.0	8.0	0.0
	Vento 0°	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.1	0.0
	Vento 90°	-0.0	0.1	-0.1	0.3	-0.2	-0.0
P71	Peso próprio	417.8	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0
	Cargas permanentes	169.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Sobrecarga	815.9	-0.1	-0.0	-0.1	0.0	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	-2.8	0.0	0.3	0.1	0.6	-0.0
P72	Peso próprio	647.9	3.6	-1.5	3.6	-1.4	-0.0
	Cargas permanentes	6527.8	0.7	-0.4	2.4	1.4	0.0
	Sobrecarga	3110.8	5.9	-2.2	6.7	-1.9	0.0
	Vento 0°	345.2	0.2	-14.4	0.8	-15.0	0.0
	Vento 90°	1338.7	-9.7	-12.9	-8.8	-5.2	-0.0
P73	Peso próprio	280.7	-0.3	2.3	-0.3	2.3	-0.0
	Cargas permanentes	117.7	-0.1	0.8	-0.1	0.9	0.0
	Sobrecarga	598.7	-0.1	2.2	-0.1	2.2	0.0
	Vento 0°	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	0.1	0.0	0.3	0.0	0.4	-0.0
P74	Peso próprio	285.7	0.2	2.0	0.2	2.0	-0.0
	Cargas permanentes	118.2	0.1	0.9	0.1	0.9	0.0
	Sobrecarga	610.6	0.0	1.3	0.0	1.3	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	0.7	0.0	0.2	0.0	0.3	-0.0
P75	Peso próprio	267.0	-0.0	2.4	-0.0	2.5	-0.0
	Cargas permanentes	110.9	0.0	1.1	0.0	1.1	0.0
	Sobrecarga	571.5	0.0	2.0	0.0	2.1	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	0.7	0.0	0.2	0.0	0.3	-0.0
P76	Peso próprio	267.6	-0.0	2.0	-0.0	2.1	-0.0
	Cargas permanentes	111.1	0.0	0.9	0.0	1.0	0.0
	Sobrecarga	572.6	0.0	1.3	0.0	1.3	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	0.7	0.0	0.2	0.0	0.3	-0.0
P77	Peso próprio	281.9	-0.0	5.7	-0.0	5.7	-0.0
	Cargas permanentes	118.0	0.0	2.2	0.0	2.3	0.0
	Sobrecarga	604.5	0.0	2.9	0.0	3.0	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	-0.0	0.0	0.2	0.0	0.3	-0.0
P78	Peso próprio	281.9	0.0	5.7	0.0	5.7	-0.0
	Cargas permanentes	118.0	0.0	2.2	0.0	2.4	0.0
	Sobrecarga	604.5	0.0	2.9	0.0	3.0	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	-0.1	0.0	0.2	0.0	0.3	-0.0
P79	Peso próprio	267.6	0.0	2.0	0.0	2.1	-0.0
	Cargas permanentes	111.0	0.0	0.9	0.0	1.0	0.0
	Sobrecarga	572.6	0.0	1.3	0.0	1.3	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	0.7	0.0	0.1	0.0	0.3	-0.0
P80	Peso próprio	267.0	0.0	2.4	-0.0	2.5	-0.0
	Cargas permanentes	110.9	0.0	1.1	0.0	1.2	0.0
	Sobrecarga	571.5	0.0	2.1	0.0	2.1	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	0.7	0.0	0.2	0.0	0.3	-0.0

Pilar	Ações	Esforços Solicitantes					
		Nd (kN)	Qx (kN)	Qy (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
P81	Peso próprio	285.8	-0.2	2.0	-0.2	2.0	-0.0
	Cargas permanentes	118.2	-0.1	0.9	-0.1	1.0	0.0
	Sobrecarga	610.6	-0.0	1.3	-0.0	1.3	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	0.7	0.0	0.1	0.0	0.3	-0.0
P82	Peso próprio	282.9	0.3	2.3	0.3	2.3	-0.0
	Cargas permanentes	119.4	0.1	0.9	0.1	1.0	0.0
	Sobrecarga	603.5	0.1	2.2	0.1	2.3	0.0
	Vento 0°	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	1.0	0.0	0.2	0.0	0.4	-0.0
P83	Peso próprio	526.2	-1.8	-0.6	-1.9	-0.7	-0.0
	Cargas permanentes	6486.7	-0.8	-0.3	-0.7	0.3	0.0
	Sobrecarga	3034.1	-3.0	-0.7	-3.1	-0.6	0.0
	Vento 0°	340.2	0.0	-6.4	0.1	-6.7	0.0
	Vento 90°	1315.2	-4.1	-7.2	-4.2	-6.9	-0.0
P84	Peso próprio	427.6	0.1	0.0	0.1	0.0	-0.0
	Cargas permanentes	176.8	0.1	0.2	0.1	0.4	0.0
	Sobrecarga	833.7	0.2	0.0	0.2	0.1	0.0
	Vento 0°	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	14.3	0.1	0.2	0.2	0.5	-0.0
P85	Peso próprio	261.5	-0.0	-14.7	0.0	-14.5	-0.0
	Cargas permanentes	102.5	0.1	-6.1	0.2	-6.1	0.0
	Sobrecarga	496.1	0.0	-8.3	0.1	-8.2	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.1	0.0
	Vento 90°	-0.0	0.1	-0.1	0.2	-0.2	-0.0
P86	Peso próprio	257.8	-0.0	14.5	-0.0	14.3	-0.0
	Cargas permanentes	100.8	-0.0	5.8	0.0	5.6	0.0
	Sobrecarga	488.3	-0.0	8.1	-0.0	7.9	0.0
	Vento 0°	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.1	0.0
	Vento 90°	-0.0	0.1	-0.1	0.3	-0.1	-0.0
P87	Peso próprio	414.1	-0.1	-0.4	-0.1	-0.3	-0.0
	Cargas permanentes	169.7	-0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0
	Sobrecarga	808.0	-0.1	-0.3	-0.1	-0.3	0.0
	Vento 0°	-0.1	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	-7.9	0.1	0.3	0.1	0.6	-0.0
P88	Peso próprio	578.4	4.0	-0.4	4.2	-0.4	-0.0
	Cargas permanentes	13881	0.4	-8.6	0.9	-8.5	0.0
	Sobrecarga	5431.6	1.3	-3.5	1.6	-3.5	0.0
	Vento 0°	802.3	-0.2	-2.1	-0.0	-2.3	0.0
	Vento 90°	9955.6	-9.5	0.0	-9.7	2.1	-0.0
P89	Peso próprio	717.8	0.5	-8.2	0.4	-7.9	-0.0
	Cargas permanentes	13118	2.5	-13.6	5.9	-10.1	0.0
	Sobrecarga	5349.4	1.2	-14.3	2.4	-13.6	0.0
	Vento 0°	249.0	0.2	-2.4	1.4	-2.8	0.0
	Vento 90°	5363.3	-17.3	5.5	-15.8	19.0	-0.0
P90	Peso próprio	712.9	-0.6	-6.2	-0.6	-6.0	-0.0
	Cargas permanentes	14597	-2.3	-9.4	1.1	-5.3	0.0
	Sobrecarga	5877.5	-1.6	-10.4	-0.5	-9.4	0.0
	Vento 0°	98.2	0.1	-2.4	1.3	-2.7	0.0
	Vento 90°	5558.6	-15.2	4.9	-13.7	18.2	-0.0
P91	Peso próprio	710.4	0.1	-4.1	0.1	-3.8	-0.0
	Cargas permanentes	15334	-0.5	-4.9	3.0	-0.2	0.0
	Sobrecarga	6140.5	-0.2	-6.0	1.0	-4.8	0.0
	Vento 0°	1.0	-0.5	-2.5	0.7	-2.6	0.0
	Vento 90°	5382.7	-25.6	5.7	-24.1	18.8	-0.0
P92	Peso próprio	835.0	-21.1	-4.3	-21.4	-4.0	-0.0
	Cargas permanentes	17197	-11.1	-5.9	-7.8	-0.6	0.0
	Sobrecarga	7025.3	-14.0	-6.4	-12.9	-5.1	0.0
	Vento 0°	295.9	0.7	-3.6	1.9	-3.5	0.0
	Vento 90°	5774.1	-18.7	2.7	-17.2	15.6	-0.0

Pilar	Ações	Esforços Solicitantes					
		Nd (kN)	Qx (kN)	Qy (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
P93	Peso próprio	895.5	0.1	-0.0	0.0	0.2	-0.0
	Cargas permanentes	17704	0.5	1.3	3.9	7.5	0.0
	Sobrecarga	7353.1	0.2	0.3	1.4	1.9	0.0
	Vento 0°	9.4	0.6	-5.0	1.8	-4.7	0.0
	Vento 90°	4136.9	-35.2	5.3	-33.9	17.9	-0.0
P94	Peso próprio	833.5	21.0	-4.1	21.2	-4.0	-0.0
	Cargas permanentes	17195	7.9	-5.0	11.4	1.9	0.0
	Sobrecarga	7023.4	12.5	-5.9	13.8	-4.0	0.0
	Vento 0°	295.3	0.7	-3.4	1.9	-2.8	0.0
	Vento 90°	5760.9	-18.8	2.4	-17.3	14.7	-0.0
P95	Peso próprio	711.7	-0.3	-4.1	-0.3	-3.9	-0.0
	Cargas permanentes	15335	-0.3	-3.4	3.1	4.1	0.0
	Sobrecarga	6142.4	-0.4	-5.3	0.8	-3.3	0.0
	Vento 0°	0.7	-0.5	-2.1	0.7	-1.4	0.0
	Vento 90°	5384.5	-25.6	5.3	-24.1	17.4	-0.0
P96	Peso próprio	713.2	-0.0	-4.1	-0.0	-4.0	-0.0
	Cargas permanentes	14598	-1.7	-6.1	1.7	1.9	0.0
	Sobrecarga	5878.3	-0.7	-6.3	0.4	-4.1	0.0
	Vento 0°	98.5	0.1	-2.0	1.3	-1.1	0.0
	Vento 90°	5562.1	-15.2	4.4	-13.6	16.2	-0.0
P97	Peso próprio	712.7	-0.0	-4.0	-0.1	-3.9	-0.0
	Cargas permanentes	13107	0.7	-8.7	4.1	-0.1	0.0
	Sobrecarga	5338.2	0.3	-6.9	1.5	-4.6	0.0
	Vento 0°	248.2	-0.1	-1.8	1.1	-0.8	0.0
	Vento 90°	5345.0	-20.3	4.9	-18.8	16.5	-0.0
P98	Peso próprio	688.2	-3.5	-0.3	-3.6	-0.2	-0.0
	Cargas permanentes	13912	-0.5	-8.3	2.9	0.8	0.0
	Sobrecarga	5469.8	-0.8	-3.0	0.4	-0.4	0.0
	Vento 0°	795.3	0.1	-0.9	1.2	0.3	0.0
	Vento 90°	9976.3	-16.4	5.0	-14.9	16.5	-0.0
P99	Peso próprio	411.1	0.0	-0.4	0.0	-0.4	-0.0
	Cargas permanentes	168.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0
	Sobrecarga	801.7	0.1	-0.2	0.1	-0.2	0.0
	Vento 0°	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	4.6	0.0	0.2	0.1	0.5	-0.0
P100	Peso próprio	257.3	-0.0	-14.5	-0.0	-14.3	-0.0
	Cargas permanentes	100.9	0.0	-6.0	0.2	-6.1	0.0
	Sobrecarga	488.3	0.0	-8.1	0.0	-8.1	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.1	0.0
	Vento 90°	-0.0	0.1	-0.1	0.2	-0.1	-0.0
P101	Peso próprio	266.2	0.1	15.2	0.1	15.0	-0.0
	Cargas permanentes	104.9	0.0	6.1	0.0	5.9	0.0
	Sobrecarga	508.0	0.0	8.2	0.0	8.0	0.0
	Vento 0°	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.1	0.0
	Vento 90°	-0.0	0.1	-0.1	0.3	-0.1	-0.0
P102	Peso próprio	468.5	-0.6	1.3	-0.6	1.3	-0.0
	Cargas permanentes	189.0	-0.2	0.6	-0.1	0.7	0.0
	Sobrecarga	912.1	-0.4	0.7	-0.4	0.7	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	0.1	0.0	0.4	0.0	1.0	-0.0
P103	Peso próprio	507.6	-0.0	1.5	-0.0	1.5	-0.0
	Cargas permanentes	204.7	0.0	0.4	0.1	0.5	0.0
	Sobrecarga	988.2	0.0	0.9	0.0	0.9	0.0
	Vento 0°	-0.8	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	2.8	0.0	0.0	0.0	0.6	-0.0
P104	Peso próprio	503.2	-0.0	1.6	-0.0	1.5	-0.0
	Cargas permanentes	203.9	0.0	0.6	0.1	0.7	0.0
	Sobrecarga	981.9	0.0	1.1	0.0	1.1	0.0
	Vento 0°	-0.2	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	0.7	0.0	0.2	0.0	0.6	-0.0

Pilar	Ações	Esforços Solicitantes					
		Nd (kN)	Qx (kN)	Qy (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
P105	Peso próprio	503.9	-0.0	1.6	-0.0	1.5	-0.0
	Cargas permanentes	204.6	0.0	0.5	0.1	0.7	0.0
	Sobrecarga	983.4	0.0	1.1	0.0	1.1	0.0
	Vento 0°	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	0.6	0.0	0.2	0.0	0.6	-0.0
P106	Peso próprio	504.3	-0.0	1.6	-0.0	1.5	-0.0
	Cargas permanentes	205.2	0.0	0.5	0.1	0.7	0.0
	Sobrecarga	984.2	0.0	1.1	0.0	1.1	0.0
	Vento 0°	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	0.7	0.0	0.2	0.0	0.6	-0.0
P107	Peso próprio	369.1	1.6	1.5	1.7	1.5	-0.0
	Cargas permanentes	150.3	0.7	0.5	0.8	0.6	0.0
	Sobrecarga	717.9	1.1	1.0	1.1	1.1	0.0
	Vento 0°	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	0.8	0.0	0.2	0.0	0.5	-0.0
P108 (Parede Estrutural)	Peso próprio	5144.6	-32.4	-19.4	-443.4	1332.7	-45.9
	Cargas permanentes	793.9	2007.4	680.6	25467	16795	1044.0
	Sobrecarga	2765.6	688.9	150.5	8143.0	5107.9	327.4
	Vento 0°	0.1	674.1	45.9	8421.8	732.8	275.7
	Vento 90°	4.9	687.1	1724.4	9146.8	23190	-522.2
P109	Peso próprio	369.1	-1.6	1.5	-1.7	1.5	-0.0
	Cargas permanentes	151.1	-0.6	0.5	-0.7	0.7	0.0
	Sobrecarga	718.2	-1.0	1.0	-1.1	1.1	0.0
	Vento 0°	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	1.1	0.0	0.2	0.0	0.5	-0.0
P110	Peso próprio	504.3	0.0	1.5	0.0	1.5	-0.0
	Cargas permanentes	205.2	0.0	0.6	0.1	0.8	0.0
	Sobrecarga	984.2	0.0	1.1	0.0	1.1	0.0
	Vento 0°	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	0.7	0.0	0.2	0.0	0.5	-0.0
P111	Peso próprio	504.1	-0.0	1.5	-0.0	1.5	-0.0
	Cargas permanentes	204.7	0.0	0.6	0.1	0.9	0.0
	Sobrecarga	983.7	0.0	1.1	0.0	1.1	0.0
	Vento 0°	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	0.6	0.0	0.2	0.0	0.5	-0.0
P112	Peso próprio	503.6	0.0	1.5	0.0	1.5	-0.0
	Cargas permanentes	204.0	0.0	0.7	0.1	0.9	0.0
	Sobrecarga	982.5	0.0	1.1	0.0	1.2	0.0
	Vento 0°	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	0.7	0.0	0.2	0.0	0.5	-0.0
P113	Peso próprio	506.3	0.0	1.7	0.0	1.6	-0.0
	Cargas permanentes	204.8	0.0	0.8	0.1	1.2	0.0
	Sobrecarga	985.7	0.0	1.1	0.0	1.2	0.0
	Vento 0°	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	1.3	0.0	0.2	0.0	0.7	-0.0
P114	Peso próprio	468.5	0.6	1.3	0.6	1.2	-0.0
	Cargas permanentes	188.9	0.3	0.8	0.3	1.2	0.0
	Sobrecarga	912.0	0.4	0.8	0.4	0.9	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	0.0	0.0	0.3	0.0	0.8	-0.0
P115	Peso próprio	265.6	0.1	-15.2	0.1	-15.0	-0.0
	Cargas permanentes	105.0	0.1	-6.4	0.2	-6.4	0.0
	Sobrecarga	508.0	0.1	-8.3	0.1	-8.2	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.1	0.0
	Vento 90°	0.0	0.1	-0.1	0.2	-0.1	-0.0
P116	Peso próprio	232.4	-0.2	13.3	-0.2	13.1	-0.0
	Cargas permanentes	90.5	-0.1	5.3	-0.1	5.0	0.0
	Sobrecarga	438.3	-0.1	7.1	-0.1	6.9	0.0
	Vento 0°	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.1	0.0
	Vento 90°	-0.0	0.1	-0.1	0.3	-0.1	-0.0

Pilar	Ações	Esforços Solicitantes					
		Nd (kN)	Qx (kN)	Qy (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
P117	Peso próprio	407.3	-0.5	-3.8	-0.5	-3.7	-0.0
	Cargas permanentes	162.4	-0.2	-1.6	-0.1	-1.5	0.0
	Sobrecarga	783.6	-0.3	-2.6	-0.3	-2.5	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	0.1	0.0	0.4	0.0	1.0	-0.0
P118	Peso próprio	442.6	0.0	-3.9	-0.0	-3.8	-0.0
	Cargas permanentes	176.1	0.0	-1.6	0.1	-1.5	0.0
	Sobrecarga	851.5	0.0	-2.6	0.0	-2.6	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	-0.2	0.0	0.4	0.0	1.0	-0.0
P119	Peso próprio	443.0	-0.0	-3.9	-0.0	-3.9	-0.0
	Cargas permanentes	176.3	0.0	-1.6	0.1	-1.4	0.0
	Sobrecarga	852.3	0.0	-2.7	0.0	-2.6	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	0.1	0.0	0.4	0.0	1.0	-0.0
P120	Peso próprio	443.0	-0.0	-3.9	-0.0	-3.9	-0.0
	Cargas permanentes	176.2	0.0	-1.6	0.1	-1.4	0.0
	Sobrecarga	852.2	0.0	-2.7	0.0	-2.6	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	0.1	0.0	0.4	0.0	1.0	-0.0
P121	Peso próprio	443.1	-0.0	-3.9	-0.0	-3.9	-0.0
	Cargas permanentes	176.2	0.0	-1.6	0.1	-1.4	0.0
	Sobrecarga	852.5	0.0	-2.7	0.0	-2.6	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	0.1	0.0	0.4	0.0	1.0	-0.0
P122	Peso próprio	401.1	0.6	-3.9	0.6	-3.8	-0.0
	Cargas permanentes	158.1	0.3	-1.6	0.4	-1.3	0.0
	Sobrecarga	765.7	0.4	-2.6	0.4	-2.5	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	-0.2	0.0	0.4	0.0	0.9	-0.0
P123	Peso próprio	198.8	0.2	1.4	0.2	1.4	-0.0
	Cargas permanentes	75.7	0.1	0.7	0.1	0.8	0.0
	Sobrecarga	374.0	0.1	1.5	0.1	1.6	0.0
	Vento 0°	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	-2.3	0.0	0.2	0.0	0.3	-0.0
P124	Peso próprio	198.8	-0.2	1.4	-0.2	1.4	-0.0
	Cargas permanentes	76.1	-0.1	0.7	-0.1	0.8	0.0
	Sobrecarga	374.2	-0.1	1.5	-0.1	1.6	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	-2.0	0.0	0.2	0.0	0.3	-0.0
P125	Peso próprio	401.1	-0.6	-3.9	-0.6	-3.9	-0.0
	Cargas permanentes	158.2	-0.2	-1.5	-0.2	-1.2	0.0
	Sobrecarga	765.8	-0.4	-2.6	-0.4	-2.5	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	-0.1	0.0	0.4	0.0	0.9	-0.0
P126	Peso próprio	443.1	0.0	-3.9	0.0	-3.9	-0.0
	Cargas permanentes	176.3	0.0	-1.5	0.1	-1.1	0.0
	Sobrecarga	852.5	0.0	-2.6	0.0	-2.5	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	0.0	0.0	0.4	0.0	0.9	-0.0
P127	Peso próprio	443.0	-0.0	-3.9	-0.0	-3.9	-0.0
	Cargas permanentes	176.2	0.0	-1.5	0.1	-1.1	0.0
	Sobrecarga	852.2	0.0	-2.6	0.0	-2.5	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	0.0	0.0	0.4	0.0	0.9	-0.0
P128	Peso próprio	443.0	-0.0	-3.9	-0.0	-3.9	-0.0
	Cargas permanentes	176.3	0.0	-1.5	0.1	-1.1	0.0
	Sobrecarga	852.2	0.0	-2.6	0.0	-2.5	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	0.0	0.0	0.4	0.0	0.8	-0.0

Pilar	Ações	Esforços Solicitantes					
		Nd (kN)	Qx (kN)	Qy (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
P129	Peso próprio	442.6	-0.0	-3.9	-0.0	-3.8	-0.0
	Cargas permanentes	176.2	0.0	-1.4	0.1	-1.0	0.0
	Sobrecarga	851.6	0.0	-2.6	0.0	-2.4	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	-0.0	0.0	0.4	0.0	0.8	-0.0
P130	Peso próprio	407.3	0.5	-3.8	0.5	-3.7	-0.0
	Cargas permanentes	162.3	0.2	-1.3	0.3	-0.9	0.0
	Sobrecarga	783.6	0.4	-2.5	0.4	-2.3	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	0.1	0.0	0.3	0.0	0.8	-0.0
P131	Peso próprio	232.4	-0.2	-13.3	-0.2	-13.1	-0.0
	Cargas permanentes	90.6	-0.0	-5.5	0.1	-5.7	0.0
	Sobrecarga	438.3	-0.1	-7.2	-0.1	-7.1	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.1	0.0
	Vento 90°	0.0	0.1	-0.1	0.2	-0.1	-0.0
P132	Peso próprio	233.3	0.2	13.4	0.2	13.2	-0.0
	Cargas permanentes	90.7	0.1	5.3	0.1	5.0	0.0
	Sobrecarga	439.4	0.1	7.2	0.1	7.0	0.0
	Vento 0°	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.1	0.0
	Vento 90°	-0.0	0.1	-0.1	0.3	-0.1	-0.0
P133	Peso próprio	404.7	-0.4	3.3	-0.4	3.4	-0.0
	Cargas permanentes	161.8	-0.1	1.5	-0.1	1.5	0.0
	Sobrecarga	781.3	-0.3	2.7	-0.3	2.7	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	-0.2	0.0	0.3	0.0	0.6	-0.0
P134	Peso próprio	440.6	0.0	3.4	-0.0	3.5	-0.0
	Cargas permanentes	175.8	0.0	1.5	0.1	1.6	0.0
	Sobrecarga	850.2	0.0	2.8	0.0	2.8	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	-0.1	0.0	0.3	0.0	0.6	-0.0
P135	Peso próprio	440.5	-0.0	3.4	-0.0	3.5	-0.0
	Cargas permanentes	175.7	0.0	1.5	0.1	1.6	0.0
	Sobrecarga	850.1	0.0	2.8	0.0	2.8	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	-0.2	0.0	0.3	0.0	0.6	-0.0
P136	Peso próprio	440.5	-0.0	3.4	-0.0	3.5	-0.0
	Cargas permanentes	175.7	0.0	1.5	0.1	1.7	0.0
	Sobrecarga	850.1	0.0	2.8	0.0	2.8	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	-0.2	0.0	0.3	0.0	0.6	-0.0
P137	Peso próprio	440.5	-0.0	3.4	-0.0	3.5	-0.0
	Cargas permanentes	175.7	0.0	1.6	0.1	1.7	0.0
	Sobrecarga	850.1	0.0	2.8	0.0	2.8	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	-0.2	0.0	0.3	0.0	0.6	-0.0
P138	Peso próprio	440.4	-0.0	3.4	-0.0	3.5	-0.0
	Cargas permanentes	175.7	0.0	1.6	0.1	1.7	0.0
	Sobrecarga	849.9	0.0	2.8	0.0	2.9	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	-0.2	0.0	0.3	0.0	0.6	-0.0
P139	Peso próprio	443.9	-0.0	3.2	-0.0	3.3	-0.0
	Cargas permanentes	177.2	0.0	1.5	0.1	1.6	0.0
	Sobrecarga	856.7	0.0	2.7	0.0	2.8	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	-0.1	0.0	0.3	0.0	0.6	-0.0
P140	Peso próprio	443.9	0.0	3.2	-0.0	3.3	-0.0
	Cargas permanentes	177.2	0.0	1.5	0.1	1.7	0.0
	Sobrecarga	856.7	0.0	2.7	0.0	2.8	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	-0.1	0.0	0.3	0.0	0.5	-0.0

Pilar	Ações	Esforços Solicitantes					
		Nd (kN)	Qx (kN)	Qy (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
P141	Peso próprio	440.4	0.0	3.4	-0.0	3.5	-0.0
	Cargas permanentes	175.7	0.0	1.6	0.1	1.8	0.0
	Sobrecarga	849.9	0.0	2.8	0.0	2.9	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	-0.1	0.0	0.3	0.0	0.5	-0.0
P142	Peso próprio	440.5	-0.0	3.4	-0.0	3.5	-0.0
	Cargas permanentes	175.7	0.0	1.6	0.1	1.8	0.0
	Sobrecarga	850.1	0.0	2.8	0.0	2.9	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	-0.1	0.0	0.3	0.0	0.5	-0.0
P143	Peso próprio	440.5	-0.0	3.4	-0.0	3.5	-0.0
	Cargas permanentes	175.7	0.0	1.6	0.1	1.8	0.0
	Sobrecarga	850.0	0.0	2.8	0.0	2.9	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	-0.1	0.0	0.3	0.0	0.5	-0.0
P144	Peso próprio	440.5	-0.0	3.4	-0.0	3.5	-0.0
	Cargas permanentes	175.7	0.0	1.6	0.1	1.9	0.0
	Sobrecarga	850.0	0.0	2.8	0.0	2.9	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	-0.1	0.0	0.2	0.0	0.5	-0.0
P145	Peso próprio	440.6	-0.0	3.4	-0.0	3.5	-0.0
	Cargas permanentes	175.7	0.0	1.7	0.1	1.9	0.0
	Sobrecarga	850.2	0.0	2.8	0.0	2.9	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	-0.1	0.0	0.2	0.0	0.5	-0.0
P146	Peso próprio	404.7	0.4	3.3	0.4	3.4	-0.0
	Cargas permanentes	161.5	0.2	1.6	0.2	1.9	0.0
	Sobrecarga	781.2	0.3	2.7	0.3	2.8	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	-0.2	0.0	0.2	0.0	0.5	-0.0
P147	Peso próprio	233.3	0.2	-13.4	0.2	-13.2	-0.0
	Cargas permanentes	90.8	0.1	-5.6	0.3	-5.7	0.0
	Sobrecarga	439.5	0.1	-7.3	0.2	-7.2	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.1	0.0
	Vento 90°	0.0	0.1	-0.1	0.2	-0.1	-0.0
P148	Peso próprio	291.3	-0.0	16.4	-0.0	16.1	-0.0
	Cargas permanentes	113.5	-0.0	6.4	0.0	6.0	0.0
	Sobrecarga	550.6	-0.0	9.9	-0.0	9.6	0.0
	Vento 0°	-0.0	-0.0	-0.1	-0.0	-0.2	0.0
	Vento 90°	0.0	0.1	-0.1	0.3	-0.1	-0.0
P149	Peso próprio	515.3	-0.5	0.8	-0.5	0.8	-0.0
	Cargas permanentes	207.8	-0.2	0.4	-0.1	0.4	0.0
	Sobrecarga	1001.7	-0.3	0.4	-0.3	0.4	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	0.0	0.0	0.3	0.0	0.7	-0.0
P150	Peso próprio	560.3	0.0	0.8	-0.0	0.8	-0.0
	Cargas permanentes	225.9	0.0	0.4	0.1	0.5	0.0
	Sobrecarga	1091.3	0.0	0.4	0.0	0.5	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	0.0	0.0	0.3	0.0	0.7	-0.0
P151	Peso próprio	560.2	-0.0	0.8	-0.0	0.8	-0.0
	Cargas permanentes	225.8	0.0	0.4	0.1	0.5	0.0
	Sobrecarga	1091.1	0.0	0.4	0.0	0.5	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	0.0	0.0	0.3	0.0	0.7	-0.0
P152	Peso próprio	560.2	-0.0	0.8	-0.0	0.8	-0.0
	Cargas permanentes	225.8	0.0	0.4	0.1	0.5	0.0
	Sobrecarga	1091.1	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0
	Vento 0°	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90°	0.0	0.0	0.3	0.0	0.7	-0.0

Pilar	Ações	Esforços Solicitantes					
		Nd (kN)	Qx (kN)	Qy (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
P153	Peso próprio	560.2	-0.0	0.8	-0.0	0.8	-0.0
	Cargas permanentes	225.8	0.0	0.4	0.1	0.6	0.0
	Sobrecarga	1091.1	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0
	Vento 0º	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90º	0.0	0.0	0.3	0.0	0.7	-0.0
P154	Peso próprio	560.2	-0.0	0.8	-0.0	0.8	-0.0
	Cargas permanentes	225.9	0.0	0.4	0.1	0.6	0.0
	Sobrecarga	1091.2	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0
	Vento 0º	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90º	0.0	0.0	0.3	0.0	0.7	-0.0
P155	Peso próprio	560.1	-0.0	0.8	-0.0	0.8	-0.0
	Cargas permanentes	225.8	0.0	0.5	0.1	0.6	0.0
	Sobrecarga	1090.9	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0
	Vento 0º	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90º	0.0	0.0	0.3	0.0	0.7	-0.0
P156	Peso próprio	560.1	-0.0	0.8	-0.0	0.8	-0.0
	Cargas permanentes	225.8	0.0	0.5	0.1	0.7	0.0
	Sobrecarga	1091.0	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0
	Vento 0º	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90º	0.0	0.0	0.3	0.0	0.6	-0.0
P157	Peso próprio	560.2	-0.0	0.8	-0.0	0.8	-0.0
	Cargas permanentes	225.9	0.0	0.5	0.1	0.7	0.0
	Sobrecarga	1091.2	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0
	Vento 0º	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90º	0.0	0.0	0.3	0.0	0.6	-0.0
P158	Peso próprio	560.2	-0.0	0.8	-0.0	0.8	-0.0
	Cargas permanentes	225.9	0.0	0.5	0.1	0.7	0.0
	Sobrecarga	1091.1	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0
	Vento 0º	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90º	0.0	0.0	0.3	0.0	0.6	-0.0
P159	Peso próprio	560.2	-0.0	0.8	-0.0	0.8	-0.0
	Cargas permanentes	225.9	0.0	0.5	0.1	0.7	0.0
	Sobrecarga	1091.1	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0
	Vento 0º	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90º	0.0	0.0	0.3	0.0	0.6	-0.0
P160	Peso próprio	560.2	-0.0	0.8	-0.0	0.8	-0.0
	Cargas permanentes	225.9	0.0	0.5	0.1	0.8	0.0
	Sobrecarga	1091.1	0.0	0.5	0.0	0.6	0.0
	Vento 0º	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90º	0.0	0.0	0.3	0.0	0.6	-0.0
P161	Peso próprio	560.3	-0.0	0.8	-0.0	0.8	-0.0
	Cargas permanentes	225.9	0.0	0.5	0.1	0.8	0.0
	Sobrecarga	1091.3	0.0	0.5	0.0	0.6	0.0
	Vento 0º	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90º	0.0	0.0	0.3	0.0	0.6	-0.0
P162	Peso próprio	516.6	0.5	0.8	0.5	0.8	-0.0
	Cargas permanentes	207.7	0.2	0.6	0.3	0.8	0.0
	Sobrecarga	1002.4	0.4	0.5	0.4	0.6	0.0
	Vento 0º	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90º	-0.0	0.0	0.3	0.0	0.6	-0.0
P163	Peso próprio	292.1	-0.0	-16.2	-0.0	-16.0	-0.0
	Cargas permanentes	113.6	0.1	-6.8	0.2	-6.9	0.0
	Sobrecarga	550.1	0.0	-10.1	0.1	-10.0	0.0
	Vento 0º	0.0	0.0	-0.1	0.0	-0.2	0.0
	Vento 90º	0.1	0.1	-0.1	0.3	-0.1	-0.0
P164	Peso próprio	152.4	-0.7	-3.8	-0.8	-3.9	-0.0
	Cargas permanentes	58.1	-0.3	-1.6	-0.3	-1.6	0.0
	Sobrecarga	281.5	-0.3	-2.3	-0.3	-2.3	0.0
	Vento 0º	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90º	-0.1	0.0	0.1	0.0	0.3	-0.0

Pilar	Ações	Esforços Solicitantes					
		Nd (kN)	Qx (kN)	Qy (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
P165	Peso próprio	297.5	-0.1	-5.2	-0.1	-5.1	-0.0
	Cargas permanentes	116.0	0.0	-2.4	0.1	-2.2	0.0
	Sobrecarga	561.5	-0.0	-0.6	-0.0	-0.6	0.0
	Vento 0º	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90º	-0.2	0.0	0.3	0.0	0.9	-0.0
P166	Peso próprio	306.8	-0.0	-5.4	-0.0	-5.3	-0.0
	Cargas permanentes	119.9	0.0	-2.4	0.1	-2.3	0.0
	Sobrecarga	580.2	0.0	-0.6	0.0	-0.6	0.0
	Vento 0º	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90º	-0.2	0.0	0.3	0.0	0.9	-0.0
P167	Peso próprio	306.8	-0.0	-5.4	-0.0	-5.3	-0.0
	Cargas permanentes	119.9	0.0	-2.4	0.1	-2.2	0.0
	Sobrecarga	580.2	0.0	-0.6	0.0	-0.6	0.0
	Vento 0º	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90º	-0.2	0.0	0.3	0.0	0.9	-0.0
P168	Peso próprio	306.8	-0.0	-5.4	-0.0	-5.3	-0.0
	Cargas permanentes	119.9	0.0	-2.4	0.1	-2.2	0.0
	Sobrecarga	580.2	0.0	-0.6	0.0	-0.6	0.0
	Vento 0º	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0
	Vento 90º	-0.2	0.0	0.3	0.0	0.9	-0.0
P169	Peso próprio	306.8	-0.0	-5.4	-0.0	-5.3	-0.0
	Cargas permanentes	119.9	0.0	-2.4	0.1	-2.1	0.0
	Sobrecarga	580.2	0.0	-0.6	0.0	-0.6	0.0
	Vento 0º	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90º	-0.2	0.0	0.3	0.0	0.9	-0.0
P170	Peso próprio	306.8	-0.0	-5.4	-0.0	-5.3	-0.0
	Cargas permanentes	119.9	0.0	-2.4	0.1	-2.1	0.0
	Sobrecarga	580.2	0.0	-0.6	0.0	-0.5	0.0
	Vento 0º	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90º	-0.2	0.0	0.3	0.0	0.8	-0.0
P171	Peso próprio	306.8	-0.0	-5.4	-0.0	-5.3	-0.0
	Cargas permanentes	119.9	0.0	-2.3	0.1	-2.1	0.0
	Sobrecarga	580.2	0.0	-0.6	0.0	-0.5	0.0
	Vento 0º	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90º	-0.2	0.0	0.3	0.0	0.8	-0.0
P172	Peso próprio	306.8	-0.0	-5.4	-0.0	-5.3	-0.0
	Cargas permanentes	119.8	0.0	-2.3	0.1	-2.0	0.0
	Sobrecarga	580.2	0.0	-0.6	0.0	-0.5	0.0
	Vento 0º	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90º	-0.2	0.0	0.3	0.0	0.8	-0.0
P173	Peso próprio	306.8	-0.0	-5.4	-0.0	-5.3	-0.0
	Cargas permanentes	119.8	0.0	-2.3	0.1	-2.0	0.0
	Sobrecarga	580.2	0.0	-0.6	0.0	-0.5	0.0
	Vento 0º	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90º	-0.2	0.0	0.3	0.0	0.8	-0.0
P174	Peso próprio	306.8	-0.0	-5.4	-0.0	-5.3	-0.0
	Cargas permanentes	119.8	0.0	-2.3	0.1	-1.9	0.0
	Sobrecarga	580.2	0.0	-0.6	0.0	-0.5	0.0
	Vento 0º	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90º	-0.2	0.0	0.3	0.0	0.8	-0.0
P175	Peso próprio	306.8	-0.0	-5.4	-0.0	-5.3	-0.0
	Cargas permanentes	119.8	0.0	-2.3	0.1	-1.9	0.0
	Sobrecarga	580.2	0.0	-0.6	0.0	-0.5	0.0
	Vento 0º	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90º	-0.2	0.0	0.3	0.0	0.8	-0.0
P176	Peso próprio	306.8	-0.0	-5.4	-0.0	-5.3	-0.0
	Cargas permanentes	119.8	0.0	-2.3	0.1	-1.9	0.0
	Sobrecarga	580.2	0.0	-0.6	0.0	-0.5	0.0
	Vento 0º	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90º	-0.2	0.0	0.3	0.0	0.8	-0.0

Pilar	Ações	Esforços Solicitantes					
		Nd (kN)	Qx (kN)	Qy (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
P177	Peso próprio	306.8	-0.0	-5.4	-0.0	-5.3	-0.0
	Cargas permanentes	119.8	0.0	-2.3	0.1	-1.8	0.0
	Sobrecarga	580.2	0.0	-0.6	0.0	-0.4	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	-0.2	0.0	0.3	0.0	0.8	-0.0
P178	Peso próprio	297.5	0.1	-5.2	0.1	-5.1	-0.0
	Cargas permanentes	115.9	0.1	-2.2	0.2	-1.7	0.0
	Sobrecarga	561.5	0.1	-0.6	0.1	-0.4	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
	Vento 90°	-0.2	0.0	0.3	0.0	0.7	-0.0
P179	Peso próprio	152.5	0.7	-3.8	0.8	-3.9	-0.0
	Cargas permanentes	58.1	0.3	-1.5	0.3	-1.4	0.0
	Sobrecarga	281.5	0.3	-2.3	0.3	-2.3	0.0
	Vento 0°	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vento 90°	-0.0	0.0	0.1	0.0	0.3	-0.0

Anexo F - Estimativa de Custos

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

ITEM	CÓDIGO	BANCO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO (S/ BDI)	PREÇO UNITÁRIO (C/ BDI)	PREÇO TOTAL (COM BDI)
1.0 - Administração Local da obra								
1.1	7119788	SICRO3	Administração local do Estaleiro Padrão	MÊS	36,00	R\$ 224.406,73	R\$ 276.401,77	R\$ 9.950.463,72
2.0 - Serviços preliminares								
2.1	08.01.120	CPOS	Escoramento com estacas pranchas metálicas	M2	6.400,00	R\$ 186,01	R\$ 229,11	R\$ 1.466.304,00
2.2	101256	SINAPI	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, EM OBRAS DE EDIFICAÇÃO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8 M³ / 111HP), FROTA DE 5 CAMINHÕES BASCULANTES DE 10 M³, DMT DE 1,5 KM E VELOCIDADE MÉDIA 18KM/H. AF_05/2020	M3	57.600,00	R\$ 13,60	R\$ 16,75	R\$ 964.800,00
3.0 - Superestrutura								
3.1	36001	SIURB	FORNECIMENTO E MONTAGEM DE ESTRUTURA METÁLICA VERTICAL	KG	8.127.760,80	R\$ 20,41	R\$ 25,14	R\$ 204.331.906,51
3.2	170259	SBC	PAINEL STEEL DECK MBP-SD-50/915 ESPESSURA 1,25MM 500 KG/M2	M2	143.616,00	R\$ 164,62	R\$ 202,76	R\$ 29.119.580,16
4.0 - Proteção passiva contra incêndio								
4.1	16.48.040	FDE	ARGAMASSA PROJETADA P/ REVESTIMENTO CONTRA FOGO EM ESTR. METÁLICA - FORNECIMENTO E APLICAÇÃO	M2	113.088,00	R\$ 87,00	R\$ 107,16	R\$ 12.118.510,08
TOTAL:								R\$ 257.951.564,47

LEVANTAMENTO DE INSUMOS

Descrição	Quantidade de pavimentos	Comprimento (m)	Área de Pintura (m ²)	Área de Pintura total(m ²)	Peso (kg)	Peso total (kg)
Vigamento						
Vigas de aço em perfis diversos (Pavimentos de escritórios, área comum, reuniões e pavimentos técnicos) - 1 Pavimento	37,00	1.017,00	1.607,90	59.492,30	120.325,00	4.452.025,00
Vigas de aço em perfis diversos (Pavimentos residenciais) - 1 Pavimento	11,00	1.017,00	1.597,00	17.567,00	113.074,00	1.243.814,00
Vigas de aço em perfis diversos (Subsolo) - 1 Pavimento	2,00	4.880,20	5.991,80	11.983,60	250.751,00	501.502,00
Vigas treliçadas						
Vigas de aço em perfis diversos - Total	12,00	322,40	342,50	4.110,00	11.620,50	139.446,00
Contraventamento						
Contraventamento em Tubo circular - 1 Pavimento (Média)	49,00	732,13	221,19	10.838,20	14.229,86	697.263,00
Pilares						
Pilares em Tubo circular - 1 pavimento da torre (Média)	49,00	106,90	169,30	8.295,70	19.640,00	962.360,00
Pilares em Tubo circular - 1 pavimento do embasamento (Média)	3,00	528,00	884,40	2.653,20	43.783,60	131.350,80

COMPOSIÇÃO DO BDI - BENEFÍCIOS E DESPESAS INDIRETAS

LOCAL: SÃO PAULO

TAXA REPRESENTATIVA DO LUCRO	
1. Lucro estimado (L)	4,00%
PARCELAS RELATIVAS A DESPESAS DE RATEIO DA ADMINISTRAÇÃO CENTRAL	
1. Administração Central (AC)	3,05%
PARCELAS RELATIVAS ÀS DESPESAS FINANCEIRAS	
1. Despesas Financeiras (DF)	1,23%
PARCELAS RELATIVAS A SEGUROS, RISCOS E GARANTIAS DE OBRA	
1. Seguros (S)	0,40%
2. Garantias (G)	0,40%
3. Riscos (R)	1,27%
Subtotal Seguros + Riscos + Garantias	2,07%
PARCELAS RELATIVAS À INCIDÊNCIA DE TRIBUTOS	
1. Imposto Sobre Serviços – ISS	2,00%
2. Impostos que incidem sobre o faturamento – PIS	0,65%
3. Impostos que incidem sobre o faturamento – COFINS	3,00%
4. Contribuição previdenciária	4,50%
Subtotal Tributos (T)	5,65%

Considerando os percentuais acima e aplicando-se a fórmula abaixo, tem-se

$$\text{BDI} = \frac{(1 + (\text{AC} + \text{R} + \text{S} + \text{G})) (1 + \text{DF}) (1 + \text{L})}{(1 - \text{T})} - 1$$

Onde:

- AC: taxa de administração central;
- S: taxa de seguros;
- R: taxa de riscos;
- G: taxa de garantias;
- DF: taxa de despesas financeiras.
- L: taxa de lucro/remuneração;
- T: taxa de incidência de tributos;

BDI adotado na proposta	23,17%
Conforme (Acórdão TCU-Plenário nº 2622/2013) para obras públicas	

ENCARGOS SOCIAIS SOBRE A MÃO DE OBRA
VIGÊNCIA A PARTIR DE 10/2020 - SÃO PAULO

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	COM DESONERAÇÃO	
		HORISTA %	MENSALISTA %
GRUPO A			
A1	INSS	0,00%	0,00%
A2	SESI	1,50%	1,50%
A3	SENAI	1,00%	1,00%
A4	INCRA	0,20%	0,20%
A5	SEBRAE	0,60%	0,60%
A6	Salário Educação	2,50%	2,50%
A7	Seguro Contra Acidentes de Trabalho	3,00%	3,00%
A8	FGTS	8,00%	8,00%
A9	SECONCI	1,00%	1,00%
A	Total	17,80%	17,80%
GRUPO B			
B1	Repouso Semanal Remunerado	17,97%	Não incide
B2	Feridos	4,69%	Não incide
B3	Auxílio - Enfermidade	0,87%	0,67%
B4	13º Salário	10,82%	8,33%
B5	Licença Paternidade	0,07%	0,06%
B6	Faltas Justificadas	0,72%	0,56%
B7	Dias de Chuvas	1,31%	Não incide
B8	Auxílio Acidente de Trabalho	0,11%	0,08%
B9	Férias Gozadas	7,99%	6,15%
B10	Salário Maternidade	0,03%	0,03%
B	Total	44,58%	15,88%
GRUPO C			
C1	Aviso Prévio Indenizado	4,73%	3,64%
C2	Aviso Prévio Trabalhado	0,11%	0,09%
C3	Férias Indenizadas	5,31%	4,09%
C4	Depósito Rescisão Sem Justa Causa	3,73%	2,87%
C5	Indenização Adicional	0,40%	0,31%
C	Total	14,28%	11,00%
GRUPO D			
D1	Reincidência de Grupo A sobre Grupo B	7,94%	2,83%
D2	Reincidência de Grupo A sobre Aviso Prévio Trabalhado e Reincidência do FGTS sobre Aviso Prévio Indenizado	0,40%	0,31%
D	Total	8,34%	3,14%
TOTAL(A+B+C+D)		85,00%	47,82%