

PRONTO ATENDIMENTO MUNICIPAL
PROJETO PADRÃO

MEMORIAL DE CÁLCULO

PROJETO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES

ABRIL / 2022
VERSÃO R02



MEP Arquitetura e Planejamento Ltda. – EPP

CNPJ: 06.164.906/0001-28

Rua Milton Gavetti, 369 – Jd. Universitário

CEP: 86.050-720 – Londrina / PR

Fone: (43) 3328-1020

mep@meparquitetura.arq.br

www.meparquitetura.arq.br

ASSUNTO:	MEMORIAL DE CÁLCULO	
	PROJETO DE ESTRUTURAS E FUNDAÇÕES	
OBRA:	PRONTO ATENDIMENTO MUNICIPAL	
LOCAL:	DIVERSOS	
PROPRIETÁRIO:	DIVERSOS MUNICÍPIOS	DIVERSOS MUNICÍPIOS

<p>QUADROS DE ÁREAS:</p> <hr/> <p>ÁREA DO TERRENO 2,400,00 m²</p> <hr/> <p>PAVIMENTO TÉRREO</p> <p>ÁREA A CONSTRUIR 727,95m²</p> <p>SUBTOTAL 727,95m²</p> <hr/> <p>ANEXOS</p> <p>CENTRAL DE RESÍDUOS 8,15 m²</p> <p>CENTRAL DE GASES 12,70 m²</p> <p>CENTRAL DE VÁCUO CLÍNICO 3,78 m²</p> <p>SUBTOTAL 24,63 m²</p> <hr/> <p>MARQUISES 60,31 m²</p> <hr/> <p>ÁREA TOTAL CONSTRUIDA 812,89 m²</p>	<p>PROPRIETÁRIO: SECRETARIA DO ESTADO DA SAÚDE - SESA</p> <hr/> <p>PROPRIETÁRIO: MUNICÍPIO</p> <hr/> <p><i>Thiago F.S. Xavier</i></p> <hr/> <p>AUTOR DO MEMORIAL: Thiago Fernando Segs Xavier Engenheiro Civil – CREA: 105125/D MEP – ARQUITETURA E PLANEJAMENTO LTDA CNPJ: 06.164.906/0001-28</p> <hr/> <p>RESPONSÁVEL TÉCNICO LEGAL: A DEFINIR PELO MUNICÍPIOS</p> <hr/> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">ESCALA: INDICADA</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">DATA: ABRIL / 2022</td> </tr> </table> <hr/> <p>TEXTO: MEP ARQUITETURA E PLANEJAMENTO VERSÃO R02</p>	ESCALA: INDICADA	DATA: ABRIL / 2022
ESCALA: INDICADA	DATA: ABRIL / 2022		

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	4
ACRÔNIMOS E ABREVIACÕES.....	7
1 INTRODUÇÃO	7
2 BASES DE REFERÊNCIA DO DOCUMENTO.....	8
2.1 Referências Técnicas	8
3 PREMISSAS DE CÁLCULO	10
3.1 Parâmetros Gerais.....	10
3.1.1 Sistema de Unidades.....	10
3.1.2 Modelagem Matemática.....	10
3.1.3 Materiais	10
3.2 Condições Ambientais	11
3.2.1 Temperatura e Retração	11
3.2.2 Ventos	11
3.2.3 Condições Sísmicas	13
3.3 Durabilidade	14
3.3.1 Classe de Agressividade Ambiental	14
3.3.2 Características do Concreto.....	14
3.3.3 Cobrimentos Mínimos	15
3.4 Carregamentos.....	16
3.4.1 Peso próprio	16
3.4.2 Sobrecargas acidentais.....	16
3.4.3 Cargas Permanentes	19
3.4.4 Equipamentos Especiais.....	21
3.4.5 Cargas Decorrentes do Processo Construtivo	21
3.5 Combinações e Fatores Parciais	22
3.6 Critérios de Modelagem Estrutural.....	24
3.7 Cálculo de Fundação	24
3.7.1 Caso de Fundação Profunda	24
3.7.2 Coeficiente de Segurança Global de Fundações	25
3.8 Exigências de Incêndio	25
4 MODELOS ESTRUTURAIS	27
4.1 Estrutura de Concreto Armado	27
5 FUNDAÇÕES.....	32
5.1 Tabela de Carga dos pilares e respectivas cargas máximas nas estacas.....	32

5.2	Cálculo das armaduras dos fustes das estacas	37
5.2.1	Armaduras Longitudinais	37
5.3	Blocos de fundação	38
6	ESFORÇOS ATUANTES	41
6.1	Análise Global da Estrutura	41
6.2	Prédio Principal.....	41
6.2.1	Flexão em Lajes	41
6.2.2	Flexão em Vigas	42
6.2.3	Força Normal em Pilares	43
6.3	Anexos	44
6.3.1	Central de Resíduos	44
6.3.2	Central de Gases	45
6.3.3	Central de Vácuo Clínico	46
7	DIMENSIONAMENTO	47
7.1	Prédio Principal.....	47
7.1.1	Vigas.....	47
7.1.2	Pilares.....	51
8	CONCLUSÃO	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Isopletas de velocidade básica do vento	11
Figura 2: Ábaco Coeficiente de Arrasto	12
Figura 3: Mapeamento de Aceleração Sísmica	13
Figura 4: Classes de Agressividade	14
Figura 5: Características do Concreto Armado	15
Figura 6: Cobrimento x Classe de Agressividade	15
Figura 7: Cargas gerais acidentais - Área Hospitalar	17
Figura 8: Cargas gerais acidentais – Coberturas em geral (sem estrutura metálica e telha inclinada) - (kN/m ²)	18
Figura 9: Cargas gerais acidentais – Coberturas com estrutura metálica e telha	18
Figura 10: Cargas gerais – Paredes em alvenaria	19
Figura 11: Cargas Permanentes Gerais dos pavimentos	20
Figura 12: Cargas Permanentes Gerais de cobertura	21
Figura 13: Parâmetros e Combinações	22
Figura 14: AOKI-VELLOSO (parâmetros)	24
Figura 15– Parâmetros Decóurt Quaresma	25
Figura 16: Coeficientes de Segurança	25
Figura 17: Exigências para edificações do grupo H-3	25
Figura 18: Vista tridimensional do modelo – Prédio Principal	29
Figura 19: Vista tridimensional – Central de Resíduos	30
Figura 20: Vista tridimensional do modelo – Central de Gases	30
Figura 21: Vista tridimensional – Central de Vácuo Clínico	31
Figura 22: Tabela de cargas – Prédio Principal	33
Figura 23: Tabela de cargas – Central de Resíduos	35
Figura 24: Tabela de cargas – Central de Gases	36
Figura 25: Tabela de cargas – Central de Vácuo Clínico	36
Figura 26: Armadura mínima de estacas	37
Figura 27: Cálculo dos blocos do Prédio Principal – Blocos de 1 Estaca sem Pilar (8X) ..	38
Figura 28: Cálculo dos blocos do Prédio Principal – Blocos de 1 Estaca com Pilar (55X)	38
Figura 29: Cálculo dos blocos do Prédio Principal – Blocos de 2 Estacas com Pilar (11X)	39
.....	39
Figura 30: Cálculo dos blocos do Prédio Principal – Blocos de 3 Estacas com Pilar (3X)	39
Figura 31: Cálculo dos blocos dos Anexos	40

Figura 32: Momento fletor nas lajes da Cobertura	41
Figura 33: Momento fletor em vigas	42
Figura 34: Força Normal em pilares	43
Figura 35: Diagramas de momento fletor nas vigas - Central de Resíduos (tfm).	44
Figura 36: Esforços axiais nos pilares - Central de Resíduos (tfm).....	44
Figura 37: Diagramas de momento fletor nas vigas - Central de Gases (tfm).....	45
Figura 38: Esforços axiais nos pilares - Central de Gases (tfm).	45
Figura 39: Diagramas de momento fletor nas vigas - Central de Vácuo Clínico (tfm).	46
Figura 40: Esforços axiais nos pilares - Central de Vácuo Clínico (tfm).....	46

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Coeficiente de não linearidade física.	28
Tabela 2: Resumo de dimensionamento de vigas - Pav. Térreo.....	47
Tabela 3: Resumo de dimensionamento de vigas - Primeiro Pav.....	49
Tabela 4: Resumo de dimensionamento de vigas - Platibanda	50
Tabela 5: Tabela de dimensionamento de vigas – Caixa d'água	50
Tabela 6: Resumo de dimensionamento de pilares	51

ACRÔNIMOS E ABREVIATÓES

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira

1 INTRODUÇÃO

O presente documento refere-se ao memorial de cálculo do projeto para PAM - Pronto Atendimento Municipal que serão destinadas através de convenio entre a SESA/PR e alguns Municípios do Paraná. Este memorial tem como objetivo descrever o projeto padrão das estruturas de concreto. Em relação à localização e fundações, estas serão determinadas conforme dados e implantação de cada município.

2 BASES DE REFERÊNCIA DO DOCUMENTO

2.1 Referências Técnicas

Considera-se como referências técnicas para a elaboração os seguintes documentos, sendo todas as normas citadas nas versões mais atuais:

Normas:

- NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento;
- NBR 6122 – Projeto e Execução de Fundações;
- NBR 6123 – Forças Devido ao Vento em Edificações;
- NBR 8681 – Ações e Segurança nas Estruturas;
- NBR 8800 – Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios;
- NBR 6120 – Ações para o cálculo de estruturas de edificações;
- NBR 15421 – Projeto de estruturas resistentes a sismos – Procedimento;
- NBR 15200 – Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio.
- NBR 14762 - Dimensionamento de estrutura de aço constituída por perfis formado a frio;

Referências Bibliográficas:

- Hormigón Armado, por P.J. Montoya, A.G. Meseguer, F.M. Cabré;
- Construções de Concreto, por F. Leonhardt e E. Monninig;
- VELLOSO, Dirceu de Alencar. Fundações, Volume 1. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011;
- VELLOSO, Dirceu de Alencar. Fundações, Volume 2. Nova ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010;
- GUIDICINI, Guido. Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação. 2 ed. São Paulo: Editora Blucher, 1983;
- CINTRA, José Carlos. Fundações por Estacas. Nova ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010;
- VARGAS, Milton. Introdução à Mecânica dos Solos. Nova ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1977;

- CAPUTO, Homero Pinto. Mecânica dos Solos e suas Aplicações. 5 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1974.
- Estrutura de aço: Dimensionamento de perfis formados a frio por Carlos Eduardo Javaroni.
- Edifícios estruturais em aço, Projeto e cálculo por Ildony H. Bellei.

3 PREMISSAS DE CÁLCULO

A concepção da estrutura de concreto armado se deu de acordo com os parâmetros delimitados na norma brasileira NBR 6118, as fundações seguiram os conceitos descritos na NBR 6122.

3.1 Parâmetros Gerais

3.1.1 Sistema de Unidades

Todos os valores apresentados estão em:

- Forças: kN ou tf;
- Comprimentos: m ou cm;
- Temperatura: °C;

Exceto onde expressamente indicado ou em situações em que há unidades consagradas pela prática.

3.1.2 Modelagem Matemática

Os modelos estruturais foram elaborados no seguinte software:

- a) TQS v22: Elaboração do projeto para estruturas de concreto armado;

3.1.3 Materiais

- a) CONCRETO C-30 (GERAL E ESTACAS)

Resistência característica (f_{ck}) maior ou igual a 30 MPa aos 28 dias. O Módulo de elasticidade de Young (E) do material é calculado de acordo com a relação dada na NBR 6118:

- Concretos de classe até C50:

$$E_{ci} = \alpha_E * 5600 * \sqrt{f_{ck}}$$

O parâmetro α_E é definido em relação ao tipo de agregado e pode variar entre 0,7 e 1,2.

- a) AÇO PARA CONCRETO ARMADO:

Aço CA-50: Tensão de escoamento (f_y) de 500 MPa, nervurado e com características que permitam seu uso em conjunto com o concreto, em bitolas de Ø6,3 mm ou superiores;

Aço CA-60: Tensão de escoamento (f_y) de 600 MPa, sem nervuras, em bitolas de Ø5 mm ou inferiores.

3.2 Condições Ambientais

3.2.1 Temperatura e Retração

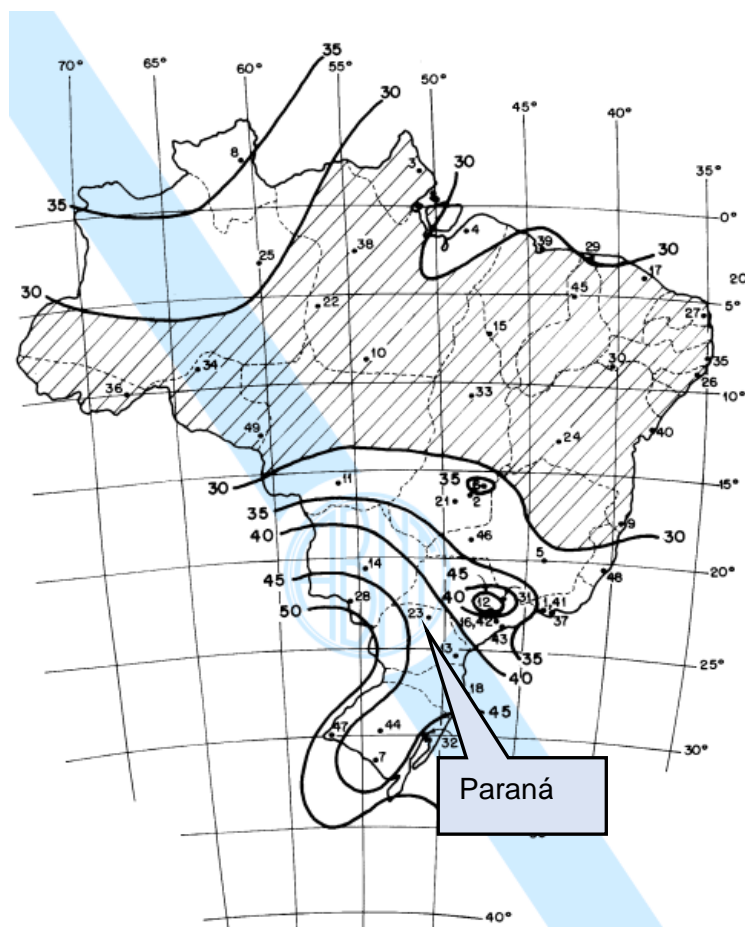
Foi considerada uma variação térmica de $\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ para os efeitos de temperatura e de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ para o fenômeno de retração onde for justificável a análise no projeto.

3.2.2 Ventos

As cargas de vento seguiram a NBR 6123, a partir da qual os seguintes parâmetros serão adotados:

- Velocidade básica (Paraná): para o cálculo das cargas do vento, utilizou-se o pior caso da região (Foz do Iguaçu), sendo assim, $V_0 = 50\text{ m/s}$ (ver mapa de isopletras a seguir).

Figura 1: Isopletras de velocidade básica do vento



Fonte: NBR 6123

- Fator topográfico - $S1 = 1,0$
- Rugosidade do terreno, dimensões da edificação e altura sobre o terreno - $S2$:
 - Categoria III;
 - Classe C;
 - $Z \approx 7m$.

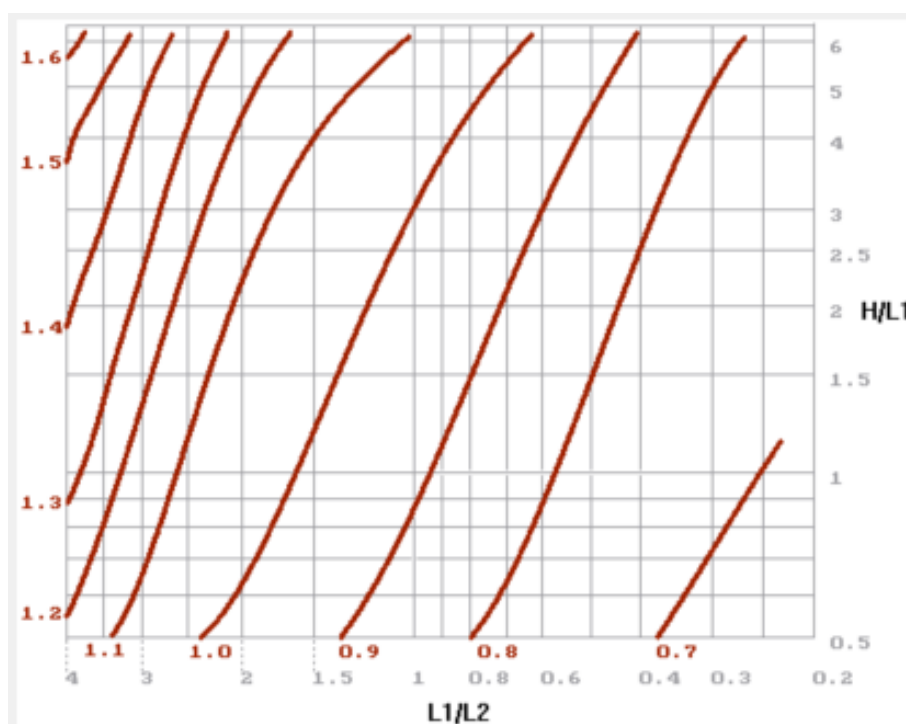
Portanto, $S2 = 0,85$.

- Fator estatístico - $S3: 1,1$

Portanto: $V_k = 1,0 \times 0,95 \times 1,1 \times 50 = 46,6 \text{ m/s}$.

Os coeficientes de arrasto serão calculados de acordo com o Ábaco a seguir, definido para ventos de alta turbulência:

Figura 2: Ábaco Coeficiente de Arrasto



Fonte: NBR 6123

Onde:

H = Altura da Edificação (m);

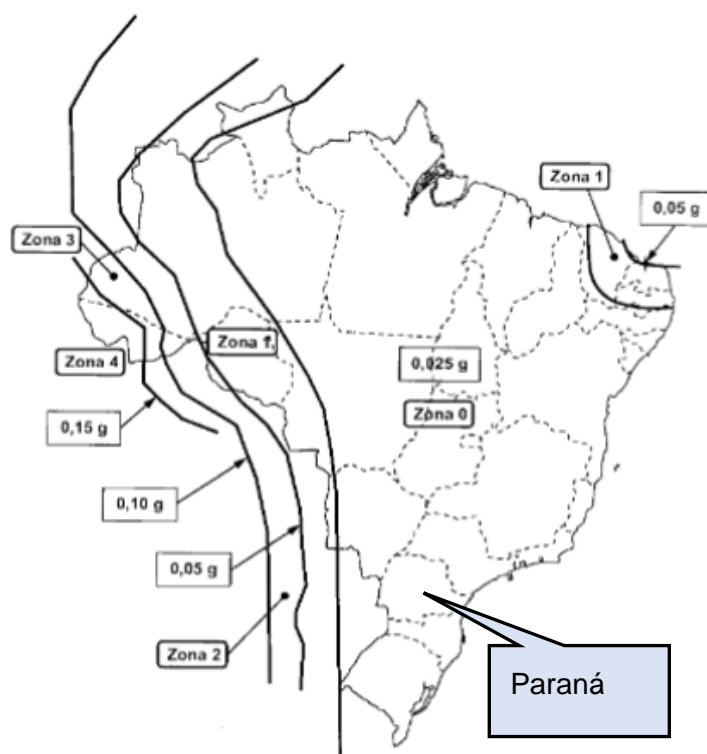
$L1$ e $L2$: Comprimento/largura (Lados da edificação - m).

3.2.3 Condições Sísmicas

De acordo com a NBR 15421, item 7.3.1 é descrito que: (...) “7.3.1 Requisitos de análise para categoria sísmica A (...) Para as estruturas localizadas na zona sísmica 0, nenhum requisito de resistência sísmica é exigido.” (...)

No mapeamento de aceleração sísmica (Figura 3) fica claro que as cidades do Paraná se enquadram na zona 0, que está dentro da categoria sísmica A, ou seja, não há necessidade de avaliação sísmica.

Figura 3: Mapeamento de Aceleração Sísmica



Fonte: NBR 15421

3.3 Durabilidade

3.3.1 Classe de Agressividade Ambiental

Considerando-se as recomendações e indicações da norma 6118 vigente, verifica-se que as estruturas de concreto armado em questão se encontram inseridas na classe de agressividade ambiental descrita como CAA II (Urbana).

Figura 4: Classes de Agressividade

Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Fonte: NBR 6118

3.3.2 Características do Concreto

Uma vez que a estrutura de concreto armado foi classificada na classe de agressividade II, utilizando a tabela 7.1, da NBR 6118, entende-se que o concreto armado em geral deverá ter as seguintes características mínimas:

- Relação água/cimento (concreto armado CA): $\leq 0,60$;
- Classe do concreto (NBR 8953): $\geq C25$ (25MPa) → **Adotado 30MPa**;

A tabela a seguir apresenta a relação entre a classe de agressividade e as características do concreto.

Figura 5: Características do Concreto Armado

Tabela 7.1 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto ^a	Tipo ^{b, c}	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.
^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.
^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Fonte: NBR 6118

3.3.3 Cobrimentos Mínimos

A tabela 7.2 da NBR 6118 indica os cobrimentos mínimos para tolerância de execução (Δc) de 10mm.

Figura 6: Cobrimento x Classe de Agressividade

Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para $\Delta c = 10$ mm

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50

Fonte: NBR 6118

Entretanto, o item 7.4.7.4 da NBR6118 diz que “ (...) Quando houver um controle adequado de qualidade e limites rígidos de tolerância da variabilidade das medidas durante a execução, pode ser adotado o valor $\Delta c = 5$ mm, mas a exigência de controle rigoroso deve ser explicitada nos desenhos de projeto. Permite-se, então, a redução dos cobrimentos nominais, prescritos na Tabela 7.2, em 5 mm (...).

No presente projeto foi informado nos desenhos de formas a necessidade de controle rigoroso de tolerância da variabilidade das medidas. Desta forma, tem-se os seguintes cobrimentos a serem utilizados no projeto:

a) Concreto Armado:

Laje: $25\text{mm} - 5\text{mm} = 20\text{mm}$

Viga/Pilar: $30\text{mm} - 5\text{mm} = 25\text{mm}$

Para estaca escavada adotou-se 4,0cm.

3.4 Carregamentos

A seguir serão apresentados os carregamentos que foram considerados no projeto:

3.4.1 Peso próprio

Será adotado o peso específico de 25 kN/m^3 para o concreto armado e de $78,5 \text{ kN/m}^3$ para o aço.

3.4.2 Sobrecargas acidentais

As seguintes sobrecargas, quando aplicável, foram adotadas de acordo com a utilização de cada ambiente:

a) Área hospitalar:

Figura 7: Cargas gerais acidentais - Área Hospitalar

Local		Carga uniformemente distribuída kN/m ²	Carga concentrada kN
Hospitais As cargas devem ser validadas caso a caso, porém com os valores mínimos indicados nesta Tabela.	Dormitórios, enfermaria, sala de recuperação, sanitários	2	—
	Sala de raios X, sala de cirurgia	3 ^a	—
	Laboratório	3 ^a	—
	Corredores	3	—
	Sala de refeições, café, restaurante	3 ^a	—
	Depósitos	20 kN/m ² até 3 m de altura de estoque + 5 kN/m ² por metro de altura de estoque excedente ^{a,p}	—
	Salas administrativas	2,5	—
Áreas técnicas (ver item nesta Tabela)			
Escadas e passarelas ^t	Hospitais	3	—
	Residenciais, hotéis (dentro de unidades autônomas)	2,5	—
	Residenciais, hotéis (uso comum)	3	—
	Edifícios comerciais, clubes, escritórios, bibliotecas	3	—
	Centros de exposição	5	—
	Centros de convenções e locais de reunião de pessoas, teatros, igrejas	5	—
	Escolas	3	—
	Cinemas, centros comerciais, <i>shopping centers</i>	4	—
	Servindo arquibancadas	5	—
	Com acesso público	3	—
	Sem acesso público	2,5	—
Vestíbulos (acessos) ^a	Sem acesso público	1,5	—
	Com acesso público	3	—
	Residenciais, hotéis, hospitais (uso comum)	3	—
	Edifícios comerciais, clubes, escritórios, escolas, bibliotecas	3	—
	Centros de convenções e locais de reunião de pessoas, teatros, igrejas	5	—
	Cinemas, centros comerciais, <i>shopping centers</i>	5	—
	Servindo arquibancadas	5	—

Balcões, sacadas, varandas e terraços i,j	Residencial	2,5	–
	Comercial, corporativos e escritórios	3	–
	Com acesso público (hotéis, hospitais, escolas, teatros etc.)	4	–

Fonte: NBR 6120

b) Cobertura em geral:

As sobrecargas das coberturas sobre pavimentos de concreto armado estão, quando aplicável, apresentadas a seguir:

Figura 8: Cargas gerais acidentais – Coberturas em geral (sem estrutura metálica e telha inclinada) - (kN/m²)

Coberturas a,g,n,o Cargas para estruturas de concreto armado, mistas de aço e concreto e alvenaria estrutural. Outras coberturas: ver 6.4	Com acesso apenas para manutenção ou inspeção	1	g
	Com placas de aquecimento solar ou fotovoltaicas	1,5	g
	Outros usos: conforme o item pertinente desta Tabela.		

Fonte: NBR 6120.

Figura 9: Cargas gerais acidentais – Coberturas com estrutura metálica e telha

As demais coberturas devem ser projetadas para suportar uma carga variável uniformemente distribuída conforme a expressão a seguir:

$$q = 0,50 \times \alpha \quad \text{onde} \quad 0,25 \text{ kN/m}^2 \leq q \leq 0,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\alpha = \begin{cases} 1,0 & 1\% < i \leq 2\% \\ 2,0 - 0,5 \times i & 2\% < i < 3\% \\ 0,5 & i \geq 3\% \end{cases}$$

onde

i é a inclinação da cobertura, medida entre a cumeeira e a extremidade mais baixa, expressa em porcentagem (%);

Fonte: NBR 6120

3.4.3 Cargas Permanentes

a) Paredes em alvenaria (blocos cerâmicos vazados)

As cargas provenientes das paredes em alvenaria foram consideradas com revestimento de 2cm, de acordo com a tabela a seguir:

Figura 10: Cargas gerais – Paredes em alvenaria

Alvenaria	Espessura nominal do elemento cm	Peso - Espessura de revestimento por face kN/m ²		
		0 cm	1 cm	2 cm
Bloco cerâmico vazado (Furo horizontal - ABNT NBR 15270-1)	9	0,7	1,1	1,6
	11,5	0,9	1,3	1,7
	14	1,1	1,5	1,9
	19	1,4	1,8	2,3

Fonte: NBR 6120

b) Paredes em *drywall*:

Para as paredes em dry-wall não se considerou a carga linear posicionada de acordo com a arquitetura. Visto que é possível a alteração de *layout* e mudança de posição deste tipo de parede ao longo do período de utilização do edifício, adotou-se um acréscimo de 70 kgf/m² de carga distribuída em área sobre as lajes, para compreender os esforços proveniente deste tipo de parede.

c) Cargas permanentes gerais dos pavimentos:

Para as cargas permanentes gerais dos pavimentos, quando aplicável, foi considerado 130kgf/m², cuja composição é a seguinte:

Carga permanente distribuída: 100kgf/m² (regularização + revestimento) + 30kgf/m² (forro + instalações).

A parcela de 100 kgf/m² foi extraída da NBR6120, a seguir:

Figura 11: Cargas Permanentes Gerais dos pavimentos

Material	Espessura cm	Peso kN/m ²
Impermeabilização com manta asfáltica simples (apenas manta com 15 % de sobreposição e pintura asfáltica, sem camada de regularização nem proteção mecânica)	0,3	0,08
	0,4	0,10
	0,5	0,11
Piso elevado interno com placas de aço, sem revestimento (até 30 cm de altura)	–	0,5
Piso elevado interno com placas de polipropileno, sem revestimento (até 30 cm de altura)	–	0,15
Revestimentos de pisos de edifícios residenciais e comerciais ($\gamma_{ap-m} = 20 \text{ kN/m}^3$)	5	1,0
	7	1,4
Revestimentos de pisos de edifícios industriais ($\gamma_{ap-m} = 34 \text{ kN/m}^3$)	5	1,7
	7	2,4
Impermeabilizações em coberturas com manta asfáltica e proteção mecânica, sem revestimento ($\gamma_{ap-m} = 18 \text{ kN/m}^3$)	10	1,8
	15	2,7
NOTA Calcular caso a caso, considerando a espessura dos componentes do revestimento de pisos e seus respectivos pesos específicos. Na falta de informações mais precisas, podem ser considerados os pesos específicos médios indicados.		

Fonte: NBR 6120

d) Cargas permanentes de cobertura:

As cargas permanentes de cobertura serão consideradas de acordo com tabela a seguir, somado a 30 kgf/m² (forro + instalações):

Figura 12: Cargas Permanentes Gerais de cobertura

Coberturas com telhas:

Composição	Peso na superfície horizontal kN/m ²
Com telhas cerâmicas em geral (exceto tipo germânica e colonial) e estrutura de madeira com inclinação $\leq 40\%$	0,7
Com telhas cerâmicas (tipo germânica e colonial) e estrutura de madeira com inclinação $\leq 40\%$.	0,85
Com telhas de fibrocimento onduladas (com espessura até 5 mm) e estrutura de madeira	0,4
Com telhas de alumínio (com espessura até 0,8 mm) e estrutura metálica de aço	0,3
Com telhas de alumínio (com espessura até 0,8 mm) e estrutura metálica de alumínio	0,2
Com telhas de fibrocimento tipo canaleta (com espessura 8 mm) e estrutura de madeira	0,35
NOTA: Peso por metro quadrado de telhado, na superfície horizontal, incluindo a estrutura de suporte (tesouras, terças, caibros e ripas).	

Coberturas com impermeabilização:

Material	Espessura cm	Peso kN/m ²
Impermeabilizações em coberturas com manta asfáltica e proteção mecânica, sem revestimento ($\gamma_{ap-m} = 18 \text{ kN/m}^3$)	10	1,8
	15	2,7

Fonte: NBR 6120

3.4.4 Equipamentos Especiais

Cargas provenientes de equipamentos especiais foram avaliados caso-a-caso, a depender do projeto das demais disciplinas envolvidas.

3.4.5 Cargas Decorrentes do Processo Construtivo

Cargas provenientes do processo construtivo, quando aplicável, foram avaliadas no projeto.

3.5 Combinações e Fatores Parciais

As combinações seguiram o preconizado na NBR 6118, cujos parâmetros estão descritos a seguir:

Figura 13: Parâmetros e Combinações

Peso Próprio

Gama F - ponderador de ações

1.4

☐ Ponderador favorável

1

Esforços de 2ª ordem

Gama F3 - parcela de desvios

1.1

Cargas Permanentes

Gama F - ponderador de ações

1.4

☐ Ponderador favorável

1

Ponderadores e redutores de sobrecargas

Ponderadores ELU

Gama F - ponderador de ações

1.4

☐ Ponderador favorável

1

Fatores de redução ELU e ELS

ELU	ELS-Fr	ELS-QP
Psi0 0.7	Psi1 0.6	Psi2 0.4

Cargas acidentais de edifícios

☐ Valores definidos

Locais em que não há predominância de pesos de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas

☐ Locais em que há predominância de pesos de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevadas concentrações de pessoas
☐ Bibliotecas, arquivos, oficinas e garagens.

Ponderadores e redutores de vento

Ponderadores ELU

Gama F - ponderador de ações

1.4

☐ Ponderador favorável

1

Fatores de redução ELU e ELS

ELU	ELS-Fr	ELS-QP
Psi0 0.6	Psi1 0.3	Psi2 0

Casos de carregamento simples

Sufixo "_R" Carga acidental reduzida
Sufixo "_V" Vigas de transição c/inércia normal
Sufixo "_E" Engastado, com caso correspondente articulado

Num	Prefixo	Título
1	TODAS	Todas permanentes e acidentais dos pavimentos
2	PP	Peso Próprio
3	PERM	Cargas permanentes
4	ACID	Cargas acidentais
5	VENT1	Vento (1) 90°
6	VENT2	Vento (2) 270°
7	VENT3	Vento (3) 0°
8	VENT4	Vento (4) 180°
9	TODAS_V	Todas permanentes e acidentais dos pavimentos - VTN
10	PP_V	Peso Próprio - VTN
11	PERM_V	Cargas permanentes - VTN
12	ACID_V	Cargas acidentais - VTN

Num	AC	VT	Título
13			ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID
14			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT1
15			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT2
16			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT3
17			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT4
18			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.7ACID+VENT1
19			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.7ACID+VENT2
20			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.7ACID+VENT3
21			ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.7ACID+VENT4
22			FOGO/PERMVAR/PP+PERM+0.4ACID
23			ELS/CFREQ/PP+PERM+0.6ACID
24			ELS/CFREQ/PP+PERM+0.4ACID+0.3VENT1
25			ELS/CFREQ/PP+PERM+0.4ACID+0.3VENT2
26			ELS/CFREQ/PP+PERM+0.4ACID+0.3VENT3
27			ELS/CFREQ/PP+PERM+0.4ACID+0.3VENT4
28			ELS/CQPERM/PP+PERM+0.4ACID
29			COMBFLU/COMBFLU/PP+PERM+0.4ACID
30	X		ELU1/PERMACID/PP_V+PERM_V+ACID_V
31	X		ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+ACID_V+0.6VENT1
32	X		ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+ACID_V+0.6VENT2
33	X		ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+ACID_V+0.6VENT3
34	X		ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+ACID_V+0.6VENT4
35	X		ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+0.7ACID_V+VENT1
36	X		ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+0.7ACID_V+VENT2
37	X		ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+0.7ACID_V+VENT3
38	X		ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+0.7ACID_V+VENT4
39	X		FOGO/PERMVAR/PP_V+PERM_V+0.4ACID_V
40	X		ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+0.6ACID_V
41	X		ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+0.4ACID_V+0.3VENT1
42	X		ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+0.4ACID_V+0.3VENT2
43	X		ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+0.4ACID_V+0.3VENT3
44	X		ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+0.4ACID_V+0.3VENT4
45	X		ELS/CQPERM/PP_V+PERM_V+0.4ACID_V
46	X		COMBFLU/COMBFLU/PP_V+PERM_V+0.4ACID_V

Fonte: Do Autor

3.6 Critérios de Modelagem Estrutural

Os seguintes critérios foram seguidos na modelagem do TQS:

- Flexibilização das ligações viga/pilar: Sim;
- Modelo enrijecido para viga de transição: Sim;
- Método de análise de 2ª Ordem global: P-Delta;
- Plastificação do momento negativo e redistribuição de esforços: Sim. Redistribuído conforme critérios da norma 6118, limitado a 10%.

3.7 Cálculo de Fundação

O cálculo das fundações foi para o tipo profunda e seguiu a teoria indicada a seguir:

3.7.1 Caso de Fundação Profunda

Para o cálculo das cargas admissíveis das fundações profundas adotou-se o método de AOKI-VELLOSO, cujos parâmetros de cálculo são apresentados a seguir:

Figura 14: AOKI-VELLOSO (parâmetros)

MÉTODO AOKI VELLOSO (1975)				
Coeficiente K e razão de atrito α			Fatores de correção F ₁ e F ₂	
Solo	K (MPa)	α (%)	Tipo de estaca	F ₁ F ₂
Areia	1.00	1.4	Franki	2.50 5.00
Areia siltosa	0.80	2.0	Metálica	1.75 3.50
Areia siltoargilosa	0.70	2.4	Pré-moldada	1+D/0,80 2 F ₁
Areia argilosa	0.60	3.0	Escavada	3.00 6.00
Areia argilossiltosa	0.50	2.8	Raiz, Hélice Contínua, Ômega	2.00 4.00
Silte	0.40	3.0	Fonte: AOKI N., CINTRA J. C. (2010)	
Silte arenoso	0.55	2.2		
Silte arenoargiloso	0.45	2.8		
Silte argiloso	0.23	3.4		
Silte argiloarenoso	0.25	3.0		
Argila	0.20	6.0		
Argila arenosa	0.35	2.4		
Argila arenossiltosa	0.30	2.8		
Argila siltosa	0.22	4.0		
Argila siltoarenosa	0.33	3.0		
Fonte: AOKI N., CINTRA J. C. (2010)				

Fonte: Do autor

Também se fez a verificação pelo método de DÉCOURT-QUARESMA, cujos parâmetros estão apresentados a seguir:

Figura 15– Parâmetros Decóurt Quaresma

MÉTODO DECÓURT QUARESMA (1978)					
<i>Valores do fator α em função do tipo de estaca e do tipo de solo</i>					
Tipo de solo	Escavada em geral	Escavada (betonita)	Hélice Contínua	Raiz	Injetada
Argilas	0.85	0.85	0.3	0.85	1
Solos intermediários	0.6	0.6	0.3	0.6	1
Areias	0.5	0.5	0.3	0.5	1
Fonte: AOKI N., CINTRA J. C. (2010)					
<i>Valores do fator β em função do tipo de estaca e do tipo de solo</i>					
Tipo de solo	Escavada em geral	Escavada (betonita)	Hélice Contínua	Raiz	Injetada
Argilas	0.8	0.9	1	1.5	3
Solos intermediários	0.65	0.75	1	1.5	3
Areias	0.5	0.6	1	1.5	3
Fonte: AOKI N., CINTRA J. C. (2010)					
Coefficiente característico do solo		<div>Voltar no Método</div>			
Tipo de solo	C (kPa)				
Argila	120				
Silte argiloso	200				
Silte arenoso	250				
Areia	400				
Fonte: AOKI N., CINTRA J. C. (2010)					

Fonte: Do autor

3.7.2 Coeficiente de Segurança Global de Fundações

O coeficiente de segurança global foi obtido conforme norma vigente de fundações 6122, de acordo com a figura a seguir:

Figura 16: Coeficientes de Segurança

Condição	Fator de segurança
Capacidade de carga de fundações superficiais	3,0
Capacidade de carga de estacas ou tubulões sem prova de carga	2,0
Capacidade de carga de estacas ou tubulões com prova de carga	1,6

Valor adotado

Fonte: Do autor

3.8 Exigências de Incêndio

Figura 17: Exigências para edificações do grupo H-3

H	Serviços de saúde e institucionais	H-3	Hospitais e assemelhados	Hospitais, casa de saúde, prontos-socorros, clínicas com internação, ambulatórios e postos de atendimento de urgência, postos de saúde e puericultura e outros
---	------------------------------------	-----	--------------------------	--

EXIGÊNCIAS PARA EDIFICAÇÕES DO GRUPO “H” - DIVISÃO “H-3” E “H-4”

RL - ÁREA SUPERIOR A 1.500m² E/OU ALTURA SUPERIOR A 9,0m
RM / RE - ÁREA SUPERIOR A 1.000m² E/OU ALTURA SUPERIOR A 6,0m

Grupo de Ocupação e Uso	GRUPO H – SERVIÇOS DE SAÚDE E INSTITUCIONAL											
Divisão	H-3						H-4 ¹⁰					
Medidas de Segurança contra Incêndio	Classificação Quanto à altura (em metros)						Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Acesso de Viatura na Edificação	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Segurança Estrutural contra Incêndio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Compartimentação Horizontal (áreas)	-	X ⁷	X ⁷	X ⁷	X ⁷	X	-	-	-	-	-	-
Compartimentação Vertical	-	-	X ⁹	X ³	X ³	X ⁸	-	-	-	X ³	X ³	X ⁸
Controle de Materiais de Acabamento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Plano de Emergência	X	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-
Saídas de Emergência	X	X	X	X ⁴	X ⁴	X ⁴	X	X	X	X	X	X ⁵
Brigada de Incêndio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Iluminação de Emergência	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Deteção de Incêndio	X ¹	X ¹	X ¹	X ¹	X ¹	X	-	-	-	-	-	-
Alarme de Incêndio	X ²	X ²	X ²	X ²	X ²	X ²	X	X	X	X	X	X
Sinalização de Emergência	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Extintores	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Hidrante e Mangotinhos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X
Controle de Fumaça	-	-	-	-	-	X ⁶	-	-	-	-	-	X ⁶

Fonte: CSCIP – Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico.

Como a área das estruturas são menores que 1000 m², está dispensado a verificação da estrutura em relação a segurança estrutural contra incêndio.

4 MODELOS ESTRUTURAIS

Para a análise dos esforços na estrutura foi utilizada a modelagem matemática a partir do software TQS, para a estrutura de concreto armado.

4.1 Estrutura de Concreto Armado

Os modelos foram elaborados no software TQS, adotando as premissas de cálculo já informadas anteriormente. Após inserção dos dados no modelo, procedeu-se o dimensionamento conforme normas vigentes. A seguir são apresentadas explicações do modelo.

I) Tipo do Modelo Estrutural

Na análise estrutural do edifício foi utilizado o 'Modelo 4' do sistema TQS. Este modelo consiste em dois modelos de cálculo:

- Modelo de grelha para os pavimentos;
- Modelo de pórtico espacial para a análise global.

O edifício principal foi modelado por um pórtico espacial. Foi realizado um modelo específico para cada anexo. O pórtico será composto apenas por barras que simulam as vigas e pilares da estrutura, com o efeito de diafragma rígido das lajes devidamente incorporado ao modelo. Os efeitos oriundos das ações verticais e horizontais nas vigas e pilares serão calculados com o pórtico espacial.

Nas lajes, somente os efeitos gerados pelas ações verticais serão calculados. Nos pavimentos simulados por grelha de lajes, os esforços resultantes das barras de lajes sobre as vigas serão transferidas como cargas para o pórtico espacial, ou seja, há uma certa integração entre ambos os modelos (pórtico e grelha).

Os edifícios anexos seguiram as mesmas premissas de modelagem.

II) Avaliação de deformações

Para a avaliação das deformações dos pavimentos em serviço, também foram realizadas análises considerando a não-linearidade física, onde através de incrementos de carga, as inércias reais das seções são estimadas considerando as armaduras de projeto e a fissuração nos estádios I, II ou III.

III) Descrição do modelo

No modelo de pórtico foram incluídos todos os elementos principais da estrutura, ou seja, pilares e vigas, além da consideração do diafragma rígido formado nos planos de cada pavimento (lajes). A rigidez à flexão das lajes foi desprezada na análise de esforços horizontais (vento).

Os pórticos espaciais foram modelados com todos os pavimentos do edifício, para a avaliação dos efeitos das ações horizontais e os efeitos de redistribuição de esforços em toda a estrutura devido aos carregamentos verticais.

As cargas verticais atuantes nas vigas e pilares do pórtico foram extraídas de modelos de grelha de cada um dos pavimentos.

Foram utilizados dois modelos de pórtico espacial: um específico para análises de Estado Limite Último - ELU e outro para o Estado Limite de Serviço - ELS. As características de cada um destes modelos são apresentadas a seguir.

Modelo ELU:

O modelo ELU foi utilizado para obtenção dos esforços necessários para o dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais.

Apenas no neste modelo foram utilizados os coeficientes de não linearidade física conforme indicados pelo item 15.7.3 da NBR6118. A seguir são apresentados estes valores:

Tabela 1: Coeficiente de não linearidade física.

Elemento estrutural	Coef. NLF
Pilares	0,80
Vigas	0,40
Lajes	0,30

Fonte: Do Autor.

O módulo de elasticidade utilizado no modelo foi de secante, de acordo com o fck do elemento estrutural.

Modelo ELS:

O modelo ELS foi utilizado para análise de deslocamento do edifício.

Neste modelo a inércia utilizada para os elementos estruturais foi a bruta.

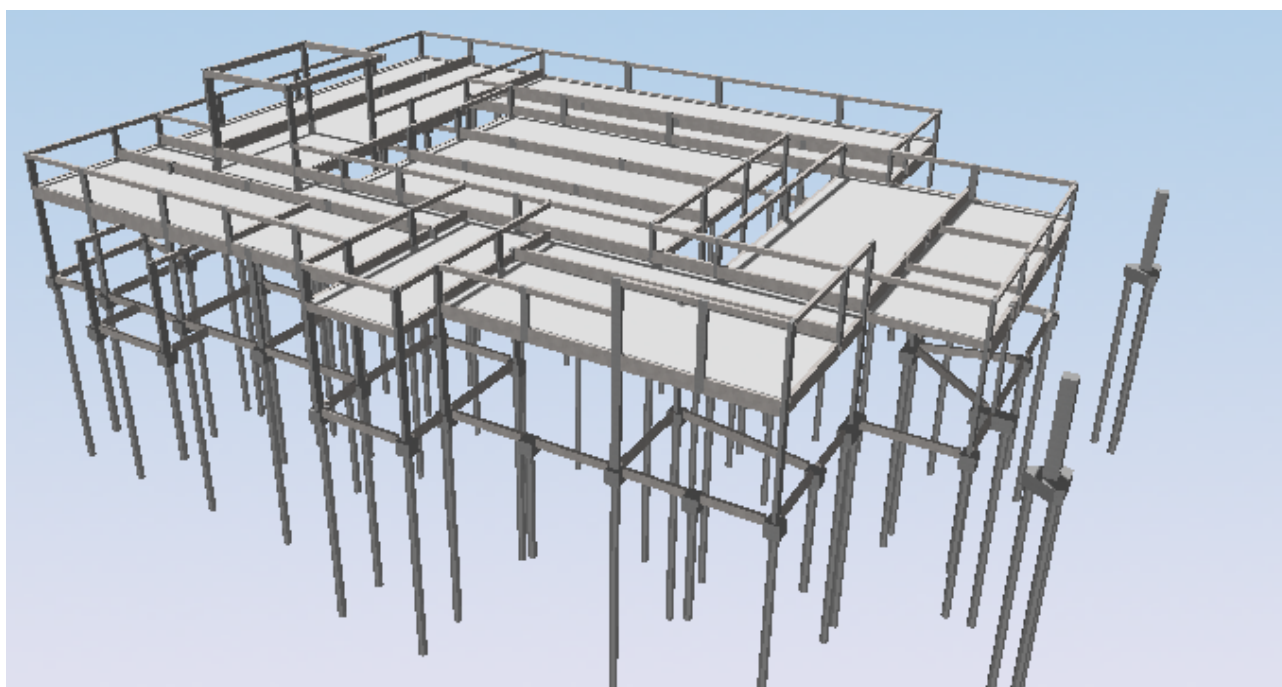
IV) Esforços de cálculo

Os esforços obtidos na análise de pórtico foram utilizados para o dimensionamento de vigas e pilares, onde um conjunto de combinações conciliando os esforços de cargas verticais e de vento são agrupados e ponderados segundo as prescrições das normas NBR8681 e NBR6118.

No dimensionamento das armaduras das vigas é utilizada uma envoltória de esforços solicitantes de todas as combinações pertencentes ao grupo ELU1. Para o dimensionamento de armaduras dos pilares são utilizadas todas as hipóteses de solicitações (combinações do grupo ELU2).

As figuras a seguir foram extraídas do modelo estrutural e representam as estruturas analisadas do prédio principal. Serão expostas a seguir para efeito de registro:

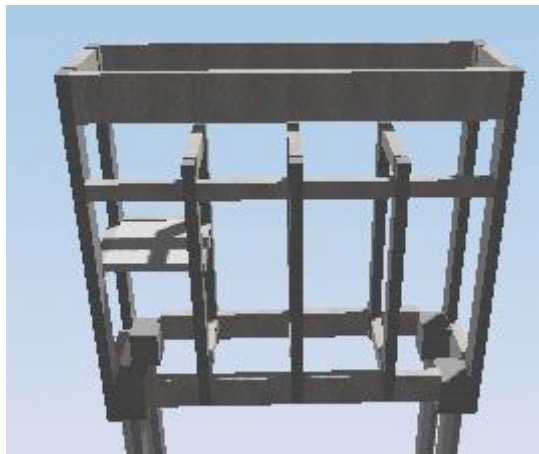
Figura 18: Vista tridimensional do modelo – Prédio Principal



Fonte: Do Autor.

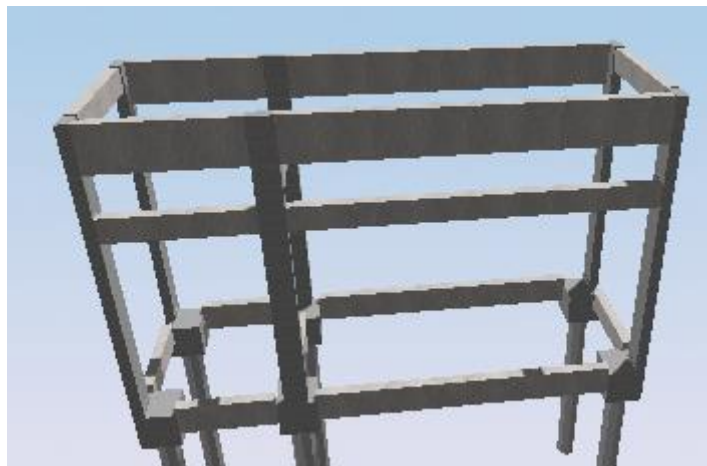
Já a seguir são apresentadas as estruturas (modelos estruturais) dos anexos.

Figura 19: Vista tridimensional – Central de Resíduos



Fonte: Do Autor.

Figura 20: Vista tridimensional do modelo – Central de Gases



Fonte: Do Autor.

Figura 21: Vista tridimensional – Central de Vácuo Clínico



Fonte: Do Autor.

5 FUNDAÇÕES

Este projeto padrão foi elaborado sem qualquer sondagem. Caberá ao responsável pela implantação deste empreendimento no terreno e cidade escolhida realizar sondagens para posterior definição do tipo de fundação e todas as características pertinentes.

5.1 Tabela de Carga dos pilares e respectivas cargas máximas nas estacas

A seguir são apresentadas as tabelas de carga características de todas as estruturas modeladas (extraídas do software TQS), juntamente com as respectivas cargas máximas nas estacas.

Para a verificação das cargas de vento atuando como ação variável principal, os valores da capacidade de carga admissível das estacas podem ser majorados em 15%, como é estabelecido pela NBR 6122 (2019), no item 6.3.2.

Figura 22: Tabela de cargas – Prédio Principal

Bloco	Dimensões (cm)			Estaca(s)	Tipo	Diâmetro (cm)	Esforços/Estaca (tf)		
	X	Y	Altura				FEq	FMX	FMn
B1	50	50	50	1	Retangular	30	5.58	5.58	5.58
B2	50	50	50	1	Retangular	30	10.29	10.29	10.29
B3	50	50	50	1	Retangular	30	11.96	11.96	11.96
B4	140	50	50	2	Retangular	30	12.80	6.40	6.31
B5	50	50	50	1	Retangular	30	12.02	12.02	12.02
B6	50	50	50	1	Retangular	30	6.08	6.08	6.08
B7	50	50	50	1	Retangular	30	9.28	9.28	9.28
B8	50	50	50	1	Retangular	30	6.30	6.30	6.30
B9	140	50	50	2	Retangular	30	24.31	12.15	11.19
B10	160	127.9	50	3	Poligonal	30	37.65	12.55	10.59
B11	140	50	50	2	Retangular	30	15.88	7.94	7.85
B12	140	50	50	2	Retangular	30	18.11	9.05	8.69
B13	50	50	50	1	Retangular	30	11.74	11.74	11.74
B14	50	50	50	1	Retangular	30	1.87	1.87	1.87
B15	140	50	50	2	Retangular	30	14.14	7.07	6.86
B16	50	50	50	1	Retangular	30	10.01	10.01	10.01
B17	50	50	50	1	Retangular	30	5.84	5.84	5.84
B18	140	50	50	2	Retangular	30	18.18	9.09	7.03
B19	140	50	50	2	Retangular	30	17.46	8.73	8.55
B20	50	50	50	1	Retangular	30	11.85	11.85	11.85
B21	50	50	50	1	Retangular	30	10.42	10.42	10.42
B22	140	50	50	2	Retangular	30	12.91	6.45	6.31
B23	50	50	50	1	Retangular	30	5.62	5.62	5.62
B24	50	50	50	1	Retangular	30	6.53	6.53	6.53
B25	50	50	50	1	Retangular	30	6.45	6.45	6.45
B26	50	50	50	1	Retangular	30	7.72	7.72	7.72
B27	50	50	50	1	Retangular	30	10.77	10.77	10.77
B28	50	50	50	1	Retangular	30	6.98	6.98	6.98
B29	50	50	50	1	Retangular	30	6.57	6.57	6.57
B30	50	50	50	1	Retangular	30	10.88	10.88	10.88

B31	50	50	50	1	Retangular	30	8.03	8.03	8.03
B32	50	50	50	1	Retangular	30	7.39	7.39	7.39
B33	50	50	50	1	Retangular	30	7.01	7.01	7.01
B34	50	50	50	1	Retangular	30	8.83	8.83	8.83
B35	50	50	50	1	Retangular	30	5.45	5.45	5.45
B36	50	50	50	1	Retangular	30	9.68	9.68	9.68
B37	50	50	50	1	Retangular	30	10.58	10.58	10.58
B38	50	50	50	1	Retangular	30	6.67	6.67	6.67
B39	50	50	50	1	Retangular	30	10.50	10.50	10.50
B40	50	50	50	1	Retangular	30	10.30	10.30	10.30
B41	50	50	50	1	Retangular	30	9.53	9.53	9.53
B42	50	50	50	1	Retangular	30	9.00	9.00	9.00
B43	50	50	50	1	Retangular	30	11.16	11.16	11.16
B44	50	50	50	1	Retangular	30	5.50	5.50	5.50
B45	50	50	50	1	Retangular	30	9.60	9.60	9.60
B46	50	50	50	1	Retangular	30	10.28	10.28	10.28
B47	50	50	50	1	Retangular	30	7.74	7.74	7.74
B48	50	50	50	1	Retangular	30	10.78	10.78	10.78
B49	50	50	50	1	Retangular	30	8.38	8.38	8.38
B50	50	50	50	1	Retangular	30	8.47	8.47	8.47
B51	50	50	50	1	Retangular	30	8.29	8.29	8.29
B52	50	50	50	1	Retangular	30	10.51	10.51	10.51
B53	50	50	50	1	Retangular	30	11.20	11.20	11.20
B54	50	50	50	1	Retangular	30	10.89	10.89	10.89
B55	50	50	50	1	Retangular	30	8.85	8.85	8.85
B56	50	50	50	1	Retangular	30	11.35	11.35	11.35
B57	50	50	50	1	Retangular	30	7.27	7.27	7.27
B58	50	50	50	1	Retangular	30	8.96	8.96	8.96
B59	50	50	50	1	Retangular	30	8.18	8.18	8.18
B60	50	50	50	1	Retangular	30	8.05	8.05	8.05
B61	140	50	50	2	Retangular	30	16.23	8.11	6.33

B62	140	50	50	2	Retangular	30	21.20	10.60	8.58
B63	50	50	50	1	Retangular	30	11.16	11.16	11.16
B64	50	50	50	1	Retangular	30	2.62	2.62	2.62
B65	140	50	50	2	Retangular	30	16.51	8.26	7.63
B66	50	50	50	1	Retangular	30	9.00	9.00	9.00
B67	50	50	50	1	Retangular	30	1.79	1.79	1.79
B91	160	127.9	50	3	Poligonal	30	3.25	1.08	1.08
B92	160	127.9	50	3	Poligonal	30	3.25	1.08	1.08
B101	50	50	50	1	Retangular	30	1.94	1.94	1.94
B102	50	50	50	1	Retangular	30	2.84	2.84	2.84
B103	50	50	50	1	Retangular	30	2.37	2.37	2.37
B104	50	50	50	1	Retangular	30	2.34	2.34	2.34
B105	50	50	50	1	Retangular	30	2.88	2.88	2.88
B106	50	50	50	1	Retangular	30	2.31	2.31	2.31
B107	50	50	50	1	Retangular	30	2.67	2.67	2.67
B108	50	50	50	1	Retangular	30	3.81	3.81	3.81

Fonte: Do Autor.

Figura 23: Tabela de cargas – Central de Resíduos

	Fz tf
B1RE	5.15
B2RE	4.51
B3RE	5.04
B4RE	4.85

Fonte: Do Autor.

Figura 24: Tabela de cargas – Central de Gases

	Fz tf
B1GA	1.78
B2GA	5.64
B3GA	3.80
B4GA	1.94
B5GA	5.96
B6GA	4.12
B7GA	0.56
B8GA	0.55

Fonte: Do Autor.

Figura 25: Tabela de cargas – Central de Vácuo Clínico

	Fz tf
B1VC	2.31
B2VC	2.23
B3VC	2.31
B4VC	2.31

Fonte: Do Autor.

5.2 Cálculo das armaduras dos fustes das estacas

5.2.1 Armaduras Longitudinais

Uma vez que os esforços nas estacas são predominantemente esforços normais de compressão, as armaduras dos fustes das estacas foram calculadas com base na armadura mínima preconizada na NBR6122, conforme tabela a seguir.

Vale lembrar que somente o concreto é suficiente para resistir aos esforços de compressão, sem armadura. Entretanto, a armadura longitudinal do fuste mínima preconizada em norma, tem a função de equilibrar pequenos momentos fletores residuais da interação solo-estaca.

Figura 26: Armadura mínima de estacas

Tabela 4 – Estacas moldadas *in loco* e tubulões: parâmetros para dimensionamento

Tipo de estaca	Classe de agressividade ambiental (CAA) conforme ABNT NBR 6118	Classe de concreto/ resistência característica da argamassa ou concreto	γ_c	% de armadura mínima e comprimento útil mínimo (incluindo trecho de ligação com o bloco)		Tensão de compressão simples atuante abaixo da qual não é necessário armar (exceto ligação com o bloco) MPa	Anexo onde se encontram definidos concreto/ argamassa
				Armadura %	Comprimento m		
Hélice/hélice de deslocamento/ hélice com trado segmentado ^a	I, II	C30	2,7	0,4	4,0	6,0	N / O / P
	III, IV	C40	3,6				
Escavadas sem fluido	I, II	C25	3,1	0,4	2,0	5,0	I
	III, IV	C40	5,0				

Fonte: NBR 6122:2019

5.3 Blocos de fundação

Abaixo são apresentados os cálculos de blocos de coroamento das estacas, cujo relatório foi extraído do software TQS.

Figura 27: Cálculo dos blocos do Prédio Principal – Blocos de 1 Estaca sem Pilar (8X)

TOTAL DE CARREGAMENTOS = 2 / CARREGAMENTOS PRINCIPAIS:							
Caso	Nk[tf]	Mxk[tf.m]	Myk[tf.m]	Fxk[tf]	Fyk[tf]	Mx*[tf.m]	My*[tf.m]
1(Dim)	1.66	-0.00	-0.00	0.004	-0.005	-0.00	0.00
1(Rmin)	1.66	-0.00	-0.00	0.004	-0.005	-0.00	0.00
1(TEst)	1.66	-0.00	-0.00	0.004	-0.005	-0.00	0.00
GEOMETRIA[cm,m2,m3]		CARGAS[tf,m]		TENSOES[kgf/cm2]		VERIF.[cm,graus]	
Estacas= 1 fi = 25.0		Dimensionam.		Bielas		Altura/Ang.Biela	
Xbl = 45.0 Ybl = 45.0		FN= 1.7		TensLimP= 707.1		dmin = 26.2	
Alt = 50.0 Vol = 0.101		MX= -0.0		TensPil = 28.0			
Xpil= 0.0 Ypil= 0.0		MY= 0.0		TensLimE= 270.0		d = 40.5	
Área de forma: 0.90		FEq= 1.9		TensEst = 6.7			
Altb= 5.0 DisF= 15.0		Fmx= 1.9					
		Fmn= 1.9					
ARMADURAS [cm2,cm]		Peso Próprio:		0.3 tf (x1)			
Prin.X: 0.1 = 3 { 8.0 C/ 15.0(d)		Prin.Y: 0.1 = 3 { 8.0 C/ 15.0(d)					
AsXfdZ: 0.2		AsYfdZ: 0.2					
AsCin : 0.0		Laterl: 0.6 = 3 { 6.3 C/ 20.0(d)					

Fonte: Do Autor.

Figura 28: Cálculo dos blocos do Prédio Principal – Blocos de 1 Estaca com Pilar (55X)

TOTAL DE CARREGAMENTOS = 2 / CARREGAMENTOS PRINCIPAIS:							
Caso	Nk[tf]	Mxk[tf.m]	Myk[tf.m]	Fxk[tf]	Fyk[tf]	Mx*[tf.m]	My*[tf.m]
1(Dim)	5.27	0.04	0.06	-0.006	0.006	0.04	0.06
1(Rmin)	5.27	0.04	0.06	-0.006	0.006	0.04	0.06
1(TEst)	5.27	0.04	0.06	-0.006	0.006	0.04	0.06
GEOMETRIA[cm,m2,m3]		CARGAS[tf,m]		TENSOES[kgf/cm2]		VERIF.[cm,graus]	
Estacas= 1 fi = 30.0		Dimensionam.		Bielas		Altura/Ang.Biela	
Xbl = 50.0 Ybl = 50.0		FN= 5.3		TensLimP= 541.2		dmin = 15.0	
Alt = 50.0 Vol = 0.125		MX= 0.0		TensPil = 21.1			
Xpil= 30.0 Ypil= 14.0		MY= 0.1		TensLimE= 270.0		d = 40.5	
Área de forma: 1.00		FEq= 5.6		TensEst = 13.4			
Altb= 5.0 DisF= 15.0		Fmx= 5.6					
		Fmn= 5.6					
ARMADURAS [cm2,cm]		Peso Próprio:		0.3 tf (x1)			
Prin.X: 0.3 = 4 { 8.0 C/ 15.0(d)		Prin.Y: 0.3 = 4 { 8.0 C/ 15.0(d)					
AsXfdZ: 0.5		AsYfdZ: 0.5					
AsCin : 0.0		Laterl: 0.6 = 3 { 6.3 C/ 20.0(d)					

Fonte: Do Autor.

Figura 29: Cálculo dos blocos do Prédio Principal – Blocos de 2 Estacas com Pilar (11X)

TOTAL DE CARREGAMENTOS = 2 / CARREGAMENTOS PRINCIPAIS:							
Caso	Nk[tf]	Mxk[tf.m]	Myk[tf.m]	Fxk[tf]	Fyk[tf]	Mx*[tf.m]	My*[tf.m]
1(Dim)	22.45	0.00	-0.25	-0.373	0.208	-0.10	-0.43
2(Rmin)	22.45	0.00	-0.25	-0.373	0.208	-0.10	-0.43
1(TEst)	22.45	0.00	-0.25	-0.373	0.208	-0.10	-0.43
GEOMETRIA[cm,m2,m3]		CARGAS[tf,m]		TENSOES[kgf/cm2]		VERIF.[cm,graus]	
		Dimensionam.		Bielas		Altura/Ang.Biela	
Estacas= 2 fi = 30.0		FN= 22.4		TensLimP= 160.3		zmin = 41.5	
DisX= 90.0		MX= -0.1		TensPil = 144.0		zmax = 58.9	
Xbl = 140.0 Ybl = 50.0		MY= -0.4				z = 40.5	
Alt = 50.0 Vol = 0.350				TensLimE= 135.8		AnguloX= 44.3	
Xpil= 14.0 Ypil= 40.0		FEq= 24.3		TensEst = 46.1			
Área de forma: 1.90		Fmx= 12.1					
Altb= 5.0 DisF= 25.0		Fmn= 11.2				y = 0.0	
*****						****	
ARMADURAS [cm2,cm]		Peso Próprio: 0.9 tf (x1)					
Prin.X:	4.8 = 4 { 12.5 C/	15.0(d)	Susp.Y:	2.1 = 7 { 6.3 C/	20.0(d)		
P.Estr:	0.8 = 4 { 5.0 C/	15.0(d)	Laterl:	1.0 = 4 { 6.3 C/	12.5(d)		

Fonte: Do Autor.

Figura 30: Cálculo dos blocos do Prédio Principal – Blocos de 3 Estacas com Pilar (3X)

TOTAL DE CARREGAMENTOS = 2 / CARREGAMENTOS PRINCIPAIS:							
Caso	Nk[tf]	Mxk[tf.m]	Myk[tf.m]	Fxk[tf]	Fyk[tf]	Mx*[tf.m]	My*[tf.m]
1 (Dim)	32.65	-0.78	0.00	-0.522	0.171	-0.86	-0.26
2 (Rmin)	32.65	-0.78	0.00	-0.522	0.171	-0.86	-0.26
GEOMETRIA[cm,m2,m3]		CARGAS[tf,m]		TENSOES[kgf/cm2]		VERIF. [cm,graus]	
Estacas= 3 fi = 30.0		FN= 32.7		TensLimP= 160.3		Altura/Ang.Biela	
DisX= 90.0		MX= -0.9		TensPil = 160.3		zmin = 45.1	
Xbl = 147.7 Ybl = 127.9		MY= -0.3				zmax = 64.1	
Alt = 50.0 Vol = 0.652		-----		TensLimE= 135.8		z = 39.4	
Xpil= 30.0 Ypil= 20.0		FEq= 37.6		TensEst = 52.9		Angulo = 41.5	
Área de forma: 2.22		Fmx= 12.5					
Altb= 5.0 DisF= 25.0		Fmn= 10.6				y = 2.4	
*****						****	
ARMADURAS [cm2,cm]		Peso Próprio: 1.6 tf (x1)					
Prin.X:	3.2 = 3 { 12.5 C/	15.0 (c)	Susp.X:	1.9 = 7 { 6.3 C/	20.0 (d)		
Susp.Y:	1.9 = 10 { 5.0 C/	15.0 (d)	Laterl:	1.2 = 4 { 6.3 C/	12.5 (d)		

Fonte: Do Autor.

Figura 31: Cálculo dos blocos dos Anexos

TOTAL DE CARREGAMENTOS = 2 / CARREGAMENTOS PRINCIPAIS:							
Caso	Nk[tf]	Mxk[tf.m]	Myk[tf.m]	Fxk[tf]	Fyk[tf]	Mx*[tf.m]	My*[tf.m]
2 (Dim)	5.04	0.00	0.00	3.550	0.824	-0.41	1.78
1 (Rmin)	4.85	0.00	0.00	0.376	0.914	-0.46	0.19
1 (TEst)	4.85	0.00	0.00	0.376	0.914	-0.46	0.19
GEOMETRIA[cm,m2,m3]		CARGAS[tf,m]		TENSOES[kgf/cm2]		VERIF. [cm, graus]	
Estacas= 1 fi = 30.0		Dimensionam.		Bielas		Altura/Ang.Biela	
		FN= 5.0		TensLimP= 541.2		dmin = 15.0	
		MX= -0.4		TensPil = 20.2			
Xbl = 50.0 Ybl = 50.0		MY= 1.8				d = 40.5	
Alt = 50.0 Vol = 0.125		-----		TensLimE= 270.0			
Xpil= 14.0 Ypil= 30.0		FEq= 5.4		TensEst = 12.9			
Área de forma: 1.00		Fmx= 5.4					
Altb= 5.0 DisF= 25.0		Fmn= 5.2					
ARMADURAS [cm2,cm]		Peso Próprio:		0.3 tf (x1)			
Prin.X:	0.3 = 4 { 8.0 C/ 15.0 (d)	Prin.Y:	0.3 = 4 { 8.0 C/ 15.0 (d)				
AsXfdZ:	0.5	AsYfdZ:	0.5				
AsCin :	0.0	Laterl:	0.6 = 3 { 6.3 C/ 20.0 (d)				

Fonte: Do Autor.

6 ESFORÇOS ATUANTES

A seguir são apresentados os principais esforços solicitantes obtidos após o cálculo das estruturas, bem como os deslocamentos dos elementos estruturais.

6.1 Análise Global da Estrutura

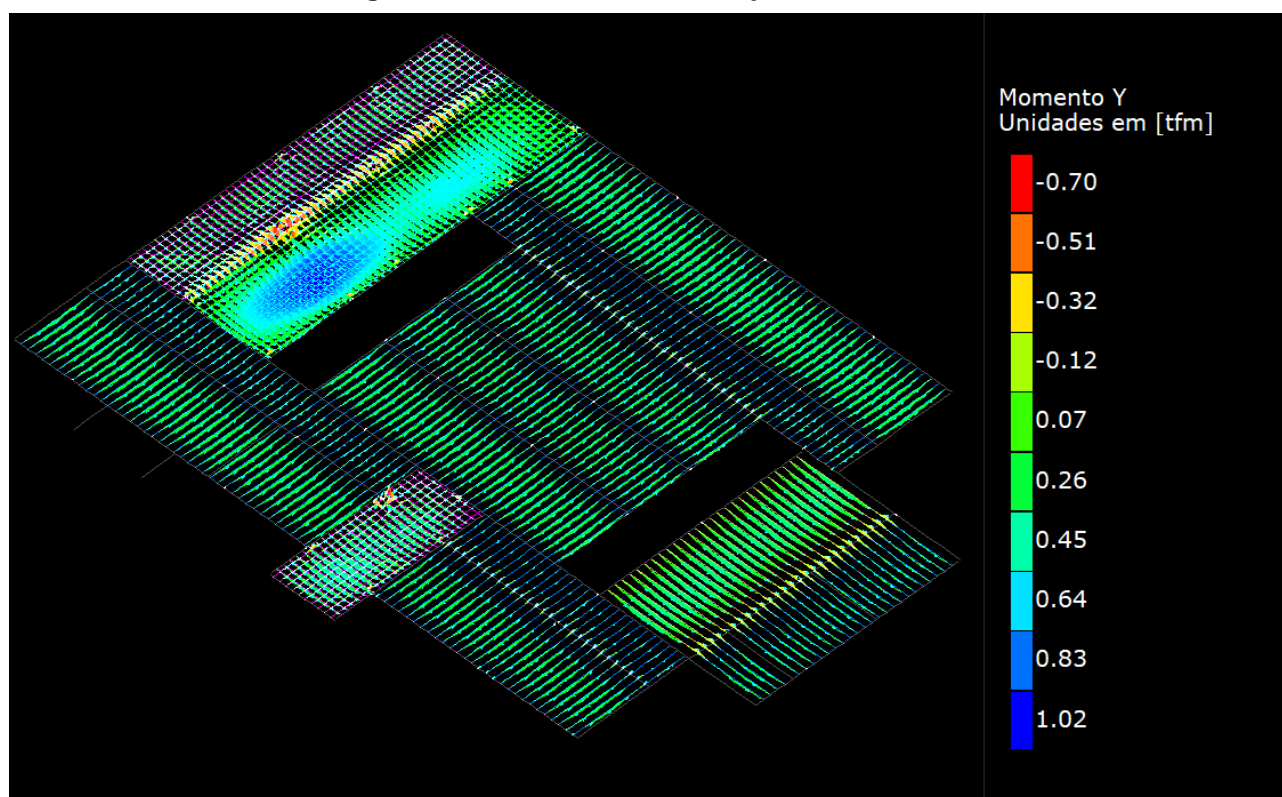
As análises e verificações de estabilidade global da estrutura foram realizadas por meio do P-Delta (análise linear não geométrica).

6.2 Prédio Principal

6.2.1 Flexão em Lajes

Esforços de flexão em lajes para combinação de todas as cargas permanentes e acidentais gravitacionais (em tfm):

Figura 32: Momento fletor nas lajes da Cobertura

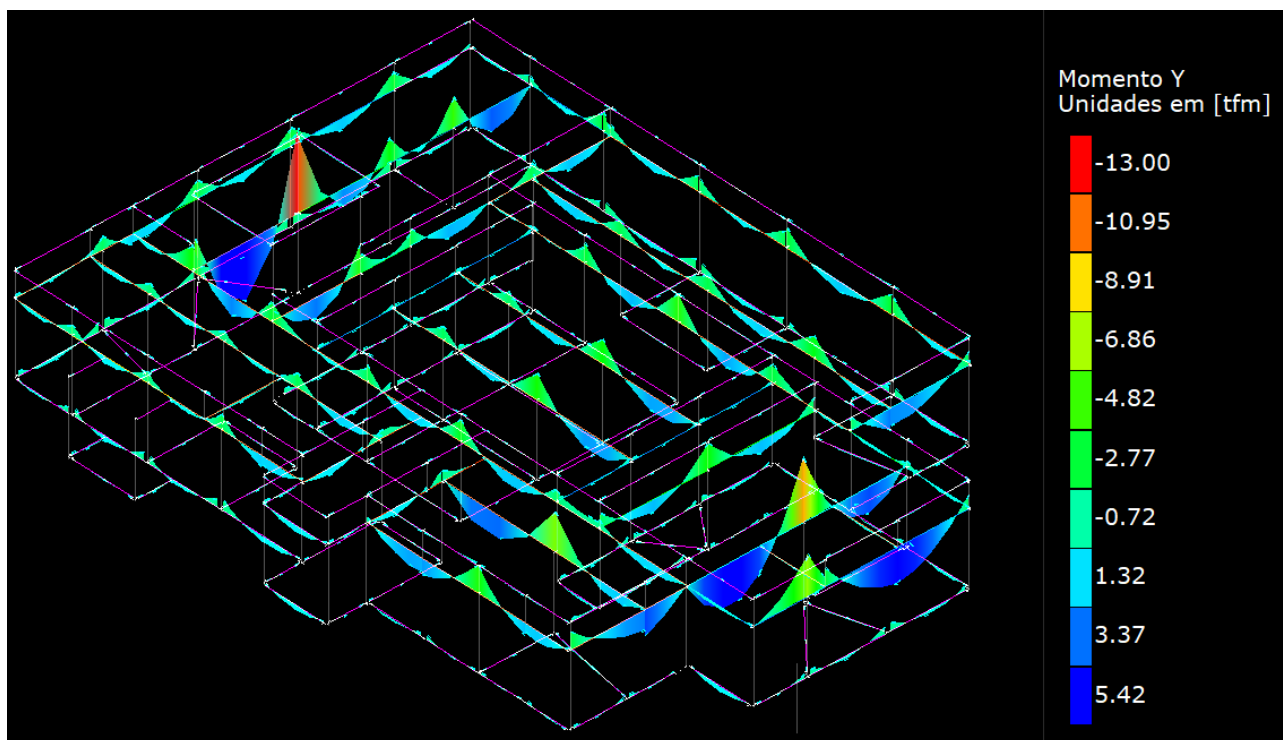


Fonte: Do Autor.

6.2.2 Flexão em Vigas

Esforços de flexão em vigas para combinação de todas as cargas permanentes e acidentais gravitacionais (em tfm):

Figura 33: Momento fletor em vigas

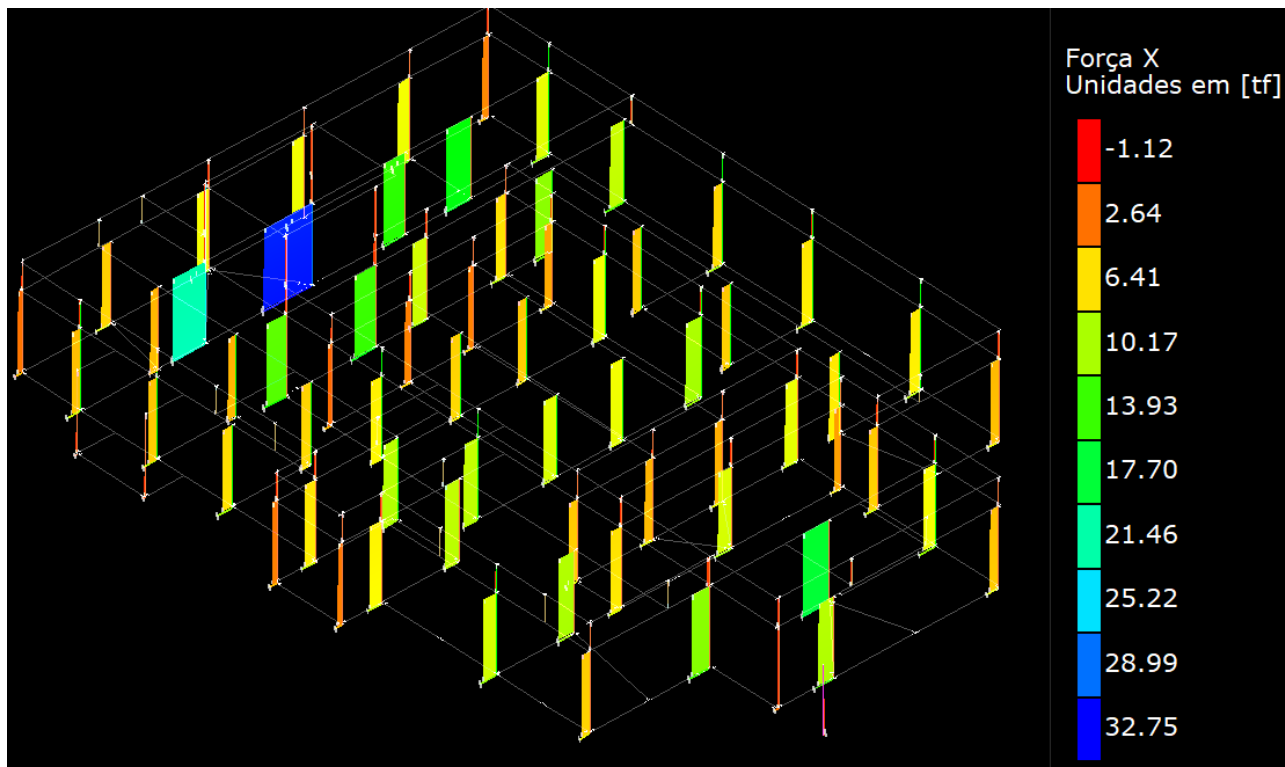


Fonte: Do Autor.

6.2.3 Força Normal em Pilares

Força Normal em Pilares para combinação de todas as cargas permanentes e acidentais gravitacionais (em tf):

Figura 34: Força Normal em pilares



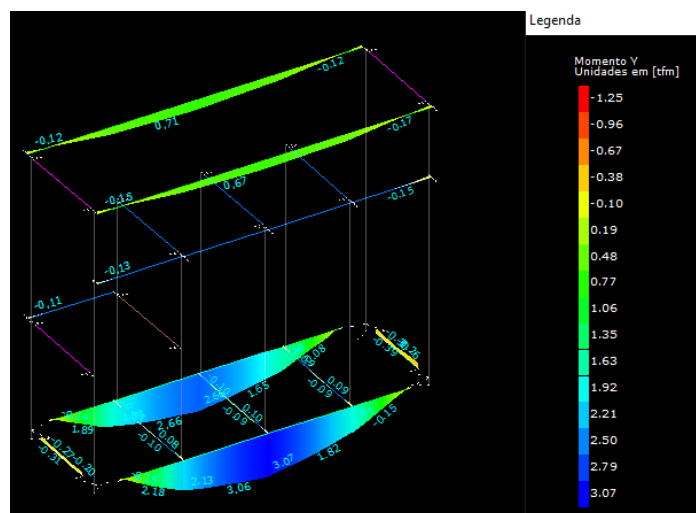
Fonte: Do Autor

6.3 Anexos

Apresentam-se aqui os diagramas e valores de esforços relevantes para o cálculo e dimensionamento dos anexos:

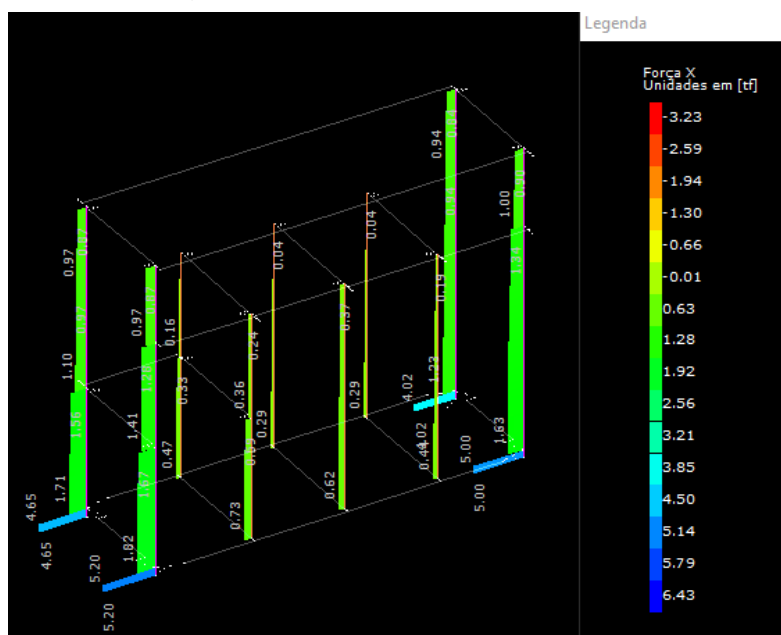
6.3.1 Central de Resíduos

Figura 35: Diagramas de momento fletor nas vigas - Central de Resíduos (tfm).



Fonte: Do Autor.

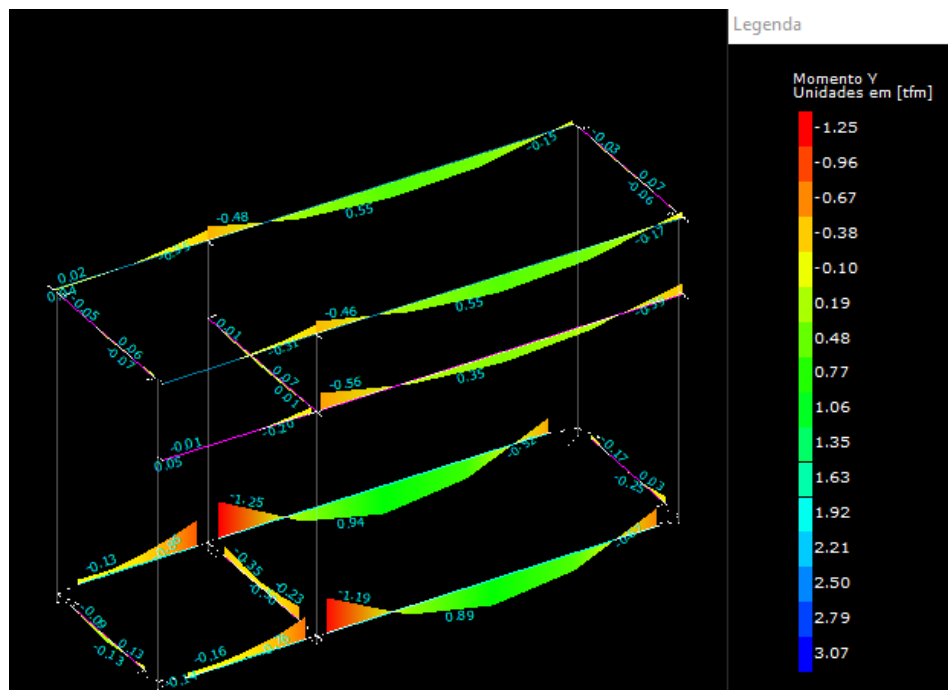
Figura 36: Esforços axiais nos pilares - Central de Resíduos (tfm).



Fonte: Do Autor.

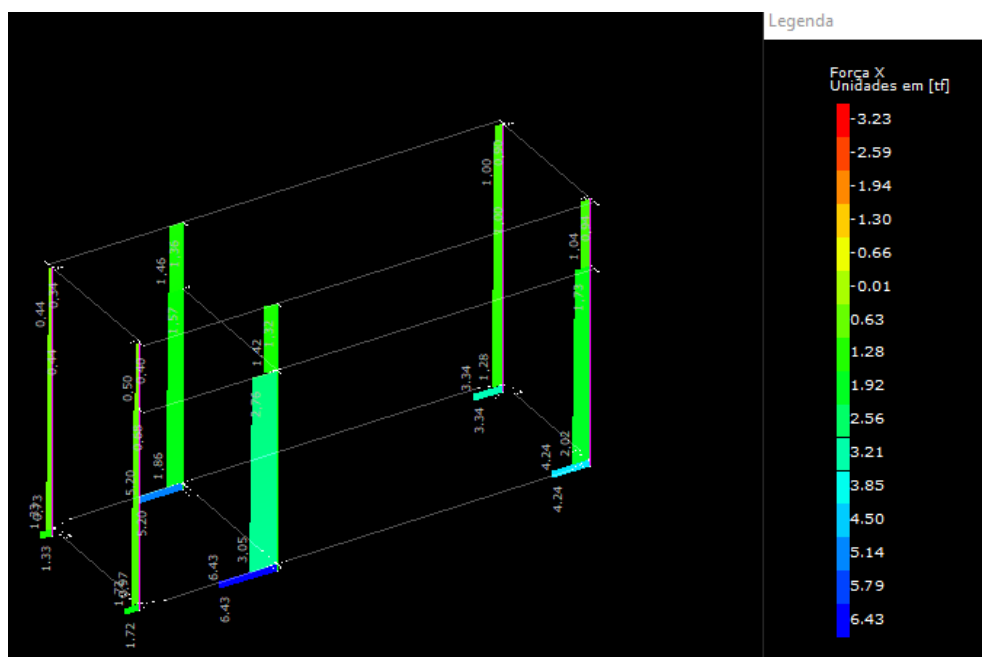
6.3.2 Central de Gases

Figura 37: Diagramas de momento fletor nas vigas - Central de Gases (tfm).



Fonte: Do Autor.

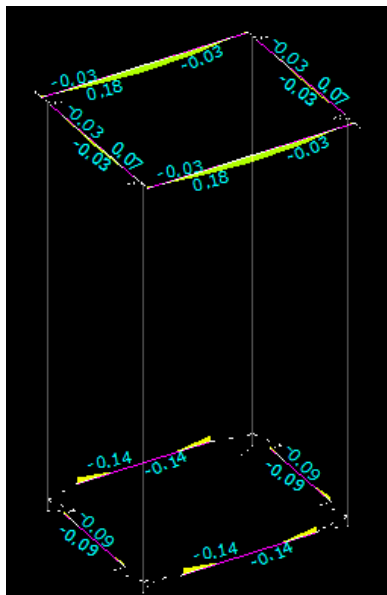
Figura 38: Esforços axiais nos pilares - Central de Gases (tfm).



Fonte: Do Autor.

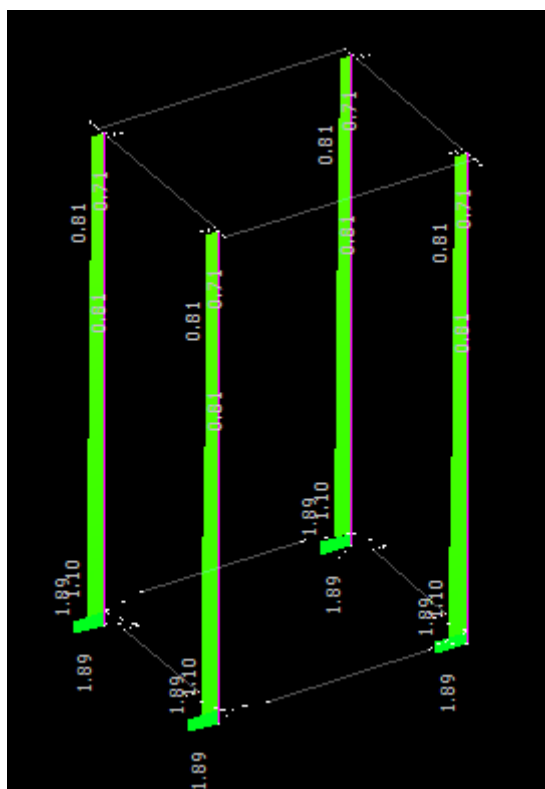
6.3.3 Central de Vácuo Clínico

Figura 39: Diagramas de momento fletor nas vigas - Central de Vácuo Clínico (tfm).



Fonte: Do Autor.

Figura 40: Esforços axiais nos pilares - Central de Vácuo Clínico (tfm).



Fonte: Do Autor.






























































































7 DIMENSIONAMENTO

Abaixo, serão mostrados os relatórios de dimensionamento para os elementos estruturais em concreto armado:

7.1 Prédio Principal

7.1.1 Vigas

Tabela 2: Resumo de dimensionamento de vigas - Pav. Térreo

Viga	L (cm)	Vãos	Seção (cm)	H/L (%)	ρ_s (%)	ρ_{sw} (%)	Taxa de aço (kgf/m ³)
V1	363.5 a 504	5	14X30	5.95 a 8.25	0.39 a 0.99 	0.45 a 0.45 	74.8 
V2	208 a 472.9	6	14X30	6.34 a 14.42	0.15 a 0.48 	0.45 a 0.45 	45.5 
V3	178.5 a 178.5	1	14X30	16.81 a 16.81	0.39 a 0.39 	0.45 a 0.45 	51.2 
V4	364.5 a 364.5	1	14X30	8.23 a 8.23	0.33 a 0.39 	0.45 a 0.45 	47.0 
V5	195 a 375.7	4	14X30	7.99 a 15.38	0.24 a 0.85 	0.45 a 0.45 	62.2 
V6	289 a 364.5	3	14X30	8.23 a 10.38	0.33 a 0.71 	0.45 a 0.45 	57.5 
V7	364.5 a 364.5	1	14X30	8.23 a 8.23	0.33 a 0.48 	0.45 a 0.45 	48.7 
V8	379.5 a 379.5	1	14X30	7.91 a 7.91	0.33 a 0.48 	0.45 a 0.45 	48.6 
V9	305 a 364.5	3	14X30	8.23 a 9.84	0.33 a 0.48 	0.45 a 0.45 	46.8 
V10	162 a 372.5	2	14X30	8.05 a 18.52	0.15 a 0.48 	0.45 a 0.45 	46.6 
V11	379.5 a 379.5	1	14X30	7.91 a 7.91	0.33 a 0.48 	0.45 a 0.45 	48.6 
V12	305 a 364.5	3	14X30	8.23 a 9.84	0.33 a 0.48 	0.45 a 0.45 	46.8 
V13	162 a 364.5	2	14X30	8.23 a 18.52	0.15 a 0.39 	0.45 a 0.45 	47.7 
V14	379.5 a 379.5	1	14X30	7.91 a 7.91	0.33 a 0.48 	0.45 a 0.45 	47.0 
V15	321 a 348.5	3	14X30	8.61 a 9.35	0.33 a 0.71 	0.45 a 0.45 	57.0 
V16	356.5 a 356.5	1	14X30	8.42 a 8.42	0.33 a 0.48 	0.45 a 0.45 	48.4 
V17	246.5 a 246.5	4	14X30	12.17 a 12.17	0.15 a 0.39 	0.45 a 0.45 	46.7 
V18	275.3 a 275.3	2	14X30	10.9 a 10.9	0.39 a 0.63 	0.45 a 0.45 	53.7 
V19	232.2 a 258.3	2	14X30	11.61 a 12.92	0.15 a 0.39 	0.45 a 0.45 	43.5 
V20	451.5 a 451.5	1	14X30	6.64 a 6.64	0.33 a 0.39 	0.45 a 0.45 	44.4 
V21	245.5 a 386.2	3	14X30	7.77 a 12.22	0.33 a 0.85 	0.45 a 0.45 	57.6 
V22	327 a 327	1	14X30	9.17 a 9.17	0.47 a 0.62 	0.45 a 0.45 	60.7 
V23	215.7 a 283.5	4	14X30	10.58 a 13.91	0.15 a 0.63 	0.45 a 0.45 	49.3 
V24	291.5 a 428	4	14X30	7.01 a 10.29	0.39 a 0.93 	0.45 a 0.45 	65.9 
V25	477.6 a 477.6	1	14X30	6.28 a 6.28	0.33 a 0.39 	0.45 a 0.45 	46.5 
V26	311.5 a 311.5	1	14X30	9.63 a 9.63	0.33 a 0.48 	0.45 a 0.45 	46.7 
V27	378 a 378	1	14X30	7.94 a 7.94	0.33 a 0.48 	0.45 a 0.45 	48.0 
V28	305.4 a 305.4	1	14X30	9.82 a 9.82	0.33 a 0.48 	0.45 a 0.45 	46.9 
V29	331 a 331	1	14X30	9.06 a 9.06	0.47 a 0.62 	0.45 a 0.45 	60.4 
V30	205.5 a 205.5	1	14X30	14.6 a 14.6	0.33 a 0.33 	0.45 a 0.45 	44.1 
V31	216.8 a 492.5	3	14X30	6.09 a 13.84	0.15 a 0.48 	0.45 a 0.45 	46.9 

















































V32	428.1 a 428.1	1	14X30	7.01 a 7.01	0.33 a 0.48 	0.45 a 0.45 	46.3 
V33	250.5 a 492.5	2	14X30	6.09 a 11.98	0.15 a 0.48 	0.45 a 0.45 	47.5 
V34	325.6 a 325.6	1	14X30	9.21 a 9.21	0.33 a 0.48 	0.45 a 0.45 	42.6 
V35	251.6 a 251.6	1	14X30	11.92 a 11.92	0.33 a 0.33 	0.45 a 0.45 	42.5 
V36	251.6 a 251.6	1	14X30	11.92 a 11.92	0.33 a 0.33 	0.45 a 0.45 	42.5 
V37	410.4 a 410.4	1	14X30	7.31 a 7.31	0.33 a 0.48 	0.45 a 0.45 	47.1 
V38	343.2 a 343.2	1	14X30	8.74 a 8.74	0.33 a 0.33 	0.45 a 0.45 	44.5 
V39	250.5 a 492.5	2	14X30	6.09 a 11.98	0.15 a 0.48 	0.45 a 0.45 	47.5 
V40	152 a 323	4	14X30	9.29 a 19.74	0.15 a 0.76 	0.45 a 0.45 	54.1 
V41	216.8 a 492.5	3	14X30	6.09 a 13.84	0.15 a 0.48 	0.45 a 0.45 	46.7 
V42	455 a 455	1	14X30	6.59 a 6.59	0.33 a 0.39 	0.45 a 0.45 	48.7 
V43	254.5 a 254.5	1	14X30	11.79 a 11.79	0.33 a 0.48 	0.45 a 0.45 	40.3 
V44	412.8 a 412.8	1	14X30	7.27 a 7.27	0.33 a 0.39 	0.45 a 0.45 	46.8 
V45	264.5 a 505.5	7	14X30	5.93 a 11.34	0.39 a 0.93 	0.45 a 0.45 	65.4 
V46	178.5 a 178.5	1	14X30	16.81 a 16.81	0.39 a 0.39 	0.45 a 0.45 	51.2 
V47	340.8 a 340.8	1	14X30	8.8 a 8.8	0.33 a 0.48 	0.45 a 0.45 	46.7 

Tabela 3: Resumo de dimensionamento de vigas - Primeiro Pav.

Viga	L (cm)	Vãos	Seção (cm)	H/L (%)	ρ_s (%)	ρ_{sw} (%)	Taxa de aço (kgf/m³)
V101	395.5 a 536	5	14X50	9.33 a 12.64	0.22 a 0.56 	0.25 a 0.25 	47.0 
V102	331.5 a 538.5	4	14X60	11.14 a 18.1	0.33 a 1.87 	0.21 a 0.72 	86.4 
V103	184.5 a 184.5	1	14X20	10.84 a 10.84	0.58 a 0.58 	0.75 a 0.75 	88.9 
V104	227 a 449.1	5	Com variação	9.8 a 22.03	0.28 a 1.11 	0.25 a 0.41 	57.3 
V105	309 a 384.5	3	14X30	7.8 a 9.71	0.33 a 0.48 	0.45 a 0.45 	50.6 
V106	396.5 a 396.5	1	14X50	12.61 a 12.61	0.28 a 0.28 	0.25 a 0.25 	36.1 
V107	185 a 401.5	3	Com variação	9.96 a 18.26	0.35 a 1 	0.33 a 0.65 	56.9 
V108	185 a 390.5	3	Com variação	10.24 a 17.86	0.28 a 1 	0.33 a 0.45 	52.0 
V109	341 a 368.5	3	14X30	8.14 a 8.8	0.15 a 0.39 	0.45 a 0.45 	50.5 
V110	553.4 a 553.4	2	14X44	7.95 a 7.95	0.45 a 0.76 	0.29 a 0.29 	60.3 
V111	614.5 a 614.5	1	14X60	9.76 a 9.76	0.33 a 0.51 	0.21 a 0.21 	43.3 
V112	528.5 a 609.5	3	Com variação	8.34 a 11.35	0.28 a 1.14 	0.21 a 0.32 	74.3 
V113	277.5 a 836.5	2	14X85	10.16 a 30.63	0.2 a 0.43 	0.14 a 0.14 	52.3 
V114	359 a 359	1	14X30	8.36 a 8.36	0.47 a 0.62 	0.45 a 0.45 	63.7 
V115	504.5 a 622	2	14X50	8.04 a 9.91	0.28 a 0.67 	0.25 a 0.25 	50.0 
V116	323.5 a 460	4	Com variação	10.87 a 15.46	0.22 a 0.67 	0.19 a 0.25 	56.3 
V117	503.5 a 623	2	14X50	8.03 a 9.93	0.28 a 1.02 	0.25 a 0.25 	60.1 
V118	331.5 a 475.5	4	14X50	10.52 a 15.08	0.22 a 0.67 	0.25 a 0.25 	50.4 
V119	184.5 a 184.5	1	14X20	10.84 a 10.84	0.58 a 0.58 	0.75 a 0.75 	88.9 
V120	237.5 a 533.7	9	Com variação	8.26 a 21.05	0.28 a 1.14 	0.25 a 0.45 	49.6 
V121	363 a 363	1	14X50	13.77 a 13.77	0.45 a 0.45 	0.25 a 0.25 	53.2 
V122	282.5 a 533.7	3	14X50	9.37 a 17.7	0.22 a 0.67 	0.25 a 0.25 	49.4 
V123	363 a 363	1	14X50	13.77 a 13.77	0.28 a 0.5 	0.25 a 0.25 	42.7 
V124	282.5 a 533.7	3	14X50	9.37 a 17.7	0.22 a 0.75 	0.25 a 0.25 	51.2 
V125	184 a 533.7	8	Com variação	9.37 a 27.17	0.18 a 0.9 	0.19 a 0.25 	52.1 
V126	435.5 a 593	4	14X50	8.43 a 11.48	0.22 a 0.56 	0.25 a 0.25 	46.3 
V127	321.7 a 587	6	Com variação	6.81 a 12.43	0.25 a 0.84 	0.29 a 0.36 	59.3 

Tabela 4: Resumo de dimensionamento de vigas - Platibanda
















Viga	L (cm)	Vãos	Seção (cm)	H/L (%)	ρ_s (%)	ρ_{sw} (%)	Taxa de aço (kgf/m ³)
V201	205 a 518	6	14X20	3.86 a 9.76	0.5 a 0.72 	0.75 a 0.75 	81.0 
V202	239.7 a 628.5	3	14X20	3.18 a 8.34	0.5 a 0.83 	0.75 a 0.75 	82.3 
V203	303 a 378.5	3	14X20	5.28 a 6.6	0.5 a 0.72 	0.75 a 0.75 	81.9 
V204	176 a 299.8	3	14X20	6.67 a 11.36	0.5 a 0.72 	0.75 a 0.75 	80.7 
V205	176 a 299.8	3	14X20	6.67 a 11.36	0.5 a 0.72 	0.75 a 0.75 	80.7 
V206	335 a 362.5	3	14X20	5.52 a 5.97	0.5 a 0.72 	0.75 a 0.75 	81.4 
V207	539 a 539	2	14X20	3.71 a 3.71	0.5 a 0.72 	0.75 a 0.75 	82.4 
V208	195 a 387.5	2	14X20	5.16 a 10.26	0.5 a 0.72 	0.75 a 0.75 	84.0 
V209	195 a 372.5	2	14X20	5.37 a 10.26	0.58 a 1.63 	0.75 a 0.75 	117.3 
V210	352.6 a 362.8	3	14X20	5.51 a 5.67	0.5 a 0.72 	0.75 a 0.75 	82.7 
V211	357 a 357	1	14X20	5.6 a 5.6	0.69 a 0.69 	0.75 a 0.75 	96.8 
V212	235.7 a 303.5	4	14X20	6.59 a 8.49	0.58 a 1.3 	0.75 a 0.75 	91.8 
V213	222 a 403.5	5	14X20	4.96 a 9.01	0.5 a 0.92 	0.75 a 0.75 	84.3 
V215	235.5 a 523.7	7	14X20	3.82 a 8.49	0.5 a 0.94 	0.75 a 0.75 	81.5 
V216	329.5 a 329.5	1	14X20	6.07 a 6.07	0.5 a 0.83 	0.75 a 0.75 	86.2 
V217	182 a 523.7	8	14X20	3.82 a 10.99	0.5 a 0.94 	0.75 a 0.75 	81.4 
V218	313.5 a 575	6	14X20	3.48 a 6.38	0.5 a 0.83 	0.75 a 0.75 	80.7 
































































































































Tabela 5: Tabela de dimensionamento de vigas – Caixa d'água

Viga	L (cm)	Vãos	Seção (cm)	H/L (%)	ρ_s (%)	ρ_{sw} (%)	Taxa de aço (kgf/m ³)
V301	523.5 a 523.5	1	14X30	5.73 a 5.73	0.33 a 0.39 	0.45 a 0.45 	51.4 
V302	113.8 a 440.7	2	14X30	6.81 a 26.36	0.15 a 0.39 	0.45 a 0.45 	52.7 
V303	445.5 a 445.5	1	14X30	6.73 a 6.73	0.33 a 0.48 	0.45 a 0.45 	51.6 
V304	445.5 a 445.5	1	14X30	6.73 a 6.73	0.33 a 0.39 	0.45 a 0.45 	49.7 

7.1.2 Pilares

Os resumos de detalhamento aqui apresentados representam as condições necessárias de armaduras para os pilares devido ao cálculo de esforços. Essas podem ter sido alteradas ao longo do dimensionamento.

Tabela 6: Resumo de dimensionamento de pilares

Pilar	Lances	Seção (cm)	σ (kgf/cm ²)	ν	λ	ρ	Taxa de aço (kgf/m ³)
P1	1 a 2	14X30	1.5 a 21.9	0.007 a 0.102 	17 a 89 	0.75 a 0.75 	105.5 
P2	1 a 1	14X30	41.6 a 41.6	0.194 a 0.194 	0	0.75 a 0.75 	104.9 
P3	1 a 2	14X30	1.9 a 48.5	0.009 a 0.227 	17 a 94 	0.75 a 0.75 	105.5 
P4	1 a 2	14X30	2 a 49.3	0.009 a 0.23 	17 a 94 	0.75 a 0.75 	105.5 
P5	1 a 2	14X30	1.9 a 48.8	0.009 a 0.228 	17 a 94 	0.75 a 0.75 	105.5 
P6	1 a 2	14X30	1.5 a 24	0.007 a 0.112 	17 a 90 	0.75 a 0.75 	105.5 
P7	1 a 2	14X30	1.6 a 37.4	0.008 a 0.174 	18 a 95 	0.75 a 0.75 	105.5 
P8	1 a 1	14X30	24.9 a 24.9	0.116 a 0.116 	44 a 98 	0.75 a 0.75 	113.1 
P9	1 a 3	14X40	2.3 a 70.2	0.011 a 0.328 	10 a 98 	0.84 a 2.15 	214.8 
P10	1 a 3	Com variação	3.5 a 76.3	0.017 a 0.356 	13 a 66 	0.75 a 1.12 	117.0 
P11	1 a 1	14X30	62.1 a 62.1	0.29 a 0.29 	47 a 94 	1.17 a 1.17 	164.4 
P12	1 a 1	14X30	70.3 a 70.3	0.328 a 0.328 	47 a 94 	1.12 a 1.12 	168.8 
P13	1 a 2	14X30	1.8 a 47.6	0.008 a 0.222 	16 a 100 	0.75 a 0.75 	105.5 
P14	1 a 1	14X30	6.5 a 6.5	0.03 a 0.03 	38 a 168 	1.17 a 1.17 	153.9 
P15	1 a 1	14X30	54.4 a 54.4	0.254 a 0.254 	42 a 94 	0.75 a 0.75 	105.5 
P16	1 a 2	14X30	1.6 a 40.4	0.007 a 0.189 	18 a 33 	0.75 a 0.75 	105.5 
P17	1 a 1	14X30	23 a 23	0.107 a 0.107 	46 a 95 	0.75 a 0.75 	113.1 
P18	1 a 3	14X30	2.7 a 63.2	0.013 a 0.295 	17 a 98 	0.75 a 1.17 	131.9 
P19	1 a 3	14X30	3.6 a 68.3	0.017 a 0.319 	16 a 94 	0.75 a 1.17 	130.4 
P20	1 a 2	14X30	1.6 a 48.1	0.008 a 0.224 	16 a 94 	0.75 a 0.75 	105.5 
P21	1 a 2	14X30	2.4 a 41.7	0.011 a 0.195 	12 a 98 	0.75 a 0.75 	105.5 
P22	1 a 1	14X30	49.5 a 49.5	0.231 a 0.231 	46 a 98 	0.75 a 0.75 	113.1 
P23	1 a 2	14X30	2 a 21.7	0.009 a 0.101 	16 a 98 	0.75 a 0.75 	105.5 
P24	1 a 2	14X30	1.5 a 25.9	0.007 a 0.121 	16 a 98 	0.75 a 0.75 	105.5 
P25	1 a 2	14X30	1.6 a 25.6	0.007 a 0.119 	16 a 98 	0.75 a 0.75 	105.5 
P26	1 a 2	14X30	1.9 a 30.4	0.009 a 0.142 	16 a 98 	0.75 a 0.75 	105.5 
P27	1 a 1	14X30	43.6 a 43.6	0.203 a 0.203 	42 a 95 	0.75 a 0.75 	104.9 
P28	1 a 1	14X30	27.8 a 27.8	0.13 a 0.13 	46 a 95 	0.75 a 0.75 	113.1 
P29	1 a 1	14X30	26.1 a 26.1	0.122 a 0.122 	46 a 95 	0.75 a 0.75 	113.1 
P30	1 a 2	14X30	2 a 44	0.009 a 0.206 	16 a 95 	0.75 a 0.75 	105.5 
P31	1 a 2	14X30	1.8 a 32.2	0.008 a 0.15 	12 a 95 	0.75 a 0.75 	105.5 
P32	1 a 1	14X30	29.5 a 29.5	0.138 a 0.138 	46 a 95 	0.75 a 0.75 	113.1 

P33	1 a 1	14X30	27.9 a 27.9	0.13 a 0.13	46 a 95	0.75 a 0.75	113.1
P34	1 a 2	14X30	1.7 a 35.5	0.008 a 0.166	12 a 95	0.75 a 0.75	105.5
P35	1 a 2	14X30	1.5 a 21.1	0.007 a 0.099	16 a 92	0.75 a 0.75	105.5
P36	1 a 2	14X30	1.9 a 38.8	0.009 a 0.181	13 a 89	0.75 a 0.75	105.5
P37	1 a 1	14X30	42.8 a 42.8	0.2 a 0.2	46 a 97	0.75 a 0.75	113.1
P38	1 a 1	14X30	26.5 a 26.5	0.124 a 0.124	46 a 95	0.75 a 0.75	113.1
P39	1 a 2	14X30	2.1 a 42.5	0.01 a 0.198	16 a 95	0.75 a 0.75	105.5
P40	1 a 2	14X30	2.6 a 41.6	0.012 a 0.194	12 a 95	0.75 a 0.75	105.5
P41	1 a 1	14X30	38.4 a 38.4	0.179 a 0.179	46 a 95	0.75 a 0.75	113.1
P42	1 a 1	14X30	36.2 a 36.2	0.169 a 0.169	46 a 95	0.75 a 0.75	113.1
P43	1 a 2	14X30	2.1 a 45.2	0.01 a 0.211	12 a 95	0.75 a 0.75	105.5
P44	1 a 2	14X30	1.5 a 21.3	0.007 a 0.099	16 a 92	0.75 a 0.75	105.5
P45	1 a 2	14X30	2.3 a 38.4	0.011 a 0.179	13 a 89	1.17 a 1.17	152.9
P46	1 a 1	14X30	41.5 a 41.5	0.194 a 0.194	45 a 98	0.75 a 0.75	113.1
P47	1 a 1	14X30	30.9 a 30.9	0.144 a 0.144	46 a 95	0.75 a 0.75	113.1
P48	1 a 2	14X30	2 a 43.6	0.01 a 0.204	16 a 95	0.75 a 0.75	105.5
P49	1 a 2	14X30	2.2 a 33.6	0.01 a 0.157	16 a 98	0.75 a 0.75	105.5
P50	1 a 2	14X30	1.6 a 34	0.007 a 0.159	16 a 98	0.75 a 0.75	105.5
P51	1 a 2	14X30	1.6 a 33.2	0.007 a 0.155	16 a 98	0.75 a 0.75	105.5
P52	1 a 2	14X30	2.3 a 42.5	0.011 a 0.198	16 a 98	0.75 a 0.75	105.5
P53	1 a 2	14X30	3.1 a 45.4	0.014 a 0.212	28 a 95	0.75 a 0.75	122.3
P54	1 a 1	14X30	44.1 a 44.1	0.206 a 0.206	44 a 98	0.75 a 0.75	113.1
P55	1 a 2	14X30	2.4 a 35.6	0.011 a 0.166	16 a 98	1.17 a 1.17	152.9
P56	1 a 2	14X30	2.1 a 46	0.01 a 0.215	16 a 32	0.75 a 0.75	105.5
P57	1 a 2	14X30	1.8 a 29	0.009 a 0.135	16 a 98	1.17 a 1.17	152.9
P58	1 a 2	14X30	3 a 36	0.014 a 0.168	17 a 88	0.75 a 0.75	105.5
P59	1 a 2	14X30	2.2 a 32.8	0.01 a 0.153	17 a 90	1.17 a 1.17	152.9
P60	1 a 2	14X30	2.7 a 32.2	0.012 a 0.15	28 a 89	1.75 a 1.75	259.6
P61	1 a 2	14X30	5.3 a 56.5	0.025 a 0.264	23 a 98	0.75 a 1.17	164.5
P62	1 a 1	14X30	76.3 a 76.3	0.356 a 0.356	47 a 96	1.75 a 1.75	242.4
P63	1 a 2	14X30	1.6 a 45.2	0.007 a 0.211	17 a 100	0.75 a 0.75	105.5
P64	1 a 2	14X30	1.6 a 9.6	0.007 a 0.045	22 a 92	0.75 a 0.75	105.5
P65	1 a 1	14X30	62.5 a 62.5	0.292 a 0.292	37 a 95	1.17 a 1.17	149.8
P66	1 a 2	14X30	1.7 a 36.2	0.008 a 0.169	22 a 88	0.75 a 0.75	105.5
P67	1 a 1	14X30	6.1 a 6.1	0.029 a 0.029	38 a 168	1.17 a 1.17	153.9
P91	1 a 1	45X45	1.1 a 1.1	0.005 a 0.005	51 a 51	0.48 a 0.48	69.2
P92	1 a 1	45X45	1.1 a 1.1	0.005 a 0.005	51 a 51	0.48 a 0.48	69.2

8 CONCLUSÃO

Por fim, entende-se que as premissas e o dimensionamento geral das estruturas seguiram as normas técnicas vigentes e a boa prática da engenharia.