
MEMORIAL DE CÁLCULO

Cobertura Técnica

Plataforma metálica

para sustentação de

equipamentos

condensadores de ar

RET-P06-PE-EST-001-143-N11-901-R02

CÓDIGO FIOCRUZ: C143A22A

CONTRATAÇÃO DE SERVIÇO DE ENGENHARIA
PARA DESENVOLVIMENTO DE ANTEPROJETOS,
PROJETO BÁSICO, TÉCNICO E PROJETOS
EXECUTIVOS NAS ÁREAS DE ARQUITETURA,
ESTRUTURA, INSTALAÇÕES PREDIAIS,
ENGENHARIA MECÂNICA, AUTOMAÇÃO,
INFRAESTRUTURA (REDES), URBANISMO E
DESENHO INDUSTRIAL (MOBILIÁRIO E
SINALIZAÇÃO) EM EDIFICAÇÕES DA FIOCRUZ.
PROCESSO N° 25389.100104/2019-55
CONTRATO N° 01/2021

Rio de Janeiro 15 de agosto de 2023



Revisões:

Nº	Data	Descrição
00	03/02/2023	Emissão Inicial
01	05/04/2023	Revisão geral
02	15/08/2023	Inserção do código Fiocruz

Empresa contratada: Arqhos Consultoria e Projetos

CNPJ: 32.087.991/0001-88

Endereço: Rua Barão do Flamengo 22 | Sl. 404 – Rio de Janeiro – RJ

SUMÁRIO

1.	OBJETIVO	5
2.	NORMAS DE REFERÊNCIA	5
3.	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	7
4.	DESCRIPTIVO DO SISTEMA	Erro! Indicador não definido.
4.1	PREMISSAS DE PRÉ-DIMENSIONAMENTO	7
4.1.1	Vazão	Erro! Indicador não definido.
4.1.2	Diâmetro de Recalque	Erro! Indicador não definido.
4.2	TABELA DE DIMENSIONAMENTO - BOMBAS DRENAGEM CISTERNA	Erro! Indicador não definido.
4.3	CONCLUSÃO - BOMBAS DRENAGEM CISTERNA	Erro! Indicador não definido.

1. OBJETIVO

Este documento apresenta a memória de cálculo de estruturas metálicas a serem instaladas sobre o prédio sede Campus Maré (Expansão), localizado na cidade do Rio de Janeiro - RJ.

2. NORMAS DE REFERÊNCIA

Os serviços para as edificações e instalações dos sistemas de estrutura deverão ser executados de acordo com as disposições constantes nas normas a seguir, e nas demais normas por elas indicadas. Deverão ser observadas as mais recentes revisões dos referidos documentos:

a. Normas Essenciais

- ABNT NBR 5674 – Manutenção de Edificações - Requisitos para o sistema de gestão de manutenção;
- ABNT NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;
- ABNT NBR 6120 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações – Procedimento;
- ABNT NBR 6123 - Forças devidas ao vento em edificações – Procedimento;
- ABNT NBR 8681 - Ações e segurança nas estruturas – Procedimento;
- ABNT NBR 14432 - Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento;
- ABNT NBR 14762 - Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio;
- ABNT NBR 8800:2008 - Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios;
- ABNT NBR 14859-1 – Laje pré-fabricada de concreto – Parte 1: Vigotas, minipainéis e painéis – Requisitos;
- ABNT NBR 14859-2 – Laje pré-fabricada de concreto – Parte 2: Elementos inertes para enchimento e forma – Requisitos;
- ABNT NBR 15200 – Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio;
- ABNT NBR 15696 – Formas e escoramentos para estruturas de concreto - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos.

b. Normas Complementares

- ABNT NBR 16697 – Cimento Portland comum;
- ABNT NBR 5738 – Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova;
- ABNT NBR 5739 – Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos;
- ABNT NBR NM 33 – Concreto - Amostragem de concreto fresco;
- ABNT NBR ISO 6892-1 - Materiais metálicos - Ensaio de Tração - Parte 1: Método de ensaio à temperatura ambiente;

- ABNT NBR ISSO 7438 – Materiais metálicos — Ensaio de dobramento;
 - ABNT NBR 7212 - Execução de concreto dosado em central — Procedimento;
 - ABNT NBR 7211 – Agregados para concreto – Especificação;
 - ABNT NBR 7215 – Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão;
 - ABNT NBR NM 67 – Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone;
 - ABNT NBR 14931 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento.
- c. Normas Específicas
- ABNT NBR 6136 - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos;
 - ABNT NBR 9607 - Prova de carga em estruturas de concreto armado e protendido – Procedimento;
 - ABNT NBR 14323 - Dimensionamento de estruturas de aço de edifícios em situação de incêndio – Procedimento;
 - ABNT NBR 14762 – Dimensionamento de estrutura de aço constituída por perfis formado a frio;
 - ABNT NBR 15253 – Perfis de aço formado a frio, com revestimento metálico, para painéis estruturais reticulados em edificações (requisitos gerais) Light Steel Framing.
 - ABNT NBR 15812-1 - Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos – Parte 1: Projetos;
 - ABNT NBR 15812-2 - Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos – Parte 2: Execução e controle de obras.
- d. Manuais CBCA (Centro Brasileiro da Construção em Aço) / ABCEM (Associação Brasileira da Construção Metálica)
- Manual de Construção em Aço - Ligações em Estruturas Metálicas - Volumes 1 e 2 - 4ª edição 2011
 - Manual de Construção em Aço - Estruturas Mistas - Volumes. 1 e 2 2010
 - Manual de Construção em Aço - Projeto e Durabilidade 2009
 - Manual de Construção em Aço - Viabilidade Econômica 2008
 - Manual de Construção em Aço - Interfaces Aço-Concreto - 2ª edição 2009
 - Manual de Construção em Aço - Transporte e Montagem 2005
 - Manual de Construção em Aço - Resistência ao Fogo das Estruturas de Aço (CD) 2003
 - Manual de Construção em Aço - Tratamento de Superfície e Pintura 2003
 - Manual de Construção em Aço - Painéis de Vedação (CD) 2003
 - Manual de Construção em Aço - Alvenarias (CD) 2002

Obs.: Os manuais CBCA e ABCEM são disponibilizados nos sites das entidades na internet.

<http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/publicacoes-manuais.php>

<http://www.abcem.org.br/site/biblioteca-digital/publicacoes-abcem>

3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Foram utilizados os seguintes documentos de referência:

DES-P06-PE-EST-001-143-N11-101 – PLATAFORMA METÁLICA – LADO ESQUERDO – PLANTAS E CORTES – COBERTURA TÉCNICA

DES-P06-PE-EST-002-143-N11-102 - PLATAFORMA METÁLICA – LADO DIREITO – PLANTAS E CORTES – COBERTURA TÉCNICA

Plantadepiso-PLANTABAIXA11ºPAVIMENTO(N-A-).dwg;

MProj.-Unidades-Centrais-Midea-V6-H-09-21-view.

4. MATERIAIS CONSIDERADOS

Os materiais adotados para as verificações realizadas neste relatório foram:

- Concreto classe C30 ($f_{ck} = 30\text{MPa}$);
- Perfis laminados: ASTM A572 gr.50 ($f_{yk} = 345\text{MPa}$);
- Chapas: ASTM A36 ($f_{yk} = 250\text{MPa}$);
- Chumbadores: SAE-1045 ($f_{yk} = 240\text{MPa}$).

5. DESCRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DA ESTRUTURA

As estruturas nas quais este documento se baseia tratam-se de pórticos espaciais, constituídos por perfis estruturais metálicos padrão W e/ou HP, que serão instaladas sobre uma edificação existente em concreto armado. No topo de cada um destes pórticos haverá uma grelha, também metálica, que receberá aparelhos condensadores de ar. São no total duas estruturas, similares, mas não idênticas, sendo que será uma instalada uma em cada lado da edificação e elas receberão um total de vinte aparelhos cada.

Estas estruturas possuem formato retangular em planta, com dimensões aproximadas de 6m x 12m. O plano da grelha que receberá o apoio dos equipamentos está a uma elevação de 39,21m, contra 38,48m da laje de concreto sobre a qual as estruturas serão instaladas. Este desnível foi deixado de forma a permitir a passagem de dutos, cabos, etc. sob o pórtico.

As figuras a seguir ilustram o que está sendo descrito acima.

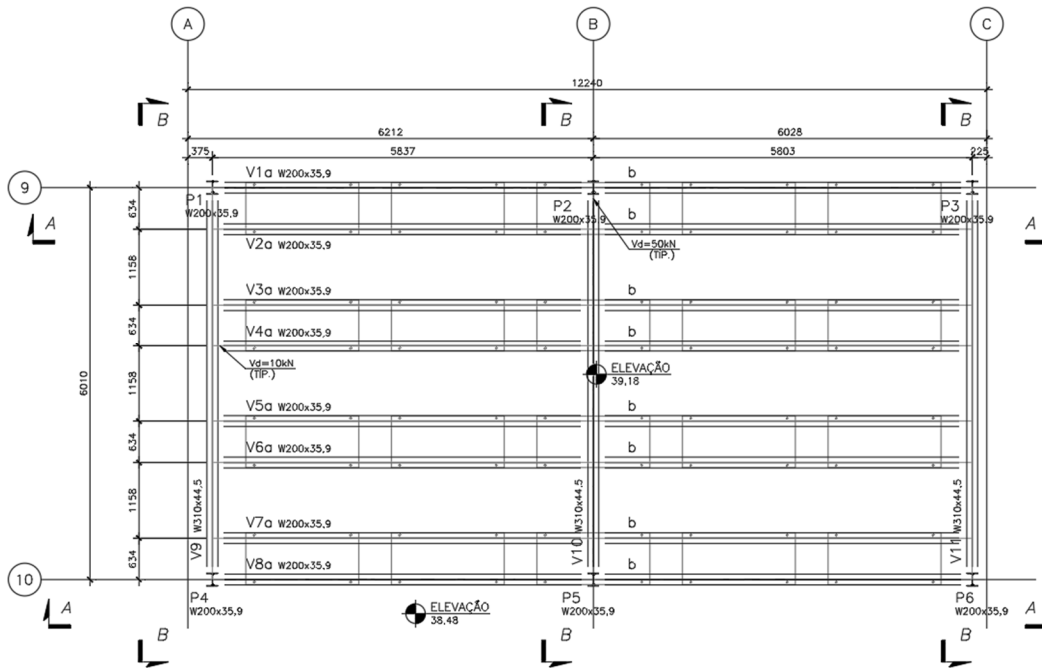


Figura 1 – Planta do pórtico a ser instalado sobre a região à esquerda da edificação.

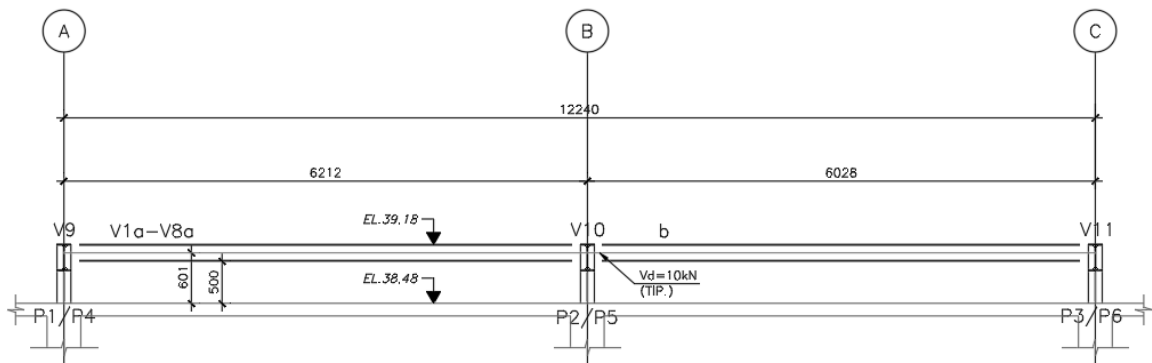


Figura 2 – Seção A-A do pórtico a ser instalado sobre a região à esquerda da edificação.

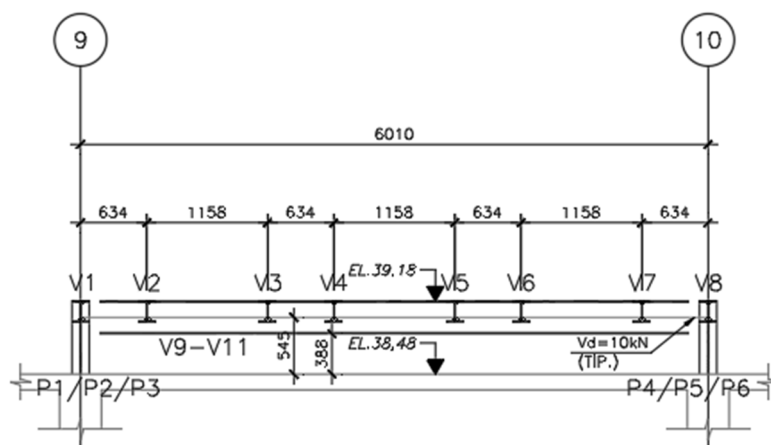


Figura 3 – Seção B-B do pórtico a ser instalado sobre a região à esquerda da edificação.

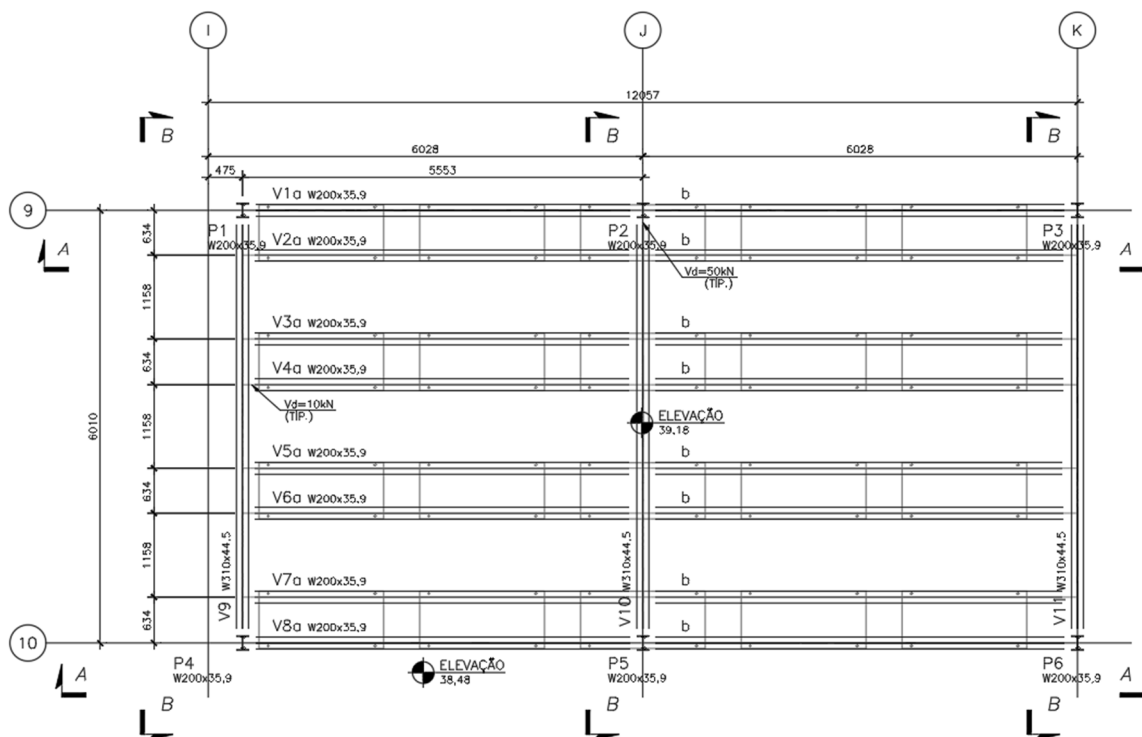


Figura 4 – Planta do pórtico a ser instalado sobre a região à direita da edificação.

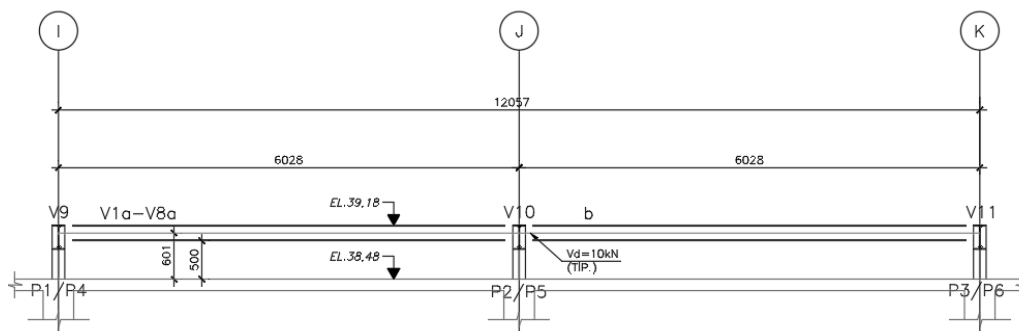


Figura 5 – Seção A-A do pórtico a ser instalado sobre a região à direita da edificação.

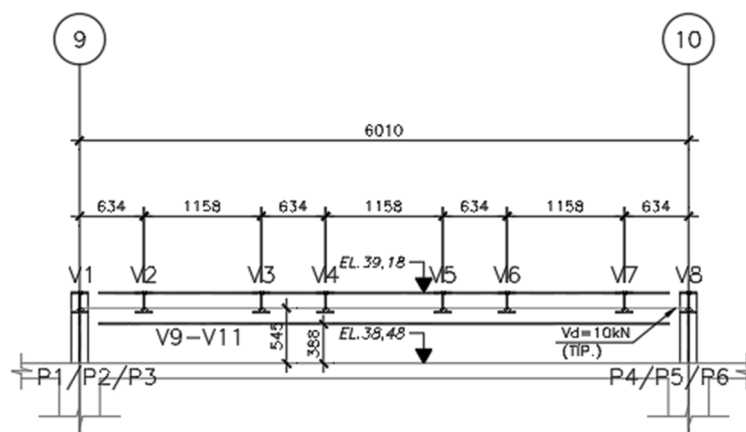


Figura 6 – Seção B-B do pórtico a ser instalado sobre a região à direita da edificação.

6. MODELO DE CÁLCULO

Com o fim de se realizarem as diversas análises necessárias para o desenvolvimento deste relatório, foi desenvolvido um modelo tridimensional de elementos finitos da estrutura; tendo-se, para tal, recorrido ao software *SAP2000*.

Na modelagem foram utilizados elementos de barra que representassem os perfis metálicos utilizados na estrutura. Estas barras foram consideradas sempre bi-rotuladas em seus apoios, com exceção das bases dos pilares, que foram consideradas engastadas, ou seja, sem permitir deslocamentos angulares.

Como os dois pórticos elaborados possuem geometrias e carregamentos muito similares, foi elaborado um único modelo para ambos os projetos, tendo ele adotado as condições mais conservadoras sempre que havia alguma diferença de uma estrutura para outra.

As figuras a seguir ilustram o que está sendo descrito acima.

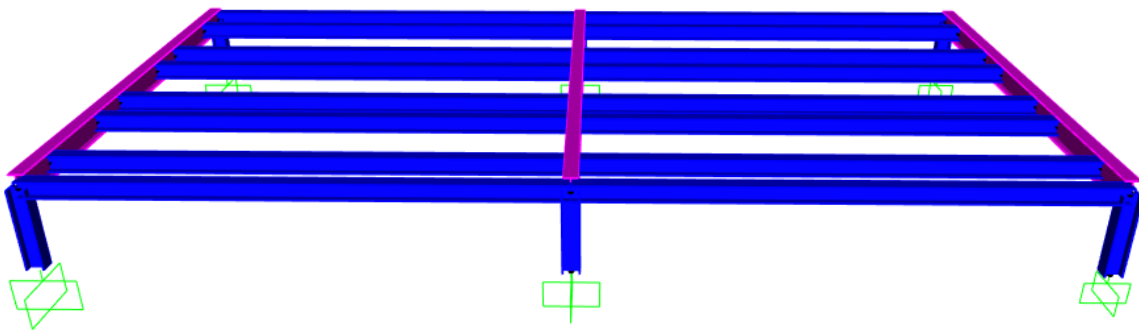


Figura 7 – Vista em perspectiva frontal do modelo de cálculo elaborado.

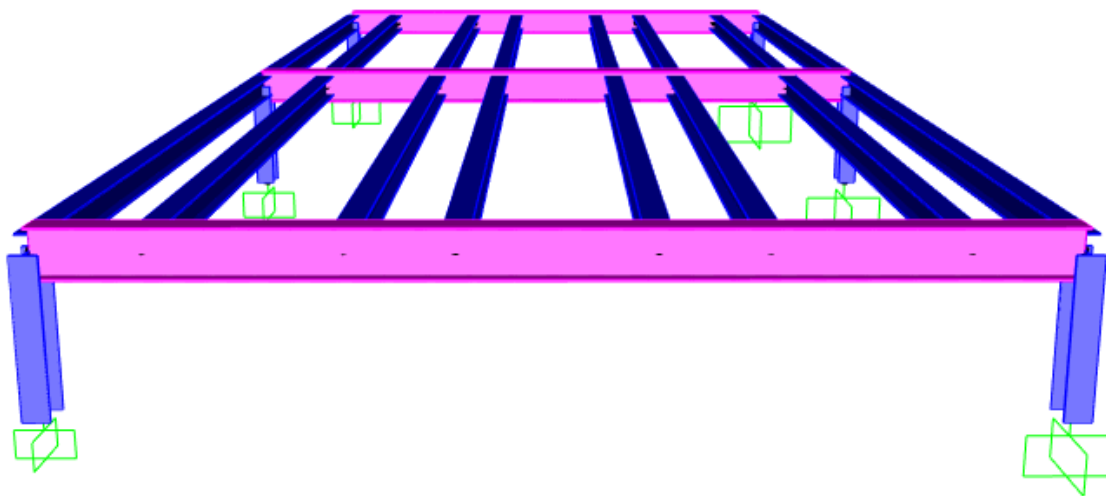


Figura 8 – Vista em perspectiva lateral do modelo de cálculo elaborado.

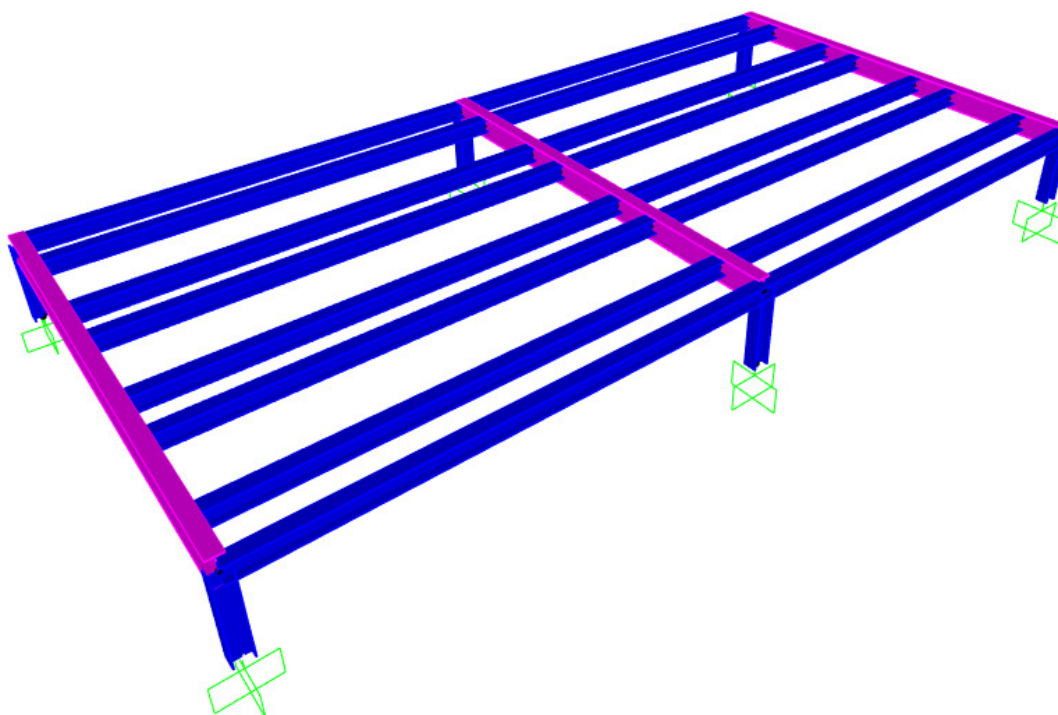


Figura 9 – Vista em perspectiva isométrica do modelo de cálculo elaborado.

7. CARREGAMENTOS ADOTADOS

Foram considerados os seguintes carregamentos:

- Peso próprio da estrutura (DEAD)

Calculado automaticamente pelo software, de acordo com os pesos próprios dos materiais.

- Carga Permanente (CP)

O carregamento referente aos pesos dos equipamentos foi considerado permanente. Foi considerado o peso de 530kgf por unidade condensadora.

- Vento (Vento X/Y/-X/-Y)

Foi aplicado o esforço proveniente do vento, atuando sobre as projeções laterais dos equipamentos. A velocidade característica e os coeficientes de pressão foram considerados conforme recomendações da NBR 6123.

8. VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL

8.1 VERIFICAÇÃO DE ESFORÇOS

A verificação da estrutura quanto às solicitações internas causadas pelos carregamentos é feita de forma automática pelo software. Sua apresentação é dada em forma de escala de cores, conforme apresentado abaixo.

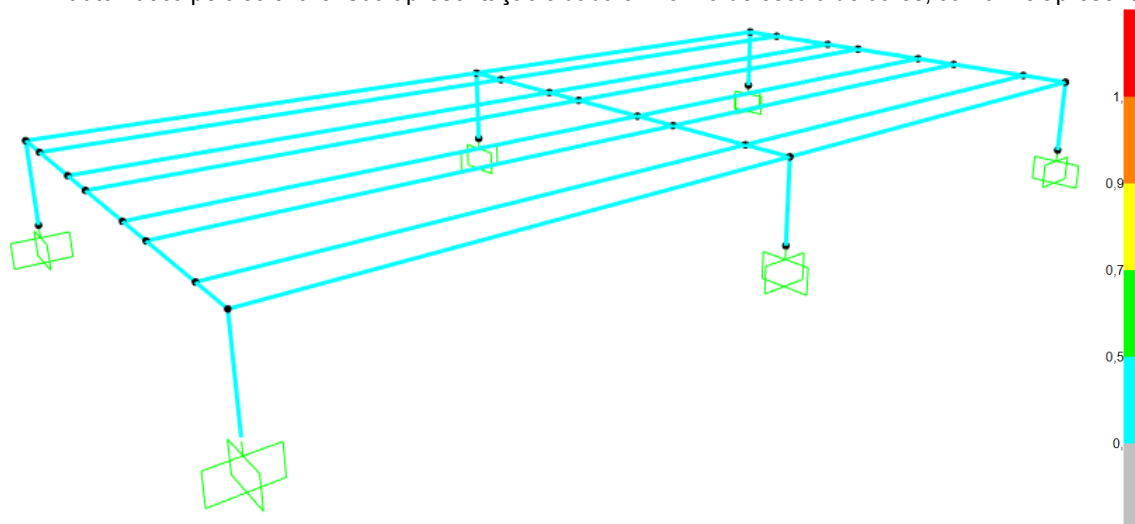


Figura 10 – Verificação da estrutura quanto a seus esforços internos.

Conforme pode ser observado, todos os elementos da estrutura estão com a cor azul, que, pela escala de cores apresentada ao lado da figura, indica que o fator de utilização destes elementos está entre 0,00 e 0,50 (ou seja, entre 0% e 50%) do total que estes elementos poderiam suportar. Desta forma, observa-se que o dimensionamento da estrutura está adequado.

8.2 VERIFICAÇÃO DE DESLOCAMENTOS

A verificação de deslocamentos da estrutura é feita em estado limite de serviço (ELS). Os valores obtidos no modelo de cálculo nesta condição de combinação de carregamentos são então comparados com a tabela C.1 da NBR 8800, que estabelece limites para estes deslocamentos. No caso, será utilizado o limite de $L/250$, que é suficiente para evitar o desconforto visual.

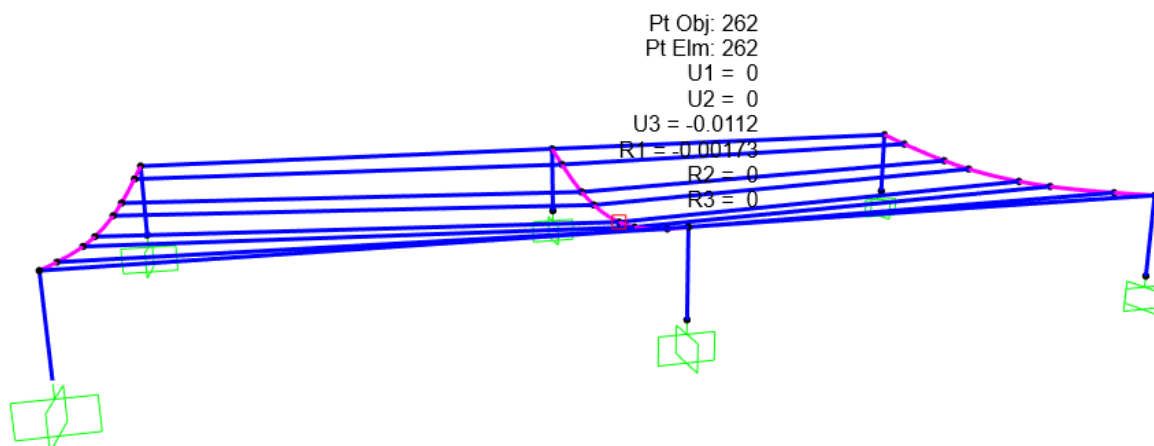


Figura 11 – Verificação da estrutura quanto a seus esforços internos.

Na figura acima observa-se um deslocamento vertical (U3) de 1,12cm no ponto de maior deslocamento das vigas principais (W310x44,5). Como estas vigas possuem vão de aproximadamente 600cm, observa-se um deslocamento relativo de $L/535$. Desta forma, consideram-se estes elementos aprovados quanto a deslocamentos excessivos.

Já nas demais vigas, de perfis W200x35,9, foi observado um valor de 1,25cm em seus pontos de maior deslocamento, conforme pode ser observado na próxima imagem.

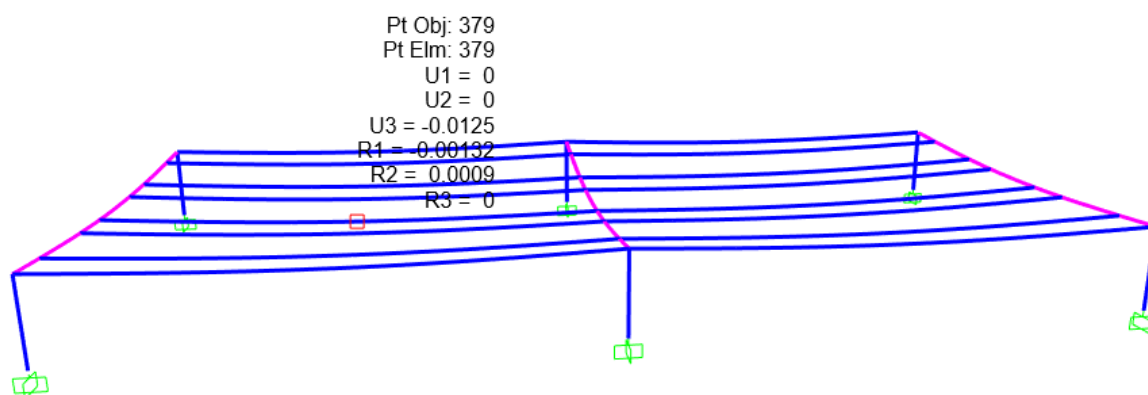


Figura 12 – Verificação da estrutura quanto a seus esforços internos.

Estas vigas também apresentam vãos de aproximadamente 600cm, de forma que este deslocamento observado representa um valor relativo de $L/480$. Desta forma, consideram-se também estes elementos aprovados quanto a este critério de serviço.

8.3 VERIFICAÇÃO DA ESTRUTURA EXISTENTE

A estrutura existente da edificação receberá os carregamentos adicionais oriundos destas estruturas metálicas e dos equipamentos que elas irão suportar, portanto a condição de segurança da edificação deve ser verificada.

No entanto, observa-se que estas regiões em que receberão os pórticos metálicos não mais poderão ter sua utilização normal garantida, ou seja, sobre ela não terá mais a possibilidade de serem instalados outros equipamentos, nem trânsito de pessoas, etc.

Ou seja, caso o carregamento total causado por esta estrutura seja menor que o de sobrecarga de utilização exigido por norma, poderá ser verificado que os pilares da estrutura estão menos carregados, e não mais, do que estavam antes de sua instalação. Quanto às vigas e lajes, não há necessidade de verificação para estes elementos pois todos os apoios do pórtico metálico estão locados diretamente sobre pilares de concreto, de forma que estes outros elementos não receberão cargas adicionais.

O carregamento total da estrutura nova será dado por:

$$P_{equip} = 20 \cdot 5,3kN = 106kN.$$

$$P_{aço} = 51kN \text{ (obtido das listas de materiais).}$$

Como a região de instalação da estrutura possui dimensões em planta aproximadas de 6m x 12m, estes carregamentos calculados são equivalentes a um carregamento por área igual a:

$$q = (106 + 51)/(6m \cdot 12m) = 2,2kN/m^2.$$

Como o carregamento normativo para terraços, segundo recomendação da Tabela 10 da NBR 6120, é de 3kN/m², conclui-se que a instalação desta estrutura não representará uma condição desfavorável para a estrutura existente de concreto, de forma que se considera esta estrutura verificada.

9. CONCLUSÃO

Neste documento foi apresentada a memória de cálculo de estruturas metálicas a serem instaladas sobre edifício pertencente à Fiocruz, sobre as quais serão instalados equipamentos condensadores de ar.

Foi elaborado um modelo de cálculo que representasse adequadamente as características geométricas e mecânicas da estrutura, e este modelo estrutural foi utilizado para se fazerem todas as verificações necessárias.

Nestas verificações realizadas, observou-se que a estrutura da forma que foi concebida respeita os critérios normativos envolvidos, tanto quanto aos estados limites últimos, que dizem respeito à capacidade portante da estrutura, quanto aos critérios de estados limites de serviço, que dizem respeito a conforto e utilização do usuário.

Foi verificado também uma possível condição desfavorável da estrutura existente de concreto ao receber estes carregamentos adicionais, no entanto, logo observou-se que estes carregamentos são menores que os de tipo “sobrecarga” exigidos por norma para este caso, portanto conclui-se que a estrutura não estará em uma condição desfavorável à sua segurança.

Desta forma, conclui-se que o dimensionamento feito para a estrutura é adequado.