



## **COORDENADORIA DE EDIFICAÇÕES E INFRAESTRUTURA**

### **DIVISÃO DE PROJETOS**

#### **MEMORIAL DE CARGAS DO PROJETO PADRÃO 5000**

## **1. OBJETIVO**

O objetivo deste estudo é desenvolver uma planta de cargas para o Projeto Padrão 5000, com o intuito de fornecer subsídios para realização da estimativa de quantidades de fundações das comarcas dos projetos Padrão 5000. Este documento aborda a metodologia empregada no processo, fornecendo uma descrição das etapas realizadas.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1. Considerações iniciais**

Para a realização do estudo, foram disponibilizados os projetos arquitetônicos básicos do Projeto Padrão 5000. Inicialmente, procedeu-se à avaliação do projeto, identificando a necessidade de conduzir dois estudos distintos.

O primeiro estudo envolveu a pré-locação dos pilares, seguido pelo levantamento de cargas, cujo procedimento detalhado será descrito posteriormente. E o outro estudo foi a realização de um estudo específico para a marquise presente no projeto do fórum, dada a sua considerável dimensão.

### **2.2. Pré-locação dos pilares**

A pré-locação dos pilares foi minuciosamente executada como um passo essencial para a continuidade do estudo. A disposição e as dimensões dos pilares foram planejadas, buscando eficientemente conciliar as necessidades do projeto arquitetônico com as considerações críticas dos Engenheiros Civis do Tribunal de Justiça do Paraná (TJPR), especialmente no que diz respeito ao espaçamento ideal entre os eixos dos pilares.

O Anexo A trata da pré-locação estimada dos pilares.



### 2.3. Área de influência

Após a conclusão da locação dos pilares, procedeu-se à delimitação das áreas de influência correspondentes a cada um deles. Esse processo envolve a subdivisão da área total de uma laje adjacente a um pilar em segmentos menores, com o intuito de identificar os carregamentos que esse pilar pode vir a suportar. A determinação da área de influência de cada pilar é obtida dividindo pela metade as medidas entre seus eixos em distâncias, conforme exemplificado na Figura 1.

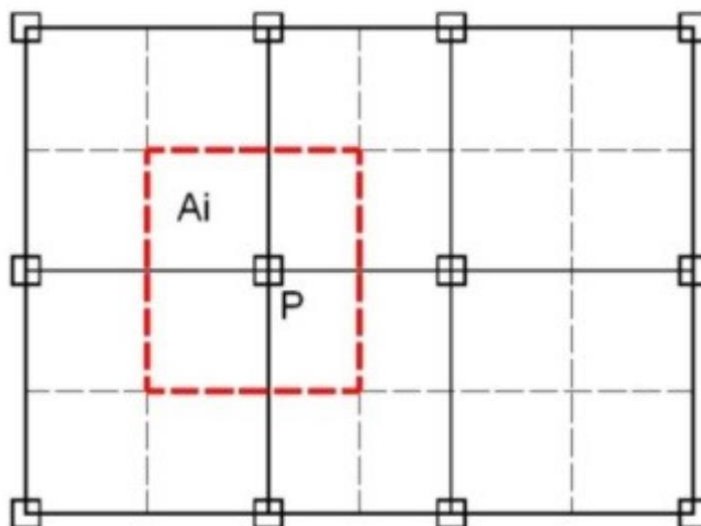


Figura 1 - Área de influência dos pilares

Após a definição das áreas de influência, tornou-se viável identificar as quantidades dos elementos que exercem carga sobre aquele pilar.

### 2.4. Levantamento de carregamentos

Os carregamentos considerados, juntamente com seus pesos específicos, são os seguintes:

- **Peso próprio de pilares e lajes:** Utilizou-se o peso específico do concreto armado (25,00 kN/m<sup>3</sup>), considerando as dimensões obtidas em projeto;
- **Parede de concreto (20,00 cm de espessura):** Utilizou-se o peso específico do concreto armado (25,00 kN/m<sup>3</sup>);



- **Structural glazing:** Dado a sua especialidade e limitada disponibilidade em literatura e fichas técnicas, optou-se, em favor da segurança, pelo valor do peso específico da alvenaria comum ( $2,64 \text{ kN/m}^2$ ), obtido no *software Eberick*;
- **Steel frame:** O peso específico utilizado foi de  $0,48 \text{ kN/m}^2$ , conforme estudo de Marques (2009);
- **Divisória:** O peso específico foi de  $1,48 \text{ kN/m}^2$ , obtido no *software Eberick*;
- **Piso interno:** Considerou-se o contrapiso ( $21,00 \text{ kN/m}^3$ ) de 4,00 cm de espessura e piso cerâmico ( $18,00 \text{ kN/m}^2$ ) de 1,50 cm de espessura;
- **Piso de cobertura:** Considerou-se o contrapiso ( $21,00 \text{ kN/m}^3$ ) de 4,00 cm de espessura, impermeabilização com manta de PVC ( $0,20 \text{ kN/m}^2$ ) de 1,50 cm de espessura e placa de polisocianurato Isoart ( $0,09 \text{ kN/m}^2$ ) de 3,00 cm de espessura;
- **Forro:** Utilizou-se o forro metálico modular da MadelGroup ( $0,026 \text{ kN/m}^2$ ) para todo o projeto;
- **Cargas acidentais:**
  - Corredores com acesso ao público:  $3,00 \text{ kN/m}^2$ ;
  - Corredores em acesso ao público:  $2,00 \text{ kN/m}^2$ ;
  - Cozinhas não residenciais:  $3,00 \text{ kN/m}^2$ ;
  - Escadas:  $3,00 \text{ kN/m}^2$ ;
  - Escritórios (Salas de uso geral e banheiro):  $2,00 \text{ kN/m}^2$ ;
  - Terraços com acesso ao público:  $3,00 \text{ kN/m}^2$ ;
  - Terraços sem acesso ao público:  $2,00 \text{ kN/m}^2$ .

Uma consideração, também, para as cargas acidentais é que em compartimento designados para cargas especiais, como aqueles provenientes de arquivos, depósitos de materiais, máquinas leves, caixas-fortes, entre outros, não é imprescindível realizar uma verificação extremamente precisa dessas cargas. Contudo, é suficiente considerar um acréscimo de  $3,00 \text{ kN/m}^2$  ao valor da carga acidental para a análise adequada. Além disso, a ABNT NBR 6120 (2019) possibilita para a diminuição de 20% da carga acidental para quando a edificação tem 4 pisos que atuam sobre o elemento.



É importante salientar que os pesos específicos, para os quais não há referências explícitas, foram derivados em conformidade com as orientações fornecidas pela ABNT NBR 6120 (2019).

Vale ressaltar que os esforços oriundos do vento para os fóruns do TJPR vão ser desconsiderados nesse estudo, uma vez que é padrão das edificações do TJPR possuir travamento dos blocos com vigas baldrame. Essas vigas terão o papel de equilibrar os esforços de flexão resultantes dos pilares do fórum. Também, blocos com mais de uma estaca atuam com a transformação dos momentos fletores em binários de força nas estacas (SILVA, s.d.).

## 2.5. Combinação de cargas

Visto o fato que o estudo será utilizado para a estimativa de quantidades de fundação, foi realizado a combinação de cargas em Estado Limite Último (ELU), conforme a ABNT NBR 8681 (2003). Foi utilizado os seguintes coeficientes de ponderação:

- $\gamma_g = 1,4$  – coeficiente destinado a ações permanentes em combinações normais de elementos construtivos industrializados com adições *in loco*;
- $\gamma_q = 1,5$  – coeficiente destinado a ações variáveis em combinações normais de edificações tipo 1.

Após essas considerações, resultou-se na seguinte equação:

$$F_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} * F_{Gi,k} + \gamma_q * F_{Q,k}$$

Sabe-se que a primeira parcela da equação é referente as ações permanentes, enquanto a segunda, as ações variáveis.

## 2.6. Estudo da marquise

Com o intuito de estudar as cargas e a resposta estrutural da marquise, foi modelado o pré-dimensionamento de parte da estrutura prevista para o Fórum Padrão 5000 que teria alguma influência sobre o suporte da marquise deste projeto, com o auxílio da ferramenta computacional TQS© em sua versão gratuita, com o objetivo de



verificar, principalmente, o Estado Limite de Serviço (ELS) da estrutura da marquise, além de validar a metodologia anteriormente descrita ao comparar as cargas dos pilares internos, que estão sendo plenamente solicitados na modelagem.

Os elementos estruturais foram pré-dimensionados levando em consideração as definições arquitetônicas deste projeto e o dimensionamento estrutural de projetos similares anteriores deste Tribunal. Dito isto, as dimensões dos elementos giravam em torno de:

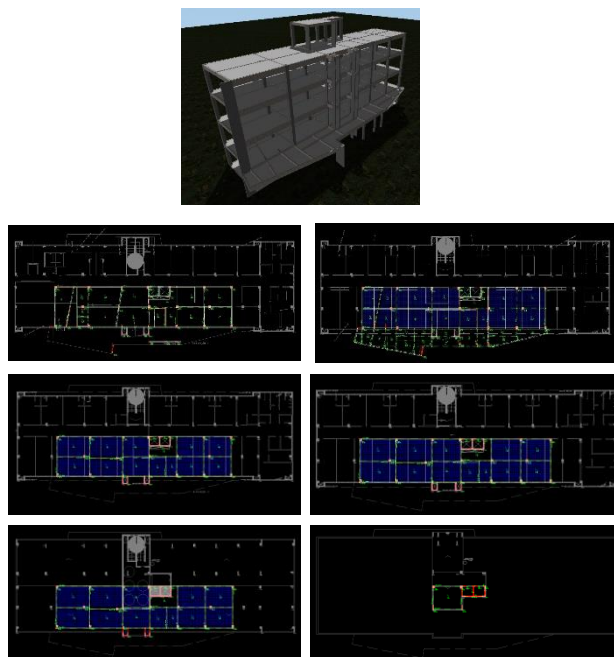
Pilares: 20x70cm e 50x50cm, com algumas outras pequenas variações;

Vigas: 20x40cm, 20x55cm, 20x60cm e 20x80cm, com algumas outras pequenas variações;

Lajes: majoritariamente do tipo nervurada, com 5cm de capa e 30cm de altura das nervuras. Na região da marquise foi adotada laje maciça rebaixada de 30cm de espessura, com o intuito de manter o acabamento inferior em concreto aparente.

As cargas permanentes referentes ao peso próprio são automaticamente calculadas pela ferramenta computacional utilizada, e as demais cargas permanentes foram conforme explicitadas anteriormente. As cargas acidentais utilizadas na modelagem seguiram a norma NBR 6120:2019.

Seguem imagens as geradas da modelagem.



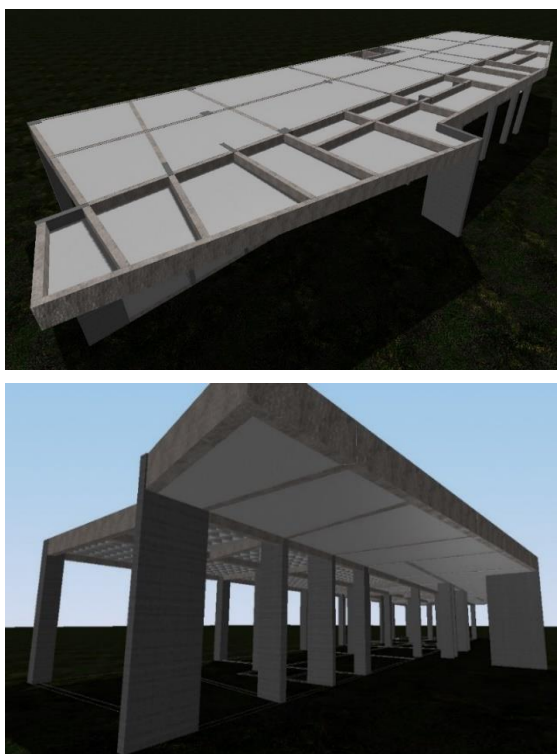
*Figura 2: Modelagem P5000, com o 3D e formas do pav térreo, 1º pav, 2º pav, 3º pav, cobertura e cobertura da casa de máquinas.*



Foram realizadas diversas simulações no modelo estrutural com o intuito de otimizar a resposta estrutural dos elementos aqui estudados. A arquitetura inicial do projeto previa uma espessura da viga de borda da marquise de 45cm, com um apoio isolado somente em uma região da marquise, ficando totalmente em balanço na outra metade da mesma. Nesta configuração, não foi possível obter o valor de flecha máxima normativa de  $L/250$  (Item 13.3 Deslocamentos-limites da NBR 6118/2023, sendo L o vão da laje).

Assim, foram realizadas adaptações arquitetônicas, alterada a altura da viga de borda da marquise para 60cm e previstos novos apoios na região anteriormente em balanço e, em conjunto com uma malha de vigas, foi possível atingir os valores normativos do Estado Limite de Serviço (ELS) previstos na NBR 6118/2023. Sobre o objetivo de validação do método de cálculo de cargas, a planta de cargas gerada pelo TQS© validou a metodologia ao obter valores próximo calculados nas duas plantas de cargas, para os pilares mais internos da modelagem.

A seguir estão apresentadas imagens da modelagem e a planta de formas do pavimento térreo em Anexo B, onde os elementos estruturais da marquise em estudo estão contemplados.



*Figura 3: Destaque para marquise em concreto armado do P5000.*



### 3. REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6120: Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edificações. Rio de Janeiro, 2019.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8681: Ações e Segurança nas Estruturas - Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

*Eberick*. São Paulo: AltoQi Tecnologia em Informática S.A.

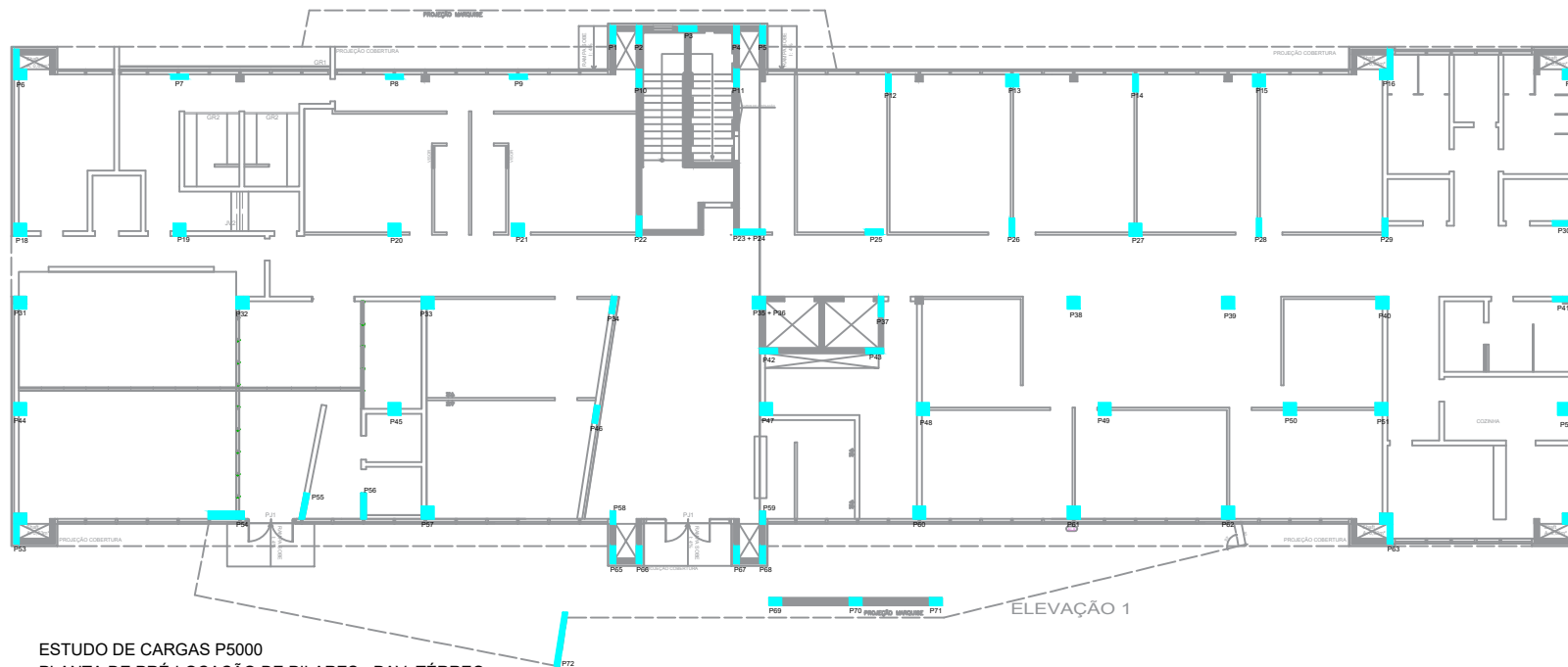
MARQUES, J. P. B. G. (2019). Análise Comparativa entre o Sistema Estrutural Convencional e o Sistema Light Steel Framing em Residências de Alto Padrão. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

SILVA, N. O (s.d.). Interação: Fundações em Estaca e Solo (3/3). Disponível em: <<https://docs.tqs.com.br/Docs/Details?id=3448&language=pt-BR>>.



## ANEXO A – PLANTAS DE PRÉ-LOCAÇÃO DOS PILARES



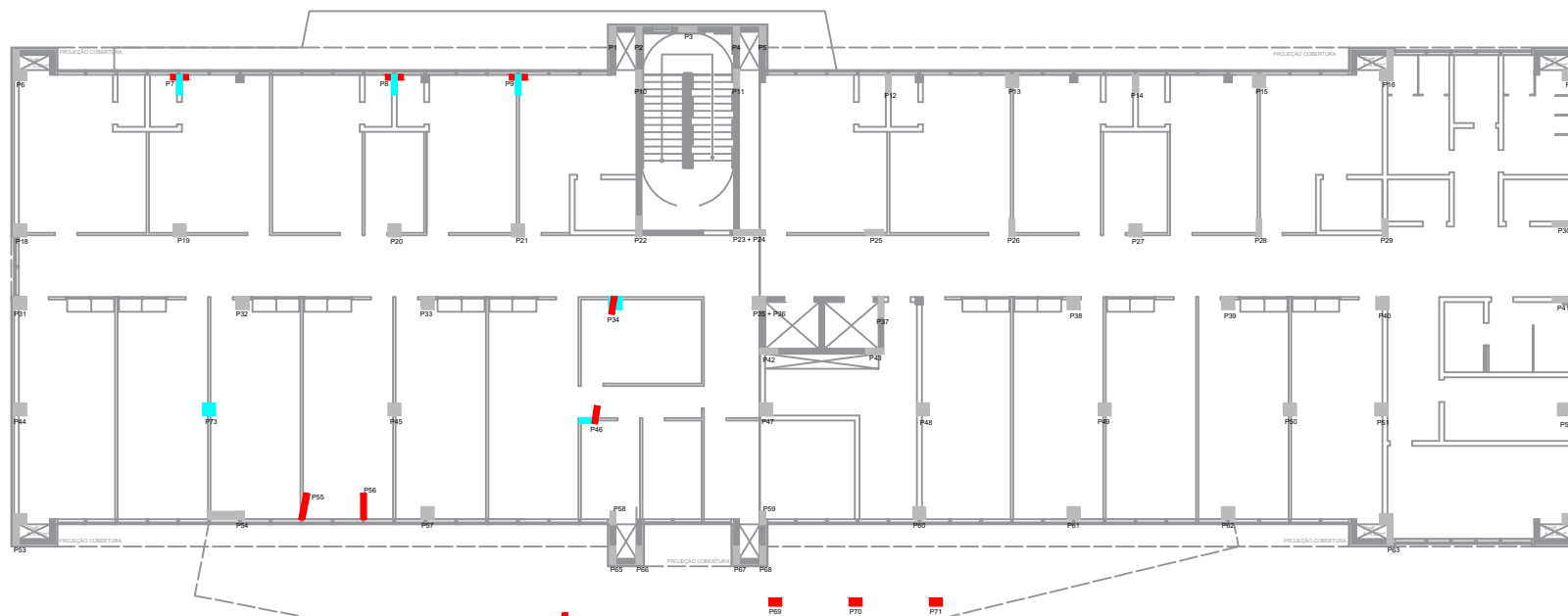


Pilares

- Continua
- Nasce
- Morre

ELEVÇÃO 1

ESTUDO DE CARGAS P5000  
PLANTA DE PRÉ-LOCAÇÃO DE PILARES - PAV. TÉRREO  
ESC: 1/300



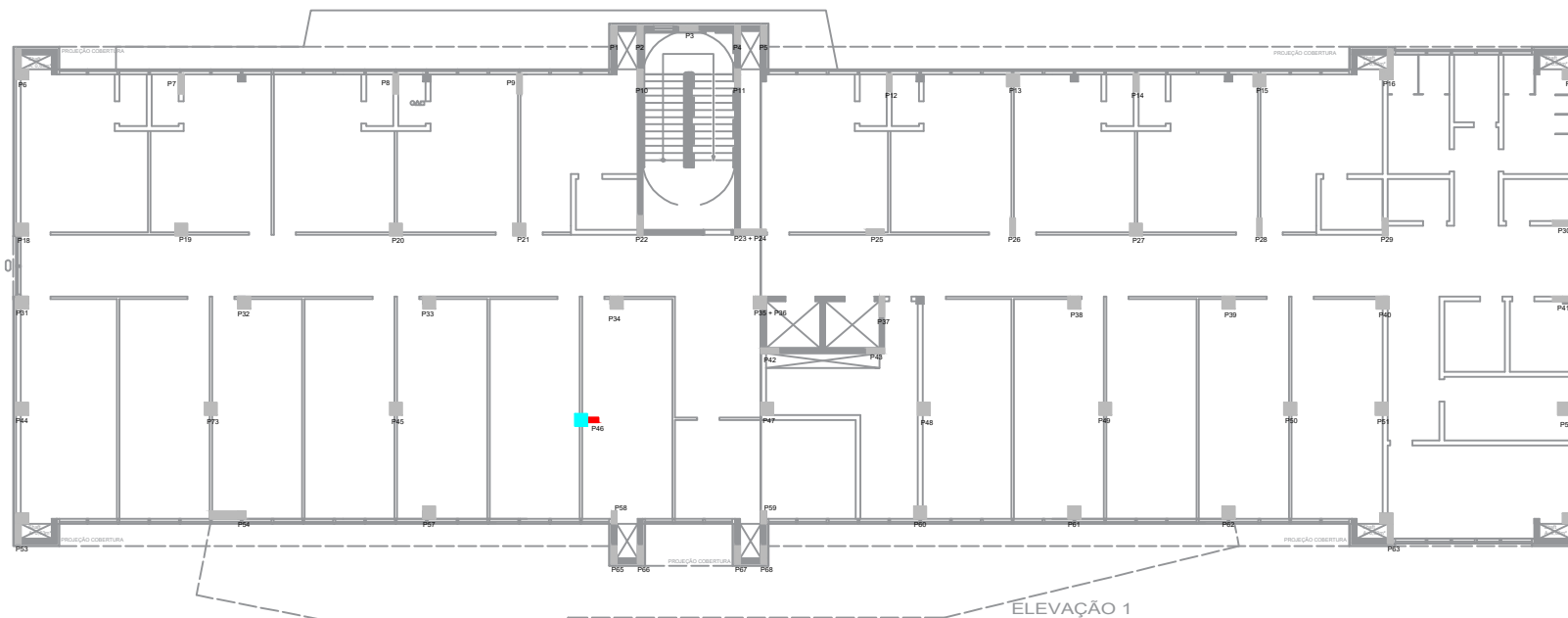
Pilares

- Continua
- Nasce
- Morre

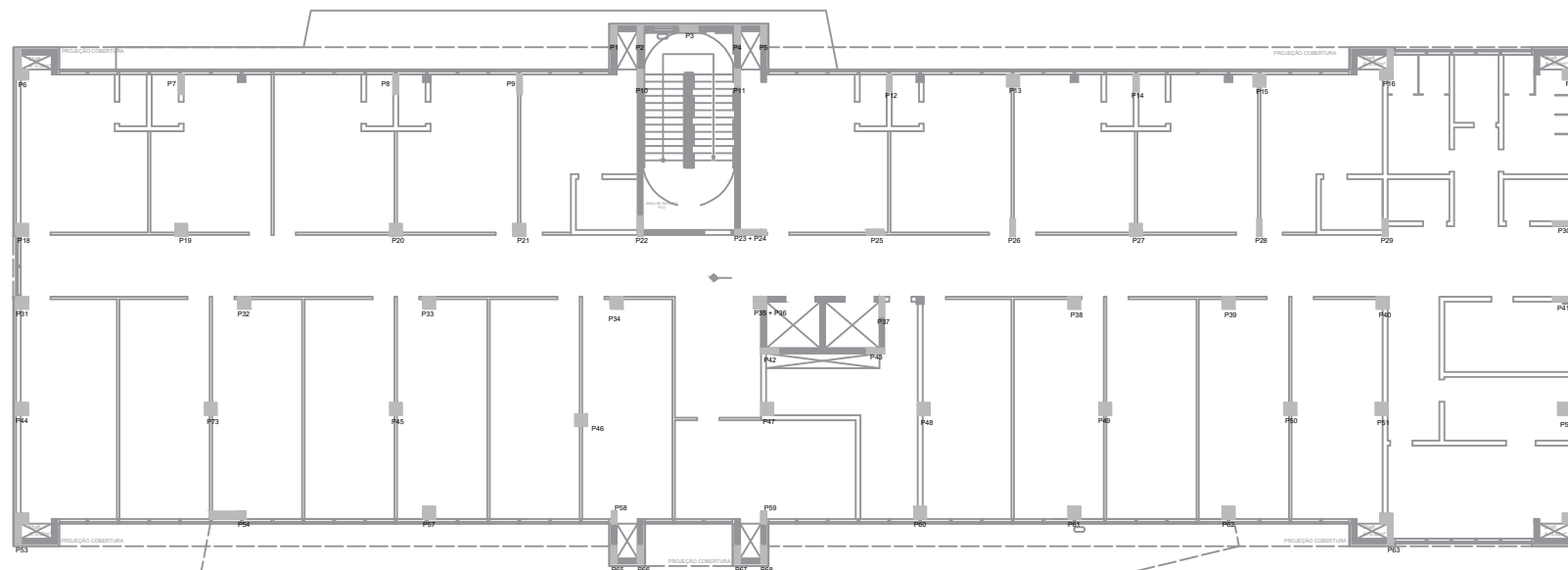
ELEVÇÃO 1

ESTUDO DE CARGAS P5000  
PLANTA DE PRÉ-LOCAÇÃO DE PILARES - 1º PAV.  
ESC: 1/300

|   |  |                           |                   |
|---|--|---------------------------|-------------------|
| ATENDER AS ESPECIFICAÇÕES PADRONIZADAS DE MATERIAL DO TJPR, CONFORME ANEXOS |  |                           |                   |
| TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO PARANÁ                                     |  |                           |                   |
| DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA                                    |  |                           |                   |
| DIVISÃO DE PROJETOS   |  |                           |                   |
| SEÇÃO DE PROJETOS DE OBRAS  |  |                           |                   |
| FÓRUM PADRÃO P5000  |  |                           |                   |
| CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIO PÚBLICO  |  |                           |                   |
| TÍTULO:<br>ESTUDO DE CARGAS P5000   |  | PROCESSO:<br>JANEIRO/2024 | INDICADA:<br>C-01 |
| PLANTA DE PRÉ-LOCAÇÃO DE PILARES  |  | FÓRUM PADRÃO P5000        |                   |
| FÓRUM PADRÃO P5000  |  | FÓRUM PADRÃO P5000        |                   |
| RESP. TÉCNICO:  |  | RESP. TÉCNICO:            |                   |
| RESP. TÉCNICO:  |  | RESP. TÉCNICO:            |                   |

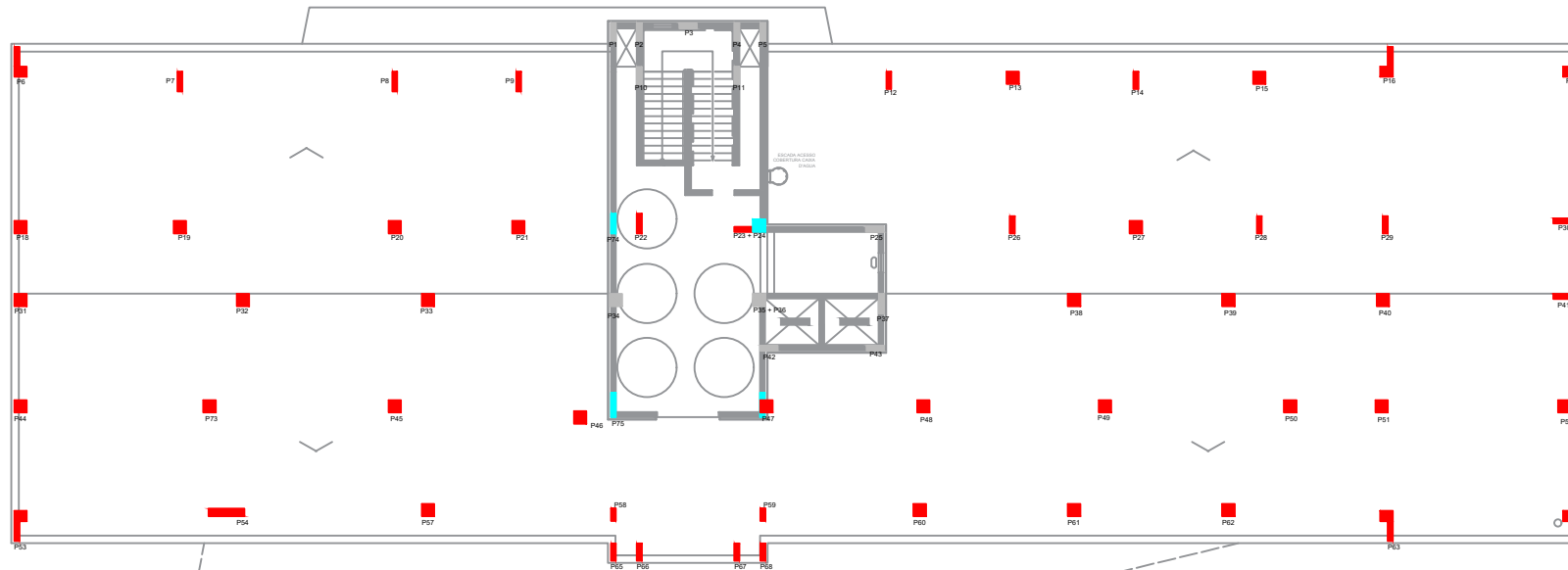


ESTUDO DE CARGAS P5000  
PLANTA DE PRÉ-LOCAÇÃO DE PILARES - 2º PAV  
ESC: 1/300



ESTUDO DE CARGAS P5000  
PLANTA DE PRÉ-LOCAÇÃO DE PILARES - 3º PAV  
ESC: 1/300

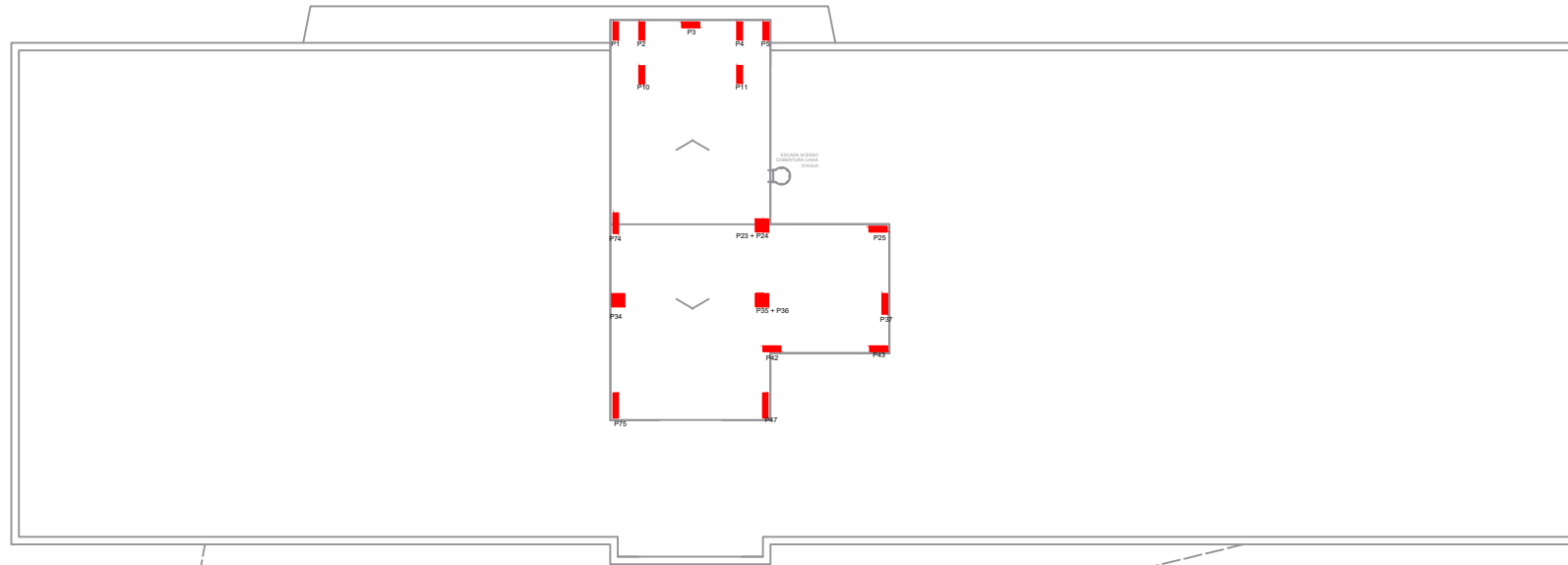
|  |  |   |                          |
|--|--|---|--------------------------|
| ATENDER AS ESPECIFICAÇÕES PADRONIZADAS DE MATERIAL DO TJPR, CONFORME ANEXOS  |  |   |                          |
|  <b>TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO PARANÁ</b><br><small>DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA<br/>DIVISÃO DE PROJETOS<br/>SEÇÃO DE PROJETOS DE CIVIL</small> |  |   |                          |
| FÓRUM PADRÃO P5000<br>CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIO PÚBLICO   |  |   |                          |
| TÍTULO:<br><b>ESTUDO DE CARGAS P5000</b>   |  | PROCESSO:<br>INDICADA<br>JAN/PROJ2024   | PROPOSTA:<br><b>C-02</b> |
| PLANTA DE PRÉ-LOCAÇÃO DE PILARES<br>FÓRUM - 2º PAV E 3º PAV  |  | PROPOSTA:                               |                          |
| PROPOSTA:  |  | PROPOSTA:                               |                          |
| RESP. TÉCNICO:   |  | TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO PARANÁ |                          |



Pilares

- Continua
- Nasce
- Morre


ESTUDO DE CARGAS P5000  
PLANTA DE PRÉ-LOCAÇÃO DE PILARES - COBERTURA  
ESC: 1/300



Pilares

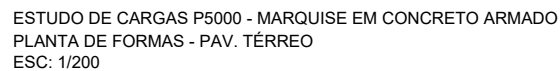
- Continua
- Nasce
- Morre

ESTUDO DE CARGAS P5000  
PLANTA DE PRÉ-LOCAÇÃO DE PILARES  
COBERTURA CX. D'ÁGUA  
ESC: 1/300

|  |  |   |                         |
|--|--|---|-------------------------|
| ATENDER AS ESPECIFICAÇÕES PADRONIZADAS DE MATERIAL DO TJPR, CONFORME ANEXOS  |  |   |                         |
|  <b>TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO PARANÁ</b><br><small>DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA<br/>DIVISÃO DE PROJETOS<br/>SEÇÃO DE PROJETOS DE OBRAS</small> |  |   |                         |
| FÓRUM PADRÃO P5000<br>CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIO PÚBLICO   |  |   |                         |
| TÍTULO:<br><b>ESTUDO DE CARGAS P5000</b>   |  | INDICADA:<br>JAN/PROJ2024               | PROJETO:<br><b>C-03</b> |
| PLANTA DE PRÉ-LOCAÇÃO DE PILARES<br>FÓRUM - COBERTURA E COB. CX. D'ÁGUA  |  | PROJETO:                                |                         |
| PROJETO/ELABORAÇÃO:  |  | PROJETO/REVISÃO:                        |                         |
| RESP. TÉCNICO:   |  | TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO PARANÁ |                         |



## ANEXO B – PLANTA DE FORMAS PAVIMENTO TÉRREO





**COORDENADORIA DE EDIFICAÇÕES E INFRAESTRUTURA**  
**DIVISÃO DE PROJETOS**

**MEMORIAL DE CARGAS DA EDÍCULA DO PADRÃO 5000**

**1. OBJETIVO**

O objetivo deste estudo é desenvolver uma planta de cargas para a Edícula do Padrão 5000, com o intuito de fornecer subsídios para realização da estimativa de quantidades de fundações da edícula. Este documento aborda a metodologia empregada no processo, fornecendo uma descrição das etapas realizadas.

**2. METODOLOGIA**

**2.1. Considerações iniciais**

Para a realização do estudo, foram disponibilizados os projetos arquitetônicos básicos da Edícula do Padrão 5000. O estudo se iniciou com a locação dos pilares, seguindo para o levantamento de cargas, cujo o procedimento detalhado será descrito posteriormente.

**2.2. Pré-locação dos pilares**

A pré-locação dos pilares foi minuciosamente executada como um passo essencial para a continuidade do estudo. A disposição e as dimensões dos pilares foram planejadas, buscando eficientemente conciliar as necessidades do projeto arquitetônico com as considerações críticas dos Engenheiros Civis do Tribunal de Justiça do Paraná (TJPR), especialmente no que diz respeito ao espaçamento ideal entre os eixos dos pilares.

O Anexo A trata da pré-locação estimada dos pilares.

**2.3. Área de influência**

Após a conclusão da locação dos pilares, procedeu-se à delimitação das áreas de influência correspondentes a cada um deles. Esse processo envolve a subdivisão da área total de uma laje adjacente a um pilar em segmentos menores, com o intuito de



identificar os carregamentos que esse pilar pode vir a suportar. A determinação da área de influência de cada pilar é obtida dividindo pela metade as medidas entre seus eixos em distâncias, conforme exemplificado na Figura 1.

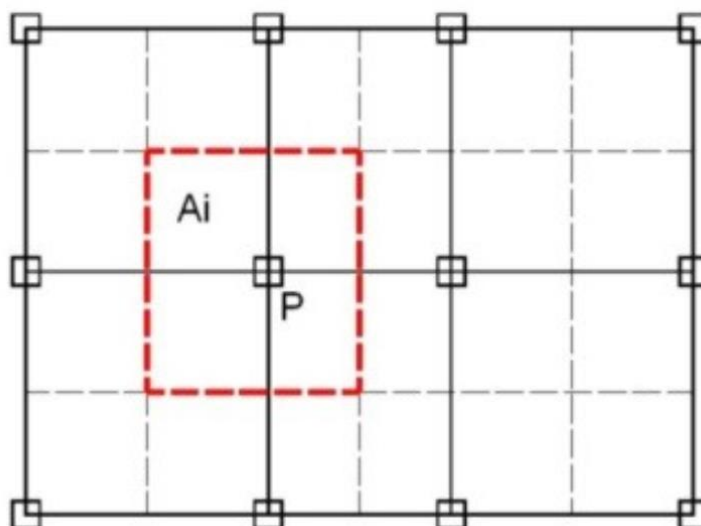


Figura 1 - Área de influência dos pilares

Após a definição das áreas de influência, tornou-se viável identificar as quantidades dos elementos que exercem carga sobre aquele pilar.

## 2.4. Levantamento de carregamentos

Os carregamentos considerados, juntamente com seus pesos específicos, são os seguintes:

- **Peso próprio de pilares e lajes:** Utilizou-se o peso específico do concreto armado (25,00 kN/m<sup>3</sup>), considerando as dimensões obtidas em projeto;
- **Parede de concreto (20,00 cm de espessura):** Utilizou-se o peso específico do concreto armado (25,00 kN/m<sup>3</sup>);
- **Steel frame:** O peso específico utilizado foi de 0,48 kN/m<sup>2</sup>, conforme estudo de Marques (2009);
- **Divisória:** O peso específico foi de 1,48 kN/m<sup>2</sup>, obtido no *software Eberick*;
- **Piso interno:** Considerou-se o contrapiso (21,00 kN/m<sup>3</sup>) de 4,00 cm de espessura e piso cerâmico (18,00 kN/m<sup>2</sup>) de 1,50 cm de espessura;



- **Piso de cobertura:** Considerou-se o contrapiso ( $21,00 \text{ kN/m}^3$ ) de 4,00 cm de espessura, impermeabilização com manta de PVC ( $0,20 \text{ kN/m}^2$ ) de 1,50 cm de espessura e placa de polisocianurato Isoart ( $0,09 \text{ kN/m}^2$ ) de 3,00 cm de espessura;
- **Forro:** Utilizou-se o forro metálico modular da MadelGroup ( $0,026 \text{ kN/m}^2$ ) para todo o projeto;
- **Cargas acidentais:**
  - Cozinhas não residenciais:  $3,00 \text{ kN/m}^2$ ;
  - Escritórios (Salas de uso geral e banheiro):  $2,00 \text{ kN/m}^2$ ;
  - Terraços com acesso ao público:  $3,00 \text{ kN/m}^2$ ;
  - Terraços sem acesso ao público:  $2,00 \text{ kN/m}^2$ .

Uma consideração, também, para as cargas acidentais é que em compartimento designados para cargas especiais, como aqueles provenientes de arquivos, depósitos de materiais, máquinas leves, caixas-fortes, entre outros, não é imprescindível realizar uma verificação extremamente precisa dessas cargas. Contudo, é suficiente considerar um acréscimo de  $3,00 \text{ kN/m}^2$  ao valor da carga acidental para a análise adequada.

É importante salientar que os pesos específicos, para os quais não há referências explícitas, foram derivados em conformidade com as orientações fornecidas pela ABNT NBR 6120 (2019).

Vale ressaltar que os esforços oriundos do vento para os fóruns do TJPR vão ser desconsiderados nesse estudo, uma vez que é padrão das edificações do TJPR possuir travamento dos blocos com vigas baldrame. Essas vigas terão o papel de equilibrar os esforços de flexão resultantes dos pilares do fórum. Também, blocos com mais de uma estaca atuam com a transformação dos momentos fletores em binários de força nas estacas (SILVA, s.d.).

## 2.5. Combinação de cargas

Visto o fato que o estudo será utilizado para a estimativa de quantidades de fundação, foi realizado a combinação de cargas em Estado Limite Último (ELU), conforme a ABNT NBR 8681 (2003). Foi utilizado os seguintes coeficientes de ponderação:





- $\gamma_g = 1,4$  – coeficiente destinado a ações permanentes em combinações normais de elementos construtivos industrializados com adições *in loco*;
- $\gamma_q = 1,5$  – coeficiente destinado a ações variáveis em combinações normais de edificações tipo 1.

Após essas considerações, resultou-se na seguinte equação:

$$F_d = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} * F_{Gi,k} + \gamma_q * F_{Q,k}$$

Sabe-se que a primeira parcela da equação é referente as ações permanentes, enquanto a segunda, as ações variáveis.

### 3. REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6120: Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edificações. Rio de Janeiro, 2019.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8681: Ações e Segurança nas Estruturas - Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

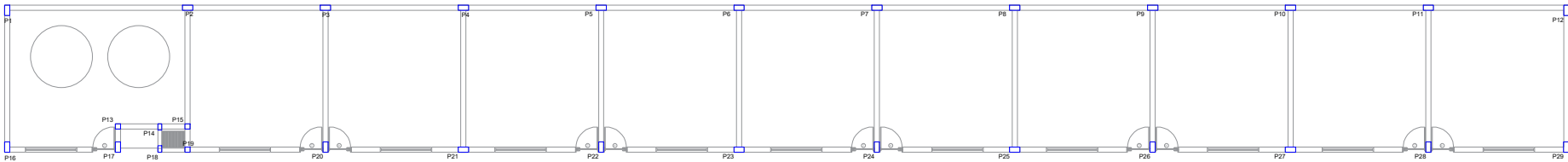
Eberick. São Paulo: AltoQi Tecnologia em Informática S.A.

MARQUES, J. P. B. G. (2019). Análise Comparativa entre o Sistema Estrutural Convencional e o Sistema Light Steel Framing em Residências de Alto Padrão. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

SILVA, N. O (s.d.). Interação: Fundações em Estaca e Solo (3/3). Disponível em: <<https://docs.tqs.com.br/Docs/Details?id=3448&language=pt-BR>>.



## ANEXO A – PLANTAS DE PRÉ-LOCAÇÃO DOS PILARES



ESTUDO DE CARGAS P5000  
PLANTA DE PRÉ-LOCAÇÃO DE PILARES - EDÍCULA  
ESC: 1/250

ATENDER AS ESPECIFICAÇÕES PADRONIZADAS DE MATERIAL DO TJPR, CONFORME ANEXOS



**TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO PARANÁ**  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA  
DIVISÃO DE PROJETOS  
SEÇÃO DE PROJETOS DE OBRAS

DATA: \_\_\_\_\_

**FÓRUM PADRÃO P5000**  
CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIO PÚBLICO

TÍTULO:  
**ESTUDO DE CARGAS P5000**

PLANTA DE PRÉ-LOCAÇÃO DE PILARES

PROJETO(AUTOR): \_\_\_\_\_

RESP. TÉCNICO: \_\_\_\_\_

INDICAÇÃO:  
JANEIRO/2024

PROPOSTA: \_\_\_\_\_

**C-05**

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO PARANÁ