

PEF2402 – Estruturas Metálicas e de Madeira – 2016-1

PROJETO

Seu grupo foi contratado para projetar a estrutura de um edifício industrial, cujos desenhos de arquitetura estão em anexo. O dono do empreendimento quer que a estrutura seja de aço, com perfis soldados e/ou laminados. No interior do edifício, haverá um mezanino (piso intermediário) entre os eixos E e F, onde funcionarão salas administrativas. Em uma reunião técnica com o cliente e as equipes de arquitetura e instalações, foram identificadas algumas restrições de projeto, além de definidos os dados de arquitetura e de estrutura a serem utilizados, conforme relacionado a seguir.

Restrições de projeto:

- Somente será possível a adoção de pilares nas fachadas (para poder permitir a movimentação de equipamentos no interior do edifício). Pilares internos são permitidos somente para a sustentação do mezanino.
- O piso do mezanino deverá ser de lajes pré-moldadas treliçadas, por decisão do dono do empreendimento (o vão máximo vencido por esse tipo de laje varia conforme o fabricante, ver tabela na página 3). Foi definido que as lajes não devem receber alvenaria diretamente apoiada sobre si.
- A estrutura do mezanino deverá ser totalmente independente da estrutura principal do edifício, por decisão do dono do empreendimento.

Dados de arquitetura:

- Fachadas e divisórias internas em alvenaria de blocos de concreto.
- Cobertura em telha zipada de aço zincado (vão máximo vencido varia conforme o fabricante; ver tabela na página 3).
- Piso do salão principal no nível 0,00 e piso do mezanino no nível +3,50.
- O mezanino será coberto por forro no nível +7,00 (sem laje de cobertura), o qual deve se apoiar na própria estrutura do mezanino (com peso próprio conforme indicado abaixo).
- A escada está indicada apenas esquematicamente (patamar, lances, número e tamanho dos degraus a serem definidos pelo projetista). Pode ser em aço ou concreto.

Dados de estrutura:

- Peso próprio das alvenarias de blocos de concreto:
 - Fachadas: $g = 3,2 \text{ kN/m}^2$ (por m^2 em elevação vertical)
 - Divisórias internas: $g = 2,0 \text{ kN/m}^2$ (por m^2 em elevação vertical)
- Peso próprio estimado da estrutura de aço:
 - Estrutura principal: $g = 0,30 \text{ kN/m}^2$ (por m^2 em planta)
 - Estrutura do mezanino: $g = 0,70 \text{ kN/m}^2$ (por m^2 em planta)
- Peso próprio estimado da escada: $g = 0,85 \text{ kN/m}^2$ (“ “ “ “)
- Peso próprio do forro do mezanino: $g = 1,1 \text{ kN/m}^2$ (“ “ “ “)
- Peso próprio das lajes pré-moldadas treliçadas: $g = 2,0 \text{ kN/m}^2$ (“ “ “ “)
- Acabamento de piso: $g = 1,0 \text{ kN/m}^2$ (“ “ “ “)
- Carga variável de piso: $q_1 = 5,0 \text{ kN/m}^2$ (“ “ “ “)
- Carga variável de cobertura: $q_3 = 0,5 \text{ kN/m}^2$ (“ “ “ “)
- Carga variável na escada: $q_5 = 3,0 \text{ kN/m}^2$ (“ “ “ “)
- Pressão do vento por m^2 de fachada: $q_w =$ ver tabela na página 3 (e observação (*))
- Coeficientes de ponderação das ações: $\gamma_g = \gamma_q = 1,4$ e $\gamma_w = 1,2$. Ficou decidido que todas as ações variáveis devem ser consideradas como ações primárias, isto é, todas atuam simultaneamente sem o coeficiente ψ_0 . Além disso, foi verificado que o vento gera sucção desprezível e que, em função da existência da platibanda, não acrescenta pressão significativa na cobertura. Logo, pode ser considerado como uma pressão atuante unicamente na fachada em que incide.

- Tipo dos pórticos: definir conforme posição permitida para travamentos verticais (ver tabela da página 3). Para os pórticos transversais dos eixos B a E, considerar também o tipo de viga a ser utilizado (se treliçada ou de alma cheia; ver tabela da página 3).
- As ações horizontais e as ações verticais devem ser consideradas em análises separadas.
- Eventuais dados que estejam faltando devem ser definidos com critério pelo grupo e justificados claramente no relatório.

Critérios para pré-dimensionamento da estrutura:

Para obter os diagramas de esforços solicitantes, é necessário fazer um pré-dimensionamento da estrutura. Os seguintes critérios devem ser utilizados:

- Estrutura principal: para as terças de cobertura, escolher um perfil U ou I com altura de 1/40 do vão. Para as vigas dos pórticos, escolher um perfil I com altura de 1/20 a 1/15 do vão (caso recebam carga de alvenaria) ou 1/50 a 1/40 do vão (caso só recebam carga da cobertura). Para os pilares dos pórticos, escolher um perfil H (ou eventualmente I) com altura de 1/50 a 1/40 da altura total do pilar, em função de sua vinculação. Havendo treliças, escolher perfis 2L e/ou U com esbeltez entre 100 e 140.
- Estrutura do mezanino: para os pilares, escolher um perfil H (ou eventualmente I) com área de seção transversal dada por $A = N_k/8$ (em cm²), onde N_k é a soma das cargas verticais características (em kN) na área de influência do pilar. Para as vigas, escolher um perfil I com altura igual a 1/15 do vão.

Entrega parcial (início de maio): apresentação oral, em no máximo 10 minutos, seguida de arguição. Deve-se também entregar relatório impresso contendo, nesta ordem:

1. Descrição da estrutura concebida: texto sucinto informando o número de pórticos transversais e longitudinais adotados, suas posições em planta em relação aos eixos da arquitetura, o tipo de cada pórtico (se deslocável ou indeslocável) e suas vinculações na fundação. Comentar sobre a disposição dos travamentos verticais e horizontais.
2. Desenho unifilar da estrutura concebida (plantas e cortes). Não se esquecer de numerar todos os elementos (vigas, pilares, lajes, travamentos e, eventualmente, treliças) e indicar os perfis adotados para cada um. Mostrar os travamentos verticais e horizontais.
3. Memória de cálculo referente à apropriação dos carregamentos para todos os pórticos e para todas as vigas e pilares que não fazem parte de pórticos. Mostrar o pré-dimensionamento das peças. Esboçar o esquema estático adotado para a escada.
4. Diagramas de esforços solicitantes e deformadas de todos os pórticos e de todas as vigas e pilares que não fazem parte de pórticos. Para cada pórtico, viga ou pilar, mostrar claramente o esquema estático utilizado na análise (carregamentos e vinculações). Indicar as unidades e mostrar, nas deformadas, o valor dos deslocamentos máximos (horizontal e vertical). Não esquecer: as ações horizontais e verticais devem ser consideradas em análises separadas.

Observações: numerar todas as páginas do relatório. Caso julgue necessário, separar o desenho unifilar da estrutura principal e do mezanino.

Entrega final (meados de junho): corrigir o projeto conforme comentários feitos pelos professores na entrega parcial. Apresentação oral, em no máximo 10 minutos, seguida de arguição. Entregar relatório completo (não esquecer de numerar todas as páginas), contendo:

1. Descrição da estrutura concebida (idem anterior, corrigida se for o caso).
2. Desenho unifilar (idem anterior, corrigido se for o caso).
3. Memória de cálculo (idem anterior, corrigida se for o caso).
4. Cálculo de B_2 para dois pórticos da estrutura principal (sendo um longitudinal e um transversal).
5. Diagramas de esforços solicitantes e deformadas de todos os pórticos e de todas as vigas e pilares que não fazem parte de pórticos (idem anterior, corrigidos se for o caso).
6. Dimensionamento de quatro vigas, sendo que uma deverá pertencer a um pórtico deslocável, uma a um pórtico indeslocável, e as outras duas à estrutura do mezanino. Mostrar os parâmetros adotados no dimensionamento, inclusive ℓ , ℓ_b , C_b e, se aplicável, C_M – a não informação dos mesmos levará à

consideração de erro total no dimensionamento das vigas. Informar em que páginas estão os esforços considerados para o dimensionamento.

7. Dimensionamento de três pilares, sendo que um deverá pertencer a um pórtico deslocável, um a um pórtico indeslocável e um à estrutura do mezanino. Mostrar os parâmetros adotados no dimensionamento, inclusive ℓ_b , C_b e C_M , se aplicáveis – a não informação dos mesmos levará à consideração de erro total no dimensionamento dos pilares. Informar em que páginas estão os esforços considerados para o dimensionamento.
8. Dimensionamento de duas barras de travamento, sendo uma a diagonal mais solicitada de um travamento horizontal e outra a diagonal mais solicitada de um travamento vertical. Informar em que páginas estão os esforços considerados para o dimensionamento.
9. Detalhamento completo de duas ligações, sendo essas obrigatoriamente (1) a do encontro dos eixos 1 e A no nível da cobertura e (2) a do encontro viga-pilar de algum pórtico transversal, também no nível da cobertura.
10. Entrega parcial com os comentários dos professores (entregar como anexo).

Tabela: dados conforme os grupos

| Grupo | Vão máximo das telhas de cobertura | | Vão máximo das lajes pré-moldadas | | Travamentos verticais permitidos somente nos: | | Pórticos transversais dos eixos B a E em: | | Pressão do vento por m ² de fachada (*) | |
|-------|------------------------------------|-------|-----------------------------------|-------|---|-------------|---|--------------------|--|------------------------|
| | 1,75 m | 2,5 m | 2,0 m | 3,0 m | Eixos A e F | Eixos 1 e 4 | Viga treliçada | Viga de alma cheia | 0,60 kN/m ² | 0,80 kN/m ² |
| 1 | X | | X | | X | | X | | X | |
| 2 | | X | | X | X | | | X | X | |
| 3 | | X | | X | X | | X | | | X |
| 4 | X | | X | | X | | | X | | X |
| 5 | X | | X | | | X | X | | X | |
| 6 | | X | | X | | X | | X | X | |
| 7 | | X | X | | | X | X | | | X |
| 8 | X | | X | | | X | | X | | X |
| 9 | X | | X | | X | | | X | | X |
| 10 | X | | | X | X | | X | | | X |
| 11 | | X | X | | | X | | X | X | |
| 12 | | X | | X | | X | X | | X | |
| 13 | X | | | X | X | | | X | X | |
| 14 | | X | X | | X | | X | | X | |
| 15 | | X | X | | X | | | X | | X |

(*) Para o cálculo ou verificação dos deslocamentos laterais, ficou decidido na reunião técnica que é possível adotar a metade desses valores. Para a obtenção dos esforços solicitantes, contudo, o valor integral deve ser utilizado.