PEF3402 – Estruturas de Aço – 2019-1

Projeto

Seu grupo foi contratado para projetar a estrutura de um ginásio escolar poliesportivo, cujos desenhos de arquitetura são fornecidos em anexo. A Secretaria Municipal de Educação (SME) exige que a estrutura seja de aço, com perfis soldados ou laminados. Em uma reunião técnica com a SME, com a diretoria da escola e com as equipes de arquitetura e instalações, foram estabelecidas algumas restrições de projeto, além de definidos os materiais e demais dados de arquitetura e estrutura a serem utilizados, conforme indicado a seguir.

Restrições de projeto:

- Os pilares devem ser posicionados exclusivamente nas fachadas, e devem respeitar as posições pré-estabelecidas nos desenhos de arquitetura.
- O sistema estrutural deve conter pórticos transversais paralelos dispostos nas linhas dos eixos A a J. A tipologia desses pórticos (se com treliça ou com viga inclinada de alma cheia e tirante) deve respeitar a decisão da diretoria da escola (ver tabela na página 3).
- Os pórticos longitudinais (dispostos nas linhas dos eixos 1 e 2) podem ou não conter travamentos verticais, conforme permissão da diretoria da escola (ver tabela na página 3).
- As telhas de cobertura devem ser apoiadas sobre terças que, por sua vez, devem ser apoiadas sobre os pórticos transversais dos eixos A a J.
- As terças não estão indicadas nos desenhos. Suas posições devem ser definidas conforme o vão máximo vencido pelas telhas (ver observação logo abaixo).

Materiais e demais dados de arquitetura:

- Telhas de cobertura do tipo trapezoidal de aço galvanizado (Perfil LR 40 ou similar). O vão máximo vencido por essas telhas varia conforme a espessura da chapa, o número de vãos ou apoios e a sobrecarga atuante (ver catálogo do fabricante). A espessura da chapa deve respeitar a decisão da diretoria da escola (ver tabela na página 3).
- Cobertura com declividade de no mínimo 10% (em virtude das dimensões da estrutura e do tipo de telha adotado).
- Parapeito de alvenaria de altura $h = 1,0$ m em todo o perímetro da estrutura, diretamente apoiado sobre a fundação.
- Fechamento lateral na parte superior das fachadas (a partir da cota +5,00 m) em telha zipada de aço, em todo o perímetro da estrutura.
- Tela de nylon em todas as fachadas entre o parapeito de alvenaria e o fechamento lateral superior (peso desprezível).
- Luminárias na cota +7,00 m sob os pórticos transversais dos eixos B a I.
- Piso do ginásio no nível 0,00. Apoia-se diretamente sobre a fundação.
- Portões de acesso ao ginásio com altura obrigatória de 3,20 m e largura de 4,00 m.

Dados de estrutura:

- Peso próprio estimado da estrutura de aço: $g = 0,3$ kN/m² (por m² em planta; aplicar na cobertura)
- Peso próprio das telhas trapezoidais: $g =$ conforme espessura da chapa (ver tabela na página 3)
- Peso próprio das telhas zipadas de fechamento lateral: $g = 0,1$ kN/m² (por m² na vertical)
- Sobrecarga na cobertura (inclui peso das instalações): $q = 0,6$ kN/m² (por m² em planta)
- Pressão do vento na localidade do ginásio: $p =$ definir conforme tabela na página 3
- Coeficientes de majoração das ações: $\gamma_g = \gamma_q = 1,4$ e $\gamma_w = 1,5$. Ficou decidido que todas as ações acidentais devem ser consideradas como ações primárias, i.e., atuando simultaneamente com o seu valor integral (sem o coef. ψ_0).
- Por conta da tela de nylon nas fachadas, ficou decidido que o cálculo da pressão de vento pode ser feito considerando todas as faces da estrutura como abertas e igualmente permeáveis.
- Em um estudo preliminar, verificou-se que as situações mais desfavoráveis para a ação do vento são aquelas em que este incide perpendicularmente às fachadas. Por esse motivo, não é necessário considerar a situações de vento oblíquo.

Observações:

- As ações (permanentes, acidental de sobrecarga e acidental de vento) devem ser consideradas em análises separadas, e só depois (na etapa de dimensionamento) combinadas.
- Eventuais dados que estiverem faltando devem ser definidos com critério pelo grupo e justificados 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:

- Terças de cobertura: escolher um perfil U ou I com altura de seção transversal da ordem de 1/40 do vão a ser vencido.
- Treliças dos pórticos transversais (se houver): escolher um perfil H para os banzos e 2L, U ou I para as diagonais e montantes, todos com esbeltez entre 100 e 140.
- Viga inclinada de alma cheia dos pórticos transversais (se houver): escolher um perfil I com altura de seção transversal da ordem de 1/50 a 1/40 do vão a ser vencido.
- Vigas dos pórticos longitudinais: escolher um perfil I com altura de seção transversal da ordem de 1/20 do vão a ser vencido.
- Pilares: escolher um perfil H (ou eventualmente I) com altura de seção transversal da ordem de 1/50 a 1/40 (a depender do tipo de vinculação nas extremidades) de seu comprimento destravado.
- Travamentos em X (se houver): escolher um perfil L, 2L ou I com esbeltez entre 200 e 250.

Entrega parcial (17/05): apresentação oral, em no máximo 10 minutos, seguida de arguição. Deve-se também entregar relatório impresso (memória de cálculo) contendo, nesta ordem:

1. Breve descrição da estrutura concebida: texto sucinto relatando o número de pórticos adotados e suas tipologias, se deslocáveis ou indeslocáveis, suas vinculações na fundação, a justificativa para os eventuais travamentos (verticais e/ou horizontais), o(s) tipo(s) de perfil adotado (se soldado ou laminado), etc. Procurar não exceder 1 página.
2. Desenho unifilar da estrutura concebida (plantas e cortes). Não esquecer de numerar todos os elementos (pilares, vigas, treliças e travamentos) e indicar os perfis adotados para cada um. Nos desenhos em planta, não esquecer de representar os travamentos verticais e horizontais (se houver).
3. Memória de cálculo referente à apropriação dos carregamentos sobre todos os elementos da estrutura (i.e., sobre todos os pórticos e todos os pilares, vigas e terças que não fazem parte de pórticos). Apresentar o pré-dimensionamento de todos os elementos.
4. Diagramas de esforços solicitantes e deformadas de todos os elementos da estrutura (i.e., de todos os pórticos e todos os pilares, vigas e terças que não fazem parte de pórticos). Para cada pórtico, pilar, viga ou terça, apresentar, junto aos seus diagramas, o esquema estático utilizado na análise, incluindo os carregamentos e as vinculações. Mostrar o valor dos deslocamentos máximos nas deformadas (vertical e horizontal) e o ponto em que ocorrem. Indicar as unidades utilizadas. Não esquecer que as ações (permanentes, acidental de sobrecarga e acidental de vento) devem ser consideradas em análises separadas, e só depois (na etapa de dimensionamento) combinadas. Para cada análise, procurar agrupar o esquema estático, os diagramas e as deformadas de um mesmo elemento em uma única página – ou não muito mais do que isso.

Observação: numerar todas as páginas do relatório.

Entrega final (28/06): corrigir a entrega parcial conforme comentários feitos pelos professores. Apresentação oral, em no máximo 10 minutos, seguida de arguição. Entregar relatório completo, 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 da apropriação dos carregamentos (idem anterior, corrigida se for o caso).
4. Diagramas de esforços solicitantes e deformadas de todos os elementos da estrutura (idem anterior, corrigidos se for o caso).
5. Cálculo de B_2 para todos os pórticos.
6. Dimensionamento das treliças dos pórticos transversais, ou das vigas inclinadas de alma cheia dos pórticos transversais (conforme o grupo). Vide observação (*) mais abaixo.
7. Dimensionamento das vigas dos pórticos longitudinais. Vide observação (*) mais abaixo.
8. Dimensionamento dos pilares. Vide observação (*) mais abaixo.
9. Dimensionamento dos travamentos (se houver). Vide observação (*) mais abaixo.
10. Detalhamento das ligações de todos os elementos que concorrem no encontro dos eixos B e 1, nível +7,00 m.
11. Relatório da entrega parcial contendo os comentários dos professores (entregar como anexo).

(*) Observação: em todos os dimensionamentos, mostrar claramente os esforços solicitantes utilizados e os parâmetros adotados, tais como λ , λ_b , C_t , C_b e C_M (se aplicáveis). A falta dessas informações levará à consideração de erro total no

dimensionamento em questão. Com relação aos esforços solicitantes, além de mostrar os seus valores, informar em que página(s) do relatório eles foram calculados.

Tabela: dados adicionais conforme o grupo

Grupo	Tipologia dos pórticos transversais		Pórticos longitudinais		Espessura da chapa das telhas de cobertura		Localização do ginásio (para cálculo das ações devidas ao vento; ver NBR6123:1988) (**)	
	Com treliça (de banzo inferior horizontal)	Com viga inclinada de alma cheia e tirante	Travamentos verticais permitidos	Travamentos verticais não permitidos	0,50 mm	0,80 mm	Cidade	Categoria
1	X		X		X		Brasília	II
2		X	X			X	Natal	II
3	X		X			X	Porto Alegre	III
4		X	X			X	Recife	II
5	X			X	X		Vitória	III
6		X		X		X	Joinville	III
7	X			X	X		Ribeirão Preto	II
8		X		X		X	Uberlândia	II
9		X	X			X	Teresina	III
10	X		X		X		Manaus	II
11		X		X	X		Petrópolis	III
12	X			X	X		Belém	II
13		X	X			X	Cuiabá	III
14	X			X	X		São Paulo	II

(**) Para a verificação dos deslocamentos horizontais dos pórticos devidos à ação do vento, ficou decidido na reunião técnica que é possível considerar 50% do valor da pressão do vento no local. Para a obtenção dos esforços solicitantes nos elementos estruturais, contudo, o valor integral da pressão deve ser utilizado.