

DIMENSIONAMENTO DOS PRINCIPAIS ELEMENTOS DE UMA ESTRUTURA METÁLICA DE MÉDIO PORTE

JÚNIOR, ALOISIO CARLOS ALVES

*Discente, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis
(aloisioalves_@hotmail.com)*

VITORINO, LUCAS PILONI

*Discente, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis
(lucaspiloni@hotmail.com.br)*

CARDOSO, Rogério Santos

*Discente, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis
(rcprojetos2@gmail.com)*

RESUMO

Com a constante expansão da indústria mundial da construção civil é notado uma crescente demanda por tecnologias construtivas que atendam ao perfil acelerado, dinâmico e econômico exigido em um ambiente de ofertas competitivas. Para tal, os sistemas construtivos industrializados, em específico as estruturas em aço, se posicionam como uma excelente escolha de concepção estrutural tendo em vista sua superioridade em aspectos como a redução do tempo de execução e de custos quando contraposta a outros métodos construtivos comumente utilizados. Haja vista a relevância do assunto abordado, o presente trabalho propõe um estudo sobre o dimensionamento dos principais elementos, viga e pilares, de uma estrutura metálica de médio porte tendo como base teórica a NBR 8800 (ABNT, 2008). Para tal demonstra de forma mais detalhada os cálculos para a determinação dos carregamentos atuantes, das forças solicitantes de cálculo, das resistências de cálculo de barras prismáticas de seção I (vigas) submetidas à momento fletor e força cortante e de seção H (pilares) submetidas à força axial de compressão, momento fletor e força cortante. E por fim uma exposição de tabelas comparativas com o intuito de comprovar a eficiência dos perfis metálicos em suportar as solicitações impostas, evidenciando assim a viabilidade da utilização de estruturas em aço.

PALAVRAS-CHAVE

Estrutura metálica. Viga metálica. Pilar metálico. Dimensionamento.

1 INTRODUÇÃO

A ponte de Coalbrookdale, na Inglaterra, foi o marco inicial (1779) em se edificar utilizando materiais siderúrgicos (PFEIL, 2012). Desde então, várias construções foram sendo realizadas utilizando-se principalmente ferro fundido e ferro forjado

No Brasil a utilização do aço em estruturas de edificações teve seu início em meados do século XIX, porém, as estruturas utilizadas eram importadas devido à inexistência da fabricação do material em solo brasileiro. Somente após a segunda guerra, no ano de 1946, que a indústria siderúrgica foi implantada em solo brasileiro. Atualmente, no Brasil, a privatização do setor siderúrgico levou a uma grande movimentação de capital, fazendo com que companhias produtoras passassem a integrar grupos industriais visando maior economia e competitividade. O país em seu aspecto contemporâneo tem o maior parque industrial de aço da América Latina e é o nono maior produtor de aço no mundo. Tais fatores contribuiriam para uma maior viabilidade de se construir utilizando estruturas metálicas, conduzindo à sua propagação.

A construção civil está em constante evolução. Novas tecnologias de materiais e de métodos de execução são desenvolvidas dia após dia de modo a sanar melhor e com mais eficiência as demandas dos canteiros de obra. Nesse panorama, os sistemas construtivos industrializados se tornaram uma resposta eficiente, em específico estruturas em aço, considerando suas vantagens como a redução do tempo de execução e desperdício de materiais, baixo peso da estrutura gerando baixas cargas aplicadas sobre a fundação, melhor limpeza e organização do campo de obra, maior precisão nos processos executivos, maior liberdade para projetos arquitetônicos, entre outros.

2 METODOLOGIA

2.1 DIMENSIONAMENTO

Para se dimensionar os principais elementos, vigas e pilares, da estrutura metálica analisada, foram seguidas as orientações da NBR 8800 (ABNT, 2008). No estudo da estrutura, foram verificadas as resistências de cálculo dos perfis quanto à compressão, cisalhamento e flexão.

Para análise e verificação dos perfis os resultados obtidos para as resistências de cálculo dos mesmos devem apresentar valores superiores aos das forças e momentos solicitantes de cálculo, também mensuradas nesse trabalho, ao qual foram submetidas devido aos carregamentos de projeto.

2.1.1 Tração

No cálculo da força axial de tração resistente, devem-se considerar os estados-limites últimos de escoamento da seção bruta e ruptura da seção líquida. Em peças que contenham furos, é necessário se verificar também outras forças resistentes de cálculo como: pressão de contato em furos, rasgamento e cisalhamento.

A força axial de tração para o escoamento da seção bruta é dada pela Equação 1.

$$N_{t,Rd} = \frac{A_g f_y}{\gamma_{a1}} \quad (1)$$

A força axial de tração para ruptura da seção líquida é dada pela seguinte Equação 2.

$$N_{t,Rd} = \frac{A_e f_u}{\gamma_{a2}} \quad (2)$$

Onde:

A_g é a área bruta da seção transversal da barra;

f_y é a resistência ao escoamento do aço;

γ_{a1} e γ_{a2} são os coeficientes de ponderação das resistências;

A_e é a área líquida efetiva da seção transversal da barra;

f_u é a resistência à ruptura do aço.

2.1.2 Compressão

A força axial de compressão resistente de cálculo deve ser estabelecida tomando-se as propriedades geométricas e as dimensões da seção de menor altura.

A determinação dos valores da força axial de compressão resistente, em associação aos estados-limites últimos por torção, flexão ou flexo-torção e de flambagem local, são obtidos pela Equação 3.

$$N_{c,Rd} = \left(\frac{XQA_g f_y}{\lambda_{a1}} \right) \quad (3)$$

Onde:

X é o fator de redução relacionado à resistência à compressão devido à instabilidade global;

Q é o fator de redução total devido à instabilidade local.

2.1.3 Flexão e cisalhamento

De acordo com a NBR 8800 (ABNT, 2008), o momento fletor resistente de cálculo para o estado-limite de flambagem lateral com torção, entre seções contidas lateralmente, não deve ser menor que o momento fletor solicitante de cálculo da seção onde o valor da tensão de compressão é maior nas mesas.

Para se determinar o valor do momento fletor resistente para o estado-limite FLT, pode ser necessário calcular o fator de modificação para diagrama de momento fletor não-uniforme (C_b) para o comprimento destravado (L_b).

As equações que definem os valores das forças cortantes resistentes de cálculo e o momento fletor resistente de cálculo são estabelecidas de acordo com a relação entre os parâmetros de esbeltez da peça (λ , λ_p e λ_r).

Para seções I, H e U fletidas em relação ao eixo central de inércia perpendicular à alma, o esforço cortante de cálculo, V_{Rd} , é obtida por:

Para $\lambda \leq \lambda_p$:

$$V_{Rd} = \frac{V_{pl}}{\gamma_{a1}} \quad (4)$$

Para $\lambda_p < \lambda \leq \lambda_r$:

$$V_{Rd} = \frac{\gamma_p V_{pl}}{\lambda \gamma_{a1}} \quad (5)$$

Para $\lambda > \lambda_r$:

$$V_{Rd} = 1,24 \left(\frac{\lambda_p}{\lambda} \right)^2 \frac{V_{pl}}{\gamma_{a1}} \quad (6)$$

Vigas de alma não-esbelta são compostas por seções I, H, U, caixão e tubulares retangulares, nas quais se têm parâmetros de esbeltez λ inferior ou igual a λ_r .

Os momentos fletores resistentes de cálculo de vigas de alma não-esbelta para o estado limite de flambagem lateral por torção (FLT) são determinadas a partir das seguintes condições:

Para $\lambda \leq \lambda_p$:

$$M_{rd} = \frac{M_{pl}}{\gamma_{a1}} \quad (7)$$

Para $\lambda_p < \lambda \leq \lambda_r$:

$$M_{rd} = \frac{C_b}{\gamma_{a1}} \left[M_{pl} - (M_{pl} - M_{cr}) \frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} \right] \leq \frac{M_{pl}}{\gamma_{a1}} \quad (8)$$

Para $\lambda > \lambda_r$:

$$M_{rd} = \frac{M_{cr}}{\gamma_{a1}} \leq \frac{M_{pl}}{\gamma_{a1}} \quad (9)$$

Para o estado limite de flambagem local da mesa (FLM) e flambagem local da alma (FLA), calcula-se o momento fletor resistente de cálculo a partir das seguintes condições:

Para $\lambda \leq \lambda_p$:

$$M_{rd} = \frac{M_{pl}}{\gamma_{a1}} \quad (10)$$

Para $\lambda_p < \lambda \leq \lambda_r$:

$$M_{rd} = \frac{1}{\gamma_{a1}} \left[M_{pl} - (M_{pl} - M_{cr}) \frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} \right] \quad (11)$$

Para $\lambda > \lambda_r$:

$$M_{rd} = \frac{M_{cr}}{\gamma_{a1}} \quad (12)$$

Onde:

M_{pl} é o momento fletor plástico;

M_{cr} é o momento fletor crítico;

C_b é o fator de modificação para o diagrama de momento fletor não-uniforme;

Z é o módulo de resistência plástico, retirada da Tabela de perfis – Gerdau Açominas.

2.1.4 Deslocamentos máximos

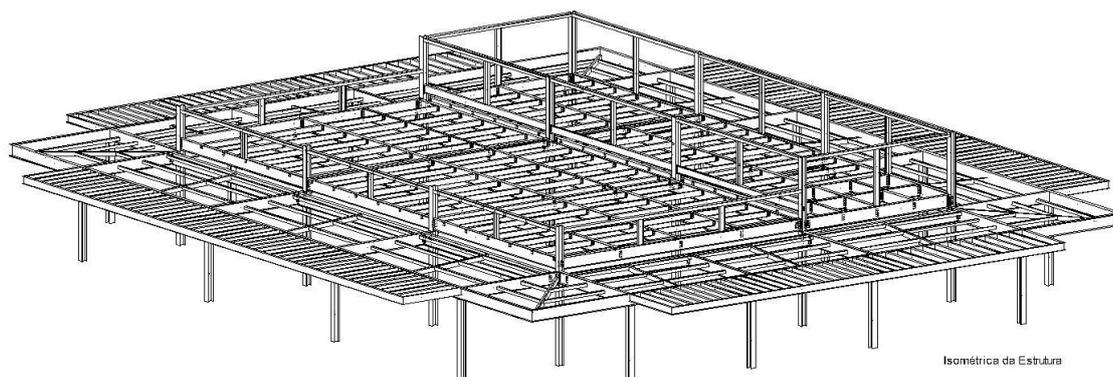
Os deslocamentos máximos são valores a serem utilizados para se verificar o estado-limite de serviço de deslocamentos em excesso na estrutura.

3 ESTUDO DE CASO

O edifício utilizado como estudo de caso no trabalho é um restaurante que se encontra em fase de construção, no colégio Couto Magalhães na cidade de Anápolis-GO. A estrutura metálica é compreendida por um pavimento térreo que ocupa uma área de 893,65 m² do terreno e tem altura total de 5,56m.

A seguir é apresentada a vista isométrica da estrutura do estabelecimento utilizado:

Figura1 - Isométrica da estrutura



Fonte: AUTORES, 2018.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

No trabalho foram dimensionados apenas vigas e pilares localizados em um quadrante da estrutura. Para o dimensionamento desses elementos é necessário a definição dos perfis a serem utilizados, visando uma apresentação mais detalhada de todos os cálculos necessários.

Para melhor visualização de diagramas e resultados, foram utilizados os softwares Ftool versão 3.0.1 e Visual Ventos versão 2.0.2.

Os resultados foram apresentados em tabelas com os valores das resistências de cada elemento estrutural, exibindo a sua verificação quanto à viabilidade de seu uso.

4.1 DIMENSIONAMENTO DAS VIGAS

Para se definir as resistências dos perfis, é necessário primeiramente se definir as áreas de influência dos elementos e as cargas que atuarão sobre elas como: peso próprio, as cargas do painel wall, as cargas dos revestimentos e a carga do forro. Após realizado os cálculos das cargas, é feito o calculo do deslocamento máximo e do deslocamento real. Por fim, é obtido a verificação quanto ao cisalhamento, flambagem lateral por torção, flambagem local da mesa e flambagem local da alma. Após realização desses cálculos, se obtém o momento solicitante do elemento estrutural.

4.2 DIMENSIONAMENTO DOS PILARES

No cálculo das forças atuantes nos perfis dos pilares, primeiramente é necessário se verificar a resistência quanto à solicitação axial de compressão.

Para a determinação das forças atuantes do vento, é necessário obter as áreas de influência dos pilares, além das cargas que atuarão sobre ele, como: peso próprio do perfil e a carga atuante do vento.

Para o dimensionamento dos pilares é necessário ainda se determinar os deslocamentos horizontais e reais, as cortantes solicitantes, momentos resistentes de cálculo e momentos solicitantes de cálculo. É fundamental também se verificar quanto ao cisalhamento, flambagem lateral por torção, flambagem local da mesa, flambagem local da alma.

5 CONCLUSÃO

Mediante os resultados obtidos é possível mensurar a eficiência dos perfis metálicos, vigas e pilares, em resistir aos carregamentos impostos sobre os mesmos. É evidente a superioridade das grandezas obtidas para as resistências de cálculo à compressão, flexão e força cortante quando verificados em comparação aos esforços solicitantes de cálculo. Tais dados são ainda mais expressivos quando levado em consideração a dimensão da seção transversal e o peso próprio dos componentes estudados, pois quando comparado com elementos de estruturas em concreto armado, método estrutural muito difundido no Brasil, para os mesmos alcançarem tal resistência se faz necessário dimensões e conseqüentemente carregamentos próprios muito superiores aos determinados para os elementos em aço. De tal modo, o baixo peso dos elementos é refletido em uma estrutura no geral mais leve, acarretando a minoração das fundações necessárias e por decorrência a economia.

Portanto os estudos realizados neste trabalho, apesar de não abranger todo o dimensionamento de uma estrutura em aço, expõem um cálculo detalhado de vigas e pilares metálicos baseados na NBR 8800 (ABNT, 2008) que por meio dos resultados atingidos corroboram, em alguns aspectos, com os inúmeros artigos que apontam para as diversas vantagens em se empregar esse método construtivo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800**: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, 2008.

CENTRO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO EM AÇO – CBCA (São Paulo). **CONSTRUÇÃO EM AÇO**: Sustentabilidade. 2015. Disponível em: <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/construcao-em-aco-sustentabilidade.php>>. Acesso em: 25 nov. 2017.

CHIAVERINI, Vicente. **Aços e Ferros Fundidos**. 7. ed. São Paulo: ABM, 1996.

DIAS, Luís Andrade de Mattos. **Estruturas de Aço**: Conceitos, Técnicas e Linguagem. São Paulo: Zigurate, 2006.

INABA, Roberto; COELHO, Cátia Mac Cord Simões. A Evolução da Construção em Aço no Brasil. **Arquitetura & Aço**, Rio de Janeiro, n. 42, p.58-59, 01 jun. 2012. Semestral. Disponível em: <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/noticias-detalhes.php?cod=7074>>. Acesso em: 17 set. 2017.

MINGIONE, Caio. **Produtividade das Estruturas de Aço**: Construção em aço. 2016. Disponível em: <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/publicacoes-publieditoriais-pini.php>>. Acesso em: 17 set. 2017.

PFEIL, Walter; PFEIL, Michèle. **Estruturas de Aço**: Dimensionamento prático de acordo com a NBR 8800:2008. 8. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2012.

SILVA, Valdir Pignatta; PANNONI, Fabio Domingos. **Estruturas de Aço para Edifícios**. São Paulo: Edgar Blucher, 2010.

WORLD STEEL ASSOCIATION (Bruxelas). **Steel Statistical Yearbook**. 2016. Disponível em: <<https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:37ad1117-fefc-4df3-b84f-6295478ae460/Steel+Statistical+Yearbook+2016.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2017