

ESTUDO DA ESTABILIDADE DE PÓRTICOS PLANOS DE AÇO CONSIDERANDO AS IMPERFEIÇÕES INICIAIS

Victor Hugo Morais Avancini¹, Bruno Eizo Higaki³

^{1,3} Departamento de Engenharia Civil, Centro Universitário da FEI

victor.avancini@hotmail.com, bruno.higaki@fei.edu.br

Resumo: O objetivo deste trabalho é analisar a influência das imperfeições geométricas iniciais na estabilidade de pórticos planos de aço. O trabalho compara os resultados obtidos por meio das análises de 1ª e 2ª ordem sem imperfeições iniciais via MEF, e análise pelos métodos simplificados apresentado no Eurocode 3: 2005, pela consideração de forças equivalentes ou modelagem dos nós da estrutura em uma posição deslocada.

1. Introdução

As estruturas metálicas despontam como a principal alternativa nos canteiros de obra propondo um menor desperdício de materiais, diminuição dos custos com fundação, por serem mais leves, e redução no tempo de construção.

De acordo com Souza [1], a análise estrutural é uma etapa de grande importância para a elaboração de um projeto e tem como principal objetivo determinar os esforços e os deslocamentos de todos os pontos da estrutura. Essa análise tem grande vinculação com as características da própria estrutura, como seção transversal, rigidez do material, imperfeições iniciais, estabilidade da estrutura e comportamento do material. A Figura 1 ilustra o comportamento da estrutura em função da análise adotada.

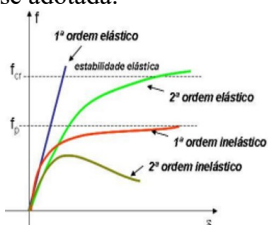


Figura 1 – Comportamento estrutural em função do modelo de análise

De acordo com Dória [2], devido às imperfeições iniciais numa estrutura de aço, as forças aplicadas geram uma amplificação do momento fletor e do deslocamento lateral, caracterizando como comportamento geometricamente não linear. Os efeitos causados por esses deslocamentos são chamados de efeitos de segunda ordem globais ou locais. A Figura 2 ilustra os tipos de imperfeições iniciais numa estrutura de aço.

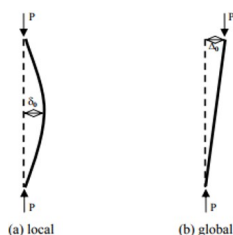


Figura 2 – Imperfeições iniciais

2. Metodologia

Para a realização do estudo, foi utilizado o ANSYS 17.2, além do Excel como auxiliar de cálculo. A malha foi definida após a convergência de resultados.

Foram determinados os três pórticos que serão utilizados nas análises, definindo suas dimensões, perfil metálico utilizado nos pilares e vigas, e as cargas a serem aplicadas. Foi considerada a linearidade física do material, com módulo de elasticidade transversal $E=20500 \text{ kN/cm}^2$ e coeficiente de Poisson=0,3.

O pórtico I possui 2 pavimentos. As vigas são perfis metálicos W360x72,0 e os pilares são perfis metálicos W250x73,0. A Figura 1 ilustra o pórtico I e os carregamentos aplicados.

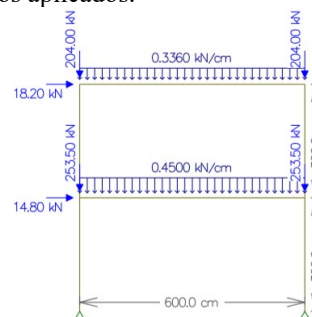


Figura 3 – Pórtico I

O pórtico II possui apenas 1 pavimento, com um vão de 600 cm e altura do pavimento de 300 cm. As vigas são perfis metálicos W360x32,9 e os pilares são perfis metálicos W200x46. A Figura 2 ilustra o pórtico II e os carregamentos aplicados na estrutura.

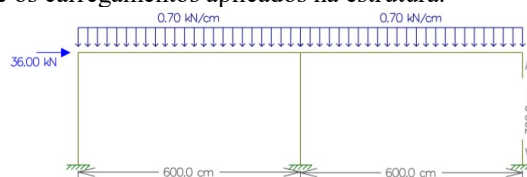


Figura 4 – Pórtico II

O pórtico III possui um primeiro pavimento semelhante ao Pórtico II e um segundo pavimento ao lado esquerdo com carregamento distribuído e carregamento horizontal igual a 60% do carregamento do primeiro andar. A Figura 5 ilustra o pórtico III e os carregamentos aplicados na estrutura.

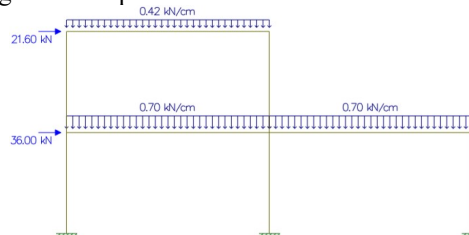


Figura 5 – Pórtico III

Foram feitas análises de primeira e segunda ordem, comparando os resultados. Também foram feitas análises da estrutura considerando as imperfeições iniciais pela modelagem dos nós em sua posição deslocada e pelo método das forças fictícias, apresentados pela norma EC-3:2005. Os resultados encontrados foram comparados com aqueles obtidos pela análise de segunda ordem via MEF.

3. Resultados

O pórtico I apresentou maior diferença de resultados no topo do pilar P1. Porém, essa diferença não é considerada crítica pois os valores dos momentos fletores não são críticos, uma vez que o pilar P2, do mesmo andar apresentou esforço maior. A Figura 6 ilustra o gráfico com a razão entre os momentos fletores solicitantes obtidos pelas três análises.

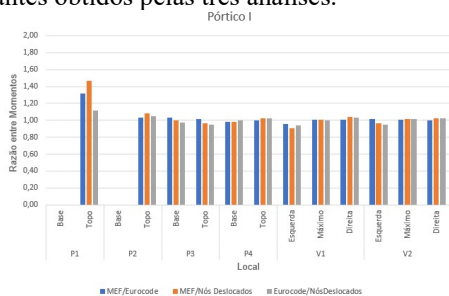


Figura 6 – Resultados Pórtico I

O pórtico II apresentou maior diferença de resultados na base do pilar P2, sendo que uma diferença pequena entre as análises. Era esperado que as diferenças entre as análises fossem pequenas devido ao pórtico II ser classificado como indeslocável pelo método do Eurocode 3: 2005. A Figura 7 ilustra o gráfico com a razão entre os momentos fletores solicitantes obtidos pelas três análises.

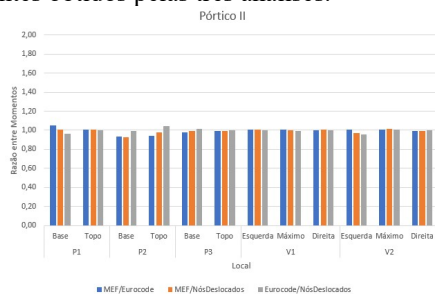


Figura 7 – Resultados Pórtico II

O pórtico III apresentou maiores diferenças de resultados na base do pilar P2. Contudo, essas diferenças não são consideradas críticas uma vez que o momento fletor nesse ponto é baixo se comparado ao restante da estrutura. A base do pilar P1 e o topo do pilar P2 não são apresentados devido aos valores de momentos fletores serem muito baixos. Era esperado que as diferenças fossem pequenas devido ao pórtico III ser classificado como indeslocável pelo método do Eurocode 3: 2005. A Figura 8 ilustra o gráfico com a razão entre os momentos fletores solicitantes obtidos pelas três análises.

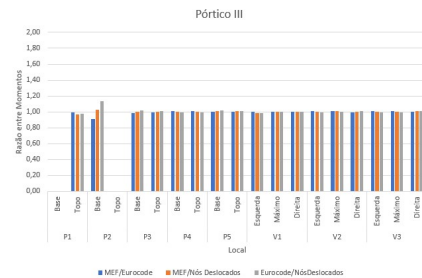


Figura 8 – Resultados Pórtico III

4. Conclusões

Estudando os resultados obtidos, observa-se que em nenhum dos pórticos estudados a influência das imperfeições iniciais foi grande.

Apesar do pórtico I ter sido classificado como deslocável pelo Eurocode 3: 2005, não houve variações importantes nos esforços internos solicitantes.

O pórtico II, mesmo sendo mais esbelto que o pórtico I, e o pórtico III, mesmo sendo assimétrico, também não apresentaram grande influência dos efeitos de segunda ordem. Em ambos os pórticos, classificados como indeslocáveis pelo Eurocode 3: 2005, verificou-se que a influência dos efeitos de segunda ordem foi realmente pequena a ponto de serem desprezadas.

Os métodos simplificados apresentados pelo Eurocode 3: 2005 se comportaram como modelos aproximados muito eficazes para a determinação dos esforços solicitantes de segunda ordem, apresentando, geralmente, resultados aproximados dos obtidos pelo método mais rigoroso, porém nem sempre apresentando os valores mais conservadores. Contudo, as imperfeições iniciais não tiveram grande influência nos pórticos estudados.

5. Referências

[1] SOUZA, A.S.C. Análise da estabilidade de edifícios de andares múltiplos de aço. Relatório FAPESP. Universidade Federal de São Carlos. 2009.

[2] DÓRIA, André Santos. Análise da estabilidade de pórticos planos de aço com base no conceito de forças horizontais fictícias. 2007. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. prEN 1993-3: Eurocode 3: Design of Steel Structures. Part 1.1: General Rules and Rules for Buildings. Final Draft. Brussels, 2003

HIGAKI, Bruno Eizo. **Contribuição à análise estrutural de edifícios de aço com ênfase nas ligações semi-rígidas**. 2014. 284 f. Dissertação (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

Agradecimentos

À instituição Centro Universitário FEI pelo fornecimento dos recursos necessários para o desenvolvimento da pesquisa e pela concessão da bolsa.

¹ Aluno de IC do Centro Universitário FEI (PIBIC). Projeto com vigência de 10/17 a 09/18.