



MODELAGEM ESTRUTURAL DE PÓRTICO 2D USANDO UMA ABORDAGEM QUANTITATIVA DOS PERFIS METÁLICOS

Rodrigo S. de Carvalho

Genasil F. dos Santos

carvalhodigo@gmail.com

genasil@yahoo.com.br

Universidade Geraldo Di Biasi

Rua Antenor de Moura Raunheitti, 152 - Luz, Nova Iguaçu - RJ

Resumo. Neste estudo é apresentado uma análise preliminar do comportamento estrutural de pórticos metálicos quando dispostos em diferentes configurações estruturais das barras e nós e as suas influências no dimensionamento dos perfis a serem utilizados. Para a realização de estudo, foram considerados três modelos diferentes de pórticos metálicos submetidos aos mesmos carregamentos externos e através de uma análise numérica de 1ª ordem determinou-se as tensões principais que serviram de parâmetros para a escolha do tipo de perfil a ser utilizado e o seu dimensionamento. A ferramenta computacional de apoio aos cálculos utilizada foi o software Robot™ Structural Analysis da Autodesk. Como resultado parcial do estudo são apresentadas as comparações entre os quantitativos de materiais para os modelos estudados. A partir dos resultados é possível determinar uma estrutura otimizada que atenda às solicitações de carregamento aplicadas minimizando o quantitativo de materiais.

Palavras-chave: estruturas metálicas, modelagem computacional, pórticos metálicos, Robot Structural Analysis

1 INTRODUÇÃO

Na busca por vantagem competitiva e melhor produtividade a modelagem computacional tem sido cada vez mais imprescindível nos processos de tomada de decisão. A modelagem estrutural tem por finalidade simular o ambiente real e testar hipóteses com as diversas variáveis do ambiente e obter como resultado final a previsibilidade do evento em estudo.

O presente artigo apresenta uma metodologia de análise de três hipóteses de tipologia geométrica de um pórtico 2D fazendo um comparativo entre as quantidades de material necessárias em cada caso e obter, como resultado final, uma estrutura otimizada que atenda aos carregamentos externos aplicados com a maior economia possível de material.

A ferramenta computacional utilizada foi o software Robot™ Structural Analysis da Autodesk.

2 PARÂMETROS DE ENTRADA E CONDIÇÕES DE CONTORNO

2.1 Estudo de caso

Em um terreno de 10x23m foi projetado uma edificação de 3 pavimentos, sendo que devido às restrições de espaço do terreno, os afastamentos laterais ficaram muito reduzidos e os limites laterais da edificação ficaram muito próximos aos limites do terreno vizinho dificultando o projeto da sapata.

A solução proposta consiste em afastar os pilares externos dos limites do terreno projetando um balanço dos pisos superiores.

Este trabalho apresenta o estudo de três configurações distintas de pórticos estruturais a fim de resolver a estrutura metálica para a construção do projeto. Os pórticos possuem 9,00 m de largura e 3 pavimentos com altura de 3,00m cada, totalizando 9,00m de altura.

2.2 Carga Aplicada

Neste trabalho, para simplificação de cálculos, foi considerada apenas a carga de uma laje de 0,14m de concreto sobre o pórtico. Não foram consideradas cargas acidentais como vento e sobrecarga.

$$q = h \times l \times \gamma_{concreto} = 0,14 \times 9 \times 24 = 30,24 \text{ KN/m} \quad (1)$$

h=espessura da laje

l=comprimento

$\gamma_{concreto}$ =Peso específico concreto

2.3 Perfis metálicos

Os perfis metálicos seguem o padrão EN 10034:1993 do EUROCODE 3. A escolha dos perfis metálicos seguiu o seguinte critério: para as vigas foram utilizados os perfis da família IPE e para os pilares a família HEA.

Tabela 1. Propriedades do Material

Material	Módulo de elasticidade E (MPa)	G (MPa)	Coefficiente de Poisson	Peso Específico (KN)	Tensão de escoamento (MPa)
Aço	210000,00	80800,00	0,30	77,01	255,00

2.4 Modelagem das estruturas

Foram modelados 3 pórticos com tipologias geométricas diferentes. O primeiro modelo corresponde à proposta original do projeto onde os pilares externos estão próximos da divisa do terreno. Nos outros dois modelos apresentam-se duas propostas com o deslocamento dos pilares e projeção de balanço dos pavimentos superiores.

O objetivo destas modelagens é definir qual a proporção ideal entre a viga biapoiada e a viga em balanço de modo que as solicitações nas vigas e pilares sejam as menores possíveis.

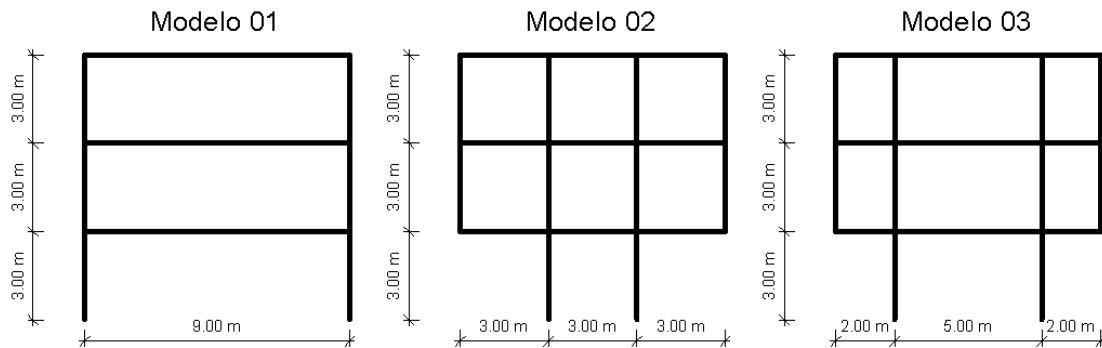


Figura 1. Modelos 01, 02 e 03 e suas diferentes tipologias geométricas.

Para a modelagem do pórtico otimizado, primeiramente deve-se definir qual a relação ideal entre viga em balanço e vão central para que os esforços sejam os menores possíveis. Para isso foi preciso utilizar um método de interpolação nos resultados dos momentos nas barras. O método escolhido foi o polinomial de Lagrange de grau 2 (RUGGIERO,1997).

Analisando os três modelos verificou-se que as barras com maiores solicitações são as vigas do segundo piso. Sendo assim utilizou-se essa barra para o dimensionamento das demais vigas. Primeiro isola-se as vigas do segundo piso, depois cria-se uma tabela com os valores dos momentos fletores máximos dos balanços e dos vãos centrais.

Tabela 2- Tabela de Momentos fletores na viga relativo ao comprimento do vão central

L(m) viga central (x)	My viga central (fx)	My balanço (gx)
3,00	33,07	101,92
5,00	61,75	44,90
9,00	177,41	0,00

Em seguida aplica-se o polinômio interpolador de Lagrange:

$$P_{balanço} = \sum_{i=0}^n L_i(x)g(x_i) = (3457x^2 - 61868x + 276795)/1200 \quad (2)$$

$$P_{central} = \sum_{i=0}^n L_i(x)f(x_i) = (2915x^2 - 6112x + 31785)/1200 \quad (3)$$

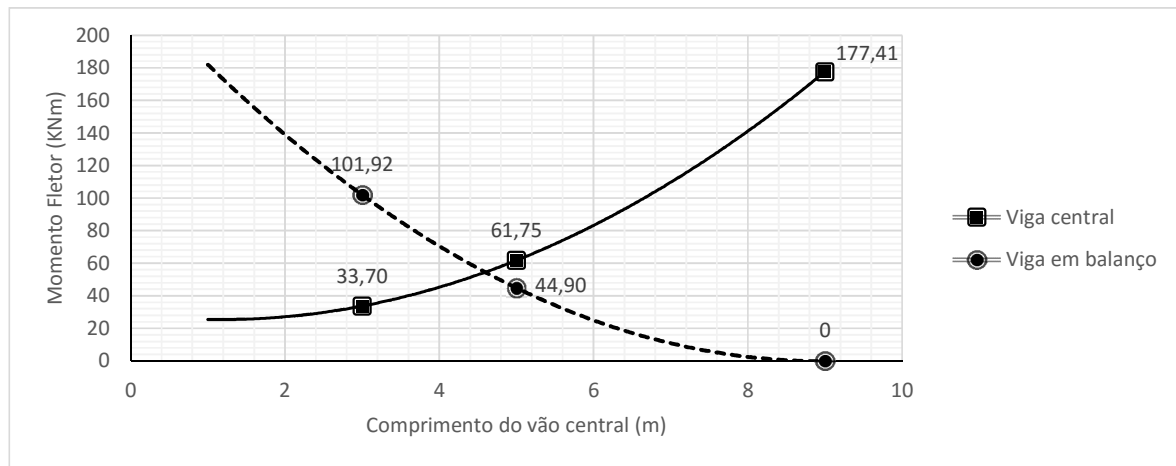


Figura 2- Gráfico dos momentos fletores das vigas em função do comprimento do vão central

De acordo com o gráfico o comprimento ideal do vão central é de 4,60m e consequentemente os balanços terão 2,20m

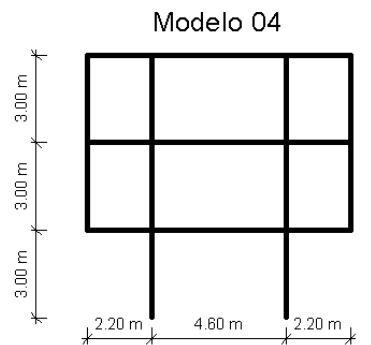


Figura 3. Balanço de 2,20m nos extremos e pilares centrais com distância de 4,60m entre si.

2.5 Pré-dimensionamento dos perfis

Após a modelagem da estrutura básica, é preciso definir os perfis a serem aplicados nas barras. Essa escolha não é definitiva ainda pois depende dos resultados da análise das tensões.

O Robot™ possui a função de cálculo de projeto em aço/alumínio. Neste módulo existem uma série de normas internacionais para cálculos de estruturas metálicas, neste trabalho os parâmetros de entrada foram configurados de acordo com a norma ANSI/AISC 360-10.

Definidos todos os perfis das estruturas do estudo, a próxima etapa é fazer o comparativo da quantidade de aço utilizado em cada uma. Como resultado tem-se uma tabela que demonstra qual a solução mais econômica.

Tabela 3. Comparativo entre os modelos.

Pórtico	Perfis utilizados	Peso total (Kg)
Modelo 01	HEA100 x IPE500	3535
Modelo 02	HEA160 X HEA180X IPE270 X IPE300	2090
Modelo 03	HEA100 x HEA120 x IPE270	1494
Modelo 04	HEA100 x HEA120 x IPE270	1494

3 CONCLUSÃO

O modelo 01 devido ao tamanho do vão principal de 9,00m, necessita de uma viga com um perfil de seção mais robusta, IPE500, impactando diretamente no seu quantitativo.

No modelo 02, a redução do vão principal possibilitou uma redução da área da seção das vigas e dos pilares, e consequentemente reduziu o peso total da estrutura, mais ainda não demonstrou ser o ideal pois os balanços de 3 metros resultaram em um momento fletor elevado nas conexões.

O modelo 03 está mais próximo do modelo 4 definido pela interpolação de Lagrange e devido a pequena diferença entre o comprimento dos balanços entre ambos, apresentaram a mesma configuração dos perfis e o mesmo peso total, porém o modelo 4 apresenta a melhor distribuição dos esforços na estrutura. Assim pode-se adotar o modelo 4 como sendo o modelo ideal. Este modelo apresentou a melhor proposta pois reduziu sensivelmente o peso total da estrutura em aproximadamente 60% comparado ao modelo 01. Com base nessa análise quantitativa, conclui-se que o modelo 04 apresenta a configuração mais econômica para a situação apresentada neste trabalho.

Este trabalho apresentou uma proposta de dimensionamento preliminar de um pórtico metálico. Para futuros trabalhos, propõe-se que sejam analisados o comportamento desta estrutura quando submetidos a carregamentos acidentais. Outra proposta de pesquisa seria dimensionar as conexões entre as barras e avaliar o custo relativo entre as conexões de vigas em balanço e as vigas biapoiadas.

REFERÊNCIAS

Eurocode 3, EN 1993-1-1:2005: Design of steel structures: Part 1.1. General rules and rules for buildings, 2005.

CEN (1993) – EN 10034:1993 – “Structural steel I and H sections” – “Tolerances on shape and dimensions”. European Committee for Standardization, Brussels

AISC COMMITTEE et al. Specification for Structural Steel Buildings (ANSI/AISC 360-10). **American Institute of Steel Construction, Chicago-Illinois**, 2010.

ABNT, NBR. 8800: Projeto e execução de estruturas de aço e de estruturas mistas aço-concreto de edifícios–Texto-base de Revisão da NBR 8800-Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Novembro de**, 2007.

RUGGIERO, Márcia A. Gomes; LOPES, Vera Lúcia da Rocha. *Cálculo numérico: aspectos teóricos e computacionais*. Makron Books do Brasil, 1997.