

# APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE OTIMIZAÇÃO NO DIMENSIONAMENTO DE VIGAS DE AÇO

Autor: Eduardo Braun

Orientador: Prof. Dr. Felipe Schaedler de Almeida

## INTRODUÇÃO

O presente trabalho consiste na aplicação de um método de otimização denominado "Harmony Search Algorithm" ao dimensionamento de vigas de aço de seção I, soldadas e com dupla simetria. Foi elaborado um programa computacional que visa fornecer a menor área de seção possível e que atenda às exigências da Norma NBR 8800 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008) quanto aos estados-limites últimos de flambagem local da alma (FLA), de flambagem local da mesa (FLM) e de flambagem lateral com torção (FLT), bem como ao esforço cortante de plastificação da seção ( $V_{Rd}$ ). Também é respeitado o limite máximo de deslocamento vertical, através da obtenção de um momento de inércia mínimo ( $I_{min}$ ). Será apresentado o programa, o modo como o mesmo funciona e uma análise da otimização de vigas de comprimentos de 6 e 12m que retrata a eficiência da aplicação de métodos de otimização no dimensionamento de vigas de aço.

## METODOLOGIA E RESULTADOS

A figura 1 apresenta as dimensões da seção da viga. No presente trabalho a altura ( $h$ ) e a largura das mesas ( $b_f$ ) são variáveis contínuas, sendo que  $40\text{cm} \leq h \leq 150\text{cm}$  e  $20\text{cm} \leq b_f \leq 50\text{cm}$ , enquanto as espessuras das mesas ( $t_f$ ) e da alma ( $t_w$ ) são variáveis discretas, com suas espessuras sendo dimensões de chapas de aço fornecidas pela indústria, onde:  $t_f \in (6,3\text{mm}, 8,0\text{mm}, 9,5\text{mm}, 12,5\text{mm}, 16\text{mm}, 19\text{mm}, 22,4\text{mm}, 25\text{mm}, 31,5\text{mm}, 37,5\text{mm}, 45\text{mm})$  e  $t_w \in (6,3\text{mm}, 8,0\text{mm}, 9,5\text{mm}, 12,5\text{mm})$ . O módulo de elasticidade ( $E = 200\text{ GPa}$ ) e a tensão de escoamento ( $f_y = 250\text{MPa}$ ) do aço têm valores constantes neste estudo.

O algoritmo de otimização funciona da seguinte forma:

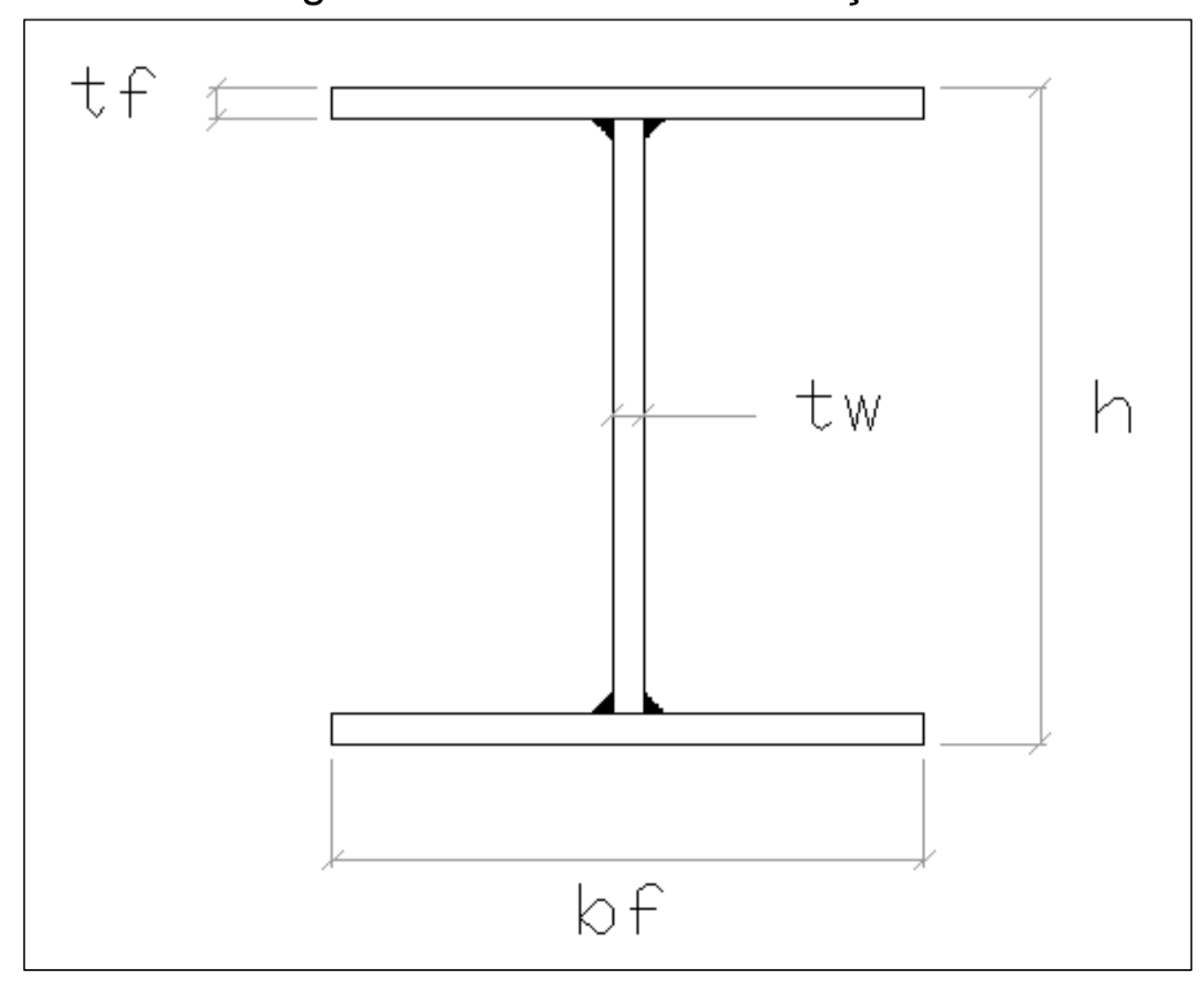
Dados:  $M_{Sd}$ ,  $V_{Sd}$ ,  $I_{min}$ ,  $L_b$ ,  $C_b$ ,  $E$  e  $f_y$

Minimizar  $A_g(h, b_f, t_f, t_w)$  tal que

$$M_{Rd} \geq M_{Sd}; V_{Rd} \geq V_{Sd}; \text{ e } I_x \geq I_{min}$$

- **Sendo:**
- $M_{Sd}$  = Momento solicitante de projeto;
  - $M_{Rd}$  = Momento resistente de projeto;
  - $V_{Sd}$  = Esforço cortante solicitante de projeto;
  - $L_b$  = Comprimento de flambagem da viga (igual ao comprimento total, no presente estudo);
  - $C_b$  = fator de modificação para diagrama de momento fletor não-uniforme;
  - $A_g$  = Área total da seção;
  - $I_x$  = Momento de inércia em torno do eixo principal central paralelo às mesas da seção.

Figura 1 – dimensões da seção



O carregamento ao qual a viga está submetida é uniformemente distribuído ao longo de todo o vão ( $q_{Sd}$ ). O programa emprega os procedimentos de verificação repetidamente (240.000 vezes) com diferentes tamanhos de dimensões da seção a fim de encontrar a menor área de seção ( $A_g$ ) necessária para resistir ao carregamento com a segurança exigida pela Norma.

Se trabalhou com uma limitação da altura total das vigas, em função da necessidade da utilização de pés direitos baixos nas edificações existentes no mercado atualmente, para que pudesse ser analisado quando e em quanto o aumento da altura das vigas poderia influir na economia de aço em projetos. Para um comprimento de viga de 6m a seção dimensionada com alturas maiores apresentou área de seção quase idêntica à das vigas com alturas bem inferiores, conforme pode ser visualizado na figura 2, demonstrando que uma maior altura das vigas não resulta em economia significativa de material, apesar de ser notada alguma tendência do método por apresentar resultados com alturas elevadas. Para o comprimento de viga de 12m a altura da seção foi importante para o dimensionamento mais econômico, conforme se nota na figura 3. Não será elucidado aqui como, mas constatou-se que quando  $M_{Rd}/M_{Sd} > 1,05$  é possível obter uma seção ainda mais econômica através do aumento da altura da viga. Caso não seja possível aumentar a altura da seção por questões de projeto, os resultados fornecidos ainda são o mais econômico possível dentro das dimensões disponíveis para resistir às solicitações. E por fim, os resultados mostram que a aplicação de métodos de otimização no dimensionamento de estruturas de aço é altamente recomendada, podendo ser alcançados excelentes resultados.

Figura 2 – Área de aço necessária para resistir às solicitações, comprimento de 6m.

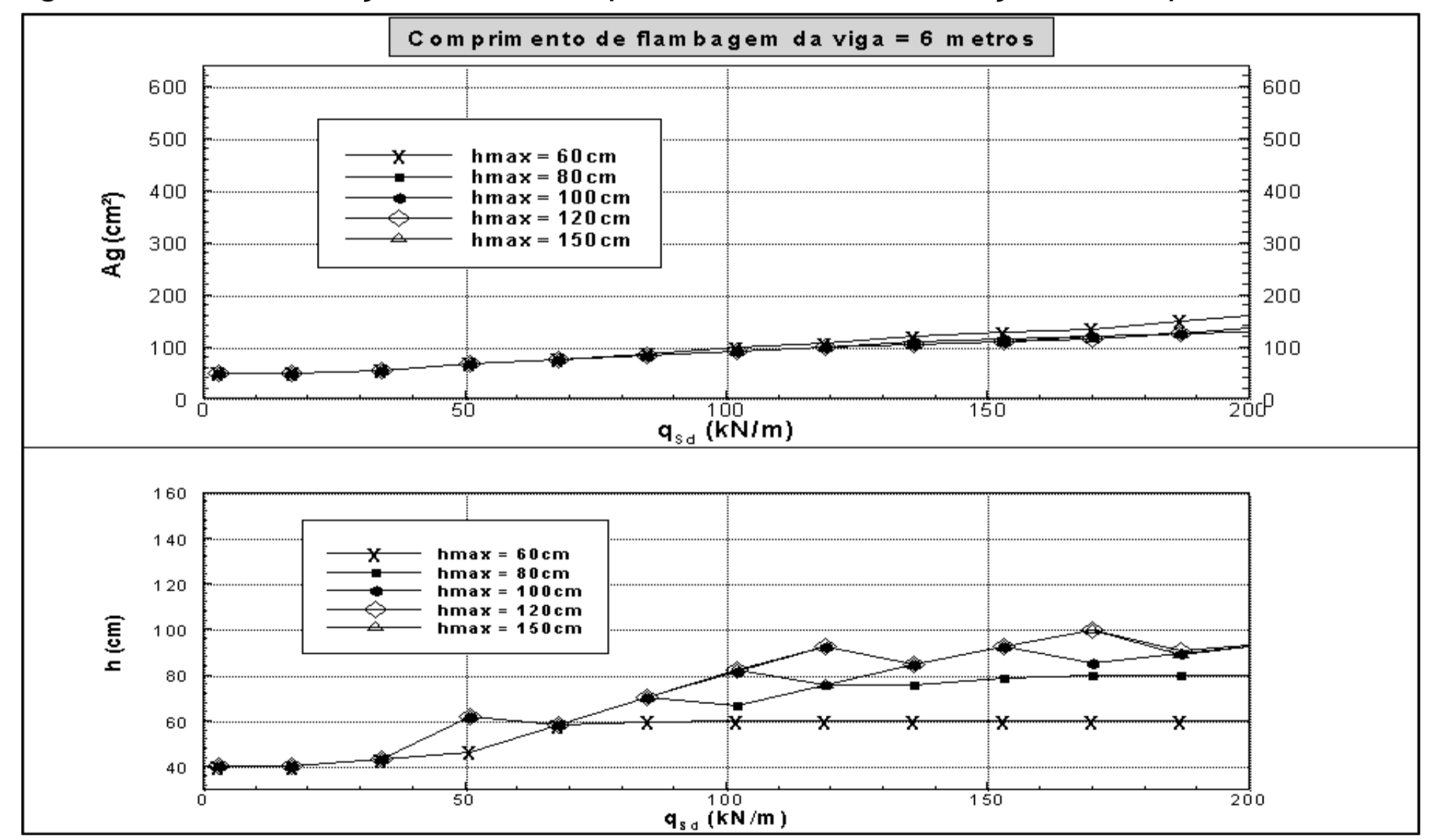


Figura 3 – Área de aço necessária para resistir às solicitações, comprimento de 12m.

