



**Marque a opção do tipo de trabalho que está inscrevendo:**

**Resumo**

**Relato de Caso**

### **Otimização Estrutural de Treliças Planas**

**AUTOR PRINCIPAL:** Diego Badzinski Burlamaque

**CO-AUTORES:** Rafael Teixeira Berno

**ORIENTADOR:** Moacir Kripka, Dr.

**UNIVERSIDADE:** Universidade de Passo Fundo - UPF

#### **INTRODUÇÃO**

O conceito de otimização traz uma alternativa bastante inteligente nas mais diversas áreas. Como ideia central de seu significado, encontra-se a busca por uma minimização ou maximização de função através de consideração e ponderação de variáveis relacionadas. Para o caso da engenharia civil, a otimização estrutural é uma rica forma de se moldar as estruturas de obras, a qual possibilita a definição da solução mais vantajosa possível, tanto para o ponto de vista econômico (menor custo), quanto para o ponto de vista estrutural (menor peso total ou melhor geometria).

O objetivo geral no desenvolvimento deste projeto é a realização de exemplos de otimização estrutural em estruturas metálicas, através de métodos heurísticos. Na execução do presente trabalho, o estudo é voltado exclusivamente para a otimização de treliças planas metálicas. Com essa finalidade, parte-se de uma estrutura base, retirando sucessivamente os elementos menos solicitados até identificar a configuração de menor peso.

#### **DESENVOLVIMENTO:**

Para princípio dos testes de otimização do peso de treliças planas, os exemplos selecionados para execução foram os citados no artigo de Wu e Tseng (2010). A partir das aplicações propostas pelos autores, os mesmos modelos passaram a ser reconsiderados no estudo de otimização, tendo agora como método base o *Simulated Annealing*.

O caso de treliça plana testada e executada segundo o método *Simulated Annealing* de otimização estrutural foi a estrutura treliçada metálica de aço com 45 barras e 10 nós. Esse exemplo específico consiste em uma aplicação puramente teórica do conceito técnico da otimização, já que todos os nós presentes na estrutura são ligados a todos os demais por meio de barras, o que resulta em uma quantidade inicial de barras bastante excessiva.

A treliça plana de 45 barras possui como propriedades analíticas o fato de ser modelada em apenas um único material, que é o aço, e admitir 45 grupos de seção, permitindo a modificação característica individual de cada banzo. As restrições de deslocamento em ambas as

direções mantêm-se em 0,0508m. O valor do módulo de elasticidade do material considerado é 68,9 GPa, o peso específico é 27,15 kN/m<sup>3</sup> e a tensão admissível é 172,4 MPa.

Para a análise do problema, foram consideradas 182 possibilidades de valores de seções transversais a cada banzo, com intervalo variando uniformemente de 5.8064E-05 m<sup>2</sup> a 6.4516E-04 m<sup>2</sup>. O efeito da flambagem foi desconsiderado do estudo, admitindo-se, portanto, um alto valor teórico de inércia à estrutura.

Na projeção da estrutura, a mesma foi apoiada sobre dois apoios do tipo duplo, o que restringe o seu movimento nas direções horizontal e vertical. As cargas nodais aplicadas na treliça localizam-se em três espaços pontuais, sobre os nós de ligação da estrutura. As características de cada uma das três forças existentes são: direção vertical, sentido de cima para baixo e intensidade de 44,48 kN.

Após a realização do teste completo de otimização estrutural da treliça plana metálica de 45 barras, a geometria isostática que apresentou melhores resultados estruturais manteve-se com 7 barras e 5 nós de ligação. A projeção de otimização gerada pelo processo *Simulated Annealing*, o qual vem sendo avaliado, foi a mesma divulgada no artigo referencial, no qual os resultados obtidos basearam-se em outras distintas metodologias. Os valores otimizados da estrutura ficaram bastante semelhantes aos citados na literatura, havendo uma pequena variação ascendente nos definidos pelo *Simulated Annealing*.

De forma complementar, adotou-se uma nova técnica para fins comparativos de valores. Devido à variação apresentada nas áreas de seções transversais e no peso ótimo da estrutura, optou-se por uma tentativa de arredondamento dos valores encontrados nas dimensões das seções da mesma, o que resultou em uma convergência bastante significativa aos valores previamente estabelecidos na bibliografia de referência.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS:**

O desenvolvimento do presente trabalho permite a consistente análise dos resultados observados. A aplicação do software baseado na metodologia do *Simulated Annealing* tem demonstrado sua esperada confiabilidade nas aplicações testadas. A aproximação bastante significativa de resultados em comparação aos já fixados provam o correto funcionamento do sistema quando submetido a exigências desse nível.

## **REFERÊNCIAS**

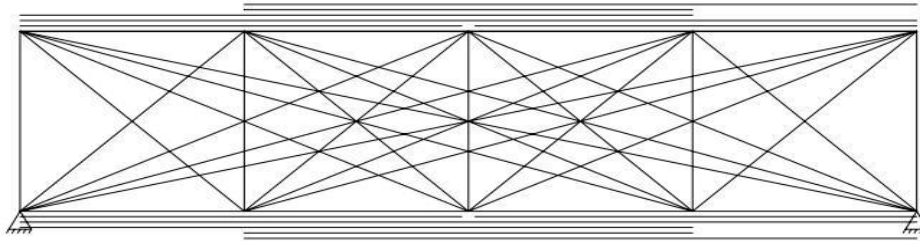
-WU Chin-Yin, TSENG Ko-Ying. "Truss structure optimization using adaptive multi-population differential evolution" (2010)

-MEDEIROS Guilherme Fleith, DIAS Maiga Marques, KRIPKA Moacir. "Determinação da configuração ótima de treliças de banzos paralelos através da otimização topológica" (2006)

-KRIPKA Moacir, DREHMER Gilnei A. "Determinação da geometria e da configuração ótimas em treliças metálicas de banzos paralelos" (2004)

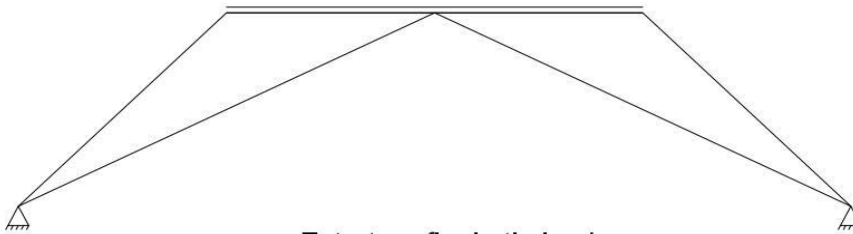
**NÚMERO DA APROVAÇÃO CEP OU CEUA ( para trabalhos de pesquisa):** Número da aprovação.

## ANEXOS



Condição inicial  
45 barras

Anexo 1 – Condição inicial da treliça plana de 45 barras.



Estrutura final otimizada  
7 barras

Anexo 2 – Modelagem final da treliça otimizada.

<b><u>Análise Comparativa</u></b>			
	<b>AMPDE</b>	<b>Algoritmos Genéticos</b>	<b>Simulated Annealing</b>
<i>Peso da estrutura otimizada</i>	0.1956772689 kN	0.1958685424 kN	0.19686 kN

Anexo 3 – Análise comparativa de peso da estrutura.

<b><u>Análise Comparativa (áreas arredondadas)</u></b>			
	<b>AMPDE</b>	<b>Algoritmos Genéticos</b>	<b>Simulated Annealing</b>
<i>Peso da estrutura otimizada</i>	0,19555 kN	0,19695 kN	0.19684 kN

Anexo 4 – Segunda análise comparativa de peso da estrutura.