



Marque a opção do tipo de trabalho que está inscrevendo:

Resumo

Relato de Caso

OTIMIZAÇÃO DO PESO DE ESTRUTURAS EM ALUMÍNIO ATRAVÉS DO MÉTODO DO RECOZIMENTO SIMULADO

AUTOR PRINCIPAL: Rafael Teixeira Berno

CO-AUTORES: Diego Badzinski Burlamaque

ORIENTADOR: Moacir Kripka, Dr.

UNIVERSIDADE: Universidade de Passo Fundo.

INTRODUÇÃO

A busca por melhores resultados orçamentários em construções é cada vez maior, sempre atendendo as normas, critérios de segurança e reduzindo custos. Treliças são estruturas usualmente executadas em madeira ou metal, com boa relação capacidade/peso, possibilitando vencer grandes vãos e com grande variedade estética, resultando em um vasto campo para aplicação de técnicas de otimização. Neste sentido, o estudo desenvolvido objetivou a otimização de treliças de alumínio, tomando por base trabalho anterior desenvolvido por KRIPKA, PRAVIA, DIAS e MEDEIROS (2013), alterando os perfis para perfis comerciais com finalidade estrutural. O método de otimização empregado, *Simulated Annealing*, trabalha com estratégias que buscam a obtenção do mínimo global, atendendo todas as restrições impostas.

DESENVOLVIMENTO:

A partir da pesquisa de uma variedade maior de perfis em alumínio disponíveis no mercado, com finalidade estrutural, diferentes dos perfis utilizados por KRIPKA, PRAVIA, DIAS e MEDEIROS (2013), encontraram-se os nove seguintes perfis em forma de dupla cantoneira, e suas características, expostos na Tabela 1 (ALCOA, 2015).

Na estrutura em questão, o objetivo era a minimização do peso das treliças, formulado da seguinte maneira:

Minimizar:

$$f(x) = W = \sum_{i=1}^n \gamma A_i L_i \quad [\text{Eq. 01}]$$

Sujeito a:

$$\sigma_i \leq \sigma_a \quad [\text{Eq. 02}]$$

$$\lambda \leq \lambda_{lim} \quad [\text{Eq. 03}]$$

$$u_i \leq u_a \quad [\text{Eq. 04}]$$

$$A \in S = \{a_1, \dots, a_m\} \quad [\text{Eq. 05}]$$

$$x^1 \leq x_i \leq x^u \quad [\text{Eq. 06}]$$

Onde na função objetivo, W é o peso total da treliça, e as variáveis de projeto são a área da seção transversal dos elementos (A) e as coordenadas dos nós da treliça (x). Ainda nesta mesma função, γ é o peso específico do material e L o comprimento do elemento, sendo n o número total de elementos. Em cada elemento tem-se como restrição que a tensão σ_i em cada barra deve ser menor ou igual à tensão admissível do material (σ_a), sendo considerado ainda o índice de esbeltez máximo (λ_{lim}) para os elementos comprimidos e um deslocamento admissível (u_a) para cada nó da estrutura (adaptado de KRIPKA, PRAVIA, DIAS e MEDEIROS, 2013).

Considerou-se ainda que, a área da seção deve assumir valores discretos, a partir da lista m de novo perfis candidatos. Por fim, a última equação de restrição impõe a limitação para a variação de coordenadas dos nós.

O material escolhido foi o mantido como o alumínio liga 6351, têmpera T4, com as seguintes características (KRIPKA, PRAVIA, DIAS e MEDEIROS, 2013):

- Módulo de elasticidade longitudinal $E = 70 \text{ GPa}$;
- Peso específico $\gamma = 27 \text{ kN/m}^3$;
- Tensão de escoamento $f_y = 130 \text{ MPa}$;
- Tensão última $f_u = 220 \text{ MPa}$;
- Índice de esbeltez máximo $\lambda_{lim} = 111$.

Através da utilização do software e metodologia de KRIPKA, PRAVIA, DIAS e MEDEIROS (2013), buscou-se a redução do peso da treliça de banzos paralelos do tipo Warren, para uma carga pontual (P) aplicada no centro da estrutura (Figura 1), com a utilização de 3 grupos compostos por 3 perfis cada.

Seguindo a denominação e a indicação de uso estrutural, do catálogo da ALCOA, a escolha dos perfis para cada grupo se deu pela limitação de carga de cada perfil. A escolha dos grupos e cargas limites de cada perfil está na Tabela 2.

A metodologia de otimização seguiu o método supracitado (Simulated Annealing), e a inserção de dados no software seguiu o manual do usuário.

CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Os resultados, expostos nas figuras 3, 4 e 5, apresentaram uma significativa redução de peso da estrutura. Para a otimização de treliças, a redução de peso pode ser obtida por diversas maneiras, não só pela alteração da seção, mas também pela geometria e tipologia da estrutura. Dentro destas restrições, o método adotado apresenta um bom desempenho, por possibilitar a obtenção dos mínimos globais ou de valores próximos destes.

REFERÊNCIAS

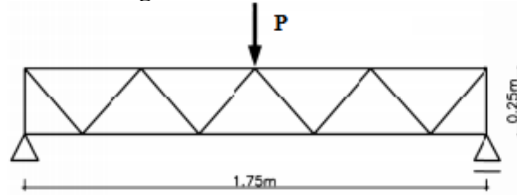
ALCOA. Catálogo de Perfis Standard – Perfis Extrudados de Alumínio Alcoa (Ref: Fev/15). Disponível em: http://www.alcoa.com/brasil/pt/info_page/downloads.asp. Acesso em: 11 mai. 2015.

KRIPKA Moacir, PRAVIA Zacarias M. Chamberlain, DIAS Maiga Marques, MEDEIROS Guilherme Fleith. *“Minimização do peso de treliças de alumínio pela otimização simultânea da seção transversal dos elementos e da geometria: análise numérica e validação experimental”*. REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil, V. 7, n. 2, p. 16-23, 2013.

KRIPKA, M. *“Discrete optimization of trusses by simulated annealing”*. J. Braz. Soc. Mech. Sci & Eng., v. 26, n. 2, p. 170-173, abr./jun. 2004.

ANEXOS

Figura 1: Estrutura inicial



Fonte: KRIPKA, PRAVIA, DIAS e MEDEIROS (2013).

Figura 2: Inserção de dados no software

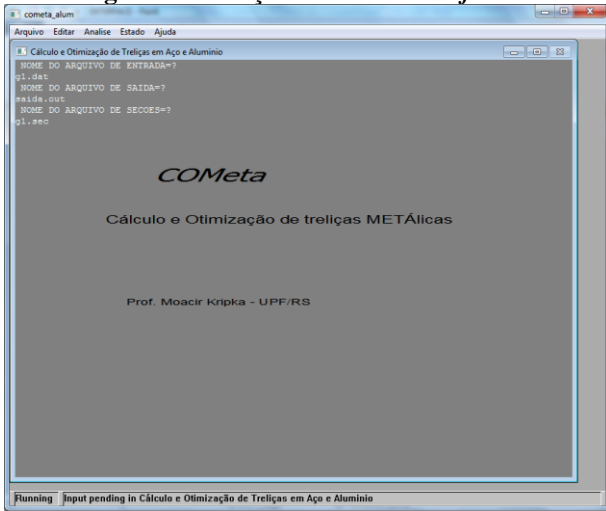


Figura 3: Grupo 1, com carga de 32,75 kN

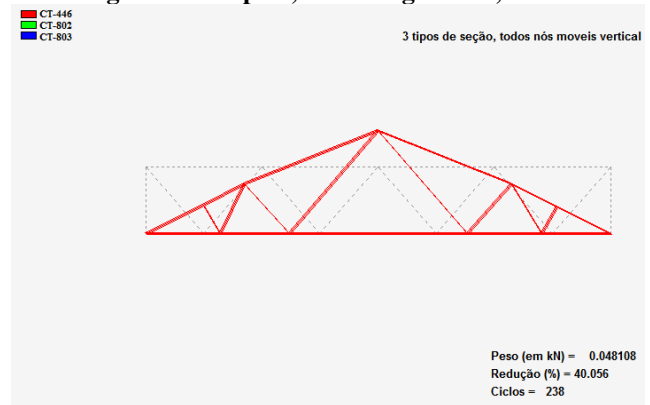


Figura 4: Grupo 2, com carga de 34,60 kN

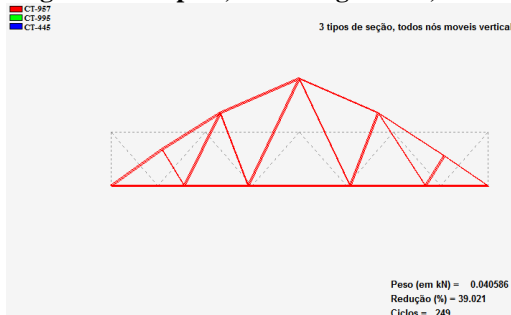
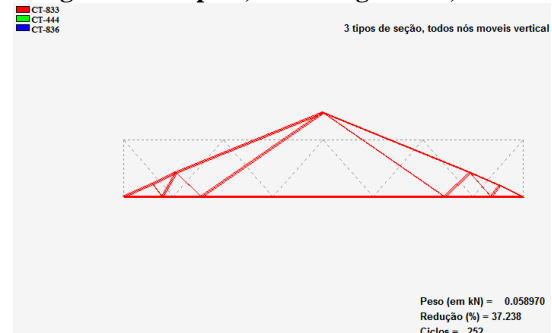


Figura 5: Grupo 3, com carga de 41,80 kN



| TABELA 1: Características do novos perfis adotados | | |
|--|-------------------------|---------------------------|
| PERFIL | Área (m ²) | Inércia (m ⁴) |
| CT-957 | 222,53.10 ⁻⁶ | 6820,0.10 ⁻¹² |
| CT-995 | 441,00.10 ⁻⁶ | 24280,0.10 ⁻¹² |
| CT-445 | 566,12.10 ⁻⁶ | 30020,0.10 ⁻¹² |
| CT-446 | 303,12.10 ⁻⁶ | 17320,0.10 ⁻¹² |
| CT-802 | 466,48.10 ⁻⁶ | 61800,0.10 ⁻¹² |
| CT-803 | 685,10.10 ⁻⁶ | 88740,0.10 ⁻¹² |
| CT-833 | 385,44.10 ⁻⁶ | 34860,0.10 ⁻¹² |
| CT-444 | 563,37.10 ⁻⁶ | 49220,0.10 ⁻¹² |
| CT-836 | 729,73.10 ⁻⁶ | 61980,0.10 ⁻¹² |

| TABELA 2: Grupos e cargas limite | | |
|----------------------------------|--------|--------------|
| | PERFIL | CARGA LIMITE |
| GRUPO 1 | CT-957 | 16,5 kN |
| | CT-995 | 32,75 kN |
| | CT-445 | 42,0 kN |
| GRUPO 2 | CT-446 | 22,5 kN |
| | CT-802 | 34,6 kN |
| | CT-803 | 50,85 kN |
| GRUPO 3 | CT-833 | 10,65 kN |
| | CT-444 | 41,80 kN |
| | CT-836 | 54,15 kN |