

Aplicação de Otimização Estrutural Evolucionária em Dispositivo de Içamento de Carga

Gustavo A. Lima¹

Engenharia Mecânica, IFES, São Mateus, ES

Werley G. Facco²

Coordenadoria de Formação Geral, IFES, São Mateus, ES

William S. Mello³

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Materiais – Propemm, IFES, Vitória, ES

Neste trabalho, foi feita a otimização topológica de um dispositivo de içamento de cargas de uma mineradora em Vitória, ES. O dispositivo é constituído de aço ASTM A36 e acopla o motor de uma locomotiva (pesando cerca de 20 t) em uma ponte rolante. Aplicou-se a técnica de Otimização Estrutural Evolucionária (ESO) [2] a fim de otimizar a massa do dispositivo sem comprometer a rigidez e a capacidade de carga, comparando com os resultados obtidos em [3] na mesma aplicação.

A ESO é uma técnica que consiste em dividir o domínio de análise em elementos, sobre os quais se associam valores que indicam o pertencimento dos elementos ao domínio de projeto. Utilizando a tensão equivalente de Von Mises como penalidade, um elemento e é removido na etapa i caso a inequação da Eq. 1 seja satisfeita, em que σ_e^{VM} é a tensão de Von Mises em e , σ_{max}^{VM} é a tensão de Von Mises máxima atuando no corpo e $RR_i \in]0, 1[$ é a taxa de rejeição. A otimização ocorre em séries de simulação e remoção de elementos até que haja estagnação ou que se atinja algum critério. Caso não seja obtida a solução ótima, RR_i é acrescido pela razão de evolução (RE) [2].

$$\sigma_e^{VM} < \sigma_{max}^{VM} \cdot RR_i \quad (1)$$

Neste trabalho, utilizou-se $RR_0 = RE = 2\%$, similar ao apresentado em [2]. Foi utilizado o método de elementos finitos com polinômios de 1° grau para a simulação estrutural, tendo parâmetro de malha $h = 16mm$, implementado no MATLAB versão estudantil seguindo a metodologia descrita em [1]. Durante a aplicação da ESO, foi adotado como critério de parada a presença de valores de deslocamento máximo do dispositivo e de σ_{max}^{VM} maiores do que os encontrados no formato original. Assim, garante-se que a estrutura otimizada é mais rígida e distribui melhor os esforços. As condições de contorno aplicadas no modelo seguem [3].

A Tabela 1 mostra os resultados obtidos para as geometrias original, otimizada e para a apresentada em [3].

Tabela 1: Rigidez, tensão equivalente de Von Mises e área superficial das geometrias do dispositivo de içamento de carga analisadas.

| | Deslocamento máximo [mm] | σ_{max}^{VM} [MPa] | Área superficial [m^2] |
|-------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Formato original | 1,69 | 229,69 | 1,72 |
| Formato presente em [3] | 1,86 | 226,69 | 1,41 |
| Formato otimizado | 1,67 | 207,43 | 1,41 |

¹2001gustavoalves@gmail.com

²werleyfacco@ifes.edu.br

³williamserra10@gmail.com

A Fig. 1a apresenta o dispositivo em seu formato original e a Fig. 1b mostra o formato após a otimização. A Fig. 1c apresenta o domínio do problema analisado em [3], que contribuiu na redução da massa e melhorou a resistência mecânica do dispositivo.

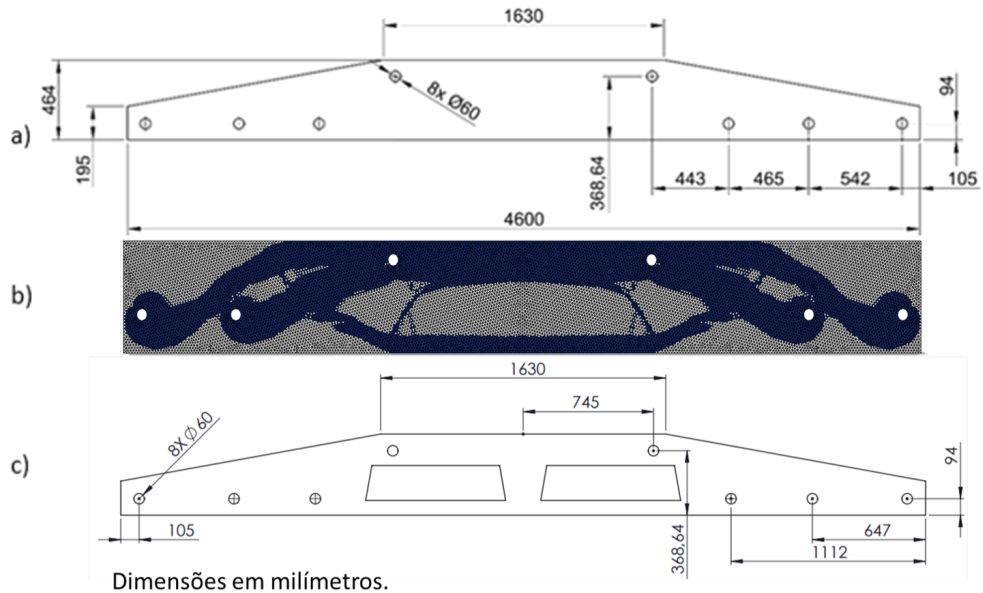


Figura 1: Dispositivo de içamento de carga: formato original (a), formato otimizado (b) e formato proposto por [3] (c). Fonte: Composição de autoria própria com [3].

Observe que a otimização proporcionou a redução de 18,0% da massa do dispositivo, de 9,7% da tensão equivalente de Von Mises e de 1,2% do deslocamento total da peça quando comparados com o formato original. Comparando com o apresentado em [3], nota-se que o formato otimizado apresentou área superficial similar, mas com maior rigidez e menor σ_{max}^{VM} , e acompanha o comportamento de remoção de partes da zona central da peça.

Portanto, a aplicação da ESO foi eficaz, obtendo uma geometria com melhor desempenho que a original e que a proposta em [3], melhor distribuindo as cargas e reduzindo a massa do dispositivo.

Agradecimentos

Esse trabalho possui suporte em parte pela FAPES, FAPEMIG, CNPq e CAPES.

Referências

- [1] T. R. Chandrupatla e A. D. Belegundu. **Elementos Finitos**. 4a. ed. Person, 2014.
- [2] R. M. Lanes. “Investigação de um método de Otimização Topológica Evolucionária desenvolvido em script”. Dissertação de mestrado. UFMG, 2013.
- [3] W. S. Mello, G. A. Lima, W. G. Facco e A. S. Moura. “Análise da geometria do dispositivo de içamento do motor diesel da locomotiva via MEF”. Em: **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**. 2023.