

# OTIMIZAÇÃO TOPOLÓGICA APLICADA À DEFINIÇÃO DE REFORÇOS ESTRUTURAIS EM ASAS AERONÁUTICAS

G. I. Kotinda, J. A. F. Borges, S. Butkewitsh, M. F. Leal, F. P. Neto

Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia  
Av. João Naves de Ávila, 2160, Bloco 1M, Uberlândia MG, cep: 38.400-089.

**Palavras chaves:** Otimização topológica, projeto estrutural, asas aeronáuticas

## RESUMO

Do ponto de vista estrutural, o principal critério de otimização de uma asa é alcançar uma configuração cujo peso seja mínimo, sendo capaz de suportar as cargas atuantes provenientes da operação do avião. Neste contexto, um dos aspectos particulares é a dificuldade em determinar o melhor projeto possível. Este trabalho propõe duas metodologias empregando otimização topológica para o projeto da asa de um aeromodelo utilizado na competição SAE Aerodesign. Otimizações dimensionais e de forma são aplicadas em uma etapa posterior para o refinamento do projeto.

A otimização da topologia de uma estrutura consiste em selecionar quais de suas porções poderiam ser eliminadas por não desempenharem funções estruturais importantes, o que resultaria em leveza e economia de material. As variáveis de projeto controladas pelo otimizador são associadas às densidades dos elementos finitos, que vão sendo gradativamente reduzidas até que, a partir de um limite configurável, alguns elementos são definitivamente removidos uma vez que sua contribuição para a resistência mecânica é ínfima (Butkewitsch, 2002).

Na otimização dimensional, as variáveis de projeto estão diretamente relacionadas a propriedades intrínsecas do modelo computacional da estrutura. Parâmetros descritivos dos elementos do modelo, como espessuras de placas e propriedades da seção transversal de barras, assumem uma relação de dependência, linear ou não, com as variáveis de projeto.

A otimização de forma baseia-se no reposicionamento dos nós do modelo de elementos finitos de modo a definir uma configuração geométrica que satisfaça otimamente ao critério de projeto estabelecido.

No contexto deste trabalho, uma primeira abordagem por otimização topológica consiste da confecção de um modelo de uma asa maciça, usando para tanto elementos finitos sólidos. Através da otimização topológica retira-se material interno da asa mantendo-se o perfil externo inalterado, uma vez que este perfil é determinado através de estudos aerodinâmicos, obtendo então a estrutura interna recomendada para a asa do protótipo, segundo os critérios de projeto já apontados no primeiro parágrafo.

Já num segundo momento, a metodologia é a seguinte: Envolve-se o contorno externo da asa com elementos finitos planos tipo casca e, internamente a esta casca exterior, são criadas novas camadas de elementos planos semelhantes. Faz-se então uma otimização topológica nas camadas internas, restando assim a configuração dos reforços necessários à asa.

Um possível desdobramento é o refinamento das configurações obtidas através das técnicas de otimização dimensional e de forma, ou ainda da utilização de meta-modelagem por superfícies de resposta. Esta técnica consiste em obter equações matemáticas (meta-modelos), geralmente polinômios lineares ou quadráticos, capazes de representar o comportamento físico de um sistema mecânico através de um conjunto de grandezas de interesse (massa, forças, tensões, frequências naturais) em um certo espaço de projeto. Estas equações analíticas são então utilizadas como função objetivo e funções restrição, tornando a otimização econômica do ponto de vista do esforço computacional.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

BUTKEWITSCH, S.; 2002; “Projeto Ótimo Robusto Multi-Disciplinar Mediante Experimentos Computacionais: Uma Contribuição à Segurança Veicular” ”; Tese de Doutorado; Universidade Federal de Uberlândia.