

OTIMIZAÇÃO TOPOLÓGICA DE UMA LONGARINA UTILIZANDO-SE O PROGRAMA MATLAB E COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS COM O SOFTWARE ANSYS.

Júlia da Silva Maschietto

julia.maschietto@aluno.ufabc.edu.br

Marcelo Araujo da Silva

marcelo.araujo@ufabc.edu.br

Universidade Federal do ABC

Rua Arcturus, 03 (Jd Antares) – Edifício Delta – Sala 386, CEP: 09606-070, São Bernardo do Campo-SP., Brazil

Abstract. O presente trabalho visa estudar e determinar computacionalmente a otimização de estruturas aeronáuticas, determinando o máximo de material a ser retirado da estrutura com confiabilidade e segurança. Para isso, o elemento estrutural de alumínio pertencente a longarina de uma asa, formato I será otimizado através de um algoritmo de elementos finitos implementado em Matlab e os resultados comparados aos do software Ansys. Primeiramente, a estrutura será discretizada através dos elementos finitos, logo após serão determinados os carregamentos e parâmetros como tensão, deformação e deslocamento, para que a análise estrutural seja realizada, respeitando os parâmetros desejados.

Keywords: Elementos Finitos, Otimização Topológica, Ansys, Análise.

1. Introdução

Otimização é um conceito antigo, datado do século XIX, porém, era utilizado para a resolução de problemas na engenharia civil. A partir dos anos 90, com a modernização das indústrias, este método foi cada vez mais difundido, pois há economia de material, conseqüentemente minimização do custo de produção.

Neste trabalho, será dado ênfase aos estudos de estruturas submetidas a um carregamento estático, abordando problemas de análise numérica juntamente a otimização topológica, que trata-se de um procedimento numérico empregado para considerar a distribuição mais adequada de material de uma estrutura dentro de um espaço determinado de design, submetido a um conjunto de cargas e condições de contorno.

De acordo com (Timoshenko and Goodier, 1971) o método de elementos finitos é diferente de análise estrutural. O primeiro é apenas uma ferramenta de resolução de equações diferenciais, para que o engenheiro consiga realizar o cálculo estrutural, já a análise é a interpretação do profissional perante os resultados apresentados.

No artigo , o método dos elementos finitos será apresentado através da interface do software Ansys e as análises serão realizadas mediante conhecimento acerca das propriedades do material.

2. Descrição do problema

A asa do avião é uma parte fundamental da aeronave, por isso, sua estrutura deve ser capaz de resistir a todos os esforços impostos em voo e solo. De acordo com (Rosa, Introdução ao projeto Aeronáutico) , os tipos, origens e intensidades destes são diferentes em cada caso, porém são apenas do tipo flexão, cisalhamento e torção. Para resistir a todas estas solicitações, há um elemento estrutural importante denominado longarina , ele será responsável por transmitir toda a força aerodinâmica relacionada à sustentação para a fuselagem .

Para flexão, a eficiência estrutural é máxima quando o material está totalmente posicionado distante da linha neutra, logo, um perfil I é o mais adequado. (TIMOSHENKO, S - Resistência dos Materiais.)

Então, para iniciar os estudos foi realizada otimização topológica numa chapa de metal,

especificamente Alumínio 7075-T651, popularmente conhecido como alumínio aeronáutico. O modelo analisado é correspondente a um corte da longarina, com dimensões $x=0.3$ m , $y=0.5$ m e $z=0,02$ m . O esquema representativo do problema está explicitado na figura[1].

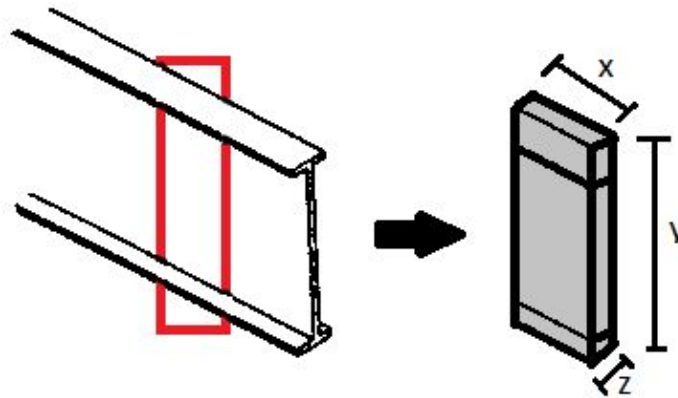


figura 1- Discretização do problema.

A longarina será considerada como um elemento de viga. Então, estará submetida a força de sustentação gerada, que será estimada nas etapas futura do projeto.

No modelo simplificado, será considerada uma parte da longarina, logo, apenas uma força agirá perpendicularmente para cima. Destaca-se que as condições de engaste bem com a força a ser usada não estão completamente adequadas para o modelo real da longarina em I, o modelo em questão é um demonstrativo de otimização. O esquema está mostrado na figura[2].

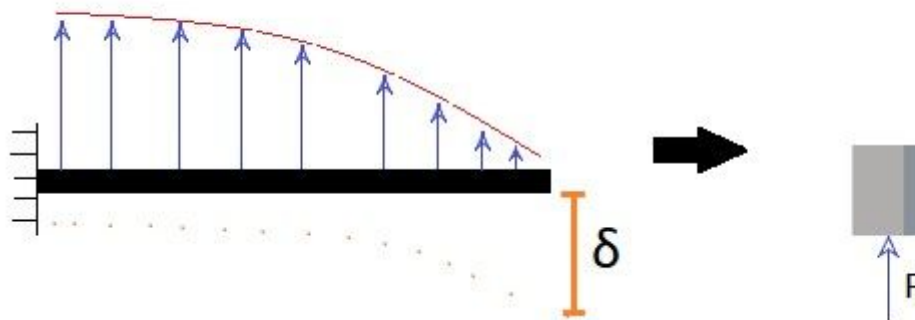


Figura 2- Diagrama - Distribuição de sustentação da Longarina

Após simulações será obtida a tensão de Von mises e deslocamento (δ), o primeiro será validado mediante comparação com os valores admissíveis presentes em bancos de dados disponível pelo fabricante.

3. Análise numérica

3.1. Simulação Estática Estrutural

3.2. Condições de Contorno

As condições de contorno estão demonstradas na figura[3], escolheu-se uma força remota , pois a força que age na região deve ser distribuída sobre toda área.

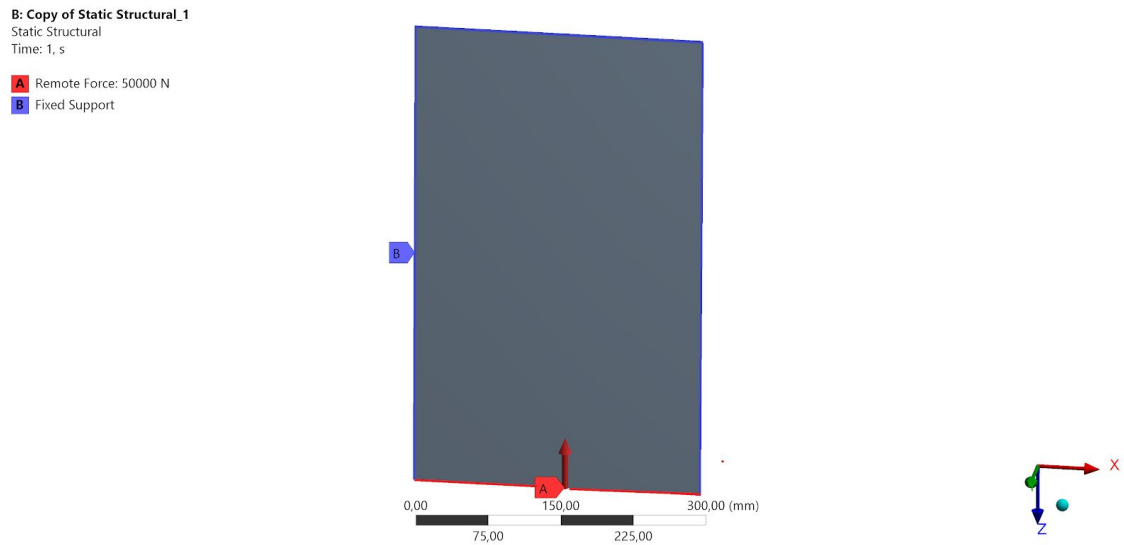


Figura 3- Condições de contorno para Análise estática

3.3. Resultados

Tabela 1. Propriedades mecânicas do Alumínio 7075-T651

Propriedade	Unidade	Valor
Densidade	Kg/m ³	2800
Limite de Escoamento	MPa	390-490
Limite de resistência à tração	MPa	480-540
Módulo de Elasticidade	GPa	71000

Como o material é isotrópico o critério de falha a ser utilizado será o de Von mises, em que $\sigma \leq \sigma_{\text{admissível}}$. A tensão equivalente encontrada na simulação (291,9 MPa) está abaixo do limite do material (390 MPa), vide figura[4].

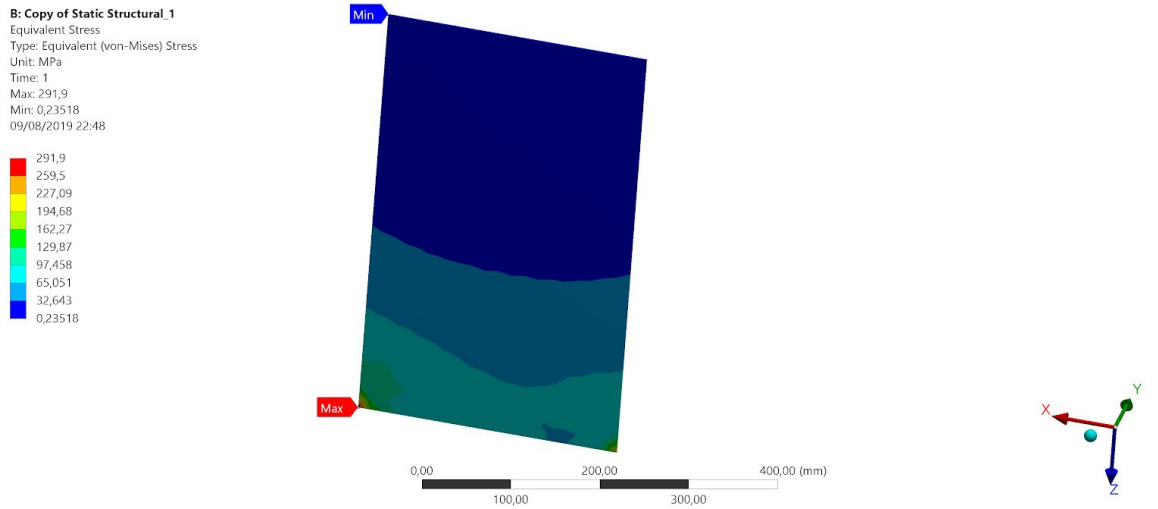


Figura 4- Tensão de Von mises

O deslocamento mostrou-se mínima, 0,228[mm], conforme figura[5]

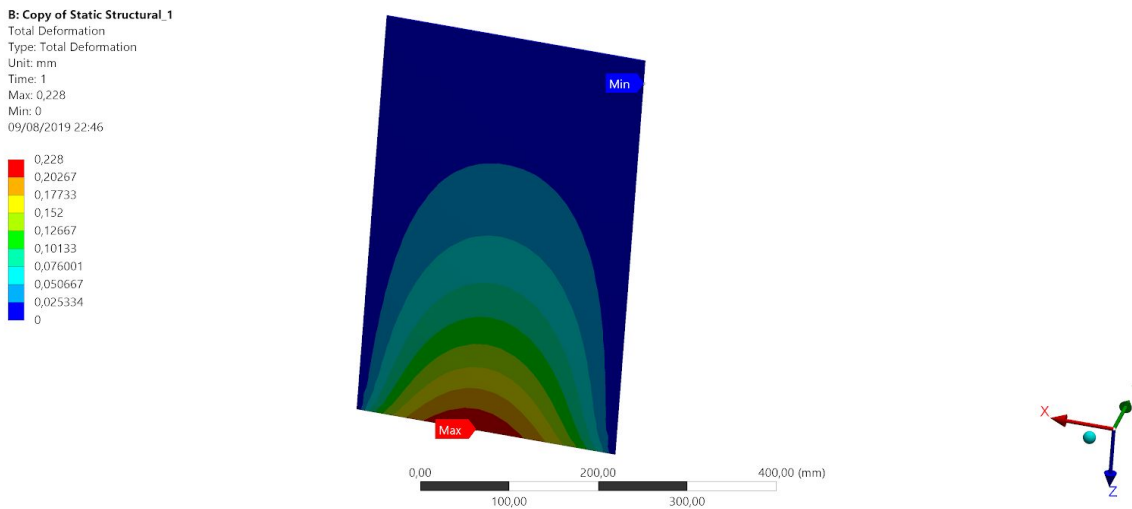


Figura 5- Deformação

4. Otimização Topológica

4.1. Condições de Contorno

As condições de contorno para a realização da otimização topológica são a porcentagem que deseja-se manter da peça, a região de otimização e regiões de exclusão (engastes), denotados na figura[6]

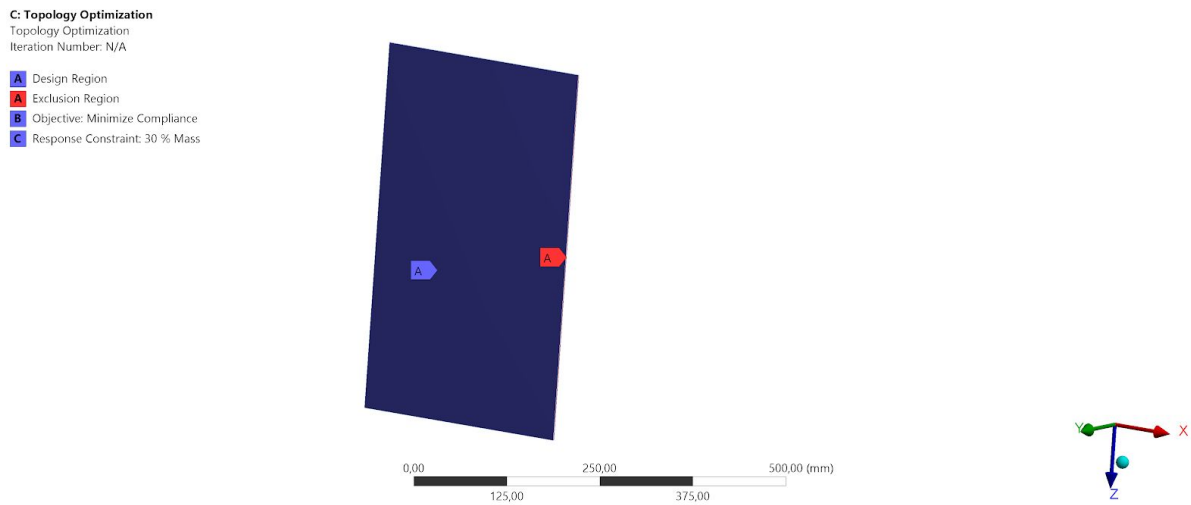


Figura 6- Condições de contorno Otimização Topológica

4.2. Resultados

Como resultado, foram analisadas 4 possibilidades de otimização, reduzindo respectivamente 90%, 80%, 70% 60% e 50% da massa, obtendo as seguintes geometrias , ilustradas em[7]

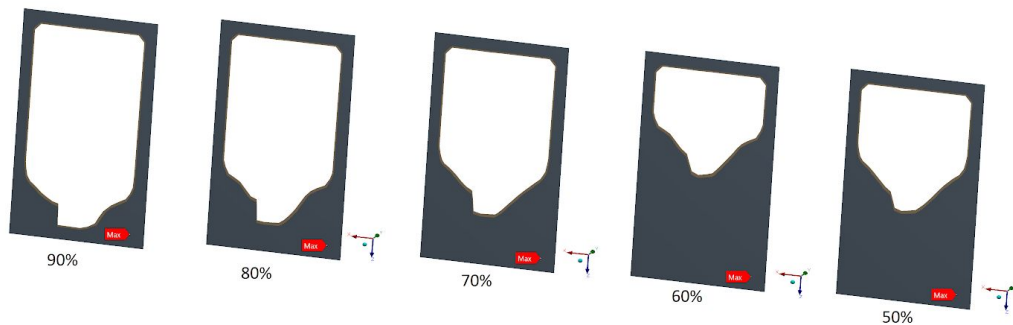


Figura 7- Configurações geradas através das Otimizações Topológicas

5. Simulação Estática após Otimizações

Foi simulada novamente a geometria que mostra a retirada de 90% do material, esta obteve resultados satisfatórios, obtendo parâmetros de tensão (378,78 MPa) abaixo do limite do material, como mostrado na figura[8].

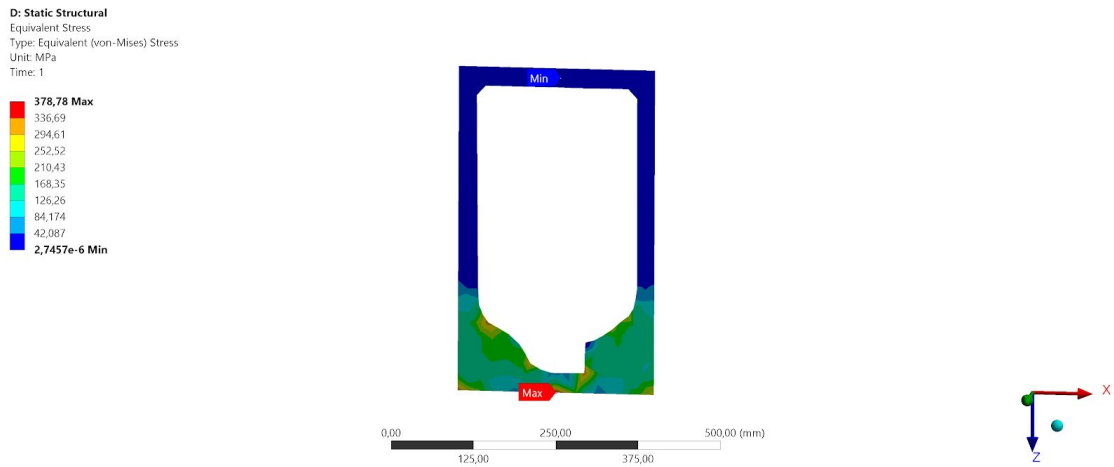


Figura 8- Tensão de Von mises após Otimização

O deslocamento mostrou-se pequena, 0,775[mm], conforme figura[9]

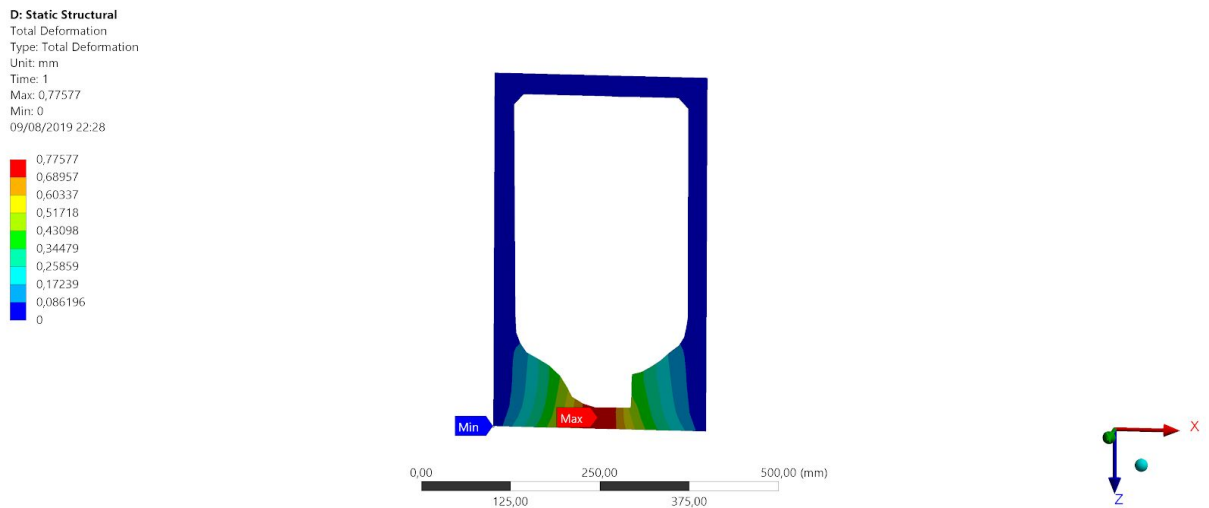


Figura 9- Deformação após Otimização Topológica

Outra simulação foi realizada com remoção de 95% do material, porém excedeu os limites da tensão de escoamento (948,08 MPa), figura[10].

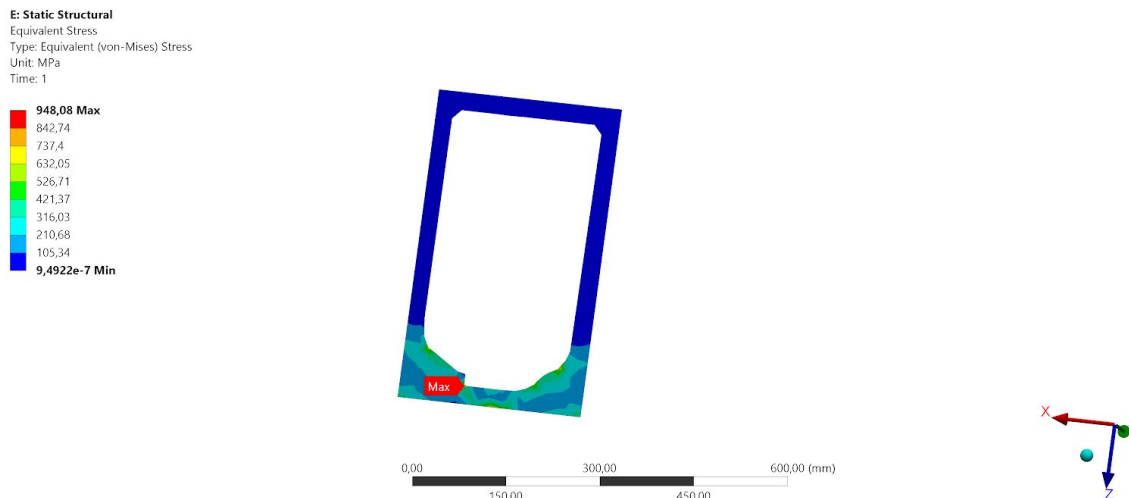


Figura 10- Tensão de Von Mises acima do limite (falha)

Logo devido ao resultado satisfatório da primeira análise, escolheu-se esta geometria como finalista.

6. Conclusões

O método utilizado para análise estrutural foi dos Elementos Finitos e para otimizações, método de minimização de massa. Após análises, foi verificado que a estrutura de alumínio aeronáutico é extremamente eficiente para a força aplicada, de 50 kN, sendo possível a retirada de 90% do material sem falhas, denotando confiabilidade para a estrutura com minimização de massa, extremamente significativa, de 0,84 kg para 0,3 kg e conseqüentemente redução de custos na fabricação.

Como sugestão para futuros trabalhos fica a otimização analítica da estrutura por meio de algoritmos desenvolvidos em MATLAB, através das variáveis de projeto que serão as densidades relativas de cada elemento e funções objetivo relacionadas a energia de deformação.

7. Referências

Timoshenko, S. P., Gere, J. E., Mecânica dos Sólidos, v. 1, Livros Técnicos e Científicos, 1984.

Timoshenko, S.P. and Goodier, J.N. (1970) Theory of elasticity.

Edison Rosa, Introdução ao Projeto Aeronáutico, 2006.