



V Encontro de Iniciação Científica e Tecnológica
V EnICT
ISSN: 2526-6772
IFSP – Câmpus Araraquara
22 e 23 de outubro de 2020

Aplicação do método dos elementos finitos na otimização geométrica de estruturas, em Autodesk Fusion 360

MEIRIELLE CLARO DA SILVA, MAURILIO MESSIAS DE ARAUJO FILHO.

1 Graduada em Engenharia Mecânica, IFSP Campus Araraquara, meirielle.claro@ifsp.edu.br.

2 Docente, IFSP Campus Araraquara.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): Métodos de Síntese e Otimização Aplicados ao Projeto Mecânico – 3.05.04.06-6

RESUMO: Este trabalho é voltado para otimização geométrica de estruturas utilizando o software Autodesk Fusion 360, uma vez que este visa descobrir maneiras práticas de resolver problemas analisando-os por elementos finitos. A ideia de se estudar um software para auxiliar em problemas da engenharia vem da praticidade de resolver algo complexo que demanda vários cálculos e dias de simulações, o software em questão apresentou ser o melhor simulador para essa experiência já que possui habilidades para resolver diferentes tipos de análises estruturais como por exemplo, análises dinâmicas, estáticas, entre outros. A busca pela melhor estrutura pode ser conseguida através de simulações computacionais cujo objetivo é reduzir ao máximo a massa da estrutura sem comprometer a resistência mecânica. Essa busca pela melhor relação peso x resistência se faz necessário em indústrias como aeroespacial, automobilística e outras onde o peso é um fator limitante.

PALAVRAS-CHAVE: Estruturas geométricas; Autodesk Fusion 360; Otimização; Elementos finitos.

INTRODUÇÃO

O campo da engenharia sempre busca o melhor projeto, o mais econômico e seguro, ou seja, o resultado otimizado, para isso acontecer o projetista utiliza normas, intuição e a experiência adquirida com o trabalho. Esse processo exige vários erros e acertos, cálculos e simulações para chegar em um produto final que nem sempre é o melhor em teoria.

Embora tenha-se notado um avanço teórico e tecnológico, pode-se observar que os métodos para análise de engenharia, bem como os de otimização, em geral, têm sido pouco adotados por projetistas e engenheiros no ambiente industrial. Na indústria, de um modo geral, ainda pode-se encontrar a prática de métodos tradicionais, realizando os projetos através da “tentativa e erro”. Somente poucas indústrias, tais como, aeronáutica, aeroespacial, naval, nuclear, de petróleo, pode-se encontrar ferramentas computacionais com métodos matemáticos sendo usados de maneira mais efetiva no ambiente de projeto, preocupando-se em fazer certo na primeira vez, aplicando os métodos que permitam conceber um produto ou um componente otimizado e seguro. No contexto industrial observa-se uma série de fluxos que traçam o perfil de uma área de projeto, como também pode-se verificar a utilização das várias ferramentas de apoio, que auxiliam os projetistas e engenheiros no cumprimento dos objetivos. (Legnani, Kleber, 2000).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Dentre os vários métodos e ferramentas destacam-se os métodos de análise de engenharia, como o método de elementos finitos e os programas geométricos que permitem o modelamento eletrônico (CAD). O Autodesk Fusion 360 funciona dessa maneira na otimização das estruturas. A otimização estrutural pode se dividir em 3: otimização dimensional, geométrica e de topologia.

Otimização dimensional

A otimização dimensional busca encontrar as dimensões da estrutura que minimizem seu custo de fabricação ou peso. Por exemplo, no caso de uma viga: seria possível buscar as dimensões da seção transversal (altura e base da viga) que minimizem seu volume. Para casos mais complexos pode-se tratar de estruturas modeladas utilizando o método dos elementos finitos (MEF), como no exemplo mostrado na Figura 3. Neste caso, o algoritmo de otimização buscaria os valores das dimensões de D1, D2 e D3 que minimizem o custo deste projeto, respeitando restrições como máxima tensão e deslocamento.

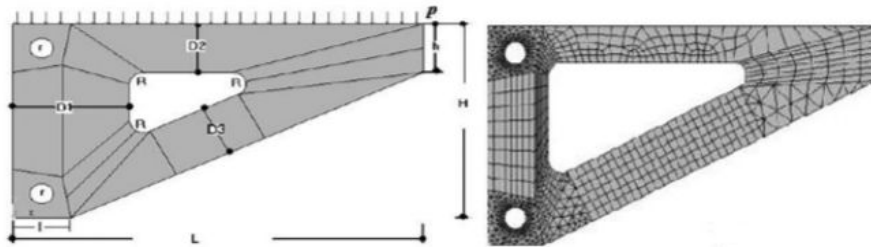


FIGURA 3. Otimização de estrutura modelada usando MEF.

Fonte: FADEL, Leandro; LOPEZ, Rafael; Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.

Otimização geométrica

A otimização geométrica é aplicada na engenharia no projeto de treliças ou torres de transmissão. O caso de uma torre simples é mostrado na Figura 4, onde o algoritmo de otimização buscou a posição dos nós e a área da seção transversal de cada barra de forma a minimizar o custo final da estrutura e garantir que ela não falhe.

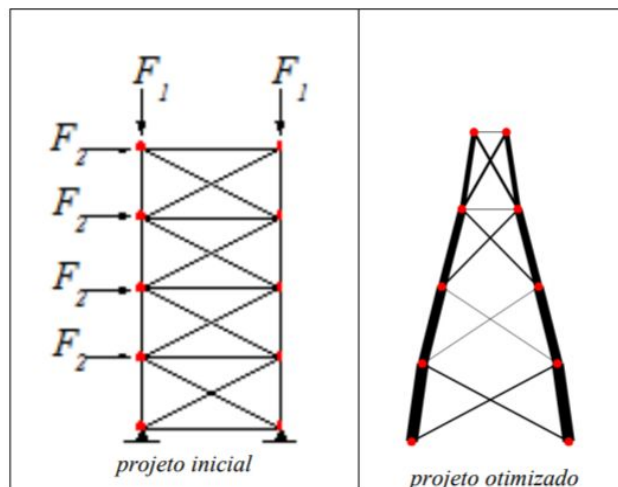


FIGURA 4. Otimização geométrica de uma torre de transmissão

Fonte: FADEL, Leandro; LOPEZ, Rafael; Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.

Otimização de topologia

A otimização de topologia estrutural consiste na modificação do padrão de conectividade ou a disposição espacial dos elementos e/ou membros da estrutura (topologia) com vistas a um índice de performance ótimo. Em outras palavras, definido um projeto inicial, o algoritmo tem a capacidade de retirar material de qualquer região deste projeto de forma a minimizar seu peso garantindo que a estrutura não falhe. Alguns exemplos de otimização de topologia são mostrados na Figura 5.

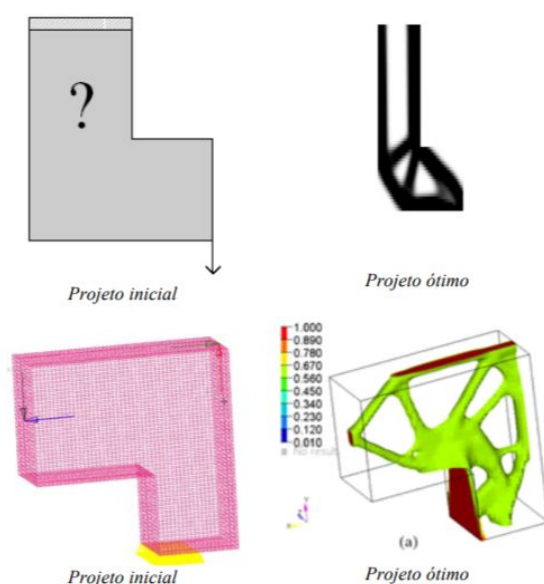


FIGURA 5. Otimização topológica de estruturas contínuas modeladas pelo MEF.
Fonte: FADEL, Leandro; LOPEZ, Rafael; Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.

METODOLOGIA

Esse projeto consiste em simulações que produzirão uma estrutura otimizada para suportar as condições de carregamento externo, a partir de uma estrutura original. Para isso, e mediante um alto custo computacional, o software terá liberdade para alterar a geometria 2D da mesma, mantendo-se a espessura constante. O software tem como objetivo eliminar as partes da estrutura que são expostas a menores tensões e reforçar as que estão expostas a maiores tensões, com isso a massa será redistribuída aumentando a sua presença nas regiões de maiores tensões e realocando a massa presente nas regiões de menores tensões. Após as simulações para entender o funcionamento do software uma estrutura complexa será escolhida a fim de ser otimizada apresentando por fim o potencial desse estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atividade 1 - Simulação de peça 1: Para entender melhor o software foi feita uma série de simulações. A peça em questão é de aço estrutural (aço 1020), com uma força na horizontal de 15000 N, uma força de 13000 N na vertical e o furo central fixo, o volume de massa é recomendado pelo programa (30%) e por fim, malha com 5 mm.

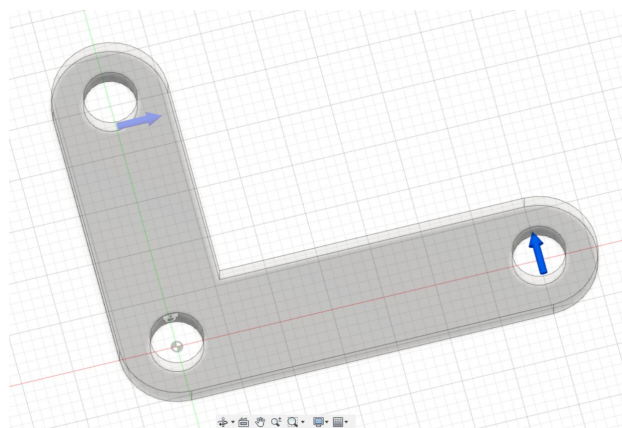


FIGURA 6. Peça 1.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Após a simulação, observou-se que o objeto deformou-se como esperado, contudo haviam vários tons de cores espalhados pela peça como mostra a Figura 6.1.

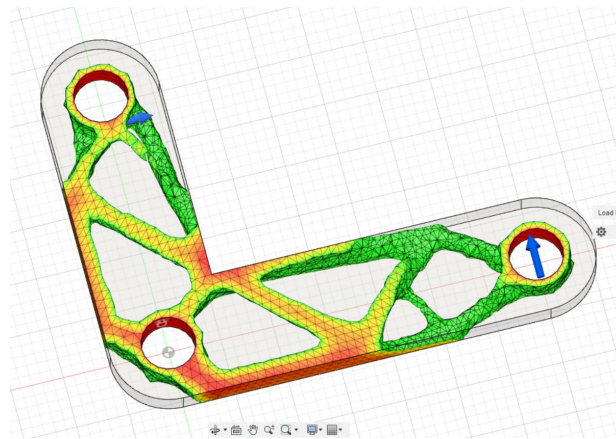


FIGURA 6.1. Peça 1 simulada no Fusion 360.

Fonte: Elaborada pelo autor.

CONCLUSÕES

A otimização geométrica estrutural é uma tecnologia baseada em análise por elementos finitos, e deve ser utilizada sempre que a melhor relação peso x resistência for exigida. Pelas simulações realizadas, percebe-se esta otimização pela redução significativa do peso e distribuição da massa da peça, onde a mesma desempenhará o mesmo papel com a mesma (ou melhor) eficiência que a original, características muito exigidas na indústria aeroespacial e outras onde o peso e economia de material devem ser minimizados. Esta economia deve ser sempre equilibrada ao processo de fabricação da peça que, na maioria das vezes, se torna complexa e inviável.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, A. F. M.; Barros, J. A. O. - Manual de Utilização do Programa FEMIX - Versão 3.1, Porto, 2000.
http://civil.fe.up.pt/Software/Femix_3.1/Femix_3.1_Manual.htm

LEGNANI, Kleber. Título: Procedimento de Otimização Estrutural de Componentes Usando um Programa Comercial de Elementos Finitos. Acesso em: <https://core.ac.uk/download/pdf/30359434.pdf>

Soriano, Humberto Lima - Método de Elementos Finitos em Análise de Estruturas/ Humberto Lima Soriano; colaboração de Silvio de Souza Lima - São Paulo; Editora da Universidade de São Paulo, 2003.

FADEL, Leandro; LOPEZ, Rafael. Título: Este texto visa dar uma breve introdução à área de otimização matemática especialmente a sua aplicação em problemas de engenharia. São descritos também, em resumo, alguns dos projetos de pesquisa nesta área em andamento no departamento de engenharia civil da UFSC. Acesso em: https://ppgec.posgrad.ufsc.br/files/2013/05/Topicos_Pesquisa_UFSC-otimização.pdf

Chandrupatla, Tirupathi R., 1994 - Elementos finitos/ Tirupathi R. Chandrupatla, Ashok D. Belegundu; tradução Daniel Vieira; revisão técnica José Elias Tomazini. - São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014.