



XXXVII IBERIAN LATIN AMERICAN CONGRESS
ON COMPUTATIONAL METHODS IN ENGINEERING
BRASÍLIA - DF - BRAZIL

ANÁLISE ESTÁTICA DE CHASSI BASEADA EM UM MODELO FORMULA SAE UTILIZANDO ANSYS

D. B. Sousa

denis_dbs@hotmail.com

E. D. M. Pereira Jr.

douglasunb@hotmail.com

T. C. Santos

tharcisio.castro@gmail.com

M. A. M. Shzu

maura@unb.br

Universidade de Brasília

Faculdade do Gama, CEP 72444-240, Gama – DF

Abstract. *O chassi é a principal estrutura de um veículo. Nele estão acoplados todos os subsistemas do automóvel. Desta forma, esta estrutura deve ser projetada para garantir a absorção dos esforços provenientes das cargas permanentes, bem como das cargas acidentais na finalidade de proteger o usuário que se encontra no interior do automóvel. A estrutura, portanto, deverá ser flexível para garantir a proteção do passageiro e leve para atender as demandas de velocidade e economia, dentre outras. O presente trabalho propõe a análise estática de um chassi modelo fórmula SAE, por meio de duas modelagens que utilizam elementos unidimensionais. Será conduzida uma análise de convergência com o uso do ANSYS. Desta forma serão avaliados o desempenho dos elementos e suas limitações. Buscar-se-á, também um modelo mais econômico, tomando-se como limites de sua viabilidade a tensão máxima admissível.*

Keywords: *Chassi, Análise de convergência, Elementos Finitos, Otimização*

1. INTRODUÇÃO

Segundo Soares et al. (2012), o chassi é considerado como a principal estrutura de um veículo. Nele estão acoplados todos os subsistemas do veículo. O chassi tubular é uma estrutura construída através de tubos quadrados ou circulares. Possuindo alta resistência à flexão e torção. Os tubos quadrados possuem concentradores de tensão e são utilizados pois a soldagem e o corte das bocas de lobo, para encaixe dos tubos, são facilitadas. Já os circulares são utilizados com o objetivo de ter uma máxima rigidez estrutural.

Para Hélio Santos (2013), a grande chave para que chassis multitubulares apresentem elevada capacidade de carga são os elementos diagonais de barra. Além de alta resistência, o autor coloca a vantagem de absorver progressivamente o impacto em casos de colisão, minimizando os riscos ao condutor.

Este trabalho irá analisar a modelagem de um chassi tubular baseado no modelo da equipe Fórmula Gama Racing. Será feita uma análise de convergência dos resultados, no qual serão apreciados o desempenho dos elementos finitos e da malha de discretização. Será também utilizado um algoritmo de otimização de primeira ordem com a finalidade de se obter uma estrutura de menor volume e, portanto, mais barata.

2. METODOLOGIA

O chassi tubular analisado será modelado utilizando dois elementos unidimensionais no espaço tridimensional, um com aproximação linear e outro, quadrática. Os elementos possuem 6 graus de liberdade em cada nó e são regidos pela teoria de Timoshenko. A análise de convergência pelo método dos elementos finitos e a otimização estrutural será conduzida pelo pacote computacional ANSYS, versão 13.0, disponível nas instalações da Universidade de Brasília.

As cargas de análise simulam uma flexo-torção, desta forma, alocou-se restrições de movimentos em pontos diagonais ao chassi, e os carregamentos atuando nos nós inferior do veículo, no centro do carro e na parte traseira, ambos acontecimentos podem ser observados na Fig. 1.

3. ANÁLISE DE CONVERGÊNCIA E OTIMIZAÇÃO

Dois tipos de refinamento serão utilizados neste trabalho. No refinamento H, foram admitidas 5 malhas diferentes, apresentando cada uma 36, 62, 316, 633, 3148, elementos. No refinamento P, foram utilizados elementos que definem o campo de deslocamento através de um polinômio linear e quadrático. Assim, foram avaliados a influência dos elementos e da malha sobre a convergência dos resultados.

O pacote computacional ANSYS dispõe de dois algoritmos de otimização, além de oferecer uma interface com outros pacotes de otimização. Neste trabalho será utilizado o algoritmo de primeira ordem. A formulação matemática para o problema de otimização é descrita pela Eq. 1, que propõe a minimização do volume de $7286,3\text{mm}^3$, a partir da variação do raio externo, r , e a

espessura dos elementos tubulares, e , tomando-se como restrição do espaço de busca o valor da tensão admissível, σ .

$$\begin{aligned}
 &\text{Minimize Volume (r, e)} \\
 &\text{Sujeito a } \sigma \leq 210\text{MPa} \\
 &10 < r < 50 \\
 &1 < e < 10
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

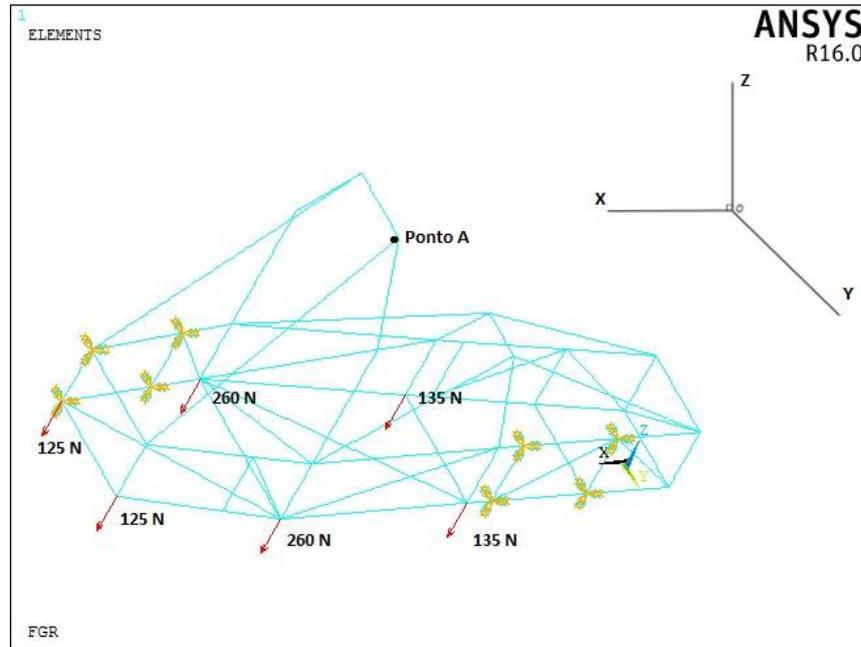
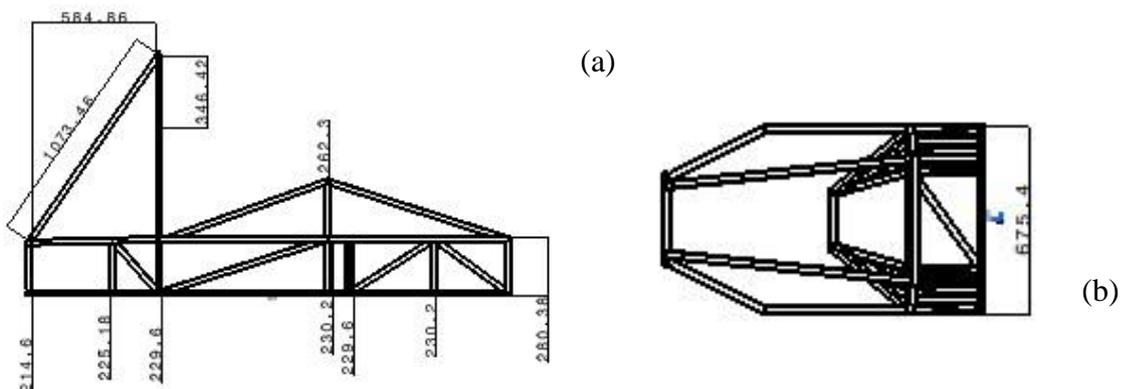


Figura 1 – Ilustração das cargas, restrições e nó crítico.

4. DESCRIÇÃO DO CHASSI

A estrutura que será analisada baseia-se num chassi de Fórmula SAE. Para fins desta análise, admitiu-se tubos de seção circular vazada, de dimensão única para todas as barras, cujo diâmetro externo e espessura da parede tubular são de 32 mm e 2,5 mm, respectivamente. A Fig.2, ilustra o formato e as dimensões do chassi analisado em mm.



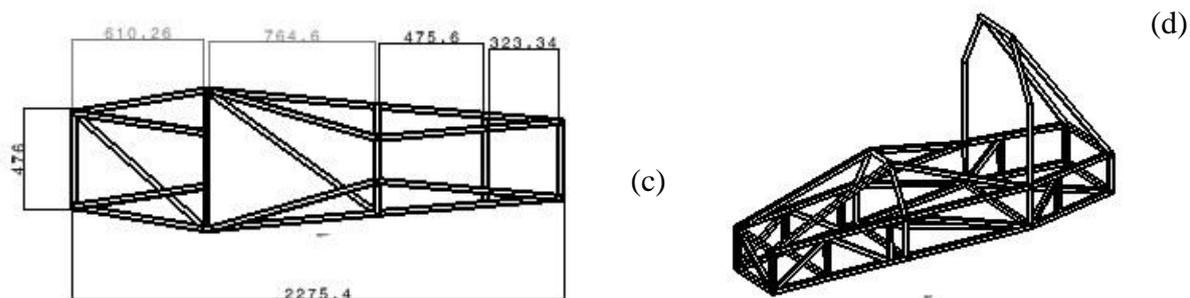


Figura 2: Descrição do chassi tubular: (a) vista lateral; (b) vista frontal superior; (c) vista superior; (d) chassi.

5. RESULTADOS

5.1 ANÁLISE DE CONVERGÊNCIA

A simulação com o elemento BEAM 188 apresentou o valor de deslocamento no ponto A o qual é o mais crítico, de 0,89652mm na direção z. Já com o elemento BEAM 189, este valor foi de 0,89672mm na mesma direção.

Para avaliar o elemento e a malha quanto a convergência dos resultados, extraiu-se para os dois elementos citados valores de deslocamento, neste ponto crítico, em 5 diferentes malhas de discretização. A Fig. 3 mostra o estudo de convergência.

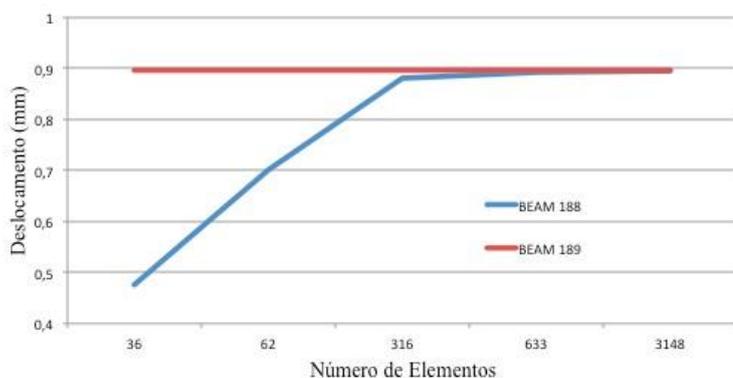


Figura 3: Evolução da convergência dos resultados

É possível verificar que o elemento BEAM 188 atinge a convergência mais lentamente quando comparado com o elemento BEAM 189, que logo com a mais pobre das malhas tem um resultado convergente.

5.2 OTIMIZAÇÃO

A Figura 4 (a) e (b) mostram a variação do volume e das variáveis de projeto durante o processo de otimização.

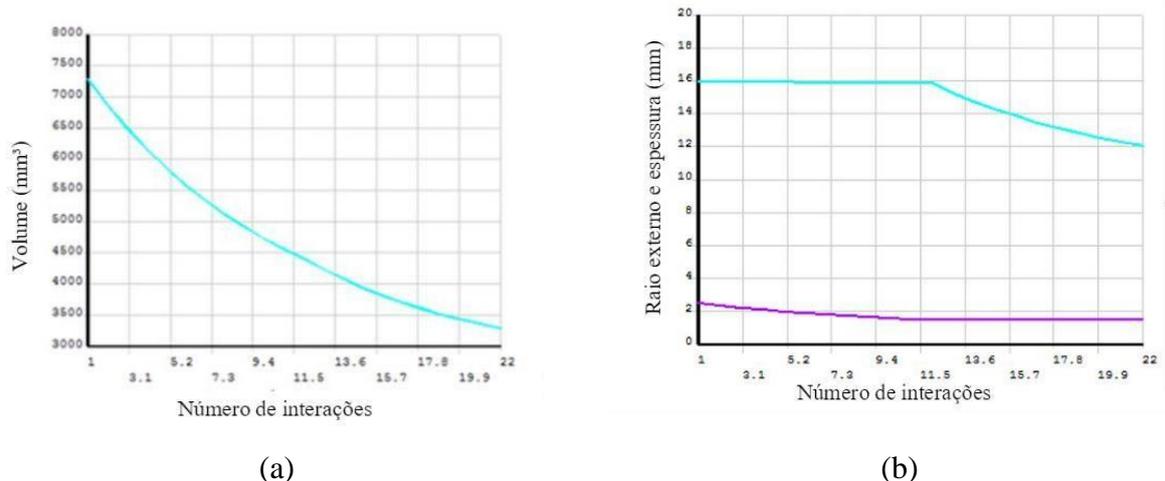


Figura 4: (a) Variação do volume e (b) variação das variáveis de projeto ao longo do processo de otimização

Foram necessárias 22 interações para obter-se valores ótimos, resultando numa economia na ordem de 55% do volume, cujo valor tomou a proporção de 3290,1mm³.

A Tabela 1 mostra os resultados de quatro interações destacando-se aquela que aponta os valores ótimos.

Tabela 1: Valores de variáveis e função objetiva para algumas interações

	Interação I	Interação V	Interação XV	Interação XXII
Raio externo (mm)	16	15,942	14,301	12,057
Espessura (mm)	2,5000	1,9842	1,4707	1,4707
Volume (mm ³)	7286,3	5861,2	3942,1	3290,1

6. CONCLUSÃO

A partir das análises observou-se que os elementos da análise estrutural de maior ordem apresentaram uma convergência desejada logo na malha mais grosseira. Isto indica que o elemento de aproximação quadrática é mais sofisticado e tem melhor desempenho quando comparado com o elemento de aproximação linear. No entanto sua melhor performance pode ser resolvida com uma discretização mais refinada da malha.

O algoritmo utilizado apresentou uma proposta consideravelmente melhor que o projeto inicial, satisfazendo o objetivo preliminar de otimização do problema.

REFERÊNCIAS

Santos, Hélio J. O., 2013. *Projeto de um chassi tubular para um veículo de competição "Single Seater"*, Dissertação de mestrado, FEUP.

Soares, F. S., Geritz, L. C., Cervieri, A., Aires, A. F. R., & da Silveira, M. A., 2012. Desenvolvimento de um chassi automotivo para um veículo elétrico de pequeno porte, *Revista de iniciação científica da ULBRA – N°10/2012*