

ANÁLISE DA INFLUENCIA DE GATILHOS DE INICIAÇÃO PARA ABSORÇÃO DE ENERGIA EM CRASH BOX

Guilherme Ferreira Martins¹

Iury Lopes Balbino¹

Rafael Macedo de Oliveira²

rafaeloliveiraunivertix@gmail.com

ÁREA DE CONHECIMENTO: Ciências Exatas e da Terra

PALAVRAS-CHAVE: segurança; deformação; Crash Box; absorção de energia.

INTRODUÇÃO

O automóvel se tornou um item que facilitou a vida das pessoas por possibilitar alcançar grandes distâncias em tempos curtos, além de possibilitar transportar cargas pesadas que antes necessitavam de métodos mais complexos e demorados, como carroças, por exemplo. Com o passar dos anos o número de automóveis nas ruas aumentou exponencialmente, e conseqüentemente o número de acidentes. “Em uma colisão, o corpo humano pode aumentar de peso, devido a inércia e gravidade, o fígado que tem um peso médio de 1,700 kg, a 100 km/h terá o peso de 47 kg” (RODRIGUES, 2020), o que pode causar ruptura, arrancamento, deslocamento, entre outros. Algumas pessoas costumam dizer que os carros de antigamente eram melhores que os carros modernos, pois estragavam menos em uma batida, pelo fato de usarem mais aço na construção da carcaça, mas o fato de os carros modernos amassarem mais em uma colisão é o que os torna mais seguros. De acordo com Teresa Gago (2017), se antes a proposta era a utilização de aço bruto, em tempos mais recentes a tecnologia incorpora materiais como borracha, alumínio e os plásticos como aditivos, garantindo a resistência, redução de peso e menor impacto ambiental. Um dos dispositivos utilizados para absorver o impacto é a *crash box* (absorvedor de impacto), que se caracteriza por um tubo metálico, normalmente na forma retangular. Tem em sua superfície áreas de baixo relevo para facilitar a deformação, absorvendo o impacto gerado na colisão, causando uma deformação programada, reduzindo a força de impacto para os ocupantes do veículo. O presente trabalho compara diferentes geometrias para a *crash box*, através de simulações no *software Ansys Workbench Student 2021 R1*, quanto a influência na absorção de energia devido ao uso de gatilhos estruturais para o início da deformação, com o objetivo de mostrar a mudança do impacto repassado ao restante da carroceria e, conseqüentemente, aos passageiros.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi utilizado o *software Solidworks 2018*. Para a elaboração dos modelos de teste, foram aplicadas as medidas utilizadas no trabalho de DiPaolo e Tom (2006) onde foram criados modelos de *crash box* com as

¹Acadêmicos do 10º período do curso de Engenharia Mecânica na Univértix

²Graduado em Engenharia Agrônoma mestre em Entomologia e doutor em Fitotecnia, professor do curso de Bacharelado em Agronomia e Engenharia Civil da Faculdade Vértice - UNIVÉRTIX - Matipó

dimensões de 50 mm x 50 mm x 120 mm, com espessura de 1,5 mm, cada uma com um gatilho de iniciação diferente. Foi utilizado o aço 1010, por se um aço de baixo carbono. Segundo a Açoplano (2019), este tipo de aço é muito utilizado na indústria automobilística, por possuir características de boa maleabilidade, usinabilidade e baixo custo de produção. Primeiramente foi criado uma *crash box* sem nenhum gatilho, para base de comparação. Em sequência foram criados 4 modelos com gatilhos diferentes. Em sequência os modelos foram importados para o software de simulação *Ansys Workbench 2021 R1* para realização das simulações.

Para as simulações foi utilizado o método de análise estática, atribuído as configurações correções dinâmicas. Foi aplicada a cada uma das amostras forças equivalentes em uma situação de colisão frontal. Foi considerado um fator dinâmico multiplicado pela carga estática, a fim de se aproximar o estudo a situações dinâmicas. Carga dinâmica = carga estática x fator dinâmico. Foram analisados parâmetros de tensão, deformação total do corpo de prova e tenacidade. Considerando que a estrutura do veículo foi bem projetada e não possui pontos de fadiga causados por falhas de projeto, ou reparos mal executados por colisões anteriores, os resultados das análises tendem se ser condizentes com a realidade.

Os valores de tensão e deformação podem ser obtidos através da lei de Hooke. $\sigma = \epsilon \cdot E$; A tensão através da fórmula $\sigma = F/a$.

A tenacidade pode ser determinada a partir da área formada abaixo da linha de ruptura do gráfico tensão x deformação.

É possível realizar o cálculo desta área através da fórmula criada por Selly (1947), denominado regra do trapézio.

$$U_t = \frac{(\sigma_e + \sigma_m) \cdot \epsilon}{2}$$

A linha de ruptura corresponde a função na qual está sendo aplicada a integração, e a parte hachurada abaixo desta corresponde a as áreas dos trapézios aplicados a esta curva. Assim, o resultado da integral pela regra do trapézio para segmentos desiguais é definido pela Equação:

$$I = \frac{h_1 \cdot f(x_2) + f(x_1)}{2} + \frac{h_2 \cdot f(x_3) + f(x_2)}{2} + \dots + \frac{h_n \cdot f(x_n) + f(x_{n-1})}{2}$$

O MEF possibilita o uso de vários tipos de simulação. As análises estáticas podem ser divididas em dois grupos, simulações estáticas de colisão e simulações estáticas de torção (LOPES, 2016). A simulação estática visa analisar situações onde o veículo é submetido a forças, atuando como impacto na carroceira. No caso deste trabalho, apenas a colisão frontal foi estudada. Para as simulações foi utilizada a massa total de um Toyota Corolla 2.0 GLi CVT 2022 que, segundo o site de venda de automóveis icarros, é de 1.375 Kg, e para o condutor a massa de 90 Kg, totalizando 1.465 Kg. De acordo com Lopes (2016), pesquisas apontam que o corpo do ocupante será projetado para fora do veículo quando agirem forças maiores que 9 vezes a aceleração da gravidade (9g), em que a gravidade tem o valor de 9,81 m/s². Assim como na obra de Lopes (2016), também será utilizado o valor de 10g para aceleração da gravidade. Para a definição da força de impacto simulada, foi utilizado a fórmula, que apresenta o princípio fundamental da dinâmica, a segunda Lei de Newton.

$$F = m \times a$$
$$F = m \times 10g$$
$$F = 1.465 \times (10 \times 9,81)$$
$$F = 143.716,5 \text{ N}$$

A formula demonstra a força que será aplicada em duas *crash boxes*, assim, a força

$$F_{\text{crash box}} = 143,716,5 \div 2$$
$$F_{\text{crash box}} = 71.858,25 \text{ N}$$

aplicada em cada crash box será:

Parte desta energia é absorvida pelas *crash boxes*, enquanto o restante será dissipado pela carroceria. Foi considerado que o veículo se desloca apenas no eixo da aplicação da força. A partir das simulações, foi analisado qual dos modelos têm o comportamento mais satisfatório, quanto a absorção da energia.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Trata-se de uma pesquisa em andamento. Até o momento consta no trabalho o levantamento da literatura.

REFERÊNCIAS

LOPES, RAFAEL NASCIMENTO. **Análise de desenvolvimento estrutural para veículos BAJA SAE**. 2016. Título de graduação (Bacharel em engenharia mecânica) – Universidade Federal Fluminense, UFF, Rio de Janeiro, 2016.

NACCARI. FERNANDO. Como a tecnologia e a inovação influenciaram a relação das pessoas com os automóveis? **Instacarro** Disponível em: <https://www.instacarro.com/blog/tecnologia-automotiva/como-a-tecnologia-e-a-inovacao-influenciaram-a-relacao-das-pessoas-com-os-automoveis/>. Acesso em: 28 fev. 2021

RODRIGUES. DIRCEU. Como são produzidas as lesões no trânsito? **ALD Automotive** Disponível em: <https://www.aldautomotive.com.br/blog/ArticleID/2825/Como-s%C3%A3o-produzidas-as-les%C3%B5es-no-tr%C3%A2nsito>. Acesso em: 28 fev. 2021

GAGO. TERESA. Porque os carros antigamente eram mais resistentes? **Auto Classic**. Disponível em: <http://www.autoclassic.com.br/por-que-os-carros-antigos-eram-mais-resistentes-e-perigosos/>. Acesso em: 02 mar. 2021

AUERSVALDT, RAMÔN RUTHES. **Análise paramétrica de absorvedores de energia de impacto poligonais com janelas laterais**. 2014. Tese de mestrado (Mestrado em engenharia mecânica) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2014.

AÇOPLANO. O uso do aço no setor automobilístico. Disponível em: <http://www.acoplano.com.br/blog/o-uso-do-aco-no-setor-automobilistico/>. Acesso em 02 jun. 2021

SOUZA, S. A: **Ensaio Mecânicos de Materiais Metálicos**. 5 Ed. São Paulo: Blucher, 1982. 286 pág.

DIPAOLLO, B.; TOM, J. **A study on an axial crush configuration response of thin-wall, steel box components: The quasi-static experiments.** *International journal of solids and structures*, Elsevier, v. 43, n. 25-26, p. 7752–7775, 2006.