

## COLISÕES AUTOMOTIVAS FRONTAIS, ALÉM DO CHOQUE

André R. M. Sanches<sup>1</sup>; Fernando J. R. Simões Junior<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas – andrerenato25@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas – fernando.simoes@ufpel.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

O número crescente de veículos nas estradas, bem como o número de acidentes tem motivado estudos e ações que minimizem as lesões provocadas aos passageiros veiculares, do ponto de vista legal, a legislação brasileira tem se tornado menos branda com condutores que não seguem normas de segurança, assim como campanhas de conscientização a respeito dos danos e lesões gerados em acidentes de trânsito. Diante desses fatos vamos analisar aspectos de colisões automotivas frontais numa perspectiva além do choque. Abordaremos a causalidade que envolve um automóvel em colisão com outro ou com um obstáculo, estudaremos seus efeitos tanto para os passageiros como para a dinâmica da colisão utilizando conceitos simples de cinemática e dinâmica que são estudados em disciplinas iniciais de um curso de física. Dados estatísticos governamentais apontam que metade dos brasileiros não utilizam cinto de segurança [1], embora a legislação brasileira seja rígida quanto a utilização do cinto de segurança, este é um ato que a população não realiza. Um estudo da Associação Brasileira de Medicina de Trâfego (Abramet) mostra que a utilização do cinto de segurança no banco da frente reduz o risco de morte em 45% e no banco traseiro, em até 75% [2]. Além do risco individual da não utilização do cinto de segurança, o passageiro no banco de trás que está sem cinto pode provocar sérios ferimentos e até a morte dos passageiros do banco da frente.

Neste trabalho, será apresentado um paralelo entre a massa inercial (massa real) e a massa equivalente durante uma colisão automotiva, serão apresentados parâmetros da colisão e o impacto que o corpo humano sofre por objetos que normalmente são transportados nos veículos.

### 2. METODOLOGIA

Atualmente várias montadoras de veículos no país tem oferecido aos clientes pacotes de segurança, como *abs*, *airbags*, sistema de controle de tração e estabilidade, mesmo para modelos mais populares de veículos, entretanto, o ato fundamental na segurança dos veículos, que inclui o fator humano, deve ser realizado pelos ocupantes dos veículos e vai desde a utilização do cinto de segurança até a condução defensiva do veículo. Para determinarmos a massa equivalente ( $M_e$ ) utilizamos conceitos básicos que são abordados no primeiro semestre do Curso de Física, como conservação de energia, impulso, quantidade de movimento leis de Newton entre outros[4]. Chamamos de massa equivalente ( $M_e$ ) a massa que um objeto teria durante a colisão, especificamente durante a desaceleração, quando comparada com a massa inicial do objeto.

Um veículo em movimento possui um momento linear dado por

$$\vec{p} = m \vec{v}$$

a variação do momento linear do objeto pode ser determinada através do impulso percebido pelo objeto, tal que

$$\Delta \vec{p} = \vec{J}$$

Portanto, podemos obter a força média, a partir do impulso sentido pelo veículo durante a colisão sabendo o tempo de desaceleração, desde o instante em que o veículo toca no objeto ou antepara até o instante em que ele para completamente,

$$\vec{J} = \vec{F} m \Delta t$$

A partir das equações acima, podemos obter a massa equivalente na colisão, dada por

$$Me = \frac{J}{g \Delta t}$$

Na equação acima podemos observar que quanto menor for o tempo de deformação maior será a massa equivalente de um objeto durante a colisão. Desta forma, toda a engenharia automotiva trabalha para que os carros se deformem continuamente durante a colisão, aumentando o tempo de deformação e consequentemente diminuindo a massa equivalente até a completa parada.

Utilizando os dados de tempo e deformação nos testes da LATIN NCAP [5], obtivemos o tempo médio de uma colisão típica,  $\Delta t = 102\text{ ms}$ , como pode ser observado na Figura 1. O tempo de colisão foi considerado a partir do instante em que o veículo toca na antepara de teste até o instante em que ele para completamente, analisando quadro a quadro o vídeo do teste da LATIN NCAP.

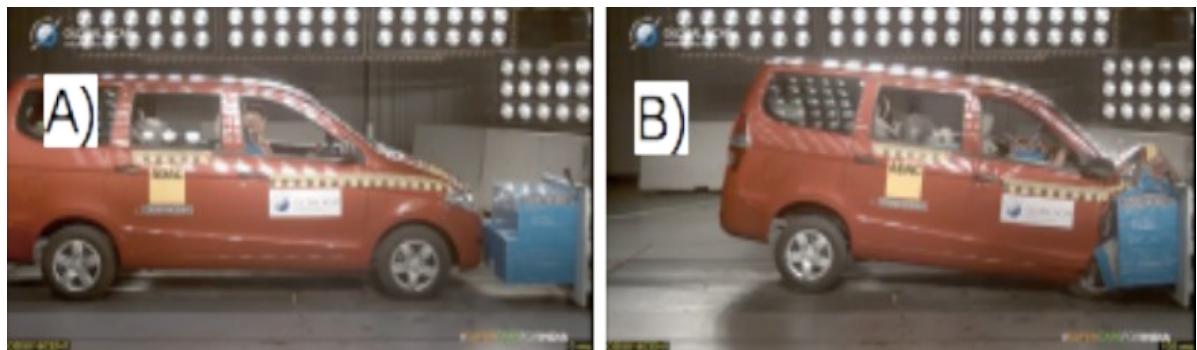


Figura 1: Instante inicial (quadro A) e final (quadro B) da colisão contra a antepara, quadros extraídos do teste de colisão da LATIN NCAP. FONTE: LATIN NCAP, [5]

Os testes de colisão da LATIN NCAP são realizados com velocidades de 64 km/h, portanto os carros que recebem 5 estrelas em testes de colisão são seguros até a velocidade do teste, a partir dessa velocidade não há carro seguro.

Em geral, colisões que ocorrem acima da velocidade de 64 km/h produzem **neurotraumas**, particularmente de lesões medulares. Esse tipo de lesão é agravado quando os usuários dos veículos não utilizam cinto de segurança [6]. Uma colisão a 64 km/h contra uma antepara, como nos testes de colisão, equivale a uma colisão frontal de dois veículos a 32 km/h já que a velocidade relativa entre objetos contrapropagantes se dá pela soma das velocidades individuais dos objetos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os dados dos testes de colisões foi possível determinar a massa equivalente de passageiros de veículos durante os acidentes. A Figura 2 apresenta a relação entre as massas reais (em azul) e a massa equivalente (em

vermelho). Foi considerado diferentes valores para as massas, variando de 0 até 60 kg. A partir da Figura, podemos perceber que para uma colisão padrão utilizada no teste, um objeto tem sua massa real aumentada em 17,76 vezes. Os intervalos de massa real utilizado em nossos cálculos incluem uma série de objetos que são transportados dentro de veículo, como notebooks, animais de estimação e crianças.

Relação entre a massa e a velocidade de 64 (km/h)

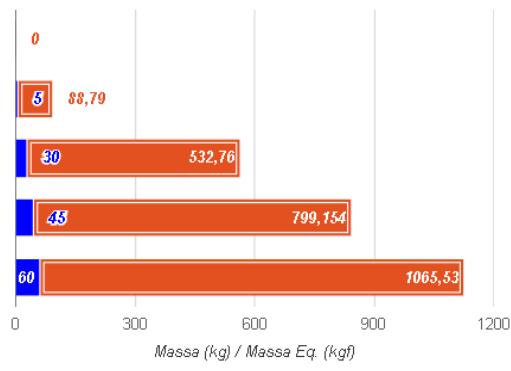


Figura 2: Relação entre a massa inercial e a massa equivalente durante uma colisão de teste da LATIN NCAP. O tempo de deformação de 102ms. FONTE: MELLO, André, 2018.

As lesões mais típicas em colisão estão associadas as regiões da caixa torácica, braços e pernas, nos órgãos internos os pulmões podem estourar, no cérebro, há dois tipos de lesões, uma associada a colisão do cérebro contra a caixa craniana e outra devido ao impacto da caixa craniana contra o vidro do carro, rins e baço também podem ser fortemente lesionados. Analisando as massas equivalentes dos órgãos internos para uma velocidade de **100 km/h** temos que o coração, com massa média de 0,300 kg passa a adquirir uma massa equivalente de 8,4 kg, os rins que possuem massa equivalente à do coração também passam a ter aproximadamente 8,4 kg, o cérebro que possui massa média de 1,5 kg passa a possuir uma massa equivalente de 42 kg. Assim como os órgãos, animais pequenos soltos dentro dos carros podem colidir contra as pessoas com massas equivalentes de animais de grande porte, por exemplo, um cachorro da raça poodle, com massa típica de 5 kg, se ele estiver sem cinto de segurança, pode colidir contra os passageiros com uma massa equivalente de 140 kg. Uma criança de colo de 11 kg que esteja fora da cadeirinha, no colo da mãe (situação comumente observadas em estradas) possui uma massa equivalente de aproximadamente 308 kg, portanto, não há mãe que seja capaz de segurar seu filho em uma colisão a 100 km/h. Uma colisão a 100 km/h equivale a uma colisão frontal de dois carros a 50 km/h, essa velocidade é menor do que a velocidade que tipicamente os carros andam dentro de cidades.

#### 4. CONCLUSÕES

Baseado nos dados estatísticos de que 56,6% dos condutores não utilizam o cinto de segurança e 74,3% dos passageiros no momento do acidente [6], nosso trabalho tem como objetivo principal conscientizar às pessoas sobre a importância da utilização do cinto de segurança pelos motoristas, da utilização de

cadeirinhas para crianças e principalmente da utilização do cinto de segurança por parte dos passageiros dos veículos. A medida que os carros incluem tecnologia ativa e passiva embarcada com o objetivo de aumentar a segurança, as pessoas também devem atuar de forma a contribuir com a segurança, realizando um ato simples que é a utilização do cinto. Em 2013 a Rede Sarah apontou que 80% dos passageiros do banco da frente deixariam de morrer se os cintos do banco de trás fossem usados com regularidade [3], isso mostra que a conscientização da população sobre os riscos pode diminuir os índices de mortes e lesões graves nas estradas.

Futuramente pretendemos expandir nosso trabalho na forma de um projeto de extensão que levará para as escolas os dados obtidos com o objetivo de conscientizar as crianças e adolescentes sobre a necessidade de utilização do cinto, para que, futuramente, tenhamos motoristas e passageiros conscientes do fato de que não adianta termos veículos seguros se os condutores não contribuírem para a segurança nas estradas.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Brasil, Portal. Metade dos brasileiros não usa cinto de segurança no banco de trás. Link: "<http://www.brasil.gov.br/saude/2015/06/metade-dos-brasileiros-nao-usa-cinto-de-seguranca-no-banco-de-tras>", acessado em 19 de fev. de 2018, 2015.

[2] Alves Junior, D. R., Como são produzidas as lesões no transito?. Link: <https://temistoclestelmo.jusbrasil.com.br/artigos/20239998/como-sao-produzidas-as-lesoes-no-transito>. acesso em 15 de fev. de 2018.

[3] Brasil, Portal. Metade dos brasileiros não usa cinto de segurança no banco de trás. Link: "<http://www.brasil.gov.br/saude/2015/06/metade-dos-brasileiros-nao-usa-cinto-de-seguranca-no-banco-de-tras>", acessado em 19 de fev. de 2018, 2015.

[4] YOUNG, Hugh D; FREEDMAN, Roger A. Física. 12. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2008.

[5] LATIN NCAP, link: <https://www.latinncap.com/>, acessado em maio de 2017.

[6] Vias Seguras, Efeitos do cinto de segurança: estatísticas da rede SARAH  
Link:  
[http://www.vias-seguras.com/veiculos/o\\_cinto\\_de\\_seguranca/cinto\\_estatisticas\\_da\\_rede\\_sarah](http://www.vias-seguras.com/veiculos/o_cinto_de_seguranca/cinto_estatisticas_da_rede_sarah), Acessado em maio de 2018.