

FAACZ - FACULDADES INTEGRADAS DE ARACRUZ  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

**ADRIANO SILVA OLIVEIRA  
CRISTIANO BOSI LOPES JÚNIOR  
LEONARDO GRIPPA GIACOMIN  
LUIZ HENRIQUE TEODORO PERUCHI  
RODOLFO SANTANA DE ABREU**

**MÉTODOS DE ANÁLISE DE FALHAS EM AIRBAGS**

Aracruz  
2021

ADRIANO SILVA OLIVEIRA  
CRISTIANO BOSI LOPES JÚNIOR  
LEONARDO GRIPPA GIACOMIN  
LUIZ HENRIQUE TEODORO PERUCHI  
RODOLFO SANTANA DE ABREU

## **MÉTODOS DE ANÁLISE DE FALHAS EM AIRBAGS**

Dissertação apresentada à Faculdade FAACZ  
– Faculdades Integradas de Aracruz, como  
requisito para obtenção do título de Bacharel  
em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Harerton Oliveira  
Dourado.

Aracruz  
2021

**ADRIANO SILVA OLIVEIRA  
CRISTIANO BOSI LOPES JÚNIOR  
LEONARDO GRIPPA GIACOMIN  
LUIZ HENRIQUE TEODORO PERUCHI  
RODOLFO SANTANA DE ABREU**

## **MÉTODOS DE ANÁLISE DE FALHAS EM AIRBAGS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à coordenadoria do curso de Engenharia Mecânica das Faculdades Integradas de Aracruz, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Aprovado em 17 de dezembro de 2021

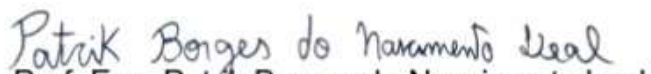
### **COMISSÃO EXAMINADORA**



Prof. Dr. Harerton Oliveira Dourado  
Faculdades Integradas de Aracruz  
Orientador



Prof. Me. Vital Pereira Baptista Júnior  
Faculdades Integradas de Aracruz  
(Examinador interno)

  
Prof. Esp. Patrik Borges do Nascimento Leal  
Faculdades Integradas de Aracruz  
(Examinador interno)

## **DECLARAÇÃO DO AUTOR**

Declaro, para fins de pesquisa acadêmica, didática e técnico-científica, que este Trabalho de Conclusão de Curso pode ser parcialmente utilizado, desde que se faça referência à fonte e ao autor.

Aracruz, 11 de dezembro de 2021.

**ADRIANO SILVA OLIVEIRA  
CRISTIANO BOSI LOPES JÚNIOR  
LEONARDO GRIPPA GIACOMIN  
LUIZ HENRIQUE TEODORO PERUCHI  
RODOLFO SANTANA DE ABREU**

Dedicamos este trabalho aos nossos pais, que sempre nos apoiaram, incentivaram a estudar e nos ensinaram a amar nossas famílias.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus pelo dom da vida e por ter nos proporcionados chegar até aqui.

Agradecemos em especial o nosso professor orientador Dr. Harerton Oliveira Dourado e aos outros professores que dispuseram de seu bem mais valioso e irrecuperável, o tempo, com o intuito de transmitir conhecimento e sabedoria, para formar não só profissionais melhores, mas também seres humanos melhores.

Agradecemos também nossa instituição, as nossas famílias e nossos amigos por toda a dedicação, paciência e incentivo contribuindo diretamente para que pudéssemos ter um caminho mais fácil e prazeroso durante esses anos.

## RESUMO

O conforto e desempenho de um automóvel com o passar dos anos tem sido equiparado com a segurança que o mesmo pode oferecer ao motorista e demais passageiros, tornando esse fator algo essencial. Neste trabalho iremos abordar um dos componentes mais polêmicos referente a segurança passiva de um automóvel, os airbags. Pesquisas apontam que a combinação de cintos de segurança e airbags é uma forma eficiente de reduzir as possíveis lesões ocasionadas por um acidente. Mas nos últimos anos, pesquisas e dados levantados, baseados em recalls, tem indicado inúmeras falhas no sistema dos airbags. Buscamos uma revisão do conceito e modelos de airbags utilizados e análise dos testes de funcionamento, detecção de falhas relatadas, buscando sintetizar, ou seja, mapear como a literatura clássica e mais recente tratam o problema, a ocorrência de Recalls e as possibilidades apresentadas como proposta para melhoria na segurança na instalação de airbags.

Palavras-chave: Airbags. Segurança. Recalls.

## **ABSTRACT**

The comfort and performance of an automobile over the years has been equated with the safety it can offer the driver and other passengers, making this factor essential. In this study, we will approach one of the most controversial components regarding the passive safety of a car the airbags. Research indicates that the combination of seat belts and airbags is an efficient way to reduce possible injuries caused by an accident. But in recent years, surveys and data collected, based on Recalls, have indicated numerous failures in the airbags system. We seek a review of the concept and models of airbags used and analysis of operating tests, detection of reported failures, seeking to synthesize, that is, to map how the classic and more recent literature treats the problem, the occurrence of Recalls and the possibilities presented as a proposal to improve safety when installing airbags.

Key words: Airbags. Safety. Recalls.



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

Abramet - Associação Brasileira de Medicina do Tráfego

AEA - Associação Brasileira de Engenharia Automotiva

DPDC - Departamento de Proteção e Defesa do Consumidor

EUA - Estados Unidos da America

NHTSA - National Highway Traffic Safety Administration

SENECON - Secretaria Nacional do Consumidor

Latin NCAP - Programa de Avaliação de Carros Novos para a América Latina e Caribe

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	14
2.1 OBJETIVO GERAL .....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	14
<b>4 DESENVOLVIMENTO</b> .....	14
4.1 AIRBAGS: DEFINIÇÃO .....	14
4.2 TIPOS E COMPOSIÇÃO MAIS COMUNS .....	15
<b>4.2.1 Airbags de volantes</b> .....	15
<b>4.2.2 Airbags laterais</b> .....	15
<b>4.2.3 Airbags frontais</b> .....	16
<b>4.2.4 Airbags de joelho</b> .....	16
<b>4.2.5 Airbags de cortina</b> .....	16
<b>4.2.6 Airbag do vidro traseiro</b> .....	16
4.3 ENGENHARIA DE AIRBAGS .....	17
4.4 COMO FUNCIONAM OS AIRBAGS - SISTEMA E ACIONAMENTO: .....	20
4.5 CUIDADOS, RISCOS E FALHAS.....	22
4.6 PRINCIPAIS RECALLS DE AIRBAGS .....	24
4.7 CRIAÇÃO DE UM RECALL – BRASIL E EUA.....	24
4.8 ANÁLISES DE FALHAS .....	26
4.9 CAMPANHAS DE RECALLS.....	28
4.10 CARROS COM AIRBAGS PRÉ E PÓS 1997 .....	29
4.11 TESTES FEITOS NOS EUA ANTES DE 1997 .....	31
4.12 ESTUDOS DE NOVOS CONCEITOS NA ATUALIDADE .....	31
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	32
<b>6 REFERÊNCIAS</b> .....	34

## 1 INTRODUÇÃO

Um automóvel é constituído aproximadamente por 70.000 a 90.000 itens individuais, podendo ser itens essenciais ou acessórios, segundo informações da Chevrolet publicada pela revista Abril/2021.

Tendo em vista o crescimento da fabricação de carros nas últimas décadas, podemos perceber que a confecção de automóveis em grande escala, considerando que todos possuem uma vasta quantidade de componentes e visando a qualidade como prioridade, faz com que esse processo se torne algo mais complexo. Ao projetar carros novos, as considerações principais foram a estética e o alto desempenho, mas as fatalidades no trânsito levaram legisladores e fabricantes de automóveis a levar a segurança em consideração (BERGER, 2012).

Os números mostrados pela acidentalidade no Brasil e no mundo são impactantes e os efeitos dessa violência extrapolam o âmbito do trânsito, interferindo em todos os campos da vida social, com perdas na qualidade de vida da população (WILHELM e GARCIA, 2018). Com essa realidade, os sistemas de segurança como cintos de segurança e airbags têm sido um dos setores de rápido crescimento na indústria automotiva e número médio por carro está aumentando constantemente, pois reduzem significativamente a mortalidade dos ocupantes (RAJKISHORE, et al. 2013; SMITH, et al. 2010).

Foi na década de 60 que surgiram as primeiras ideias de um sistema de airbag, e os primeiros sucessos surgiram no início da década de 70 por meio da ajuda de cargas pirotécnicas propelentes para inflar a bolsa de ar no tempo predefinido (HELLA, 2021).

Os primeiros sistemas de airbag foram incorporados em meados da década de 70 e início da década de 80, em veículos de topo de gama. No final da década de 80 foi introduzido o airbag do acompanhante e, gradualmente, seguiram-se outras variantes, como por exemplo, os airbags para cabeça e os airbags laterais. Nos dias de hoje, os sistemas de airbag representam equipamentos de série em veículos (HELLA, 2021). Em países como os Estados Unidos o sistema de airbag frontal duplo tornou-se

obrigatório há mais de vinte anos (WILHELM e GARCIA, 2018). Dezenas de novos modelos de veículos são lançados anualmente, para cada um deles é necessário o desenvolvimento ou, no mínimo a calibração de um novo sistema de retenção do ocupante (ORS), sistema do qual o airbag motorista faz parte (DA SILVA et al, 2020).

Segundo Berger (2012) airbags se tornaram o equipamento padrão obrigatório nos carros dos EUA no final dos anos 1980. No Brasil a obrigatoriedade vem desde 2014 devido a modificação ocorrida no Código de Trânsito Brasileiro, pela Lei nº 11.910 de 18 de março de 2009, que foi acrescentado ao seu artigo 105, o inciso VII, juntamente com os parágrafos 5º e 6º. Com isso o carro fabricado recentemente tem incluso em seu sistema de segurança obrigatório, os airbags. O futuro dos airbags é extremamente promissor porque há muitas aplicações diversas, desde capacetes para motociclistas até assentos de aeronaves (RAJKISHORE, et al. 2013).

O airbag, junto ao cinto de segurança, tem como função assegurar a vida do motorista e passageiros caso ocorra alguma colisão e estão localizados em vários locais estratégicos para mitigar o impacto de um acidente. Podem ser de vários tipos, frontais, de impacto lateral e suas variações, centrais e de joelho, sendo o mais conhecido e utilizado o frontal. (HØYE, 2010; COZAC, et al. 2018; RAJKISHORE, et al. 2013). Em colisões frontais, as mortes de motoristas com cinto foram reduzidas em cerca de 22% quando todos os tipos de airbags são considerados em conjunto (HØYE, 2010).

Apesar de serem vistos como um acessório de segurança e proteção, caso seja acionado de forma inadequada pode ser fatal para o indivíduo atingido. Nos últimos anos foram relatados vários casos de pessoas que sofreram lesões devido ao acionamento impróprio dos airbags, por esse motivo os sistemas de airbag mais recentes são chamados de sistemas inteligentes, pois só acionam quando necessário (RAJKISHORE, et al. 2013).

Ao analisarmos a ocorrência de falhas em airbags e o histórico de recalls do Brasil nos últimos anos, podemos perceber que o setor automotivo tem apresentado uma taxa elevada de ocorrências, sendo um dos componentes relatados, os airbags.

Recentemente, em 2012, embasado na Constituição Federal e na Lei do Código de Defesa do Consumidor o Ministério da Justiça publicou a Portaria nº 487, visando regular a ação do recall e o processo de chamamento, estabelecendo os procedimentos a serem seguidos pelos fornecedores ao se iniciar um recall. A Takata foi a empresa responsável pelo maior recall da indústria automobilística.

Os airbags fabricados pela Takata Corporation uma empresa de peças de segurança automotiva Japonesa, por exemplo, fornece airbags para os principais fabricantes de automóveis em todo o mundo e desde o início da produção, por volta do ano 2000, uma família de infladores de airbag fabricados continha um propelente que se degrada devido a uma combinação de tempo, flutuações de alta temperatura e / ou umidade, e a data de término de produção de infladores com defeito ainda não está clara e uma das razões que o recall é continuamente expandido (SEGAL, 2019).

Um sistema de airbag pode ser dividido em três partes principais: sensores, avaliação de colisões e atuadores. As informações do sensor são avaliadas por dois redundantes microcontroladores e a redundância do layout desse sistema diminui o risco de um acionamento não intencional do airbag, que é considerado o mau funcionamento mais perigoso do sistema (BEN SWARUP et al, 2014). Assim como qualquer dispositivo de segurança, ele depende de sua implementação correta e de certas regras de segurança a serem seguidas (SHAIKH et al, 2013).

Considerando todos os relatos anteriores e dados publicados em grandes revistas como Abril e G1 os recalls tem sido um dos meios mais utilizados para tratativas e registros das ocorrências geradas pelos airbags, sendo apontado um dos maiores da história, segundo Segal (2019), a análise de dados mostrou que a média acumulada da indústria de janeiro de 1985 a setembro de 2016 é de cerca de 1000 veículos revogados de 1115 veículos vendidos, com isso passou a ser um dos itens preocupantes para muitas concessionárias.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Abordar um dos componentes mais polêmicos referentes a segurança passiva de um automóvel - os airbags, analisando os métodos de detecção de falhas.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analisar combinação de cintos de segurança e airbags - forma eficiente de reduzir lesões ocasionadas por um acidente.
- Verificar nos últimos anos, pesquisas e dados levantados, baseados em recalls, que têm indicado inúmeras falhas no sistema dos airbags.

## **3 METODOLOGIA**

Buscamos uma revisão do conceito e modelos de airbags utilizados, comparamos as análises dos testes de funcionamento e detecção de falhas relatadas, em artigos das seguintes bases: livros, artigos de periódicos, relatórios governamentais, teses e dissertações, Pubmed, SciELO, periódicos Capes, Google acadêmico, foram revisadas literaturas em português, em inglês e alemão, no intuito de obter maior abrangência, buscando sintetizar, ou seja, mapear como a literatura clássica e a mais recente tratam o problema, assim como a problemática em torno da ocorrência de Recalls.

## **4 DESENVOLVIMENTO**

### **4.1 AIRBAGS: DEFINIÇÃO**

São sistemas de segurança usados para amortecer o motorista ou passageiro durante uma colisão e reduzir lesões corporais, lesões cranianas, cervicais e torácicas; contudo, podem também ter um efeito protetor para o trato urinário superior e assim reduzem as fatalidades em acidentes entre motoristas de cinto (SMITH, et al. 2010;

HØYE, 2010). A tecnologia envolvida na sua fabricação e funcionamento é complexa. Desde os primeiros estágios de desenvolvimento, a tecnologia tem evoluído em termos de design, materiais e desempenho de forma contínua (RAJKISHORE, et al. 2013). O sistema de airbag consiste em três partes básicas: um módulo de airbag, um sensor de colisão e uma unidade eletrônica de controle. O módulo do air bag contém uma unidade de inflador e o air bag de tecido leve, eles surgiram como um meio de segurança passiva interna, junto ao cinto de segurança e dentre outros (SHAIKH, et al. 2013).

## 4.2 TIPOS E COMPOSIÇÃO MAIS COMUNS

São normalmente feitos de tecido, que pode ser revestido ou não revestido, mas deve ser impermeável a gases e resistente a chamas (RAJKISHORE, et al. 2013). A matéria-prima usada ostensivamente para o tecido do airbag é o nylon 6.6 fios de alta resistência, esse tecido deve manter o equilíbrio entre duas condições extremas, deve ser suficientemente flexível para dobrar em volumes relativamente pequenos, ao mesmo tempo, que deve ser suficientemente forte para suportar o impacto e inflar em alta velocidade (SHAIKH, 2013).

### 4.2.1 Airbags de volantes

O airbag do volante é composto por uma bolsa de ar, um suporte da bolsa de ar, um gerador no suporte e por uma cobertura de airbag - cobertura do volante (RODRIGUES JR. et al, 2014). Em caso de acidente, o gerador é acionado pelo módulo de comando e uma corrente de ignição aquece um arame fino que, por sua vez, aciona o detonador, e isso não resulta em uma combustão da carga propulsora, o tipo de agente propulsor usado depende do tamanho da bolsa de ar e da velocidade de abertura necessária (HELLA, 2021).

### 4.2.2 Airbags laterais

Os airbags laterais estão instalados no revestimento da porta ou no encosto do banco e são projetados para reduzir lesões mais fatais e debilitantes envolvendo a

vasculatura torácica, o cérebro e a coluna vertebral (SMITH, et al. 2010). E protege o impacto lateral da cabeça e do dorso, assim como o airbag central.

No airbag lateral ou no airbag do acompanhante são usados geradores híbridos, os airbags laterais também conhecidos por "Thorax-Bag", o processo é semelhante, porém, em consequência da falta de caminhos de deformação (estrutura deformável) são necessários um acionamento dos geradores de gás e um enchimento das bolsas de ar mais rápidos. Nesse tipo de geradores, além do gás é usada uma segunda fonte de gás, e em um reservatório sob pressão se encontra uma mistura de gases, o gás gerado durante a combustão se mistura com o gás que se encontra no reservatório sob pressão (HELLA, 2021).

#### **4.2.3 Airbags frontais**

Os airbags frontais, também chamado airbag duplo, é acionado para a proteção do motorista e do passageiro dianteiro, inflando de acordo com o tipo de colisão e a proteção se concentra no peito, evitando que os ocupantes da frente se choquem contra o painel e o volante. (BRAVER et al. 2004)

#### **4.2.4 Airbags de joelho**

Assim como os frontais, atuam no choque dessa parte do corpo contra a estrutura do painel, podem ser protetores para algumas lesões de membros inferiores e associados com risco aumentado para outras (IKEDA, 2012; MCMURRY, et al. 2019).

#### **4.2.5 Airbags de cortina**

Ficam instalados nos vidros laterais para proteção em caso de capotamento (IKEDA, 2012).

#### **4.2.6 Airbag do vidro traseiro**

Protege os ocupantes dos bancos de trás contra sequelas que possam ser causadas pela proximidade com esta parte do veículo (IKEDA, 2012).



### 4.3 ENGENHARIA DE AIRBAGS

Para entendermos melhor a função e a engenharia dos airbags é de grande importância relembrarmos alguns conceitos básicos da física, as leis de Newton. Conforme a primeira lei, toda matéria tende a permanecer em seu estado inicial (quer seja em repouso ou em movimento constante) ao menos que seja influenciada por uma força externa, mudando assim seu comportamento. Conforme a segunda lei, essa influencia de uma ou mais forças externas sobre o corpo que estava em repouso ou em movimento constante, resultará então no produto da sua aceleração adquirida pela sua massa. A terceira lei nos trás o conceito de que para toda força de ação existe uma força proporcional de sentido contrário (DOCA, 2016).

Tendo em base as leis que relembramos e visando que um automóvel é composto por várias partes (corpos), podemos dizer que ao serem aplicadas as forças resultantes de uma colisão, eles se moverão em direção aos passageiros, a menos que sejam contidos, e para que haja a retenção desses objetos é necessário que uma força contrária seja aplicada, agindo como uma força de desaceleração, impedindo maiores colisões entre os objetos e passageiros. Essa desaceleração é adquirida com o uso correto dos airbags juntamente com os cintos de segurança. Os airbags também são considerados sistemas de contenção, porém atuam como complemento ao uso do cinto de segurança e não como alternativa (CBM-GO, 2016).

O sistema airbag é constituído por três partes básicas, o módulo airbag, o sensor de acidente e a unidade de diagnóstico. Os módulos airbag podem estar situados no volante para o condutor, no painel de instrumentos para o passageiro, na parte lateral do banco para o airbag lateral e por cima da porta para o airbag cortina. Quando há impacto do automóvel com outro objeto, a desaceleração provocada pelo impacto ativa um sensor colocado na frente do automóvel e/ou no compartimento dos passageiros, que por sua vez ativa o enchimento do airbag (HELLA, 2021). Alguns sistemas de airbag são considerados inteligentes, sendo chamados Smart Airbags Systems e por isso, possuem mais componentes do que os três apresentados.

Por meio de sensores conseguimos controlar se há ocupante no banco para que se dispare o airbag, assim como adequar a proporção ideal a explodir no caso do airbag

ser de duplo estágio, e se o passageiro usa o cinto de segurança e quando se encontra a baixa velocidade - se é vantajoso ou não o disparo do airbag (ESTEVES, 2008).

A pressão interna do saco deve ser elevada na altura do seu enchimento e baixa o suficiente, no instante do contato com o ocupante, para não se criar uma superfície rígida que poderá provocar lesões no ocupante. Contudo a pressão não deverá ser demasiado baixa, pois poderá não impedir o contato com o objeto imediatamente a seguir ao airbag. Com isto deve-se determinar duas pressões de enchimento e de pós-enchimento necessárias à construção do airbag (ESTEVES, 2008).

A bolsa de ar é constituída por um tecido de poliamida muito durável e resistente ao envelhecimento, e tem um coeficiente de atrito baixo para um desdobramento fácil e um contato suave com a pele. Existem 2 tipos de dobragem da bolsa de ar: a dobragem padrão e a dobragem em estrela. A dobragem em estrela possui uma expansão menor em direção ao motorista e isso constitui uma vantagem quando os ocupantes do veículo não se encontram na posição sentada correta (HELLA, 2021).

Nesse sistema de airbags de volante, existe a espiral de contato que estabelece a conexão entre a coluna de direção rígida e o volante móvel, ela também permite assegurar a conexão entre o módulo de comando do airbag e o gerador de gás durante o movimento giratório. Esse foi um dos Recalls anunciados em 2015 pela Volkswagen, a montadora informou ter constatado a possibilidade de rompimento do cabo plano da espiral de contato do airbag frontal do motorista caso o dispositivo entre em contato com impurezas, como fios de cabelo e pedaços de tecidos (MOTTA, 2016). Devem ser tomadas precauções especiais quando forem realizadas a desmontagem e montagem da espiral de contato, pois é necessário assegurar que a direção se encontre na posição central e as rodas na posição de marcha em linha reta (HELLA, 2021).

Para poder controlar melhor o uso de airbags e evitar um acionamento desnecessário no veículo, é usado um reconhecimento de ocupação do banco, esse reconhecimento de ocupação do banco pode ser realizado de diversas formas: são usados sensores de ocupação, constituídos por sensores de pressão e um sistema eletrônico de avaliação. Um exemplo é o Passenger Presence Detector (PPD) que existe nos

modelos da Hyundai e de outras marcas nada mais é que uma manta sob o estofamento do banco que detecta pressão de um passageiro no assento por meio de sensores, o PPD destina-se a desativar o inflamento do airbag e o tensionamento do cinto de segurança em caso de acidente, quando não há o ocupante no banco do passageiro. Com isso reduz-se o custo dos reparos depois de uma colisão (HELLA, 2021; D'ELIA, 2021).

As informações do reconhecimento de ocupação do banco têm influência sobre o acionamento do airbag, do pré-tensionador do cinto de segurança e sobre os apoios de cabeça ativos. Se os lugares individuais não estiverem ocupados, tal é reconhecido pelo sistema de airbag e os respectivos sistemas de proteção não são ativados durante um acidente (HELLA, 2021). Por ser um sistema que detecta carga no banco, recomenda-se que na ausência de passageiro o banco não seja utilizado para acomodar cargas, para evitar abertura desnecessária do airbag (D'ELIA, 2021).

Para facilitar o reconhecimento dos cabos do airbag e conectores, os conectores têm uma cor amarelo-viva, em seu interior dos conectores está situada uma ponte de curto-circuito que evita um acionamento inadvertido em caso de trabalhos no sistema de airbag, que pode ocorrer, por exemplo, devido a cargas estáticas, essa ponte de curto-circuito, trata-se de um contato que, separando a conexão por engate, conecta ambos os contatos no interior de conector, reduzindo assim possíveis potenciais existentes (HELLA, 2021).

Os limitadores da força do cinto de segurança são sistemas automáticos adaptativos do cinto (TOYOTA, 2021), em quais ocorre uma alternância entre um nível de força elevado e um nível de força reduzido, por meio de um gerador de gás, tal como no airbag, que devido ao ajuste perfeito entre o pré-tensionador do cinto de segurança e o airbag, a energia cinética dos ocupantes do veículo é lentamente diminuída durante toda a duração do acidente e as cargas são reduzidas (HELLA, 2021).

Para ocorrer o Desligamento da bateria de forma a evitar curtos-circuitos e, conseqüentemente, incêndios em veículos, a bateria é desconectada da rede de bordo durante um acidente. Tal fato ocorre através de um relé de separação ou um gerador de gás. O sinal para a desconexão da bateria provém do módulo de comando

de airbag. Nesse processo o gerador de gás funciona de forma semelhante ao pré-tensionador do cinto de segurança. Através do acionamento, a conexão entre a bateria e o cabo de conexão é desconectada no interior do borne conectado (HELLA, 2021).

#### 4.4 COMO FUNCIONAM OS AIRBAGS - SISTEMA E ACIONAMENTO:

O princípio de funcionamento de um airbag baseia-se na absorção de energia cinética do choque mediante o amortecimento que produz o saco cheio de gás (ESTEVES, 2008). Os airbags operam com modernos sistemas de retenção inteligentes, e se ajustam ao sistema de acionamento de acordo com a gravidade da colisão, o tamanho do corpo do ocupante e a sua proximidade antes mesmo de ser acionado.

Eles medem a peso do passageiro e a gravidade da colisão ativando essas medidas e várias fases, não são ativados se não houver ocupante no assento, ou ainda caso o passageiro não esteja de cinto de segurança ou se o mesmo for uma criança, sendo então, ineficazes em velocidades de baixo impacto, dada a insuficiência da força gerada para acioná-los. Atualmente existem modelos que determinam rapidamente a intensidade do possível impacto e regulam a intensidade que o airbag deve inflar (SILVA, 2021).

Funcionam como um sistema de retenção dos ocupantes que consiste em um envelope de tecido flexível ou almofadado projetado para inflar rapidamente durante uma colisão, amortecendo o impacto dos ocupantes durante um acidente e protegê-los de choque com os demais ocupantes, bem como dos objetos internos do automóvel (SHAIKH, et al 2013; COZAC, 2018). O sistema utilizado é capaz de reduzir o número de lesões reduzindo a força exercida pelo volante, painel ou qualquer outro objeto interno no corpo. Esse fim pode ser alcançado de duas maneiras: aumentando o intervalo sobre a força a ser aplicada ou espalhando o impacto por uma área maior do corpo (SHAIKH, et al. 2013).

Um sistema de airbag pode ser dividido em três partes principais: sensores, avaliação de colisões e atuadores. Um impacto é detectado por sensores de aceleração no impacto frontal, traseiro e lateral, e sensores de pressão adicionais no impacto lateral, que são usados para detectar acidentes de capotamento, essas informações dos

sensores são avaliadas por dois microcontroladores que decidem se o sensor aceleração corresponde a uma situação de acidente ou não e o desdobramento dos airbags só é ativado se ambos microcontroladores decidem que houve de fato uma falha crítica. O sistema microcontrolador diminui o risco de um acionamento não intencional do airbag, e o seu mau funcionamento do sistema constitui uma grave falha (SWARUP, 2014).

Ao ativar o sistema de airbag, uma série de reações químicas ocorrem entre azida sódica altamente tóxica ( $\text{NaN}_3$ ), nitrato de potássio ( $\text{KNO}_3$ ) e dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ) para inflar a bolsa. Depois que o sensor de colisão aciona o circuito elétrico, ele cria uma condição de alta temperatura necessária para que o  $\text{NaN}_3$  se decomponha. Durante sua decomposição, o  $\text{NaN}_3$  produz sódio ( $\text{Na}$ ) e nitrogênio ( $\text{N}_2$ ). Um pulso rápido do gás nitrogênio quente ( $\text{N}_2$ ) é liberado de um gerador de gás em até 300 km/h, enchendo o airbag, que é feito de tecido de nylon fino. O gás de nitrogênio em contato com o  $\text{NaN}_3$  altamente tóxico o converte em um gás inofensivo. Já o  $\text{KNO}_3$  e o  $\text{SiO}_2$  estão presentes para remover o sódio metálico ( $\text{Na}$ ) altamente reativo e potencialmente explosivo, convertendo-o em um material inofensivo. Todo esse processo acontece em aproximadamente 40 milissegundos. (MADLUNG, 2018). O airbag é um instrumento de segurança passiva, utilizado para amenizar as consequências do impacto.

A desaceleração brusca do automóvel ativa o dispositivo, e por meio de um sensor eletrônico aciona o ignitor de gás, insuflando o gás para a bolsa. Esse mecanismo, atenua e distribui as forças de impacto sobre os ocupantes do veículo, dissipando a energia, reduzindo assim o risco de danos (GAYLORAB, 2018).

A instalação de airbags nos veículos automotores, em conjunto com os cintos de segurança, tem reduzido a incidência de lesões na cabeça e pescoço após colisões frontais ou laterais e sua ativação indevida pode levar a traumas faciais (TORANZO, 2007).

#### 4.5 CUIDADOS, RISCOS E FALHAS

Com base no funcionamento do sistema de acionamento dos airbags e em eventuais falhas já relatadas após a obrigatoriedade do seu uso nos carros, podemos dizer que existem algumas posturas adotadas pelo o motorista que podem tornar seu uso algo mais eficiente e sem danos ao mesmo, sendo ideal que o corpo do motorista ou passageiro não deve bater no airbag, enquanto ele ainda estiver inflando. Para garantir proteção máxima o airbag deve começar a esvaziar, diminuindo a sua pressão interna, antes do corpo o atingir. Caso contrário, a alta pressão interna do airbag criaria uma superfície tão dura quanto pedra, e não a almofada protetora que é esperada (MADLUNG, 2018).

No caso do maior recall de falhas em airbags da história do Brasil, adquiridos da empresa Takata (uma marca japonesa de produção de cintos de segurança, airbags e assentos infantis) o problema dos airbags está na utilização de um componente químico para o processo de inflação das bolsas (GIRÃO e KNUPFER, 2020). Segundo a QC veículos (2015), esse componente – o deflagrador especialmente em regiões mais úmidas e quentes, pode reagir de maneira inapropriada, podendo afetar tanto o processo de ativação nas horas corretas, quanto causar a inflação inesperada do airbag, levando a acidentes potencialmente fatais.

Fator de grande contribuição à falhas e riscos, se baseia por exemplo, na negligência em relação ao processo de controle, em uma de suas fábricas no localizada no México e aceitava de seis a oito vezes mais peças defeituosas do que o que é legalmente permitido para a maior parte dos mercados. Essa negligência e incapacidade de controle levaram à falta de conhecimento da distribuição dos equipamentos defeituosos, o que escalonou o problema aos milhões de veículos em potencial, em vez de apenas aos lotes que continham risco (ANGELO, 2020).

A importância do uso do cinto de segurança juntamente com o airbags tem se tornado algo sempre citado pelos especialistas, tendo em vista que ambos são elementos complementares entre si. Em uma matéria da folha UOL, o diretor de segurança veicular da AEA (Associação Brasileira de Engenharia Automotiva), Marcelo Bertocchi, afirmou que, o airbag é um dispositivo complementar, ele ajuda, mas a

proteção principal vem do cinto de segurança, então, para evitar receber uma pancada em vez de ser protegido e tornar o seu uso mais eficiente o motorista deve ficar no mínimo, 25 centímetros do volante e evitar reclinar demais o encosto.

Na mesma matéria o médico Aly Said Yassine, diretor de tecnologia e inovação da Abramet (Associação Brasileira de Medicina do Tráfego) citou alguns cuidados a serem tomados, como, manter sempre livre caminho entre o airbag e o ocupante, evitar objetos sobre o painel, como suportes para celular, pois os mesmos também podem ser arremessados com violência e dessa forma, não deve ser colocado nada sobre a peça com a inscrição "Airbag", que indica a área a ser rompida pela bolsa em caso de choque. Usar cinto de segurança para os cães e evitar segurar no colo, ato que põe em risco tanto a vida do animal quanto a do dono, assim como andar com o pé em cima do painel, pois caso a bolsa for acionada em um acidente, a perna dele pode dobrar para trás e ser lançada contra seu rosto, essa é uma das situações em que o risco envolvido na abertura da bolsa supera seu benefício.

Em 1995 aconteceu o maior recall de automóveis na história da indústria dos Estados Unidos, veículos produzidos entre 1986 a 1991 foram afetados, incluindo as montadoras Honda, Nissan, Mazda, Ford, GM, Chrysler entre outras e a causa foi a degradação fotooxidativa do polímero ABS utilizado para a fabricação dos botões de liberação (PRESS) da trava dos cintos de segurança, que causou o mau funcionamento dos mesmos como: o cinto não trancar; o cinto travar e não desbloquear ou o cinto parecer travado quando não está, criando desta forma um risco de segurança. Este incidente não resultou em recall formal, porém a Takata Corporation, fornecedora dos cintos de segurança, e as montadoras afetadas concordaram em realizar um recall voluntário dos veículos (CALDERARO-TERCI, 2014).

Por serem dispositivos que tem segurança potencializada quando usados em conjunto, o cinto de segurança e os airbags, além das lesões causadas por mau uso, ao serem acionados podem causar algumas lesões devido a falha no seu acionamento. Entre as lesões causadas pela falha do acionamento dos airbags mais comuns estão: a abrasão de pele devido ao atrito com a bolsa inflável, dano à audição devido ao barulho da expansão, lesões na cabeça, dano aos olhos aos usuários de

óculos, além de fraturas aos ossos do nariz, dedos, mãos e braços (FERREIRA, 2017), já as lesões mais comuns provocadas pelos cintos de segurança, se devem ao seu mau uso ou funcionamento.

#### 4.6 PRINCIPAIS RECALLS DE AIRBAGS

Em meados de 1990 a General Motors recebeu uma proposta da Takata, que trazia airbags com valor de 30% abaixo do valor de mercado, o que representaria uma economia de muitos dólares por dispositivo, nesse mesmo ano, foi noticiada a primeira morte automotiva causada por um airbag, e o pico de mortes anuais causadas por airbags nos Estados Unidos chegou a 53 em 1997, mesmo diante do grande recall recorde de acidentes fatais envolvendo esses airbags, a Takata continua à fabricar e as montadoras à comprá-los, tanto para novos modelos quanto para carros envolvidos no recall, sendo usados para substituição.

Os problemas subsequentes com esses airbags e o recall de segurança automotiva resultante, foi o maior da história, entre os perigos estavam o uso do nitrato de amônio como propulsor, utilizado nesses modelos, principalmente devido à volatilidade do composto diante das mudanças de temperatura e umidade (HIROKO, 2016).

A Honda, por exemplo, havia feito recall para milhares de veículos por vários acidentes relatados que estavam ligados ao airbag Takata, o ano de 2016 também foi um ano complicado para a Honda Malásia, pois envolveu várias questões trágicas, e acabaram envolvidos no Recall de maior escala da história da indústria automotiva (AMALINA, 2016; BAHETY, et.al. 2018).

#### 4.7 CRIAÇÃO DE UM RECALL – BRASIL E EUA

Conforme o Ministério da Justiça e Segurança Pública do Brasil, podemos definir um Recall como o meio o qual um fornecedor informa ao público que seu produto ou serviço apresenta riscos aos consumidores e ao mesmo tempo recolhe os produtos, esclarece fatos e apresenta as soluções. A criação de um Recall se difere entre um país e outro. Com base nas ocorrências abordadas nesse artigo, iremos citar



brevemente como é executado um Recall no Brasil e no EUA. No Brasil, o regulamento em que se baseia o recall está previsto no Código de Defesa do Consumidor, Lei 8078/90, que define em seu artigo 10, que diz que:

*“Art. 10. O fornecedor não poderá colocar no mercado de consumo produto ou serviço que sabe ou deveria saber apresentar alto grau de nocividade ou periculosidade à saúde ou segurança.*

*§ 1º O fornecedor de produtos e serviços que, posteriormente à sua introdução no mercado de consumo, tiver conhecimento da periculosidade que apresentem, deverá comunicar o fato imediatamente às autoridades competentes e aos consumidores, mediante anúncios publicitários.*

*§ 2º Os anúncios publicitários a que se refere o parágrafo anterior serão veiculados na imprensa, rádio e televisão, às expensas do fornecedor do produto ou serviço.*

*§ 3º Sempre que tiverem conhecimento de periculosidade de produtos ou serviços à saúde ou segurança dos consumidores, a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios deverão informá-los a respeito.”*

No Brasil, assim como nos EUA a elaboração de uma Recall é feita de forma voluntária pelo fornecedor, quer seja após uma ação judiciária, ou após a descoberta de uma falha no produto.

Tomada a decisão da realização de um recall no Brasil, a SENECON (Secretaria Nacional do Consumidor) instrui ao fornecedor o dever de elaborar duas formas de comunicados, o comunicado às autoridades que se aplica aos órgãos como SENECON e DPDC (Departamento de Proteção e Defesa do Consumidor) que auxiliará na melhor execução do Recall, e na comunicação por meio de redes de comunicação como tv, rádio e mídia impressa, além do atendimento aos consumidores que devem ser monitorados e relatados às autoridades.

Nos EUA, segundo SEGAL (2019), existe uma lei específica ao setor automobilístico que se implica na criação/realização de um Recall quando necessária. A Lei é chamada de Lei Nacional de Segurança de Tráfego e Veículos Motorizados, que foi

originalmente promulgada em 1966, dando ao Departamento de Transporte (NHTSA - National Highway Traffic Safety Administration) autoridade para criar normas de segurança de veículos e impor que os fabricantes retirem veículos que tenham defeitos relacionados à segurança ou que não atendam aos padrões de segurança do governo. Para a abertura de um Recall nos EUA, o consumidor afetado ou o fornecedor deve informar a NHTSA. Caso o consumidor seja o primeiro a detectar a falha do equipamento em questão o órgão abrirá uma investigação para comprovação dos relatos, podendo o Recall ser aberto de forma voluntária ou através dos tribunais. O órgão além de investigativo é responsável por monitorar a ação corretiva do fabricante afim de garantir a eficiente conclusão da campanha do Recall.

#### 4.8 ANÁLISES DE FALHAS

Os recalls levaram a uma nova abordagem na história automobilística, a análise de falhas em vários dispositivos que compõe o automóvel. O airbag forma uma tríade principal de sistemas de segurança no interior do veículo (LORENZO, 2013). Segundo a organização mundial da saúde, mais de 1 milhão de indivíduos morrem em acidentes de trânsito a cada ano, correspondendo a terceira maior causa de morte no mundo e a segunda maior cauda de óbitos no Brasil, o que induz, sobremaneira, a sobrecarga no Sistema Único de Saúde, por gerarem gastos públicos relativos aos cuidados assistenciais e grande número de reabilitações (JUNIOR et al. 2020). O defeito nos airbags da Takata, por exemplo, é sempre o mesmo: ao ser acionado, o airbag pode apresentar aumento da pressão interna do gerador de gás, rompendo-se e, conseqüentemente, lançamento fragmentos metálicos no interior do veículo (REIS, 2020).

A biomecânica das lesões explica os mecanismos de produção de lesões corporais no ser humano mediante a aplicação dos conhecimentos de diversas ciências que determinando os fatores humanos e físicos podem intervir na produção do acidente, na direção principal da força e da intensidade dessas forças que são liberadas em uma determinada colisão. A inclinação do assento e a distância para repouso da cabeça termina de consolidar esse sistema tanto para o condutor como para o restante dos passageiros (LORENZO, 2013).

Fato muito recente, ocorrido em janeiro de 2020 no Brasil, um motorista em um carro da marca Chevrolet, faleceu em um acidente de colisão frontal, e após perícia foi constatado que a causa da morte foi um projétil lançado no acionamento defeituoso do airbag da marca Tanaka, carro esse que já havia sido chamado para um Recall em 2014 e não havia comparecido, sendo então o segundo caso confirmado de óbito causado pelos airbags da fornecedora no Brasil, quando houve a ruptura anormal do insuflador do airbag da fabricante Takata, levando o motorista à óbito (REIS, 2020).

Os trabalhos no sistema de airbag somente podem ser realizados por pessoal competente e qualificado, assim como os trabalhos de diagnóstico e detecção de erros em outros sistemas, também nesse caso se deveria começar por uma inspeção visual. Nessa inspeção, todos os componentes visíveis do sistema airbag devem ser verificados quanto a danos e os conectores de encaixe quanto a conexão correta (HELLA, 2021).

Segundo a Campanha de Recalls (2017), uma das causas de erro frequente é uma má conexão por engate aos pré-tensionadores do cinto de segurança ou airbags laterais, na área dos bancos dianteiros, devido ao movimento vaivém dos bancos, as conexões por engate se afrouxam e são produzidas resistências de contato. Porém, a espiral de contato também pode ser uma causa de erro. Tendo em conta que a espiral de contato é usada em todos os movimentos do volante, também podem ocorrer aqui falhas. Em qualquer caso é sempre necessário um equipamento de diagnóstico apropriado. Se, durante uma inspeção visual, for detectada uma conexão de engate defeituosa, a memória de erros terá que ser eliminada com o equipamento de diagnóstico (HELLA, 2021).

Se não forem detectadas quaisquer anomalias através da inspeção visual, a memória de erros deverá ser lida com o equipamento de diagnóstico. Erros que tenham ocorridos no sistema são, geralmente segundo o Manual do proprietário da Hyundai, por exemplo, pode ser detectado através do auto-diagnóstico e armazenados na memória de erros. Se um dos seguintes erros estiver armazenado na memória de erros, "Sinal defeituoso", "Sinal demasiado pequeno", "Sinal demasiado grande", uma possível causa de erro é, por exemplo, um cabo com defeito.

Nesse caso é possível verificar com um multímetro as conexões de cabos entre os sensores e o módulo de comando quanto a passagem e conexão à massa. Para a localização dos sensores e conexões por engate, assim como para a ocupação dos pinos no módulo de comando, são necessários esquemas de conexões e informações específicas do fabricante. Os manuais do proprietário descrevem que se deve ter atenção aos sensores que sinalizam quando a bateria do veículo é desconectada e os sensores e o módulo de comando são desconectados do chicote elétrico. Para a conexão dos cabos de teste aos conectores, não devem ser usados adaptadores de teste "improvisados" (clipe de escritório desdobrado). Esses podem danificar os conectores de encaixe sensíveis e podem ser provocados novos erros, sem que seja notado. A Hella (2021), recomenda-se o uso de pontas de teste que encaixem nos contatos dos conectores e nas quais é assegurado um contato correto.

#### 4.9 CAMPANHAS DE RECALLS

Segundo Etienne (2020) a principal causa do fracasso devastador do mercado de airbags e da qualidade financeira de algumas empresas, foram as fraquezas inerentes aos seus sistemas éticos e morais, que ocorreu devido ao fracasso da alta administração em projetar e implementar mecanismos de fiscalização vigorosos para garantir a inculcação completa de princípios éticos e morais na tomada de decisões de qualidade, mesmo com a implementação de sistemas de gestão da qualidade como TQM, Six-Sigma e ISO 9000. Kini et al. 2016, concluíram que a condição financeira de uma empresa, tem efeitos reais que afetam a segurança do produto, ao verificarem que elas experimentam uma maior probabilidade e frequência de recalls graves, isso gera preocupações e incide na criação de regulações para controle de qualidade com os airbags (LORENZO, 2013).

Os recalls de produtos são um problema generalizado na indústria automotiva e, em muitos casos, desencadeiam uma crise corporativa (SIC, 2016). É importante ter ações éticas e operar eticamente, as corporações poderiam projetar um melhor sistema de relatórios no setor específico e reforçar a lei para ser responsabilizada perante os indivíduos (CHEN, 2019).

Além de todo controle sensorial e físico do passageiro ainda temos, o módulo de controle dos airbags (RCM), que é responsável por monitorar o sistema de airbag. Ele é ativado assim que o veículo é ligado, e ao sinal de qualquer falha, esse controle é acionado e fica sob o console do piso, seus sensores medem a aceleração/desaceleração em caso de colisão graças à um algoritmo implementado. Esse valor é avaliado pelo RCM e se a desaceleração de impacto frontal ou lateral exceder o valor memorizado ele aciona os módulos de airbags e os pré-tensionadores dos cintos, uma luz no painel é acesa para alertar o motorista, e em sua maioria, tais módulos possuem uma memória que são capazes de armazenar energia elétrica para acionar o airbag mesmo se a bateria do veículo for destruída logo no início do acidente (COZAC, et. al., 2018).

Se a bateria for destruída, o circuito de manutenção de tensão no RCM ativa os airbags e se houver avaria a luz de aviso do airbag acende. Esse módulo pode ser reutilizado até 5 vezes após uma colisão, se não for danificado pelo impacto, passando sempre por um autoteste (FORD, 2015).

#### 4.10 CARROS COM AIRBAGS PRÉ E PÓS 1997

Nos Estados Unidos, nos anos de 1960, morriam por acidentes de carro, cerca de 55mil pessoas por ano enquanto para a década de 2010, esta média era de 35 mil mortes (STEVENS, 2015; ANGELO, 2018; MOHAMED e BANERJEE, 1998). Em um estudo Høye, (2010) supõe que os airbags reduzem as fatalidades em acidentes entre motoristas de cinto, principalmente para airbags frontais.

Os airbags foram inventados nos anos 1950, em 1971 com desenvolvimento da General Motors nos EUA, ocorreram a realização dos primeiros testes de colisão (ANGELO, 2018), em 1973 o primeiro carro saiu da fábrica com o dispositivo e o primeiro airbag foi instalado na Classe S da Mercedes, seus veículos considerados de última geração, em 1980 e a Porsche foi a primeira empresa a fazer airbags duplos padrão em 1987. Os airbags eram maiores, e com o tempo foram ajustados para adequar seu uso associado ao cinto de segurança para uma maior efetividade (WILLIAMS e CROCE, 2009). Com o passar dos anos, uma corporação americana

produziu o primeiro airbag inflado por gás em 1994, com sensores e airbags com força de inflação baixa se tornando mais comuns logo em seguida.

Todos os veículos fabricados e vendidos nos Estados Unidos no ano de 1998, passaram a possuir airbags de forma obrigatória por lei, para motorista e passageiro (MEYER e FINNEY, 2005). Dados informados pela Administração Nacional de Segurança do Tráfego Rodoviário (NHTSA) apontam que airbags instalados em automóveis salvaram mais de 10.000 vidas em janeiro de 2004. NHTSA também confirma que 238 pessoas morreram por airbags nos anos de 1990 a 2003, e muitos ferimentos relacionados ao airbag foram relatados, mas olhando a perspectiva que 10.000 pessoas é um número muito maior do que 238, torna-se considerável a eficiência dos airbags. Uma nova Lei foi divulgada em fevereiro de 2009, nela o airbag passa a ser obrigatório nos carros importados comercializados no Brasil.

No Brasil, essa obrigatoriedade surgiu em 2014, para os airbags frontais, todo veículo deverá sair de fábrica com duplo airbag frontal, algo que já era obrigatório a uma década em países como Europa e América do Norte e o primeiro carro produzido em solo nacional com as bolsas de proteção infláveis foi o Fiat Tipo, em 1996 (PERROTA JÚNIOR, 2020; SOARES et al., 2018). Mesmo que essa melhoria na segurança dos passageiros seja um progresso para o setor, tais medidas acarretam um maior custo de produção e, conseqüentemente, maiores preços ao consumidor (DE SOUZA e DEL CASTEL, 2021). Isso nos leva a concluir que enquanto a evolução dos veículos no Brasil for lenta, haverá muitas mortes por falta de recursos e há uma necessidade de discutir sobre a viabilidade econômica de carros que sejam mais seguros, incluindo a instalação de airbags somados a outros dispositivos de segurança (SOARES, 2018).

Conhecidos como crash test (testes de impacto), os dispositivos antropomórficos de teste (ATD), são manequins usados nesses testes e estão por trás de toda essa evolução na segurança veicular, se tornando um dispositivo altamente tecnológico e indispensável durante os processos de testes sem os quais um carro não pode nem ser homologado para fabricação. Dentre vários tipos de teste estão: de colisão frontal, colisão lateral e whiplash ou traseiro.

Desde os primeiros estágios de desenvolvimento, a tecnologia de airbag tem evoluído continuamente em termos de design, materiais e desempenho, em 2005 surgiram os airbags de profundidade dupla para carros de passeio (NAYAK, et al. 2013). Nesta época, as mortes relacionadas aos airbags tiveram um declínio, com nenhuma morte de adultos e 2 mortes de crianças atribuídas aos airbags naquele ano. Até os dias atuais são comuns lesões nos passageiros que possuem um carro equipado com airbag.

#### 4.11 TESTES FEITOS NOS EUA ANTES DE 1997

A NCAP – (New Car Assessment Program) é um programa do governo Norte Americano de segurança veicular, foi criado em 1980, com o objetivo de avaliar novos projetos de automóveis no que tange ao desempenho em termos de segurança dos ocupantes do veículo e de pedestres. Visava incentivar fabricantes de veículos a produzirem carros mais seguros. Ao longo do tempo o programa foi sendo aperfeiçoado, pela adição de avaliações, facilitando o entendimento pelo consumidor.

O protocolo do teste é baseado na FMVSS 208, uma norma que avalia a segurança do veículo para reduzir o número de mortes de ocupantes de veículos, e da gravidade dos ferimentos, especificando os requisitos de resistência ao impacto do veículo em termos de forças e acelerações medidas em dummies antropomórficos em acidentes de colisão. Nos EUA existe ainda outra organização independente que avalia os veículos, o IIHS – (Insurance Institute for Highway Safety), um instituto de seguros para a segurança rodoviária (PEREZ, 2017).

#### 4.12 ESTUDOS DE NOVOS CONCEITOS NA ATUALIDADE

No Brasil recentemente foram incorporadas as tecnologias de freios ABS e sistemas de airbag em todos os modelos de veículos novos fabricados, através de regramentos expedidos por resoluções e leis (WILHELM e GARCIA, 2018). Atualmente, um Sistema de Airbag é uma das tecnologias embarcadas de mais fácil análise, já que cada Sensor, Bolsa ou Cinto são tratados pela Central de Gerenciamento de forma individual, ou seja, a conformidade de um dispositivo independe das condições de

outro dispositivo, logo podemos analisar a efetividade dos dispositivos de individual e em conjunto, e os fabricantes utilizam alta tecnologia para verificação de conformidade, já que o Sistema de Air bag trata-se de uma tecnologia altamente complexa e precisa. O Programa de Avaliação de Carros Novos para América Latina e o Caribe (Latin NCAP) realiza testes de colisão para fornecer aos consumidores informações precisas sobre o desempenho de segurança de seus carros e disponibiliza boletins técnicos dos seus protocolos de testes.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Nos últimos anos o número de recalls, que têm indicado inúmeras falhas no sistema dos airbags. O uso e a criação dos airbags foi de fato significativa na redução de fatalidades em acidentes automobilísticos, em contrapartida a falta de conscientização sobre o uso e a manutenção dos airbags ocasionaram um número expressivo de acidentes, relatados pelos recalls. Baseado nos estudos podemos concluir que a eficiência da funcionalidade de um airbag dependerá de vários fatores, como sua fabricação, instalação e uso. Um dos fatores a serem destacados é a falta do uso do cinto de segurança juntamente com o uso do airbags, podendo provocar um erro no seu acionamento o tornando um risco ao invés de um sistema de segurança, sendo algo totalmente prejudicial ao corpo do passageiro.

Outro ponto importante é realizar as manutenções descritas pelo fabricante e monitorar o tempo de vida útil do airbags. Conforme citado, os airbags possuem substâncias químicas que com o passar do tempo e com as mudanças de temperaturas, podem alterar o seu volume e propriedades, resultando assim uma ativação incorreta do airbag. Isso mostra a importância na divulgação de sua forma de uso e manutenção de forma clara e informativa.

Ao analisar combinação de cintos de segurança e airbags, a forma eficiente de reduzir lesões ocasionadas por um acidente, seria utilização correta do cinto de segurança reduzindo esses perigos e potencializando a proteção gerada pelo airbag. Os airbags protegem adequadamente se combinados com o cinto de segurança, portanto o airbag não substitui o cinto, fato que evidencia a alta periculosidade do mau



funcionamento em um desses componentes e a alta necessidade de atendimento aos Recalls, para a troca desses componentes quando solicitados pelas montadoras. O Código Brasileiro de Trânsito prescreve que todos os ocupantes de um veículo de passeio devem sempre utilizar cintos de segurança, sem o cinto de segurança, os ocupantes podem ser arremessados para muito perto do disparo do airbag, podem bater na estrutura interior ou podem ser arremessados para fora do veículo. É importante lembrar que em 2017 passou a funcionar o Portal de Alertas de Recall do Governo Federal, acessível em [www.justica.gov.br/recall](http://www.justica.gov.br/recall).

## 6 REFERÊNCIAS

ANGELO, B. Airbags da Takata: entenda o recall que já matou no Brasil. Com 29 mortes no mundo incluindo uma no Brasil em 2020, os airbags da Takata explodem como granadas e equipam milhões de carros nacionais. **Revista AutoPapo**. Publicada em 10 de fevereiro de 2017 18:22. Matéria atualizada em 24/03/2020. Disponível em: <https://autopapo.uol.com.br/noticia/recall-takata-airbag/>. Acesso em: 15 out. 2021.

AMALINA, F. **Honda e tanaka airbag – comparativas**. Faculdade de comunicação e estudos de mídia, 2016. <http://inpressglobal.uitm.edu.my/2016/page/2/>. Acesso em: 01 out. 2021.

BAHETY, S.; MOFFITT, B.; PRUCHNIK, W.; & O'ROURKE, J. S. Honda Motor Company: Comunicação e a crise do airbag Takata. Em Casos de Negócios SAGE. **SAGE Publications**, Ltd. 2018. <https://www.doi.org/10.4135/9781526488749>.

BERGER, E. D. Software needs seatbelts and airbags. **Communications of the ACM**, 55(9)48. September, 2012. vol. 55. No. 9. Doi:10.1145/2330667.2330683.

BEN SWARUP M.; AMARAVATHI, K. Airbags for Safety System in Automobile Engineering. Safety-Critical Failure Analysis of Industrial Automotive Airbag System using FMEA and FTA Techniques. **International Journal of Advanced Research in Computer Science**, 5 (5), May–June, 2014,70-74. ISSN No. 0976-5697. DOI: <https://doi.org/10.26483/ijarcs.v5i5.2150>.

BICALHO, A. J. C.; SOUZA, J. H. G.; GOMES, F. S. A engenharia mecânica como ferramenta de segurança automotiva: um review sobre segurança passiva, 2018. **Anais do curso de engenharia mecânica da unievangélica**. Volume 02, número 01, 2018.

CALDERARO-TERCI, M. P. **Estudo dos efeitos da incorporação de aditivos estabilizadores à radiação ultravioleta sobre as propriedades mecânicas e térmicas do polímero ABS**. 2014. 163 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/266102>. Acesso em: 19 mar. 2020.

CBO-GO. **Manual operacional de bombeiros: resgate pré-hospitalar**. Vários colaboradores/Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás. – Goiânia: - 2016. 318 p : il. CDU: 616-083.98.

CHEN, Y. Deontology to Judge the Ethical Business Actions: The Case of Takata. **Open Journal of Business and Management**, 7, 783-787. 2019. doi: 10.4236/ojbm.2019.72052.

DA SILVA, M. U. et al. Desenvolvimento de modelo matemático capaz de prever o amortecimento de impacto realizado por um airbag motorista. **Revista Iberoamericana de Ingeniería Mecánica** 24(2), 03-14. 2020.

D'ELIA, J. Como funciona o sensor que detecta a presença de passageiros? Ele não serve apenas para disparar o alarme de cinto de segurança. Entenda. **Revista Quatro Rodas**. Atualizado em 23 abr 2021, 00h40 – Publicado 14 dez 2015. Disponível em: <https://quatorrodas.abril.com.br/auto-servico/como-funciona-e-para-que-serve-o-sensor-que-detecta-a-presenca-de-passageiros/>. Acesso em: 20 abr. 2021.

DOCA, R. H. **Física**. volume 1: mecânica. Edição 3. São Paulo, 2016.

FERREIRA, G. P. O uso de airbags e veículos blindados, suas vantagens e desvantagens quando relacionados ao salvamento de vítimas envolvidas em acidentes graves. **Biblioteca do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina**, fev. 2011.

FELIX, L. Honda anuncia morte de motorista brasileiro que ignorou recall de airbag. Acidente envolvendo um New Civic 2008 ocorreu no fim de janeiro e teria gerado a primeira vítima fatal do caso Takata no Brasil. **Revista Quatro Rodas**. Atualizado em 17 fev 2020, 08h35 - Publicado em 17 fev 2020, 08h29. Disponível em: <https://quatorrodas.abril.com.br/noticias/honda-anuncia-morte-de-motorista-brasileiro-que-ignorou-recall-de-airbag/>. Acesso em: 20 abr. 2021.

WILHELM, F.; GARCIA, R. L. **Equipamentos de segurança veicular: uma análise da legislação brasileira**. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Especialização em Gestão Pública, Porto Alegre, RS, Brasil. Rev. Elet. Cient. UERGS, v. 4, n. 2 (Número Especial), p. 283-298, 2018. Recebido em: 6 jun. 2017. Revisado em: 5 set. 2017 Aceito: 13 dez. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.21674/244-0479.42.283298>.

GAYLOR, L.; JUNGE, M.; ABANTERIBA, S. Cross-correlation between the controlled collision environment and real-world motor vehicle collisions: Evaluating the protection of the thoracic side airbag. **Traffic Inj Prev**. 2018 May 19;19(4):423-432. doi: 10.1080/15389588.2018.1428314. Epub 2018. Acesso em: 15 março 2021.

GIRÃO, M.; KNUPFER, A.M. **Branding, marketing e sustentabilidade** [recurso eletrônico]. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2020. (216p.) : ePub - Acesso em: 15 de outubro de 2021.

HELLA GmbH & Co. KGaA. Sistema de airbag — Estrutura e funcionamento. **HELLA TECH WORLD – O aliado da oficina**. Rixbecker Straße – 7559552. Lippstadt. <https://www.hella.com/techworld/br/Ficha-tecnica-53/>. Disponível em: Acesso em: 15 out. 2021.

HERNANDO, L. A. E; GARCÍA-NIETO G. G. F; MENCHACA, A.A. Biomecânica de lesiones: utilidad en la valoración del daño corporal. Imprensa da universidade de coimbra. **Revista Portuguesa do Dano Corporal** (24), 2013 [p. 41-55]. Doi:[http://dx.doi.org/10.14195/1647-8630\\_24\\_3](http://dx.doi.org/10.14195/1647-8630_24_3).

HØYE, A. Are airbags a dangerous safety measure? A meta-analysis of the effects of frontal airbags on driver fatalities. **Accident Analysis & Prevention**, 42(6), 2030–2040. 2010. doi:10.1016/j.aap.2010.06.014.

IKEDA, T. **Descrição de itens de segurança veicular passiva e recomendações de seu uso adequado, na condição de ocupante de um veículo automotivo.** Monografia. (Pós-Graduação em Engenharia Automotiva). Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul. São Paulo, 2012. Disponível em: <https://maua.br/files/monografias/seguranca-veicular-dispositivos-de-seguranca-passiva-descricao-e-recomendacoes.pdf>. Acesso em: 27 set. 2021.

JUNIOR, Y. F. M.; FRANÇA, N. S.; SOUZA, H.L.P; FÉLIX, A. J. L.; FÉLIX, S. S. L.; BARROSO E. P. **As principais medidas e ações na prevenção de acidentes.** II Congresso de Saúde Coletiva da UFPR. Educação em Saúde. Acesso em: 15 de outubro de 2021.

KINI, O., SHENOY, J., & SUBRAMANIAM, V. Impact of Financial Leverage on the Incidence and Severity of Product Failures: Evidence from Product Recalls. **The Review of Financial Studies**, 30(5), 1790–1829. 2016. doi:10.1093/rfs/hhw092. Acesso em: 20 de junho de 2021.

BRASIL. Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8078compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8078compilado.htm). Acesso em: 19 mar. 2020.

MADLUNG, A. **The Chemistry behind the Air Bag: High Tech in First-Year Chemistry.** Journal of Chemical Education, [S.l.], v. 73, n. 4, p. 347-348, abr. 1996. Disponível em: Anais do Curso de Engenharia Mecânica da UniEVANGÉLICA 04 a 06 de junho de 2018 Volume 02, Número 01, 2018. <https://doi.org/10.1021/ed073p347>.

CAMPANHAS DE CHAMAMENTO - RECALLS – ANO 2017. Secretaria Nacional do Consumidor. Ministério da Justiça e Segurança Pública. Disponível em: <https://www.justica.gov.br/news/recalls-bateram-novo-recorde-em-2017/campanhas-de-recalls-2017.pdf>. Acesso em: 15 out. 2021.

MOHAMED, A.A.; BANERJEE, A. Patterns of injury associated with automobile airbag use. **Postgrad Med J.** 1998 Aug;74(874):455-8. doi: 10.1136/pgmj.74.874.455. PMID: 9926118; PMCID: PMC2360902.

MCMURRY, TIMOTHY L.; FORMAN, JASON L.; SHAW, G. & CRANDALL. J. R. Evaluating the influence of knee airbags on lower limb and whole-body injury. **Traffic Injury Prevention**, 21:1, 72-77. 2020. DOI: 10.1080/15389588.2019.1698737.

MACARIO, I. Correio técnico: quantas peças ao todo tem um carro como o Chevrolet Onix? Número de componentes individuais pode variar de carro para carro e de acordo com a versão do veículo, podendo haver inclusão de equipamentos extras. **Revista Quatro Rodas.** Publicado em 30 abr 2021. Atualizado em 11 Maio 2021. Disponível em: <https://quatorrodas.abril.com.br/auto-servico/correio-tecnico-quantas-pecas-a-todo-tem-um-carro-como-o-chevrolet-onix/#:~:text=Independentemente%20de%20serem%20essenciais%20ou,70.000%20a%2090.000%20itens%20individuais>. Acesso em: 15 mai. 2021.

MINISTERIO DA JUSTIÇA E SEGURANÇA PÚBLICA. Boletim Recal em números 2019. Secretaria Nacional do Consumidor. Disponível em:

<https://www.defesadoconsumidor.gov.br/images/manuais/BoletimRecall.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2021.

MOTTA, A. Volkswagen convoca recall no Brasil por problema em airbags. Mais de 50 mil unidades de Jetta, Tiguan, Passat e Eos deverão passar por inspeção e reparo. **Revista Quatro Rodas**. Atualizado em 9 nov 2016, 14h41. Disponível em: <https://quatorrodas.abril.com.br/noticias/volkswagen-convoca-recall-no-brasil-por-problema-em-airbags/>. Acesso em: 30 mar. 2021.

PÉREZ L., Viviana, K. **Simulação e análise de lesões na cabeça e pescoço do condutor em uma colisão frontal ao dirigir com apenas uma das mãos**. xv, 112 f., il. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Eletrônicos e Automação) - Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/31582>. Acesso em: 30 mar. 2021.

NAYAK,R.; PADHYE, R.; SINNAPPOO, K.; ARNOLD, L. & BEHERA, B.K. **Airbags**, Textile Progress, 45:4, 209-301. 2013. DOI: 10.1080/00405167.2013.859435.

REIS, A. **Airbags mortais: polícia do sergipe confirma 2º acidente fatal no brasil**. Uol. São Paulo (SP). Disponível em: <https://www.uol.com.br/carros/noticias/redacao/2020/07/16/airbags-mortais-policia-do-se-confirma-segundo-acidente-fatal-no-brasil.htm?cmpid=copiaecola>. Acesso em: 16 jul. 2020.

SEGAL, K. **Total Recall: A Data-Driven Analysis of the Takata Airbag Recall**. Tese. Dietrich College, Carnegie Mellon University Information Systems Department Senior Honors Thesis. 2019. DOI: 10.1184 / R1 / 7789094.v1.

SIC, K. **Comunicação corporativa externa em crises: uma análise da crise do airbag Takata**. Tese de bacharelado. Alemão, 2016. Univerdidade Miiitweida de Ciências Aplicadas. 2016.

DE SOUZA S. A.; DAL CASTEL, R.R.A. **Mercado de Automóveis: Análise da Disposição a Pagar dos Consumidores por Itens de Segurança Freios ABS e Airbag**. Série de Estudos CAEN. Nº 41. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2021.

SHAIKH, T. & CHAUDHARI, DR. SATYAJEET & RASANIA, H. Air Bag: A Safety Restraint System of an Automobile.Int. **Journal of Engineering Research and Applications**. www.ijera.com Vol. 3, Issue 5, Sep-Oct 2013, pp.615-621.

SCHAFMAN, M., MEITZNER, M., BAKER, D., BEEBE, M. et al. "Field Data Study of the Effect of Knee Airbags on Lower Extremity Injury in Frontal Crashes", SAE **Int. J. Adv. & Curr. Prac. in Mobility**. 3(5):2484-2493, 2021. <https://doi.org/10.4271/2021-01-0913>.

SMITH, T.G.; WESSELLS, H.B.; MACK, C.D.; KAUFMAN, R.; BULGER, E.M.; VOELZKE, B.B. Examination of the impact of airbags on renal injury using a national database. **J Am Coll Surg**. 2010 Sep;211(3):355-60. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2010.05.009. Epub 2010 Jul 14. PMID: 20800192.

SOARES, T., AMARANTE, M., & AGUIAR SILVA, M. Estudo do carro mais seguro do mundo. **Revista pesquisa e ação**, 4(1), 183-191. 2018. Disponível em: <https://revistas.brazcubas.br/index.php/pesquisa/article/view/395>. Acesso em: 30 mar. 2021.

STEVENS, L. **O poder e a cultura do automóvel desafia, m a vida e a morte da propaganda do estado da indústria**. Tese. UFRGS, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/117279>. Acesso em: 10 abr. 2021.

TABUCHI, H. **Um airbag mais barato e o caminho de Takata para uma crise mortal**. The New York Times. 2016. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2016/08/27/business/takata-airbag-recall-crisis.html>. Acesso em: 20 mar. 2021.

TORANZO, F.J.M. Lesiones por bolsa de aire. Trauma facial asociado a activación inusual de bolsa de aire. Reporte de un caso. **Revista ADM**. Medigraphic Artemisa en línea. Vol. LXIV, No. 6. Noviembre-Diciembre 2007. pp 255-258. Disponível em: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2007/od076h.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2021.

WILLIAMS, R.F.; CROCE M.A. Are airbags effective in decreasing trauma in auto accidents? **Adv Surg**. 2009; 43:139-45. doi: 10.1016/j.yasu.2009.03.003. PMID: 19845174.