



FACULDADE RATIO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM SEGURANÇA DO TRABALHO

JÚLIO CESAR SABOIA CARNEIRO

**SEGURANÇA VEICULAR: DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA ATIVA E
SEGURANÇA PASSIVA**

FORTALEZA-CE
2015

JÚLIO CESAR SABOIA CARNEIRO

**SEGURANÇA VEICULAR: DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA ATIVA E DE
SEGURANÇA PASSIVA**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Segurança do Trabalho da Ratio - Faculdade Teleológica e Filosófica, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof^a Dr^a Lucili Grangeiro Cortez.

FORTALEZA-CE

2015

JÚLIO CESAR SABOIA CARNEIRO

SEGURANÇA VEICULAR: DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA ATIVA E DE
SEGURANÇA PASSIVA

Monografia apresentada ao Curso de
Graduação em Segurança do Trabalho da
Ratio - Faculdade Teológica e Filosófica,
como requisito parcial para a obtenção do
título de Tecnólogo.

Aprovada em ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Profª Drª Lucili Grangeiro Cortez (Orientadora)
Faculdade Teológica e Filosófica (Ratio)

Profª Drª Karla Lucia Batista Araújo
Faculdade Teológica e Filosófica (Ratio)

Prof. Esp. Xisto Soares Oliveira
Faculdade Teológica e Filosófica (Ratio)

C289s Carneiro, Júlio Cesar Saboia.

Segurança Veicular: dispositivos de segurança ativa e segurança passiva. / Júlio Cesar Saboia Carneiro. Fortaleza, 2015.

42 fls. Enc. Broch.

Orientador(a): Profa. Dra. Lucili Grangeiro Cortez.
Monografia (Graduação) – Faculdade Ratio, Curso
Segurança no Trabalho.

1. Segurança veicular 2. Segurança ativa 3. Segurança passiva I. Profa. Dra. Lucili Grangeiro Cortez. II. Faculdade Ratio, Graduação em Segurança no Trabalho

CDD 363.11

CDU 613.6

A Deus.

À minha esposa, Celiana, companheira no incentivo e paciência durante o período de preparo deste trabalho.

Aos meus filhos, Pedro, Kauã e Caliel, a quem amo muito.

Ao meu pai, Cesar, e à minha mãe, Ângela, sem os quais não estaria aqui neste mundo.

AGRADECIMENTOS

À doutora Lucili Grangeiro Cortez, pela orientação e direção assertiva nos momentos de impasse.

Aos professores que me acompanharam desde o ano de 2012, período do ingresso na Faculdade Ratio para minha formação tecnológica em segurança do trabalho.

E, em especial, aos meus familiares, que sempre me deram força para concluir esta importante graduação.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar os sistemas da segurança veicular ativa e de segurança veicular passiva. Tratam-se de itens que compreendem os sistemas instalados no veículo para evitar a ocorrência de situações de risco e acidentes. Serão analisados os dispositivos que têm a função de reconhecer a importância da condução de um veículo, como, por exemplo, numa subviragem, situação em que o veículo, em curva, tende a sair de frente, acionando o sistema de controle de estabilidade (ESP), que entra em funcionamento sem comando do condutor. Portanto são objetivos específicos desta pesquisa mostrar os aspectos de segurança desses sistemas, suas aplicações, funções, descrições, evoluções e tecnologias atuais. Foi possível concluir que, cada vez mais, a indústria automotiva investe nessas tecnologias, o que ajuda a reduzir a ocorrência de acidentes e a melhorar a imagem dessas empresas na sociedade, contribuindo para a segurança veicular.

Palavras-chave: Segurança veicular. Segurança ativa. Segurança passiva. Funcionamento.

ABSTRACT

This paper aims to present the active vehicle safety and passive vehicle safety systems. These are items that comprise the systems installed in the vehicle to avoid the occurrence of dangerous situations and accidents. We will analyze the devices that have the function of recognizing the importance of the driving of a vehicle, such as, for example, an understeer, a situation in which the vehicle, in a corner, tends to leave the front, activating the stability control system (ESP), which goes into operation without the driver's control. Therefore, the specific objectives of this research are to show the security aspects of these systems, their applications, functions, descriptions, evolutions and current technologies. It was possible to conclude that, increasingly, the automotive industry invests in these technologies, which helps to reduce the occurrence of accidents and improve the image of these companies in society, contributing to vehicle safety.

Keywords: Vehicle safety. Active safety. Passive safety. Operation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Veículo com seus sistemas de segurança e respectivos componentes	15
Figura 2 -	Ilustração sobre a relação entre segurança passiva e ativa com a condução do veículo e o apoio ao condutor	16
Figura 3 -	Painel: segurança veicular	17
Figura 4 -	Demonstração do funcionamento do sistema (ESP)	22
Figura 5 -	Demonstração do funcionamento do sistema (ASR)	23
Figura 6 -	Descrição do funcionamento do sistema (EDS)	23
Figura 7 -	Descrição do funcionamento do sistema (ABS)	24
Figura 8 -	Descrição do funcionamento do sistema <i>Break Assist</i>	24
Figura 9 -	Incidência das lesões em cada parte do corpo nos casos de colisão entre pedestres e veículos	25
Figura 10 -	Níveis da colisão e ação do dispositivo de segurança passiva (cinto de segurança de três pontos airbags)	27
Figura 11 -	Evolução do cinto de segurança	28
Figura 12 -	Demonstração da ativação dos <i>airbags</i>	29
Figura 13 -	Unidade de controle do <i>airbag</i> (UC)	31
Figura 14 -	Ativação do <i>Airbag</i> sem lesão ao condutor	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução do sistema de segurança (Associação Brasileira de Prevenção dos Acidentes de Trânsito, 2006)	14
Tabela 2 - Dados sobre a eficiência do uso de sistemas de Airbag em conjunto com Cinto de Segurança	29

LISTA DE SIGLAS, ACRÔNIMOS E ABREVIATURAS

ABS -	<i>Anti-lock Braking System</i>
ASR -	Sistema de Controle Antipatinação
AEA -	Associação Brasileira de Engenharia Automotiva
ABPAT -	Associação Brasileira de Prevenção dos Acidentes de Trânsito
BRICS -	Abreviação dos termos em inglês: Brazil, Rússia, Índia, South África
CONTRAN -	Conselho Nacional de Trânsito
CONAMA -	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EDS -	<i>Eletronic Dynamic System</i>
EUA -	Estados Unidos da América
ESP -	<i>Eletronic Stability Program</i>
IBGE -	Instituição Brasileira Geográfica e Estatística
SAE -	<i>Society of Automotive Engineers</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 SEGURANÇA VEICULAR	13
2.1 Congresso sobre segurança veicular	17
3 SEGURANÇA VEICULAR ATIVA E PASSIVA	20
3.1 A nova tecnologia e evolução dos dispositivos de segurança ativa	22
3.2 A nova tecnologia e evolução dos dispositivos de segurança passiva	25
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta os dispositivos de segurança ativa e de segurança passiva dos veículos automotivos. Seu objetivo central é reconhecer a importância e a evolução do sistema de segurança ativa e passiva que, quando aplicado nos veículos automotivos, pode assegurar a vida do condutor.

Conforme o Código de Trânsito Brasileiro (CBT), no art. 61, capítulo III das normas gerais de circulação e conduta, a velocidade máxima permitida para a via será indicada por meio de sinalização, obedecendo a suas características técnicas, as condições de trânsito e a redução de velocidade. Ainda prevê a Resolução nº 180/05 a necessidade do atendimento aos procedimentos para regulamentar a redução de velocidade, com base em estudos de engenharia que levem em conta diversos fatores, entre os quais: tempo de percepção/reação do condutor; e distância de frenagem em função da redução, de forma a garantir segurança.

Portanto, pretende-se abordar, neste trabalho, as principais evoluções dos dispositivos de segurança aplicados nos veículos automotivos. Esses dispositivos se dividem em dispositivos de segurança ativa, que são todos aqueles equipamentos e/ou características de projetos que permitem ao condutor dirigir o veículo e também evitar uma colisão, e de segurança passiva, que são equipamentos e/ou características de projetos que procuram reduzir ou até evitar os ferimentos graves e fatais ao condutor e também aos ocupantes dos veículos.

Buscar-se-á analisar os dispositivos de segurança ativa e de segurança passiva que garantem a segurança do condutor e dos demais ocupantes do veículo. Será visto que, entre o período de 1899 a 2001, a evolução do sistema de segurança, e o início da aplicação dos dispositivos diminuíram o número de acidentes registrados. Nesse contexto, este trabalho busca demonstrar que os dispositivos foram se desenvolvendo ao longo do tempo, conforme explicita a Associação Brasileira de Engenharia Automotiva (AEA), sanando problemas de segurança no trânsito.

Discutir-se-á, também, a importância da aplicação dos itens de segurança ativa e de segurança passiva nos veículos automotivos, principalmente nos veículos da linha convencional, que se diferenciam hoje dos dispositivos já aplicados de série nos veículos da linha executiva.

A evolução do sistema de segurança veicular se faz mais presente e necessária diante de tanto acidente, conforme estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que indica que cerca de 193,2 milhões de brasileiros sofreram acidentes de trânsito no período de julho de 2010 (TRÂNSITOBR, on-line). Em contrapartida, nos últimos anos, a fabricação dos automóveis desenvolve cada vez mais inovações, visando deixar os veículos mais seguros. Porém, ao contrário do que propõe a década, algumas tecnologias não são obrigatórias e ainda são acessíveis apenas para aqueles que têm maior poder aquisitivo.

O engenheiro mecânico e professor da Unicamp, Celso Arruda, explica que acidentes são reduzidos com educação e engenharia – pontos que envolvem a interação do veículo com a pista, sinalização, qualidade do piso, inclinação da curva, além da tecnologia do veículo e da fiscalização eficiente (ARRUDA, 2010). Ele conclui que é preciso separar segurança ativa, que evita acidente, de segurança passiva, após o acidente. Acidentes de trânsito dependem apenas dos itens de segurança ativa, tal como o freio ABS, que permitem maior manobrabilidade do carro em situações emergenciais. Já os cintos são de segurança passiva e reduzem os danos aos passageiros (ARRUDA, 2010).

Assim, a principal finalidade deste trabalho é mostrar a evolução dos dispositivos de segurança ativa e de segurança passiva que estão disponíveis para aplicação nos veículos automotivos. Logo, faz-se necessário identificar na segurança veicular os benefícios dos dispositivos que mantêm os ocupantes no seu respectivo lugar, mesmo com uma parada brusca do veículo, por exemplo.

A metodologia aplicada nesta pesquisa será a qualitativa e bibliográfica, apresentando a evolução dos dispositivos de segurança ativa e da segurança passiva automotiva, o conceito e o funcionamento dos principais dispositivos, sua história e os benefícios que a segurança veicular passiva traz para o condutor e os ocupantes de um veículo automotivo.

2 SEGURANÇA VEICULAR

Há mais de 100 anos, Bertha Benz empreendeu a primeira viagem de automóvel. Os maiores perigos vinham do péssimo estado das estradas. O buraco mais próximo podia significar um eixo partido e o fim antecipado da viagem. Com o passar dos anos, a quantidade de veículos de duas rodas e acima foi aumentando nas ruas e rodovias e a falta de estrutura e más condições das vias fizeram o número de acidentes graves crescerem.

Esse crescimento fez com que as pessoas mudassem o modo de pensar e o tema segurança veicular começou a ter prioridade nos anos 1960, com a criação de novas leis nos EUA que abordavam a importância de desenvolver carros mais seguros.

Os para-choques tiveram que passar a ter capacidade para absorver uma determinada quantidade de energia, os para-brisas tinham que estar a uma determinada distância da cabeça do condutor e novas formas no *design* do automóvel passaram a ser necessárias para cumprir determinadas exigências. Além disso, a evolução tecnológica cresceu consideravelmente e agregou indiscutivelmente melhoras nos sistemas iniciais.

Na tabela 1, é possível identificar quando os sistemas de segurança foram implementados nos automóveis.

Tabela 1 - Evolução do sistema de segurança

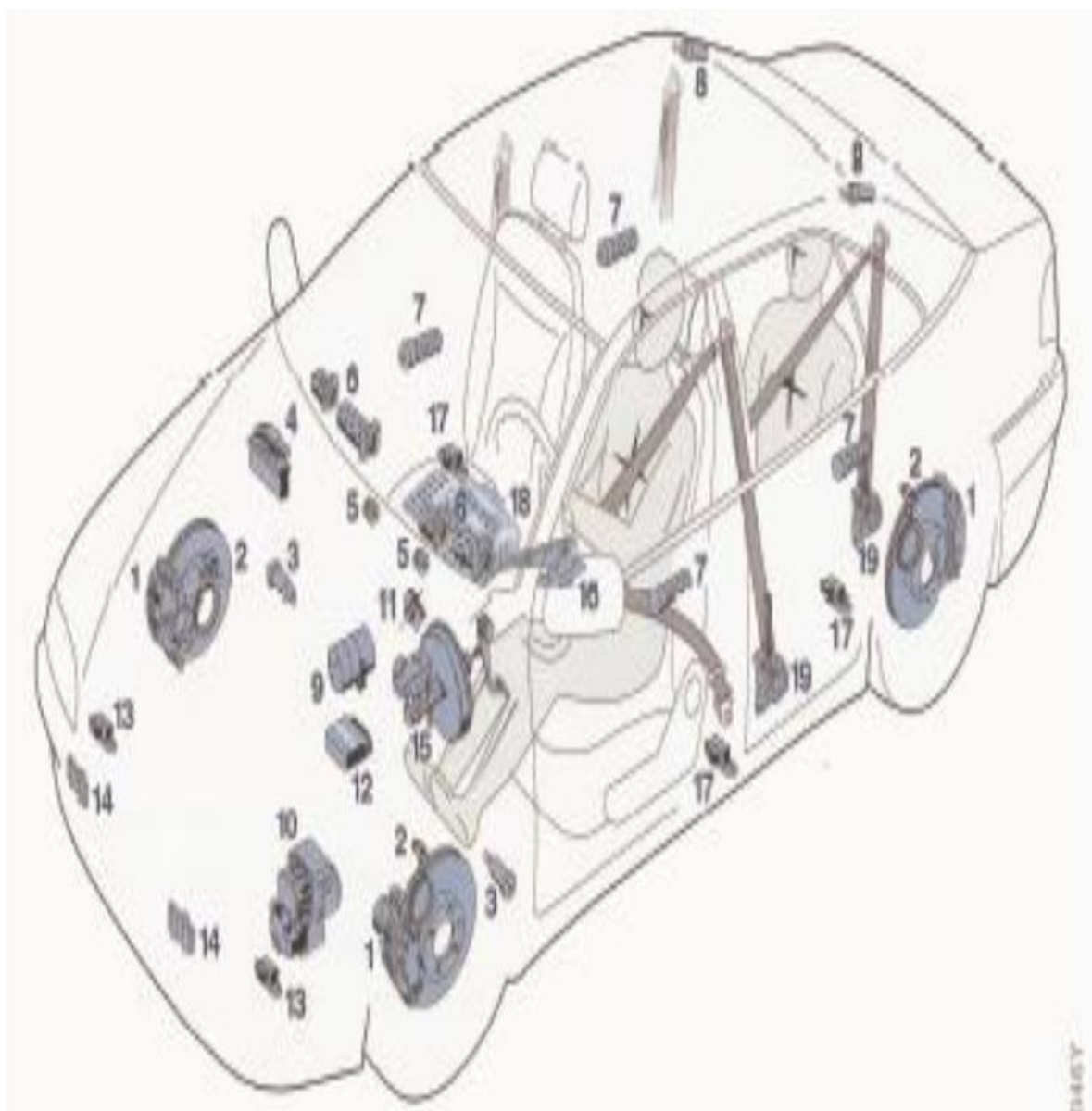
Ano de introdução	Sistema
1899	Freio por cintas externas
1902	Freio a tambor com sapatas internas
1919	Freio hidráulico servo-assistido
1955	Freio a disco
1968	Cinto de segurança de três pontos
1978	ABS <i>"Antilock Braking System"</i>
1979	Tensionador do cinto de segurança pirotécnico
1979	<i>"Airbag"</i>
1987	TCS <i>"Traction Control System"</i>
1989	Barra de proteção de capotamento automática para conversíveis
1995	ESP <i>"Electronic Stability Program"</i>
1995	Limitador de força no cinto de segurança
1995	<i>"Airbag"</i> lateral
2001	ACC <i>"Adaptive Cruise Control"</i>
2001	SBC <i>"Sensotronic Brake Control"</i>

Fonte: ABPA (2006).

O desenvolvimento da segurança veicular não foi realizado apenas para garantir a integridade física dos ocupantes do automóvel, mas também para garantir a proteção dos demais seres que compartilham as vias e o próprio meio ambiente.

A figura 1 a seguir, publicada pela Bosch, apresenta um sumário cronológico dos principais dispositivos de segurança encontrados nos veículos modernos.

Figura 1 - Veículo com seus sistemas de segurança e respectivos componentes

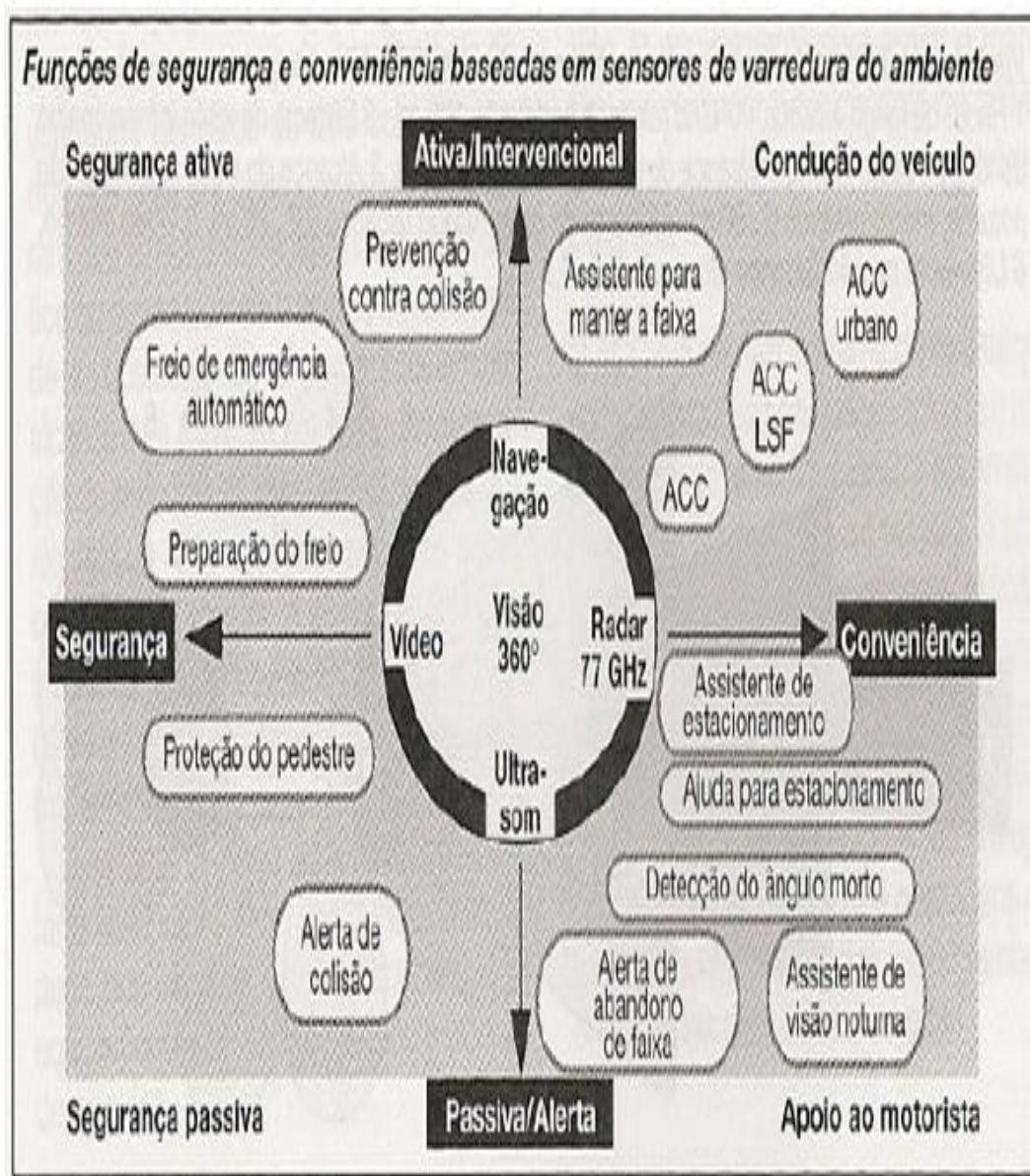


Fonte: Bosch (2005).

Os sistemas de segurança são divididos em duas classes de atuação: segurança ativa e segurança passiva. O objetivo de ambos os sistemas é garantir a integridade física dos passageiros, porém em momentos diferentes. Na figura 2 temos o comparativo entre a segurança ativa, segurança passiva e a relação delas com a

condução do veículo e o apoio ao motorista em um sistema de segurança e conveniência baseados em sensores de varredura do ambiente. Em cada um dos quadrantes encontram-se sistemas que tendem para a segurança ou a conveniência, além de informar se são sistemas ativos ou passivos (LIMA, 2011).

Figura 2 - Ilustração sobre a relação entre segurança passiva e ativa com a condução do veículo e o apoio ao condutor



Fonte: Bosch (2005)

2.1 Congresso sobre segurança veicular

Figura 3 - Painel: segurança veicular



The image shows a screenshot of a website panel for the 21st SAE Brazil Congress. At the top left, it says "2-4 | out. Expo Center Norte, São Paulo - Brasil". The main title is "Congresso 2012 SAE BRASIL". Below this, it states "21º CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAIS DE TECNOLOGIA DA MOBILIDADE" and "A engenharia da mobilidade em mercados competitivos: soluções por meio de inovações tecnológicas". There are navigation links for "PÁGINA INICIAL" and "CONTATO". Social media sharing buttons for "Tweet", "Recomendar", and "Enviar" are present. A central image shows a hand holding a small red toy car. Below the image, the title "Segurança Veicular" is displayed, followed by the chairperson "Ricardo Plöger" and co-chairperson "Marcelo Bertocchi". The date and time are "03/10/2012 - 9h às 10:30h / Auditório: Jaçana 3". The theme is "POSIÇÃO DO BRASIL NO CONTEXTO MUNDIAL DA SEGURANÇA VEICULAR - DÉCADA DE AÇÃO POR SEGURANÇA NO TRÂNSITO".

2-4 | out. Expo Center Norte, São Paulo - Brasil

Congresso 2012 SAE BRASIL

Host do Congresso SAE BRASIL 2012

PETROBRAS BRASIL

21º CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAIS DE TECNOLOGIA DA MOBILIDADE
A engenharia da mobilidade em mercados competitivos: soluções por meio de inovações tecnológicas

Você está em: [Página Inicial](#) | [Congresso SAE BRASIL](#) | [Painéis](#)

[Tweet](#) [Recomendar](#) [Enviar](#)



Segurança Veicular

Chairperson
Ricardo Plöger

Co-Chairperson
Marcelo Bertocchi

03/10/2012 - 9h às 10:30h / Auditório: Jaçana 3

TEMA
POSIÇÃO DO BRASIL NO CONTEXTO MUNDIAL DA SEGURANÇA VEICULAR - DÉCADA DE AÇÃO POR SEGURANÇA NO TRÂNSITO

O congresso SAE Brasil, no dia 3 de outubro, promoveu no painel de segurança veicular o tema: “Posição do Brasil no contexto mundial da segurança veicular - Década de ação por segurança no trânsito”. O painel foi dividido em apresentações onde Luis RiogiMiura (ex-diretor geral do DETRAN/DF), Eduardo José Daros (Presidente da ABRASPE - Associação Brasileira de Pedestre) e Marcelo Bertocchi (da Comissão Técnica de Segurança Veicular da SAE do Brasil), três conceituados especialistas da área de segurança veicular que expuseram suas percepções e preocupações atuais ao tema. O painel foi mediado por outro conhecido integrante do meio, o jornalista e consultor em programas de Segurança no Trânsito, Pedro Corrêa.

A primeira apresentação foi conduzida por Luiz RiogiMiura, 63, que trouxe o exemplo de Brasília no período de 1985 a 1998, em que foram adotadas medidas para redução de velocidade nos locais onde ela já era regulamentada, mas não fiscalizada. A adoção de “pardais”, as ações conjuntas de órgãos da imprensa local e sociedade civil para conscientização e atuação presente do governo estadual trouxeram o índice de vítimas fatais de 11 para 5,5 por mil veículos rodados no Distrito Federal. Miura acrescenta um dado interessante que diz respeito à drástica redução da velocidade média nos locais mensurados em pesquisa após estes quatro anos.

Trechos com velocidade máxima permitida de 60 km/h chegavam a quase 100 km/h de média em 1995, caindo para abaixo dos 55 km/h de média em alguns trechos em 1998. O exemplo de Brasília – salientou Miura, é um testemunho real de que mesmo com o aumento da frota de veículos em circulação, é possível atuar com ações que diminuam os índices de acidentes.

Na sequência, Eduardo José Daros lembrou a importância do atendimento sociocultural de cada país para se distinguir o que é possível se fazer ou não, em curto prazo, apenas com a educação do povo. Em visão, o Brasil não deve alcançar nem em trinta anos o grau de discernimento encontrado hoje nos países escandinavos. Isto é dito de forma categórica, com a naturalidade de um ativista na causa dos pedestres e a experiência dos seus 78 anos. Em um dos exemplos cita a Rússia como um país que investe em campanhas educativas, mas tem dificuldades na modificação do comportamento de parte da população no que diz respeito à bebida e à direção. Prosseguindo em sua exposição, Daros afirma que aumentaram o número de veículos, o crescimento desordenado dos centros urbanos e a falta de planejamento

e investimento em infraestrutura de trânsito, o que acarreta a disputa de espaço com os pedestres que, no Brasil, são vistos como cidadãos de segunda categoria, parte por nossa culpa, pois todos somos pedestres e aceitamos muito daquilo que deveria ser inaceitável.

O excesso de velocidade nas vias, coletoras e locais também é alvo de suas preocupações, pois hoje se presenciam veículos trafegando a mais de 60 km/h onde deveram estar circulando a 40 km/h e 30 km/h respectivamente. Ilustrando os dados descritos, foi apresentado o comparativo entre dois veículos separados pela diferença de velocidade de 10 km/h e a significativa redução de trecho percorrido após frenagem no veículo mais lento. Campanhas atuais trazem estes dados e reforçam o que pode ser a diferença entre um acidente leve e fatal.

Marcelo Bertocchina, na terceira parte do painel, trouxe recentes dados estatísticos referentes ao posicionamento do Brasil diante dos BRICS e do mundo. Em sua análise, mostrou o impacto causado pelo número crescente de motos sendo vendidas no país, sua relação com o aumento no índice de mortos no trânsito e a correlação com o resto do mundo. Bertocchi dividiu, para análise, as categorias em quatro: o automóvel, a motocicleta, a bicicleta e o pedestre. Concluiu que a maior deficiência hoje no Brasil está relacionada à política para o investimento em infraestrutura de trânsito: à fiscalização por parte do governo e à falta de mobilização e maior envolvimento da sociedade civil. Em matéria de regulamentação e informação, no que diz respeito ao automóvel, o Brasil está bem posicionado, comparado até com países de referência, mas deixa bastante a desejar quando se falam de motos, bicicletas e pedestres.

O mediador JP Corrêa fechou o painel ressaltando mais uma vez a necessidade da vontade da política e a implantação de um plano de ação para diminuir os números de vítimas da violência no Trânsito (Ikeda. Toshiaki, 2012, P. 65).

3 SEGURANÇA VEICULAR ATIVA E PASSIVA

Segurança ativa compreende todas as medidas destinadas a evitar os acidentes. Na segurança ativa, a condição das ruas e rodovias tem um papel muito importante, assim como a sinalização.

Nos veículos, houve uma grande evolução nos últimos 15 anos. Muitas invenções foram desenvolvidas e melhoraram decisivamente aspectos como a estabilidade direcional, a travagem, a visibilidade e a ergonomia, assim como assistentes à travagem controlada eletronicamente, sistemas anti-bloqueio, programas de estabilidade, controles de tração e muitos outros. Até ao assistente de transposição de Bermas e novos conceitos de ergonomia como o *I-Drive* ou os comandos por voz indicam novos caminhos na segurança ativa dos nossos automóveis.

Esta classe de segurança é dividida em quatro ambientes que devem se complementar para que a eficiência do sistema seja garantida, são eles: segurança de circulação, segurança condicional, segurança perceptiva e segurança operacional (BOSCH, 2005).

A segurança de circulação é responsável pela concepção harmoniosa do chassi em relação ao alinhamento das rodas, pelo balanceamento do sistema de suspensão e pelo sistema de direção e freios. Esse conjunto de variáveis interfere diretamente no comportamento dinâmico do veículo, sendo que problemas nessa parte podem colocar em risco a vida dos ocupantes.

A segurança condicional trata da sobrecarga psicológica dos ocupantes do veículo por exposições a oscilações, ruídos e influências climáticas. O quão menor for a exposição do motorista a esses fatores, maior será o conforto psicológico. Quando a exposição a esses fatores é excessiva, a percepção e o reflexo do motorista podem ser afetados, podendo causar acidentes.

Já a segurança perceptiva tem como objetivo utilizar a capacidade da percepção humana através do sistema audiovisual para incrementar a segurança veicular. Essa vertente utiliza de recursos não somente nos veículos, mas também nas ruas e rodovias. No veículo, são utilizados itens como os faróis, o conjunto de lanternas traseiras e dianteiras e também os sistemas de alertas sonoros. Do mesmo modo, o sistema rodoviário deve ser equipado com itens que auxiliem o motorista a

manter a própria segurança e a dos demais no trânsito. Itens como os semáforos, as identificações de faixas, as pinturas refletivas, os obstáculos horizontais que auxiliam na identificação dos limites de faixas quando há pouca visibilidade e no controle de velocidade, as placas de identificações de limite de velocidade e todos os outros tipos de sinalização vertical fazem parte desse sistema.

Para cada item de identificação visual nas rodovias, existem legislações de trânsito que regulamentam o modo de aplicação e também o que cada sinalização representa, como a resolução CONTRAN nº180/2005, que descreve as normas para identificação de sinalização vertical de regulamentação (placas de trânsito) (DENATRAN, 2005). Em dezembro de 2006, a prefeitura de São Paulo colocou em vigor um decreto onde se limita e regulamenta a exposição de faixas, banners, outdoors e qualquer outro tipo de mídia visual encontrada em vias urbanas no município, conhecida como “Lei da Cidade Limpa”. Essa lei tem como principal objetivo diminuir a poluição visual que os motoristas encontram nas vias urbanas da cidade. Essa poluição se mistura com a sinalização das ruas e avenidas e faz com que, em muitos casos, não seja possível identificar placas e outros tipos de sinalização que são de alta importância para a segurança veicular. Com isso, padrões e limites foram impostos a fim de não prejudicar a percepção dos condutores e também retirar o excesso de propagandas que até então eram efetuadas livremente. Para as empresas ou pessoas que não cumprirem ou que infringirem alguma das regras da lei nº 14.223 e do decreto nº 47.950/06, penalizações como multas a partir de R\$10 mil são aplicadas (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2006).

Por fim, a segurança operacional é responsável pelo posicionamento ergométrico do motorista e dos passageiros. É importante que os acionamentos do veículo fiquem posicionados de forma prática e de fácil acesso para que o motorista não exerça grandes esforços físicos, o que causaria uma desconcentração momentânea e possivelmente seria um fator que levaria a um acidente (BOSCH, 2005).

3.1 A nova tecnologia e evolução dos dispositivos de segurança ativa

Electronic Stability program (ESP) é o sistema de controle de estabilidade dinâmica do veículo e sua finalidade principal é corrigir o veículo em situações de subviragem e sobreviragem. Na condição de subviragem, situação em que o veículo numa curva tende a sair de frente, o ESP aciona automaticamente o freio da roda traseira interior à curva. Na condição de sobreviragem, situação em que tende a sair de traseira durante a realização da curva, o ESP aciona momentaneamente o freio da roda dianteira exterior à curva.

Portanto, o ESP não depende do condutor e funcionará mesmo que o condutor não acione o pedal do freio, e sempre que o ESP entra em funcionamento, pisca uma luz no painel de instrumento do veículo.

Figura 4 - Demonstração do funcionamento do sistema (ESP)



Fonte Hyundai (2014).

O sistema de controle de antipatinação da roda (ASR) tem sua finalidade principal de receber as informações de velocidades das rodas que estiverem tendendo a uma patinação e/ou deslizamento e controla os freios dessas ou a rotação do motor. Sempre que acelera o motor, há uma possibilidade de as rodas patinarem. Caso isso se verifique, o motor é reduzido momentaneamente até se restabelecer a aderência, sem depender do condutor do veículo.

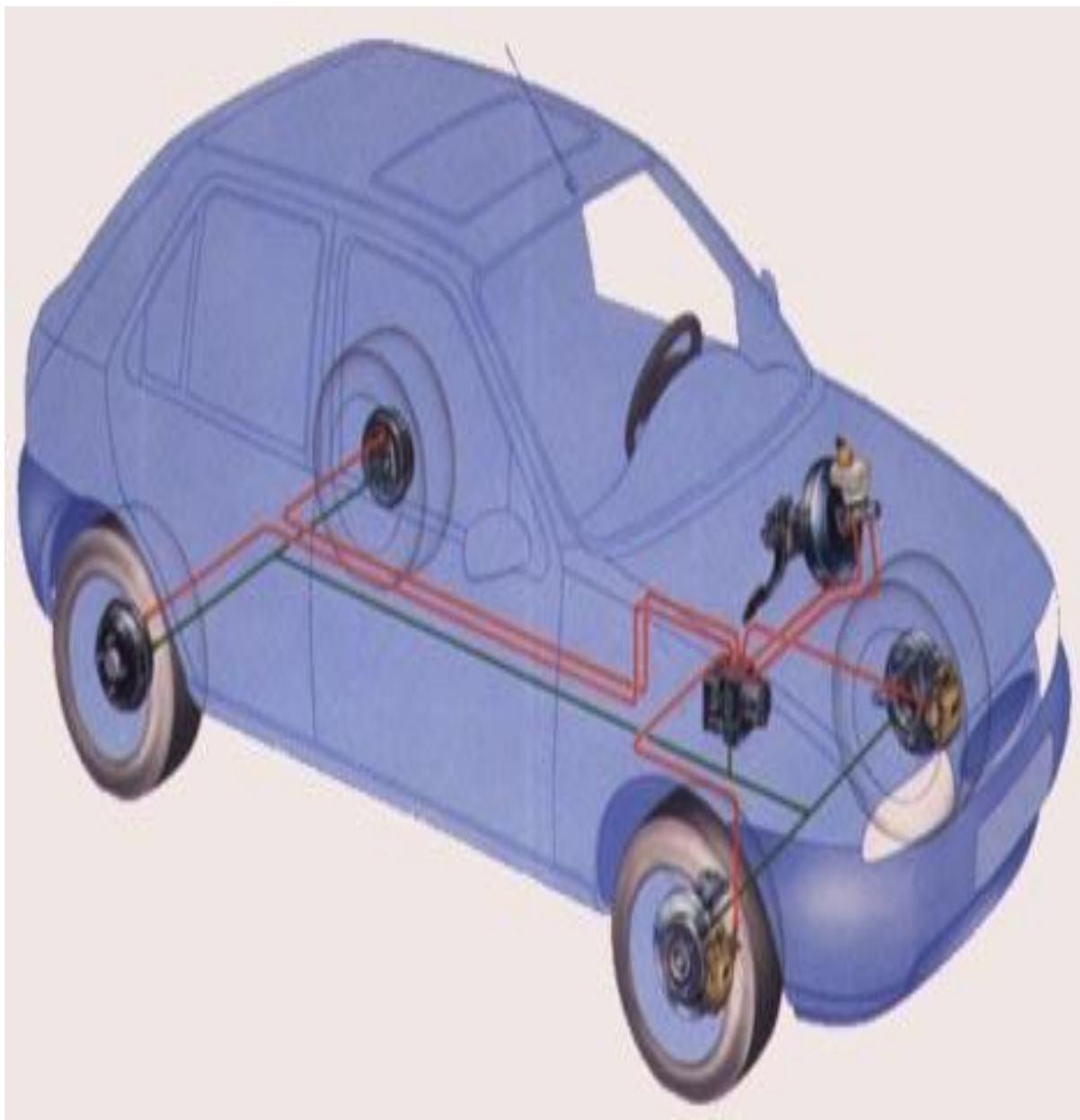
Figura 5 - Demonstração do funcionamento do sistema (ASR)



Fonte: Bosch (2010).

O *Electronic dynamic system* (EDS) é o sistema de antipatinagem no arranque. Sua principal finalidade é detectar se uma roda está a patinar num arranque. Caso isso se verifique, sem o comando do condutor o sistema aplica os travões nessa roda para a aderência ser restabelecida na outra roda motriz.

Figura 6 - Descrição do funcionamento do sistema (EDS)



Fonte: Ford (2009).

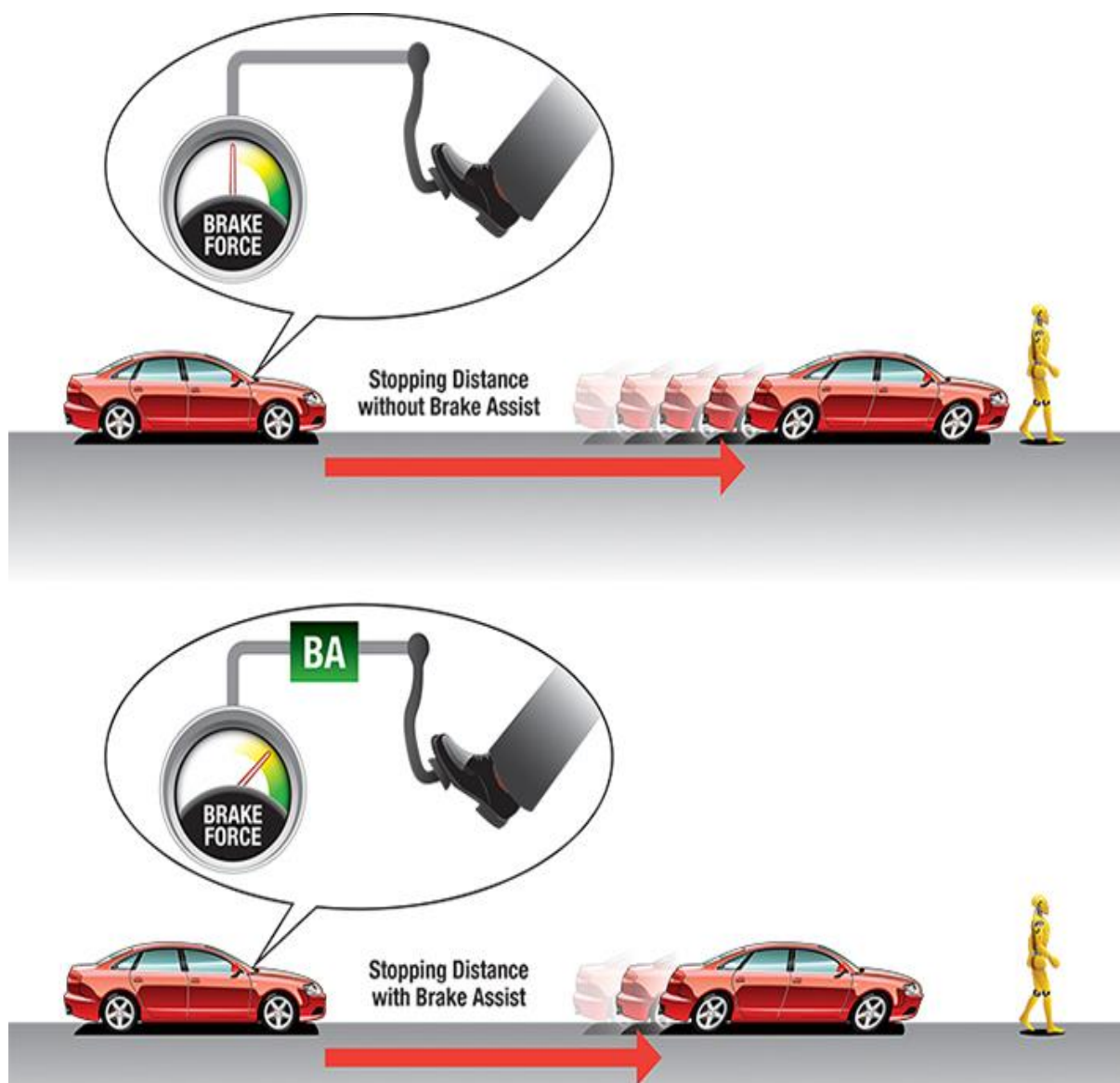
O *Anti-lock breaking system* (ABS) é o sistema de antitravamento das rodas. Sua finalidade é evitar que a roda bloqueie quando o pedal de freio é pisado fortemente e entre em derrapagem, deixando o automóvel sem aderência à pista. Assim, evita-se o descontrole do veículo, permitindo que obstáculos sejam desviados enquanto se freia e aproveita-se mais o atrito estático, que é maior que o atrito cinético de deslizamento.

Figura 7 - Descrição do funcionamento do sistema (ABS)



Fonte: Renault (2014).

O *break assist* é o sistema de assistência de travagem eletrônica. Sua finalidade é reduzir a força necessária para aplicar os freios totalmente. Ele monitora a pressão do pedal de freio para detectar automaticamente a travagem de emergência. Em seguida, ele aumenta a pressão de travagem para níveis além daqueles do pedal do motorista e mais rapidamente para encurtar as distâncias de paragem. Isso pode evitar uma colisão.

Figura 8 - Descrição do funcionamento do sistema *Break Assist*

Fonte: Transport Canada (2008).

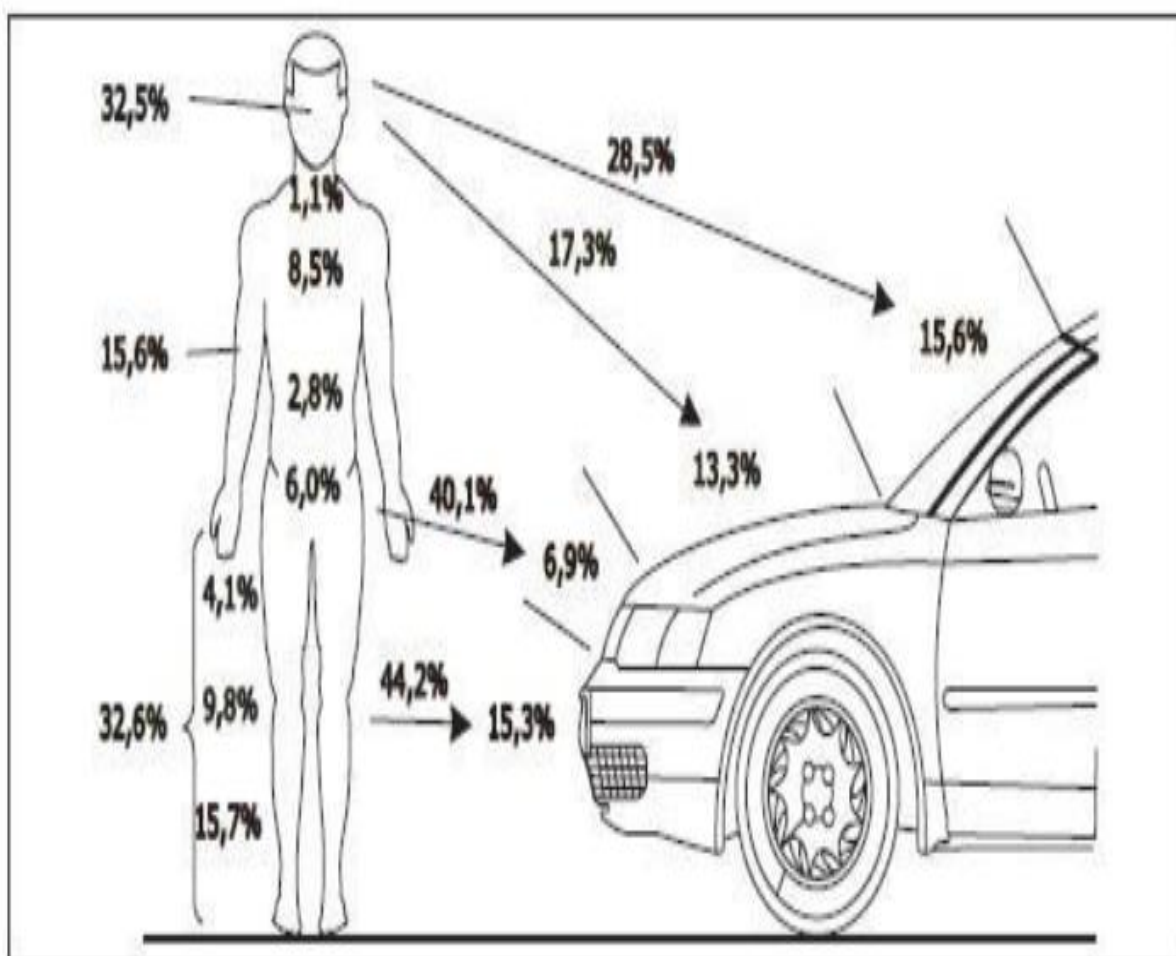
3.2 A nova tecnologia e evolução dos dispositivos de segurança passiva

Segurança passiva são todas as medidas destinadas a minimizar as consequências de um acidente, tanto aos passageiros dos veículos como aos pedestres. Essa classe de segurança é dividida em dois ambientes que devem se complementar para que a eficiência do sistema seja garantida, são eles: segurança externa e segurança interna (BOSCH, 2005).

São consideradas segurança externa todas as medidas tomadas com relação ao veículo que são realizadas para minimizar os efeitos de um acidente sobre pedestres, ciclistas e motociclistas. Para isso, fatores como o comportamento deformável da carroceria do veículo e o formato externo da mesma são determinantes para a segurança externa. O principal objetivo da segurança externa é, através da concepção adequada das zonas de possível contato, reduzir ao mínimo as consequências geradas por uma colisão primária (colisão entre pessoas no exterior do veículo com o próprio veículo).

Estudos são realizados baseados em simulações de impacto e levantamento de dados estatísticos para mensurar quais as zonas de maior impacto no veículo e os pontos que provocam maiores lesões no carro de atropelamentos.

Figura 9 - Incidência das lesões em cada parte do corpo nos casos de colisão entre pedestres e veículos



Fonte: Bertocchi (2005).

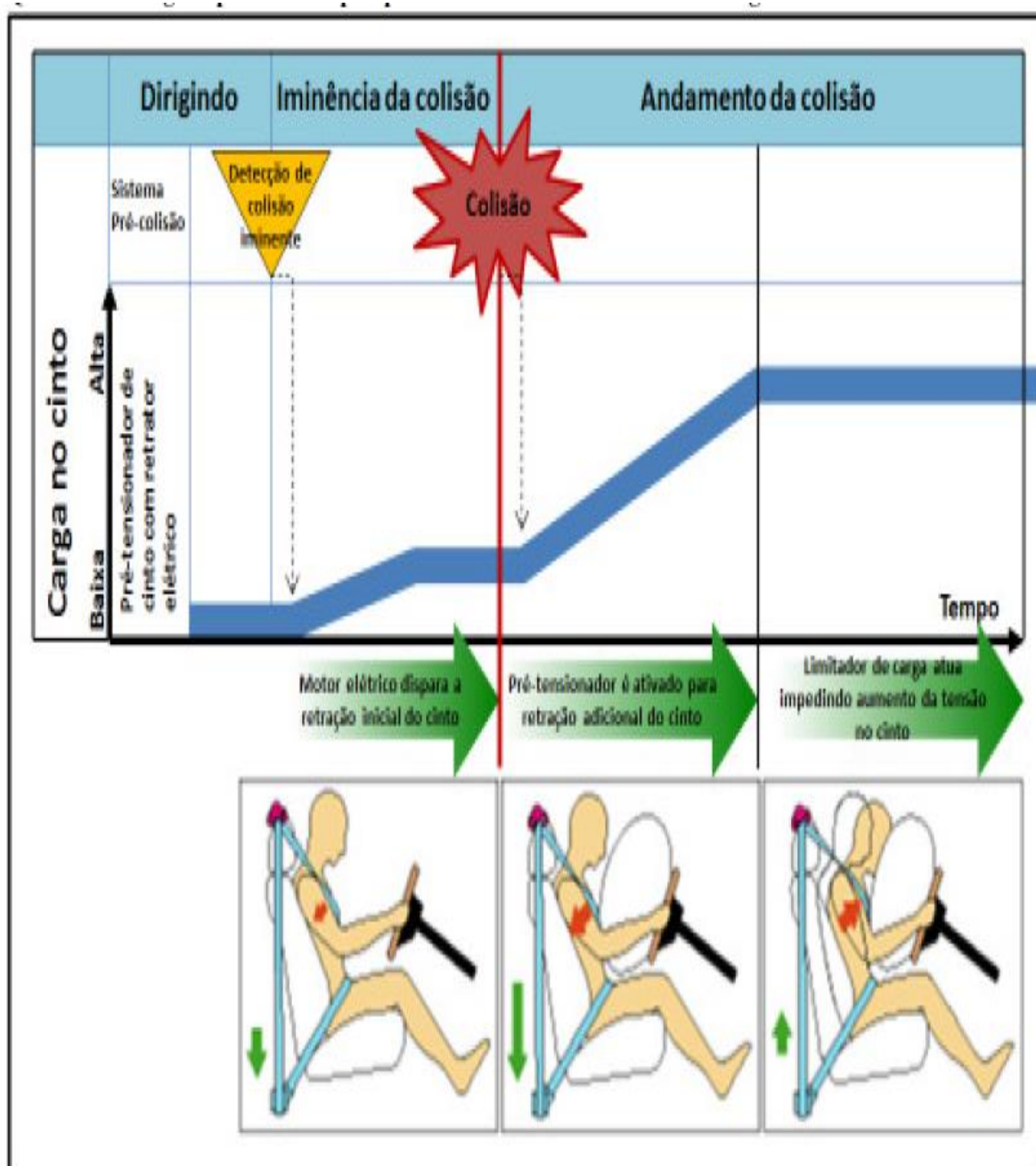
Quando o acidente envolve um veículo automotor e um segundo de duas rodas (bicicletas e motocicletas), a quantidade de energia cinética envolvida no sistema será maior em função da velocidade em que ambos se encontram, a altura do assento do motorista do veículo de duas rodas e da dispersão dos pontos de contato, sendo que as consequências desse acidente dificilmente podem ser influenciadas por meio de providências conceptivas na estrutura do automóvel. Em virtude disto, medidas passíveis de implementações utilizadas para tal podem ser: faróis deslocáveis, limpadores de para-brisas recuados, calhas recuadas, maçanetas das portas recuadas, etc. (BOSCH, 2005).

Assim como na segurança ativa, as vias rodoviárias também devem conter itens para amenizar o resultado do impacto no caso de um acidente onde o veículo colida com as proteções da pista. Com essa concepção, itens como as defensas entre pistas (*guard-rail*), valetas que separam pistas e proteção em pilares de pontes são empregados em vias públicas para que o resultado do acidente não seja ainda maior (PROJETO IMPACTO, 2007).

Já a segurança interna abrange soluções implementadas no veículo, com o intuito de amenizar os danos causados aos ocupantes dos mesmos. Os itens destinados a esse tipo de proteção possuem como principal objetivo minimizar as acelerações e as forças atuantes sobre os corpos durante um acidente, além de também garantirem espaço suficiente para sobrevivência e manterem funcionais os componentes necessários para libertação dos ocupantes, no caso de uma colisão mais grave (BOSCH, 2005).

Fazem parte da segurança passiva interna: o cinto de segurança, os *airbags*, vidros não estilhaçáveis, para-choques dianteiro e traseiro, sistema de freios ABS, a capacidade da carroceria absorver a energia do impacto com a menor deformação possível no ambiente do habitáculo, a proteção contra incêndio através da estanqueidade do combustível, etc. (BOSCH, 2005; PROJETO IMPACTO, 2007).

Figura 10 - Níveis da colisão e ação do dispositivo de segurança passiva (cinto de segurança de três pontos *airbags*)

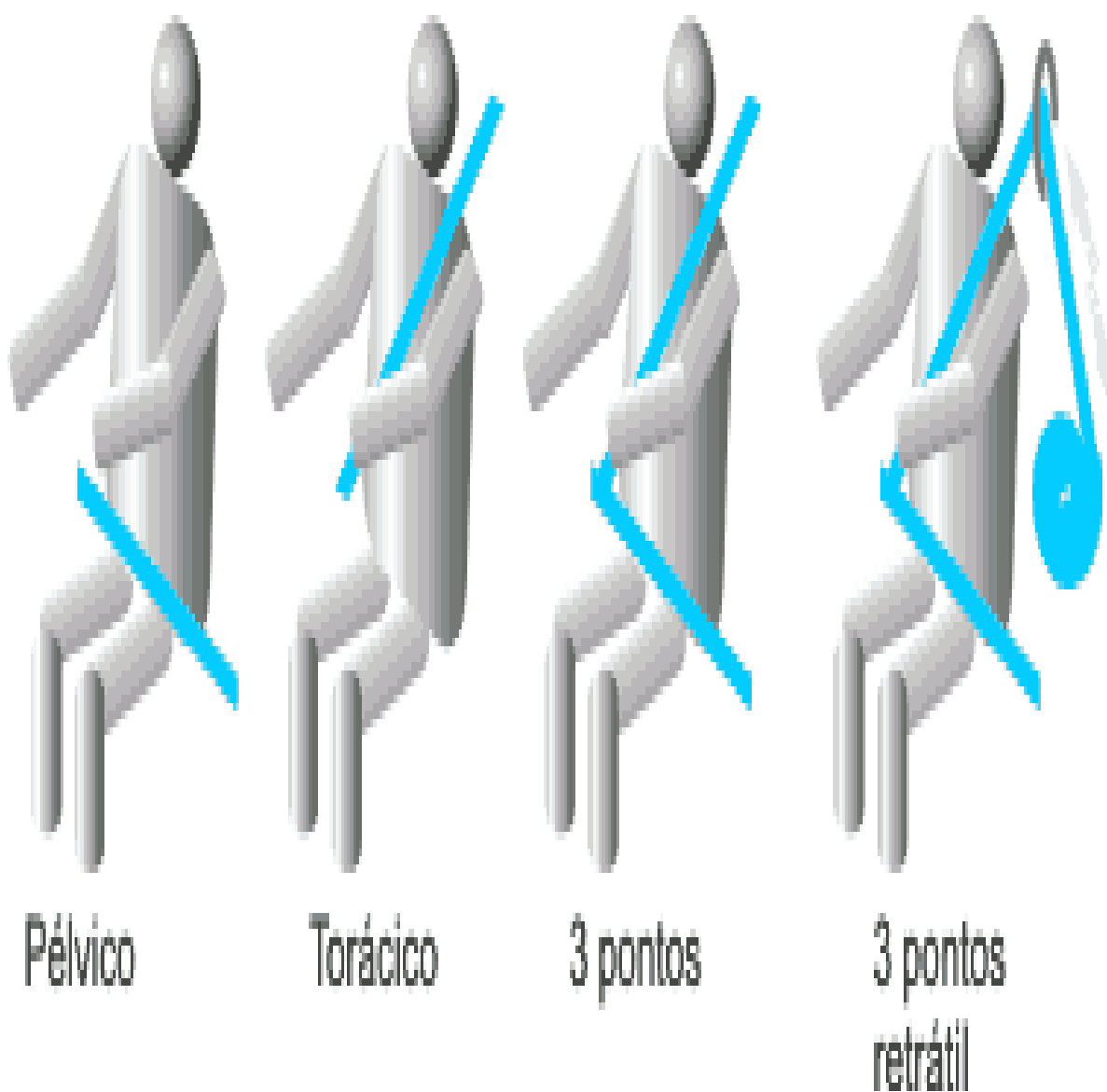


Fonte: Tokai Rika (2012)

O cinto de segurança é um dispositivo de defesa dos ocupantes de um meio de transporte. O mesmo serve para, em caso de colisão, não permitir a projeção do passageiro para fora do veículo e nem que esse bata com a cabeça contra o para-brisas ou outras partes duras do veículo.

No Brasil, o cinto de segurança de três pontos é considerado como item de segurança passiva fundamental e obrigatório no sistema automotivo desde 1968, quando o CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito) regulamentou a obrigatoriedade do sistema através da resolução nº 391/68. Essa resolução passou por diversas atualizações, sendo que em 1985 citou a obrigatoriedade do uso de cinto de segurança de três pontos nos assentos dianteiros, conforme resolução nº 658/85 (BERTOCCHI, 2005).

Figura 11 - Evolução do cinto de segurança



Fonte: ABPA (2006).

O *Airbag*, também conhecido por bolsa de ar ou almofada de ar, é um componente de segurança dos veículos automotores que pode ser usado também em algumas máquinas industriais e em robôs de pesquisa. Seu funcionamento é simples: quando o veículo sofre um grande impacto, vários sensores dispostos em suas partes estratégicas (frontal, traseiro, lateral direito, lateral esquerdo, atrás dos bancos do passageiro e motorista, tipo cortina no forro interno da cabina) são acionados, emitindo sinais para uma unidade de controle, que por sua vez verifica qual sensor foi atingido e assim aciona o airbag que seja mais adequado.

A tabela 2 adiante resume uma estatística do uso do cinto de segurança de 3 pontos em conjunto com o *airbag* na prevenção de fatalidades para motoristas e passageiros dianteiro em acidentes (BERTOCCHI, 2005).

Esse dispositivo é constituído de pastilhas contendo azida de sódio e outros aditivos, que são acionados por uma corrente elétrica pelo computador de bordo, dentro de um balão de ar muito resistente, que constitui o próprio corpo do Airbag. Esse, por sua vez, enche-se rapidamente, amortecendo assim o impacto em sua superfície e evitando que motoristas e passageiros sofram danos físicos, principalmente no rosto, peito e coluna. Para evitar asfixia, o Airbag vai perdendo gradativamente a sua pressão, após o acionamento. Quimicamente, a azida de sódio se decompõe rapidamente, quando aquecida a trezentos graus centesimais, produzindo nitrogênio gasoso e sódio metálico. Como a presença de sódio metálico é totalmente indesejável, adiciona-se nitrato de potássio e sílica, para produzir um silicato alcalino vítreo, totalmente inerte. A rápida produção de nitrogênio é a responsável pelo imediato enchimento do balão. Vale lembrar que o nitrogênio é um gás bastante inerte, responsável por cerca de oitenta por cento da composição do ar atmosférico (VOLVO, 2009).

Tabela 2 - Dados sobre a eficiência do uso de sistemas de Airbag em conjunto com Cinto de Segurança

Dispositivo de Proteção	Eficiência na Prevenção de fatalidades
Cinto de segurança (3pontos)	42%
Cinto de segurança (3pontos) + airbag	47%
Somente airbag	13%

Fonte: ABPA (2006).

A resolução nº 312/09 do CONTRAN estabeleceu que os veículos nacionais e importados devam ter o sistema ABS para melhorar a segurança ativa de veículos. Para veículos de passeio, deve-se ter ABS com 8% de produção a partir de 2010, chegando à totalidade da produção desses veículos com ABS em 2014 e para veículos comerciais tem-se 40% da produção em 2013 e 100% da produção em 2014 (DENATRAN, 2005).

Figura 12 - Demonstração da ativação dos *airbags*

Fonte: ANFAVEA (2012).

Os benefícios dos *airbags* são um adicional ao cinto de segurança em reduzir a chance de que a cabeça e a parte superior do corpo de uma ocupante batam em alguma parte no interior do veículo. Eles também ajudam a reduzir o risco de lesões graves, distribuindo as forças da batida mais uniformemente ao longo do corpo do ocupante. “Um estudo recente concluiu que cerca de 6.000 vidas já foram salvas graças aos *airbags*.” Entretanto, o número exato de vidas salvas é provavelmente impossível de se calcular (EVANGELISTA, 2006).

O primeiro *airbag* foi instalado na Classe S da Mercedes em 1980. Além do *airbag*, a Mercedes foi também a primeira marca a introduzir as zonas de deformação, os pré-tensores dos cintos de segurança e o ABS. Apesar de o mercado americano ter sido o motor para o desenvolvimento dos *airbags*, o desenvolvimento da tecnologia foi abandonado em 1974, depois de um acidente fatal. A Mercedes, no entanto, continuou o desenvolvimento do *airbag*, acabando por introduzi-lo em 1980 (MERCEDES BENZ, 2009).

Os *airbags* podem ser perigosos, pois envolvem uma inflação extremamente rápida de uma grande almofada. Da mesma forma que alguns *airbags* podem proteger a pessoa em circunstâncias corretas, eles também podem lesar ou até mesmo matá-la.

Para proteger os ocupantes que não estão usando o cinto de segurança, o *airbag* projetado nos Estados Unidos se expande muito mais rapidamente do que os *airbags* projetados em outros países. Como o uso do cinto de segurança nos Estados Unidos cresceu no final dos anos 1980 e início dos 1990, os fabricantes de automóveis americanos tiveram que ajustar o design de seus *airbags*.

Os novos *airbags* se expandem em uma velocidade menor. No entanto, os passageiros devem permanecer em uma distância de, no mínimo, 25 centímetros do *airbag*, para impedir que ocorram lesões causadas pela bolsa de ar em uma colisão de automóvel (TAKATA, 2008).

Diversas lesões podem ocorrer devido aos *airbags*. As mais comuns são: abrasão da pele, dano à audição (devido ao barulho da expansão), lesões na cabeça, dano aos olhos em pessoas que utilizam óculos e como possível precursor de glaucoma. Traumatologicamente, podemos ter quebra dos ossos do nariz, dedos, mãos e braços.

Em 1990, foi noticiada a primeira morte automotiva causada por um *airbag* e o pico de mortes anuais causadas por *airbags* nos Estados Unidos foi de 53 em 1997. A TRW produziu o primeiro *airbag* inflado por gás em 1994, com sensores e força de inflação baixa, tornando-se mais comuns logo em seguida. Em 2005, surgiram os *airbags* de profundidade dupla para carros de passeio. Nessa época, as mortes relacionadas aos *airbags* tiveram um declínio, com nenhuma morte de adultos e 2 mortes de crianças atribuídas naquele ano. Até os dias atuais, são comuns lesões nos passageiros que possuem um carro equipado com *airbag*.

Deve-se evitar fumar enquanto se está dirigindo. Se o *airbag* inflar e atingir o cigarro enquanto ele estiver na boca, a pessoa poderá correr risco de morte, mesmo se o impacto for moderado.

O aumento do uso de *airbags* de fato tornou mais perigoso o trabalho de bombeiros, equipes médicas e policiais. Os *airbags* podem detonar um longo período depois da colisão inicial, lesando ou até mesmo matando as equipes de resgate que estão dentro do carro. A adição de *airbags* de impacto lateral nos carros reduziu o número de locais nos quais as equipes de resgate podem utilizar o alicate hidráulico ou outra ferramenta de corte semelhante para remover o teto ou portas do carro com segurança. Cada socorrista deve ser treinado corretamente para desativar os *airbags* com segurança, estando conscientes dos riscos em potencial. Remover a bateria do carro pode ser uma boa precaução.

Figura 13 - Unidade de controle do *airbag* (UC)

Fonte: Bosch (2006).

O sistema de airbag consiste em três partes básicas - um módulo de *airbag*, sensores de batida e uma unidade de diagnóstico. Alguns sistemas podem apresentar também uma chave liga/desliga, que permite a desativação do *airbag*.

O módulo de *airbag* contém a unidade infladora e o balão de fábrica. O do motorista está localizado no eixo da direção do carro, e o do passageiro está localizado no painel de instrumentos. Quando completamente inflado, o *airbag* do motorista tem um diâmetro similar ao de uma bola de futebol. O *airbag* do passageiro pode ser duas a três vezes maior, já que a distância entre o passageiro e o painel de instrumentos é muito maior do que a entre o motorista e a direção do veículo.

Os sensores de impacto estão localizados na frente do veículo e/ou no compartimento de passageiros. Os veículos podem ter um ou mais sensores de impacto. Eles são geralmente ativados pelas forças geradas em uma colisão frontal (ou próximo da frente do carro) significativa e medem a desaceleração, que é a taxa em que o veículo diminui a velocidade. Por causa disso, a velocidade do veículo na qual os sensores ativam os *airbags* varia de acordo com a natureza do impacto. Os *airbags* não são projetados para se ativarem durante uma frenagem brusca ou quando se está dirigindo em superfícies irregulares. Na verdade, a desaceleração máxima gerada na frenagem mais brusca é somente uma pequena fração da que é necessário para ativar o sistema de *airbag*.

A unidade de diagnóstico avalia o funcionamento do sistema de *airbag*. Ela é ativada quando a ignição do veículo é ligada. Ao detectar algum problema, uma luz de alerta pisca no painel avisando ao motorista para examinar o sistema de *airbag*. A maioria das unidades de diagnóstico contém um dispositivo que armazena uma quantidade suficiente de energia elétrica para ativar o *airbag*, no caso de a bateria do veículo ser destruída no início da colisão.

Alguns veículos sem bancos traseiros, como os caminhões pick-up e carros conversíveis, ou com bancos traseiros muito pequenos para acomodar cintos de segurança para crianças, têm uma chave liga/desliga para o *airbag* do passageiro que vem instalado de fábrica. A chave liga/desliga para os *airbags* do motorista ou passageiro pode também ser instalada por um servido qualificado. Uma chave para desligar o *airbag* pode ser usada quando um ocupante está em risco, por exemplo: crianças com idade entre 1 a 12 anos ocupando a posição do passageiro no banco da frente; motoristas que não conseguem manter uma distância de 25 centímetros entre o centro da direção e o seu osso esterno (osso do peito); e pessoas com problemas de saúde em particulares.

Inicialmente, a maioria dos veículos apresentava somente um *airbag*, instalado na direção do automóvel para proteger apenas o motorista (uma vez que é a pessoa com maior risco de lesões). Durante o ano 1990, tornaram-se comuns os *airbags* para os passageiros no banco da frente e os *airbags* entre as portas e os ocupantes do veículo, para colisões laterais (MA, 2010).

Figura 14 - Ativação do *Airbag* sem lesão ao condutor



Fonte: Ford (2014).

Para que as pessoas sejam protegidas pelos *airbags*, é necessário que eles sejam inflados muito rapidamente: 25 milésimos de segundo, cinco vezes mais rápido que o piscar de olhos. A reação química escolhida para encher o *airbag* tão rapidamente foi a decomposição de azida de sódio.

Segundo as resoluções 311 e 312 do Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN, de 2009, todos os veículos novos saídos de fábrica a partir de 2014, nacionais e importados, deverão ter *airbags* frontais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o intuito de aumentar a segurança e a integridade dos ocupantes do veículo, diversas tecnologias estão sendo criadas, como o ESP, ASR, EDS, ABS, mostrados neste trabalho. Esses sistemas podem estar interligados às outras tecnologias atuais, o que tem reduzido a dependência da ação do motorista com relação à segurança veicular.

Com o resultado deste estudo, aprendemos a importância, funcionamento e aplicações dos equipamentos de segurança veicular ativa e de segurança passiva, em especial do sistema de controle de Estabilidade Dinâmica do Veículo (ESP), além de podermos dizer com absoluta certeza que os sistemas apresentados e os demais sistemas existentes, mais as tecnologias em desenvolvimento, são uma grande tendência mundial, e que sua extensão é aplicada até mesmo em veículos elétricos.

Portanto, podemos concluir que as tecnologias apresentadas neste estudo são uma interação entre os sistemas mecânicos e elétricos com controle eletrônico, tendo assim respostas em tempo real e possibilitando a redução de acidentes em longa escala, contribuindo para a sociedade com a redução de acidentes.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, C. **Evolução da segurança automotiva**. Diário do Nordeste, 2010.

AZEREDO, E. **Projeto de lei nº 1825/07**, que trata da inclusão do sistema de Airbag como item básico nos automóveis fabricados a partir de 2014.

ABPA. **Associação Brasileira de Prevenção dos Acidentes**, 2006. Disponível em: <<https://www.abpa.org.br>> Acesso em: 14 nov. 2015.

ANFAVEA. Associação Nacional dos fabricantes de Veículos. 2012. Disponível em: <<https://www.anfevea.com.br>> Acesso em: 08 out. 2015.

Brasil. **Congresso SAE**. O portal SAE Brasil. Disponível em: <<http://portal.saebrasil.org.br/>> Acesso em: 11 nov. 2015.

BOSCH, 2005. **Manual de Tecnologia Automotiva**, 25º ed. Editora Edgard Blücher.

BERTOCCHI, M. **Segurança Veicular**: acidentes de trânsito, colisões veiculares, cintos de segurança, airbags, história da segurança veicular, dados sobre acidentes, proteção aos pedestres e muito mais. São Paulo: Skill, 2005.

BRASIL. **Lei nº 9.503 de 23 de setembro de 1997**. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9503.htm> Acesso em: 10 nov. 2015.

CBT. Código de Trânsito Brasileiro. Lei nº 9503/97. Art 61, capítulo III. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br>> Acesso em: 06 set. 2015.

CONTRAN. **Conselho Nacional de Trânsito**. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legilacao/?id=102448>> Acesso em: 10 nov. 2015.

DENATRAN. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito**. Volume 1: Sinalização Vertical de Regulamentação, seção Prefácio, aprovação baseada na resolução CONTRAN n°180/2005”. Brasília, 2005.3

FORD. Ford do Brasil. 2009. Disponível em: <https://www.ford.com.br/> > Acesso em: 09 out. 2015.

_____. **Resolução n° 312 de abril de 2009 sobre a obrigatoriedade do uso do sistema ABS nos veículos novos saídos de fábrica, nacionais e importados a partir de 2014**. Brasília, 2014.

GARDINALLI, G. **Histórico de segurança ativa**. 2005. Disponível em: <<http://www.motorpasion.com.br/seguranca/entenda-melhor-seguranca-passiva-e-ativa-nos-veiculos>>. Acesso em: 10 nov. 2015.

HYUNDAI. Hyundai Motor do Brasil. 2014. Disponível em: <<https://www.hyundai.com.br>> Acesso em: 10 out. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 03 set. 2015.

Ikeda, Toshiaki. **Dispositivo de segurança passiva**. 2012. Monografia (Pós-graduação em Engenharia Automotiva. IMT- Instituto Mauá de Tecnologia. São Caetano do Sul.

LIMA, M. **Segurança ativa e passiva**. 2011. Disponível em: Fonte: <<http://forum.motorclassico.pt/showthread.php?t=7471>> Acesso em: 10 nov. 2015.

MERCEDES-BENZ. **Dispositivo de Segurança veicular ABS**, Service Training, 2009.

MAFORT, LEIMAR. System Control Bosch 2010. Disponível em: <<https://www.folhauol.com.br>> Acesso em: 12 nov. 2015.

PROJETO IMPACTO. Projeto desenvolvimento por alunos e professores da Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP. Disponível em: <<https://www.fem.unicamp.br>>, seção “atividades extras7 curriculares”; Impacto 2007.

RENAULT. Renault do Brasil. 2014. Disponível em: <<https://www.renault.com.br> > Acesso em: 15 out. 2015.

SEGURANÇA VEICULAR. **Ativa e Passiva.** Disponível em: <<https://forum.motorclassico.pt/showthread.php?t=7471>>.

TRÂNSITOBR. **O portal do trânsito brasileiro.** Disponível em: <http://www.transitobr.com.br/index2.php?id_conteudo=9> Acesso em: 10 nov. 2015.

TAKATA, T. Takata Corporation Airbags. 2008. Disponível em: <https://takata.com/ir/ir_pdf/takataar16_final.pdf> Acesso em: 12 nov. 2015.

TOKAI RIKA. Dispositivos de tecnologias de segurança. 2012. Disponível em: <<https://www.tokai-rika.co.jp/en/>> Acesso em: 03 out. 2015.

TRANSPORT CANADA. Ilustração de Imagem Break Assist. 2008. Disponível em: <<https://www.tc.gc.ca/en/transport-canada.html>> Acesso em: 03 set. 2015.

