

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA

**PROTEÇÃO AO PEDESTRE DURANTE O IMPACTO DE CABEÇA NA REGIÃO
DO CAPÔ NOS TEMPOS: PASSADO, PRESENTE E FUTURO.**

São Caetano do Sul

2012

FÁBIO DE OLIVEIRA ROCHA

**PROTEÇÃO AO PEDESTRE DURANTE O IMPACTO DE CABEÇA NA REGIÃO
DO CAPÔ NOS TEMPOS: PASSADO, PRESENTE E FUTURO.**

Monografia apresentada ao curso de pós-graduação
em Engenharia Automotiva, da escola de Engenharia
Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de
Tecnologia para obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof. MSc Marcelo Bertocchi

São Caetano do Sul

2012

Rocha , Fábio de Oliveira

Proteção ao pedestre durante o impacto de cabeça na região do capô nos tempos: passado, presente e futuro. / Fábio de Oliveira Rocha. São Caetano do Sul, SP: CEUN-CECEA, 2012.

58p. : il.

Monografia — Especialização em Engenharia Automotiva. Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, SP, 2012.

Orientador: Prof. MSc Marcelo Bertocchi

1. Segurança Veicular 2. Proteção ao Pedestre 3. Impacto de Cabeça
I. Rocha, Fábio de Oliveira. II. Instituto Mauá de Tecnologia. Centro Universitário. Centro de Educação Continuada. III. Título.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho de conclusão de curso a empresa General Motors que há 5 anos me deu a oportunidade de fazer parte de seu quadro de funcionários e também motivo pelo qual disponibilizei tempo para cursar uma pós-graduação focada em conhecimentos automobilísticos. Também dedico aos colegas que desenvolvem trabalhos muito importantes sempre visando à segurança das pessoas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao orientador Marcelo Bertocchi por ter aceitado o convite de me apoiar no desenvolvimento desta monografia. Neste espaço ainda cabe agradecer aos colegas que me alimentaram com informações e também deram um suporte no tema escolhido.

RESUMO

A indústria automotiva vem se preocupando com a melhoria referente a segurança veicular e inclusive ao que se diz respeito a atropelamento de pedestres onde geralmente ocorre o impacto de cabeça do pedestre contra o capô do veículo. Este tipo de preocupação vem aumentando constantemente o aprimoramento dos carros graças a órgãos não-governamentais especializados que expõem os resultados de determinados veículos testados onde nos dias de hoje influenciam na escolha do consumidor. Este nível de informação ainda é muito recente para o mercado brasileiro, onde os órgãos estão iniciando suas atividades visando o aperfeiçoamento dos veículos projetados e conseqüentemente uma maior segurança ao pedestre em um caso de colisão com um veículo qualquer. Esta apresentação nos dará uma visão geral do assunto para que este tipo de informação fique cada vez mais acessível a consumidores finais, pois atualmente é de conhecimento apenas para os envolvidos em um projeto automobilístico e como consequência multipliquemos o conhecimento para um item muito importante, a segurança ao pedestre.

Palavras-chave: Proteção ao pedestre. Impacto de cabeça do pedestre contra o capô. Segurança veicular. Indústria automotiva.

ABSTRACT

The automotive industry has a serious concern when it comes to improvements regarding vehicle safety and mainly about ran over pedestrians where usually occurs the head impacts against the car hood. This concern is constantly increasing the improvements done in cars thanks to specialized non-governmental bodies that expose the car test results which influence costumers decision. This level of information is yet very recent to the Brazilian market where the bodies are launching their activities aiming the improvements of designed vehicles and, as a result of that, the safety increasing for pedestrians during a car collision. The presentation will give us an overall view of the topic which will clarify the information for the costumers because only those who are directly involved in the project have access to it, so it will become possible to multiply knowledge about pedestrian safety.

Keywords: Pedestrian protection. Head impacts against the car hood. Vehicle safety. Automotive industry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fotografia 1 – Causa de fatalidades em pedestres	14
Fotografia 2 – Exemplo de cinemática de um atropelamento.....	15
Fotografia 3 – Visão geral dos itens que compõem a segurança veicular.....	21
Fotografia 4 – Normas de <i>crash</i> usadas na Europa e USA.....	22
Fotografia 5 – Exemplos de requerimentos legais para colisões frontais	22
Fotografia 6 – Órgãos não governamentais no mundo, NCAPs.....	23
Fotografia 7 – Patente 134042, visão geral escudo para proteção do motorista, 1901	26
Fotografia 8 – Conceito de <i>design</i> voltado à proteção ao pedestre.....	27
Fotografia 9 – Patente 422259, visão geral mecanismo flexível.....	28
Fotografia 10 – Patente 1865014, visão geral do mecanismo em ação	28
Fotografia 11 – Conceito desenvolvido para evitar rolamento do pedestre, 1974	29
Fotografia 12 – Conceito utilizado em um bonde, 1975	30
Fotografia 13 – Seção que ilustra distância (D) do capô para demais componentes	31
Fotografia 14 – Teste de impacto, 1982.....	32
Fotografia 15 – Testes desenvolvidos pelo WG10	33
Fotografia 16 – Simulação simples em computadores da época	33
Fotografia 17 – Impactador utilizado por EU fase 1 e GTR, criança 3,5kg	35
Fotografia 18 – Impactador utilizado por EU fase 2 (EuroNCAP, ANCAP), criança 2,5kg	35
Fotografia 19 – Impactador utilizado por EU fase 2 (EuroNCAP, ANCAP), adulto 4,8kg.....	35
Fotografia 20 – Teste realizado EU Fase 1	36
Fotografia 21 – Teste realizado GTR e EU Fase 2	37
Fotografia 22 – Ilustração regiões de contato do pedestre e sua pontuação.....	39
Fotografia 23 – Simulação virtual do século XXI	41
Fotografia 24 – <i>Design</i> do painel interno capô e seus reforços.....	41
Fotografia 25 – Dobradiça do capô, suportes e estrutura frontal.....	42
Fotografia 26 – Simulação física de uma aplicação de suporte deformável	43
Fotografia 27 – Simulação virtual de uma aplicação de suporte deformável	43
Fotografia 28 – Distâncias críticas sob o capô	44
Fotografia 29 – Impacto de cabeça de acordo com o tamanho do veículo	44
Fotografia 30 – Exemplo de <i>hinge</i> colapsável.....	45
Fotografia 31 – Mecanismo após absorção de carga.....	45
Fotografia 32 – Exemplos de <i>hinge</i> colapsável	46
Fotografia 33 – Exemplo de <i>hinge</i> multi articulação colapsável	46

Fotografia 34 – Exemplo de <i>hinge</i> ativo, posição para função apenas como dobradiça.....	47
Fotografia 35 – <i>Hinge</i> ativo em ação	47
Fotografia 36 – Volvo V40	48
Fotografia 37 – Volvo S60 emitindo sinais	49
Fotografia 38 – Volvo S60 processando sinais capturados.....	49
Fotografia 39 – Linha do tempo entre Euro fase 1 e Euro fase 2	50
Fotografia 40 – Aplicação de diversos <i>airbags</i> na parte frontal do veículo	53
Fluxograma 1 – Sistema que prevê e evita a colisão (detector de pedestre)	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Acidentes de trânsito com vítimas no tempo	17
Tabela 2 – Índices de causa de mortes no mundo.....	19
Tabela 3 – Resumo dos requisitos legais existentes, Euro NCAP e JNCAP	38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Principais tipos de veículos envolvidos em atropelamentos.....	15
Gráfico 2 – Óbitos por acidente de trânsito	18
Gráfico 3 – Taxa de mortalidade por ATT a cada cem mil habitantes	18
Gráfico 4 – Países com maior índice de fatalidade no trânsito.....	20
Gráfico 5 – Índice de fatalidades no Brasil.....	20
Gráfico 6 – Decréscimo dos índices europeus, 1980 - 2000	31
Gráfico 7 – Evolução dos testes no tempo.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABS	Anti-Blocker System
ABRAMET	Associação Brasileira de Medicina de Tráfego
ACEA	European Automobile Manufacturers Association
ANCAP	Australian NCAP
ATT	Acidentes de Transporte Terrestre
BRRL	Bonnet Rear Reference Line
CET	Companhia de Engenharia de Tráfego
CMVSS	Canadian Motor Vehicle Safety Standard
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
ECE	Economic Commission for Europe
EEVC	European Enhanced Vehicle-Safety Committee
ESC	Electronic Stability Control
FMVSS	Federal Motor Vehicle Safety Standard
GTR	Global Technical Regulation
HPC	Head Performance Criterion
IMT	Instituto Mauá de Tecnologia
IRTAD	International Road Traffic and Accident Database
JAMA	Japan Automobile Manufacturers Association
JNCAP	Japan NCAP
mm	Milímetros
NCAP	New Car Assessment Programme
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration
Ped Pro	Pedestrian Protection
SIM/MS	Sistema de Informações sobre Mortalidade / Ministério da Saúde
WAD	Wrap Around Distance
WG	Working Group
ZMPP	Zona de Máxima Proteção ao Pedestre

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 OBJETIVOS.....	15
1.2 JUSTIFICATIVA.....	16
2 SITUAÇÃO NO BRASIL	17
3 SEGURANÇA VEICULAR	21
3.1 SISTEMA DE SEGURANÇA PASSIVA.....	24
3.2 SISTEMA DE SEGURANÇA ATIVA.....	25
4 PROTEÇÃO AO PEDESTRE	26
4.1 PASSADO	26
4.2 PRESENTE	40
4.3 FUTURO.....	52
5 CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS	57

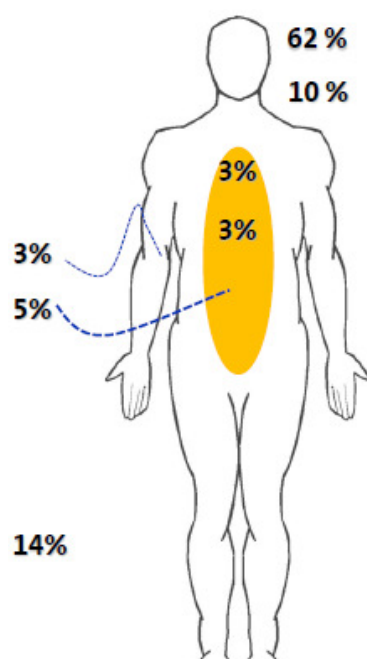
1 INTRODUÇÃO

Aproximadamente oitocentas mil pessoas por ano são vítimas fatais de acidentes que envolvem automóveis e pedestres em todo o mundo. A solução para estas ocorrências não partem apenas da educação e prudência no trânsito mas também do veículo envolvido no acidente. Estes são apenas alguns fatores que podem contribuir em minimizar os índices.

Do ponto de vista da indústria esta é uma preocupação que aumenta diariamente quando inicia-se um projeto automotivo, ou seja, atualmente há um foco muito grande com melhorias referentes a segurança veicular no geral, mas um ponto onde há maior preocupação é no que se diz respeito à proteção aos pedestres, pois segundo o índice de atropelamentos da Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo, 2012, aproximadamente 51% dos veículos envolvidos são automóveis. Devido a este alto índice de ocorrências o setor vem aprimorando os projetos para que durante um atropelamento ao ocorrer o impacto craniano contra o *hood*¹ do automóvel o mesmo possa ser capaz absorver grande parte de toda energia causando o mínimo de lesões ao pedestre.

Este é um ponto que necessita maior atenção devido as lesões decorrentes em um atropelamento terem maior incidência na faixa craniana do pedestre.

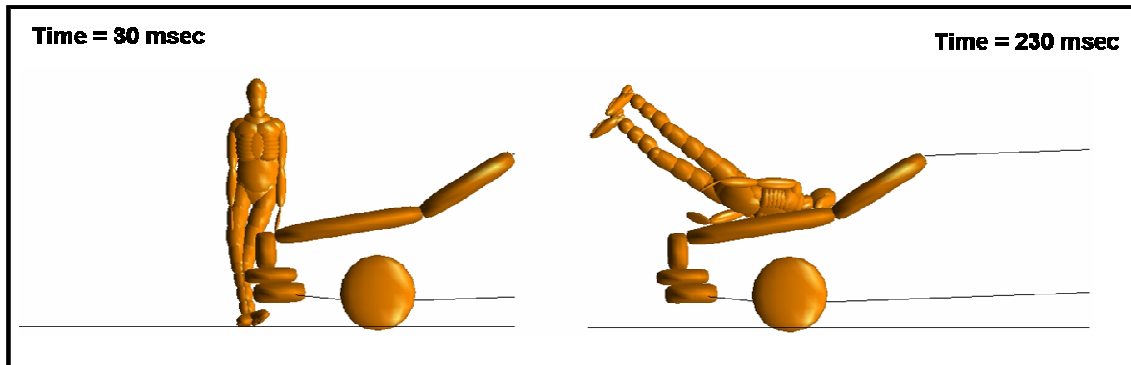
Fotografia 1 – Causa de fatalidades em pedestres



FONTE: Farooq e Schuster, 2003

¹ Hood: termo técnico do idioma inglês utilizado na indústria automotiva que o significado em português é capô

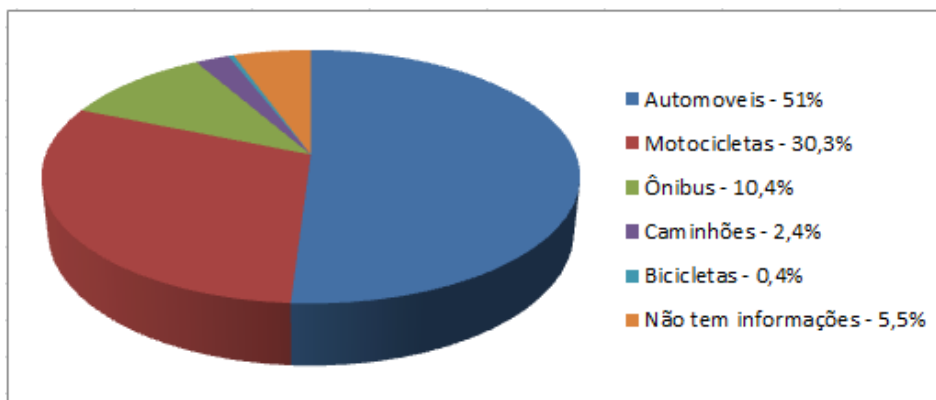
Fotografia 2 – Exemplo de cinemática de um atropelamento



FONTE: Wikipédia, 2006

Com atenção a este assunto a Companhia de Engenharia de Tráfego (CET) de São Paulo criou um programa de proteção ao pedestre nomeado de Zona de Máxima Proteção ao Pedestre (ZMPP) que visa criar cultura para se respeitar o personagem mais frágil do trânsito e também a maior vítima afim de reduzir os índices de atropelamento.

Gráfico 1 – Principais tipos de veículos envolvidos em atropelamentos



FONTE: Companhia de Engenharia de Tráfego do Estado de São Paulo, 2012

1.1 OBJETIVOS

Apresentar um assunto que momentaneamente é conhecido por poucos e está diretamente envolvido em um projeto automobilístico, segurança veicular com foco no impacto de cabeça contra o *hood*.

Com esta apresentação pretendo dar um visão geral do assunto para que cada vez mais fique acessível este tipo de informação e que multiplique o conhecimento para um item muito importante, a segurança ao pedestre.

Durante um atropelamento acontece o choque de diversas partes do corpo humano contra diversas partes do veículo onde o trauma na cabeça é o maior responsável por fatalidades. O capô é região do veículo com o segundo maior índice do impacto de cabeça em um atropelamento ficando atrás apenas do pára-brisa.

Para isso o assunto precisa ser explanado com enfoque nas preocupações e ações que ocorreram no passado, que ocorrem no dias de hoje e onde chegaremos.

1.2 JUSTIFICATIVA

Este tema será explanado por se tratar de um assunto que esta diretamente ligado a função que exerço nos dias de hoje e que também deve ser multiplicado afim de concientizar as pessoas sobre os itens com que a indústria automotiva vem se preocupando durante um desenvolvimento de um produto.

Em 2010 foram registrados 7.007 atropelamentos e 630 pessoas mortas (Companhia de Engenharia de Tráfego do Estado de São Paulo, 2012).

Trata-se de um item que segundo as estatísticas é responsável pelo maior índice de ocorrências com vítimas fatais, onde o setor responsável pelo desenvolvimento dos veículos esta sempre buscando melhorias nos itens que se diz respeito a segurança veicular para colaborarem na diminuição das fatalidades referente aos pedestres.

2 SITUAÇÃO NO BRASIL

Atualmente o Brasil se encontra com altos índices de acidentes com fatalidades. Os índices podem ser comparados aos anos 80 da Europa.

O responsável por registrar estes tipos de ocorrências no Brasil é o DENATRAN que através de seus agentes de autoridade de trânsito preenchem o boletim de ocorrência.

A ABRAMET é uma entidade especialista em medicina do trânsito que desenvolve ações que visam a prevenção de acidentes. Esta também é uma entidade responsável por divulgar e incentivar a segurança de trânsito no país.

A seguir temos uma tabela que nos mostra os acidentes de trânsito com vítimas no tempo, 1998 até 2005.

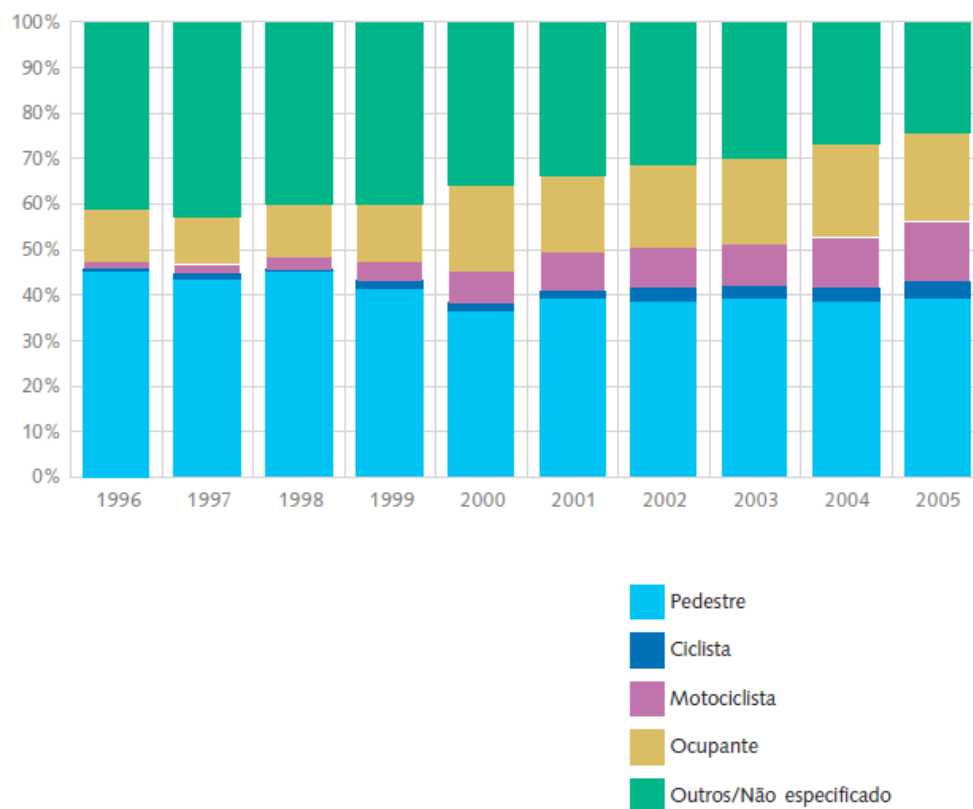
Tabela 1 – Acidentes de trânsito com vítimas no tempo

Ano	Nº de acidentes com vítimas	Taxa de acidentes	
		por 100.000 habitantes	por 1.000 veículos
1998	262.374	162,2	8,5
1999	376.589	229,7	11,7
2000	286.994	169,0	9,7
2001	307.287	178,3	9,6
2002	251.876	144,2	7,3
2003	333.689	188,7	9,1
2004	348.583	192,0	8,9
2005	383.371	208,1	9,1

FONTE: SIM/MS, 2012

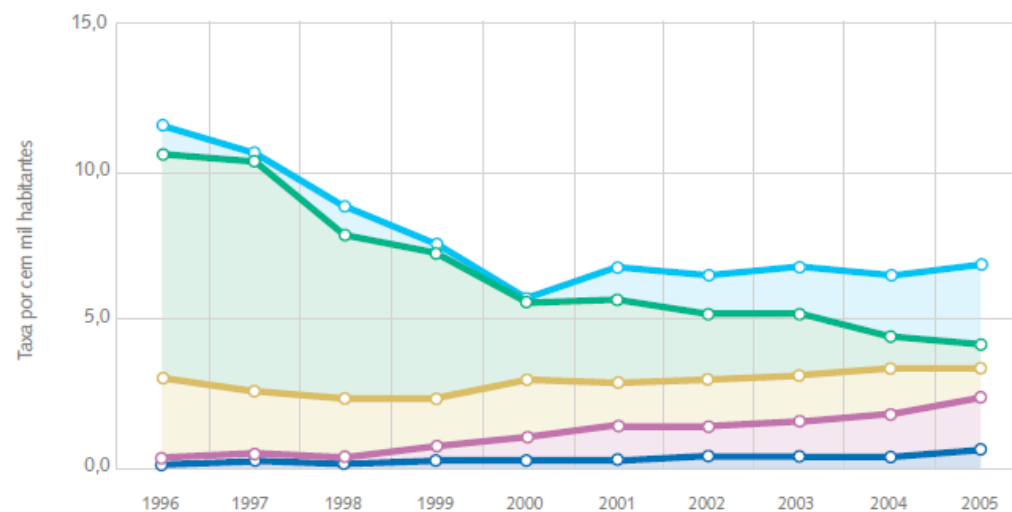
Nos gráficos abaixo temos números de vítimas fatais em acidentes de trânsito por categorias que nos mostram que o maior índice de óbitos ocorre com os pedestres brasileiros.

Gráfico 2 – Óbitos por acidente de trânsito



FONTE: SIM/MS, 2012

Gráfico 3 – Taxa de mortalidade por ATT a cada cem mil habitantes



Pedestre	11,5	10,6	8,8	7,5	5,7	6,7	6,4	6,7	6,4	6,8
Ciclista	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6
Motociclista	0,4	0,5	0,4	0,8	1,0	1,4	1,5	1,5	1,8	2,3
Ocupante	3,0	2,6	2,3	2,3	2,9	2,9	3,0	3,1	3,4	3,3
Outros/NE	10,4	10,3	7,8	7,2	5,5	5,7	5,2	5,1	4,4	4,2

FONTE: SIM/MS, 2012

Mundialmente há uma estimativa de cenário para o ano de 2030 referente ao *ranking* de causa de mortes comparados ao ano de 2004. Segue tabelas com os índices:

Tabela 2 – Índices de causa de mortes no mundo

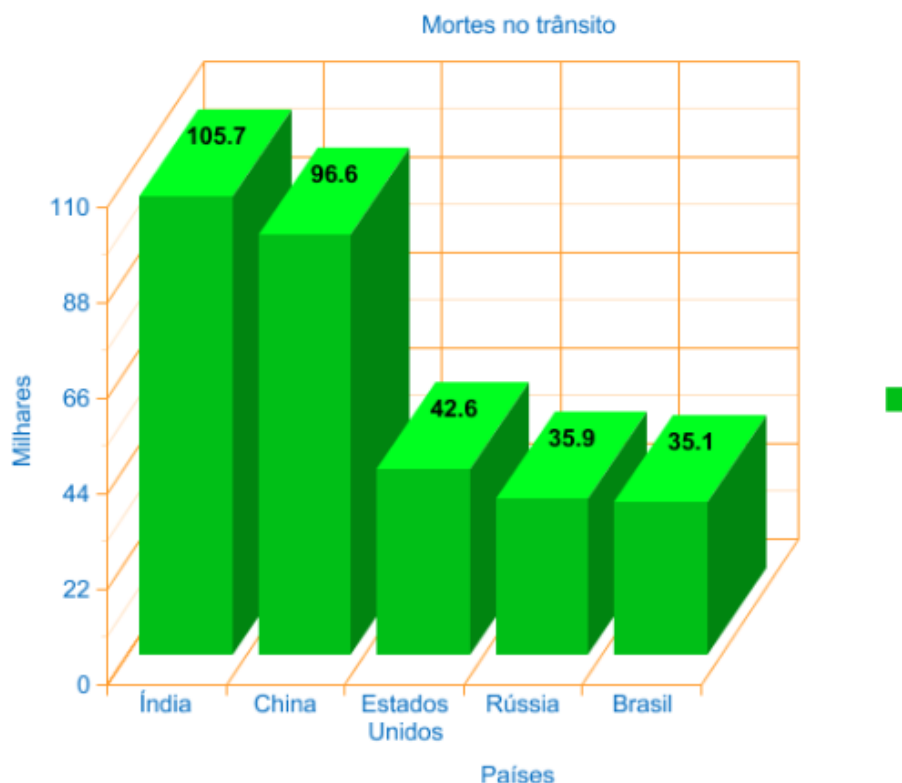
TOTAL 2004			TOTAL 2030		
RANK	LEADING CAUSE	%	RANK	LEADING CAUSE	%
1	Ischaemic heart disease	12.2	1	Ischaemic heart disease	12.2
2	Cerebrovascular disease	9.7	2	Cerebrovascular disease	9.7
3	Lower respiratory infections	7.0	3	Chronic obstructive pulmonary disease	7.0
4	Chronic obstructive pulmonary disease	5.1	4	Lower respiratory infections	5.1
5	Diarrhoeal diseases	3.6	5	Road traffic injuries	3.6
6	HIV/AIDS	3.5	6	Trachea, bronchus, lung cancers	3.5
7	Tuberculosis	2.5	7	Diabetes mellitus	2.5
8	Trachea, bronchus, lung cancers	2.3	8	Hypertensive heart disease	2.3
9	Road traffic injuries	2.2	9	Stomach cancer	2.2
10	Prematurity and low birth weight	2.0	10	HIV/AIDS	2.0
11	Neonatal infections and other	1.9	11	Nephritis and nephrosis	1.9
12	Diabetes mellitus	1.9	12	Self-inflicted injuries	1.9
13	Malaria	1.7	13	Liver cancer	1.7
14	Hypertensive heart disease	1.7	14	Colon and rectum cancer	1.7
15	Birth asphyxia and birth trauma	1.5	15	Oesophagus cancer	1.5
16	Self-inflicted injuries	1.4	16	Violence	1.4
17	Stomach cancer	1.4	17	Alzheimer and other dementias	1.4
18	Cirrhosis of the liver	1.3	18	Cirrhosis of the liver	1.3
19	Nephritis and nephrosis	1.3	19	Breast cancer	1.3
20	Colon and rectum cancers	1.1	20	Tuberculosis	1.1

FONTE: *World health Statistics*, 2009

De acordo com a publicação do relatório de *status* global de segurança, a Índia é o país que lidera o *ranking* mundial de mortes no trânsito seguida da China, Estados Unidos, Rússia e Brasil.

Abaixo temos um gráfico que nos mostra numericamente os cinco países que mais ocorre fatalidades no trânsito.

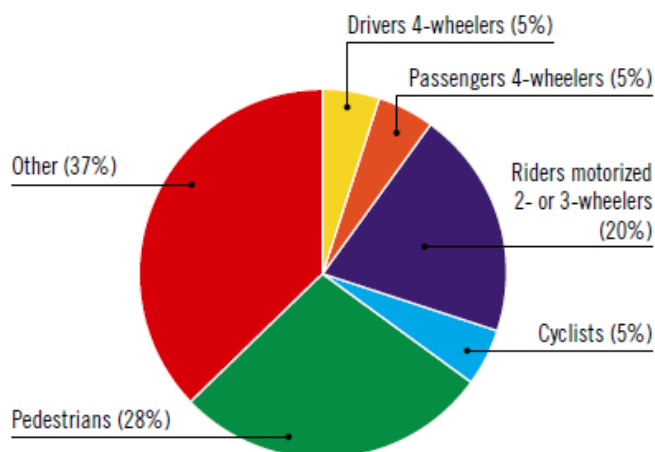
Gráfico 4 – Países com maior índice de fatalidade no trânsito



FONTE: *World health Organization*, 2009

Ainda com base nos relatórios globais de segurança no trânsito para obtenção destes resultados a população brasileira era de aproximadamente 192 milhões de pessoas onde o gráfico acima representa uma fatalidade de 35.155 pessoas sendo que 82% do sexo masculino e 18% do sexo feminino. A seguir é apresentado o índice de fatalidades no Brasil dividido em categorias.

Gráfico 5 – Índice de fatalidades no Brasil

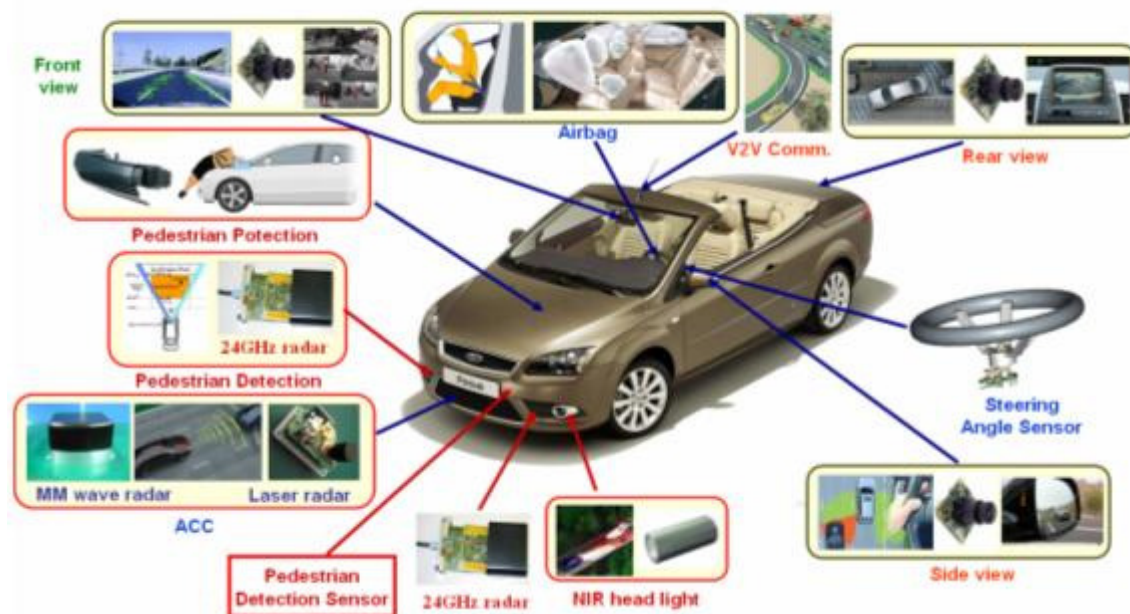


FONTE: *World health Organization*, 2009

3 SEGURANÇA VEICULAR

Quando nos referimos a segurança veicular o assunto nos leva a diversos pontos e características. Abaixo temos imagem que nos mostra os ítems que pertencem a segurança de um veículo.

Fotografia 3 – Visão geral dos ítems que compõem a segurança veicular

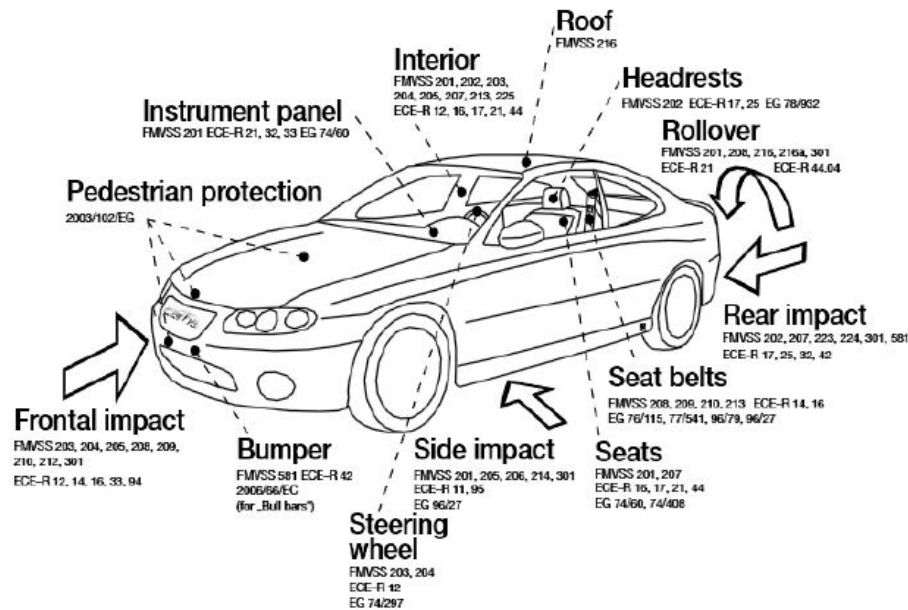


FONTE: Chung-Shan Institute of Science & Technology, 2012

Estes e diversos ítems existentes na indústria quando disponibilizados em um veículo podem ser classificados como sistema passivo ou sistema ativo de segurança.

Todas as avaliações são baseadas em padrões estabelecidos por órgãos normativos de cada país ou região e abaixo temos uma ilustração dos pontos testados para validação de um veículo afim de atender normas de segurança veicular no mercado americano e europeu.

Fotografia 4 – Normas de *crash* usadas na Europa e USA



FONTE: Global NCAP, 2012

Diante destas informações a indústria automotiva avalia o produto em questão para atender todas as especificações designadas para um determinado veículo de uma determinada categoria.

Abaixo temos uma ilustração de alguns requerimentos legais de determinadas regiões em nível mundial com exemplos das exigências locais.

Fotografia 5 – Exemplos de requerimentos legais para colisões frontais



FONTE: Curso de Engenharia de segurança veicular - Prof. MSc Marcelo Bertocchi, 2011

Nos dias de hoje muitos dos itens referentes a segurança veicular estão se tornando obrigatórios, o que há alguns anos eram disponíveis apenas em automóveis de luxo por se tratar de “acessórios” caros.

Mundialmente foram criados órgãos não governamentais que avaliam todo e qualquer item de segurança de um veículo antes que o mesmo inicie suas vendas. Diante da conclusão destas análises/testes realizados os órgãos classificam os veículos de acordo com os requisitos mínimos para os mercados que serão destinados, estes órgãos são conhecidos como NCAPs.

Em todo o mundo existem NCAPs criadas com foco em determinadas regiões e na imagem abaixo podemos ter uma visão geral de órgãos existentes e as áreas em que atuam respectivamente, estes são os órgãos que divulgam informações aos clientes finais sobre os veículos automotores com suas respectivas qualificações e avaliações.

Fotografia 6 – Órgãos não governamentais no mundo, NCAPs



FONTE: Curso de Engenharia de segurança veicular - Prof. MSc Marcelo Bertocchi, 2011

3.1 SISTEMA DE SEGURANÇA PASSIVA

Ítems de segurança passiva são sistemas presentes nos automóveis que são projetados para contribuir positivamente em situações de risco e/ou minimizar as lesões consequentes a um acidente que possa vir a ferir os ocupantes do veículo e também os pedestres.

Estes sistemas durante sua fase de projeto são testados exaustivamente pelo engenheiros da indústria automotiva. Os testes são realizados com bonecos devidamente instrumentados que simularão as condições próximas da realidade de um ser humano.

Um exemplo que se tornará obrigatório em 2014 para todos os veículos comercializados no Brasil é o *airbag* frontal. A partir da data acordada da indústria automobilística com o governo brasileiro todos automóveis produzidos deverão sair de fábrica com este sistema que atualmente é um opcional em muitos modelos.

Além do exemplo citado anteriormente temos:

- *Airbags* laterais e externos;
- Proteção impacto lateral;
- Proteção impacto frontal;
- Carroçaria projetada para absorver toda energia sem afetar o habitáculo;
- Bancos com efeito anti-submarino;
- Coluna de direção retrátil;
- Cintos de segurança;
- Encosto de cabeça regulável;
- Prevenção e proteção de fogo.

3.2 SISTEMA DE SEGURANÇA ATIVA

Ítems de segurança ativa são sistemas desenvolvidos para ajudar a prevenir acidentes pois atuam em conjunto com a habilidade do motorista em manter o controle do veículo.

Estes são ítems em constante desenvolvimento e sempre são expostos a teste exaustivos assim como é feito com o sistema passivo de segurança veicular.

Um bom exemplo para segurança ativa que também se tornará obrigatório no veículos produzidos a partir de 2014 é o ABS, sistema de frenagem que auxilia em não travar as rodas durante uma frenagem brusca tornando assim possível o motorista efetuar manobras neste momento.

Além do exemplo citado acima temos:

- Rodas e pneus;
- Estabilidade (ESC);
- Sistema de suspensão e frenagem;
- Controle de tração;
- Visibilidade;
- Avisos sonoros;
- Sensores;
- Iluminação.

4 PROTEÇÃO AO PEDESTRE

Neste documento apesar da ampla abrangência do tema mantereí foco apenas em proteção ao pedestre onde tenho como objetivo mostrar como este assunto surgiu, como está nos dias de hoje e como será tratado para o futuro.

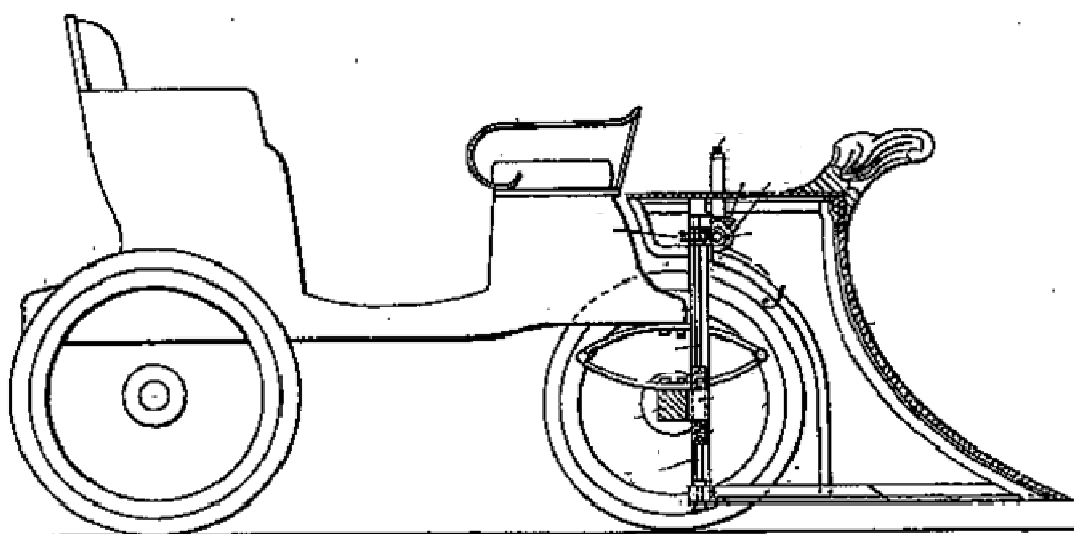
4.1 PASSADO

No século XVIII apareceram as primeiras iniciativas a respeito de segurança veicular, onde Nicolas-Joseph Cugnot fez o primeiro experimento visando segurança com um veículo movido a vapor.

Devido ao crescimento da mobilidade por meio de locomotivas e também com foco em segurança, em 1865 surgiu no Reino Unido uma ação nomeada de *The Locomotive Act, Red Flag Act* onde cada locomotiva era composta por um time de três pessoas: um motorista, uma pessoa que alimentava o transporte para que funcionasse perfeitamente e um terceiro que era o responsável por caminhar a frente do veículo com uma distância de 55m e o mesmo portava-se de uma bandeira vermelha ou até mesmo de uma lanterna com o objetivo de deixar livre o percurso da locomotiva e também alertar a todos que estivessem no caminho.

Já no século XX foi registrada na Alemanha uma patente de número 134042 onde criava-se uma espécie de escudo na frente do veículo com a finalidade de proteger o motorista.

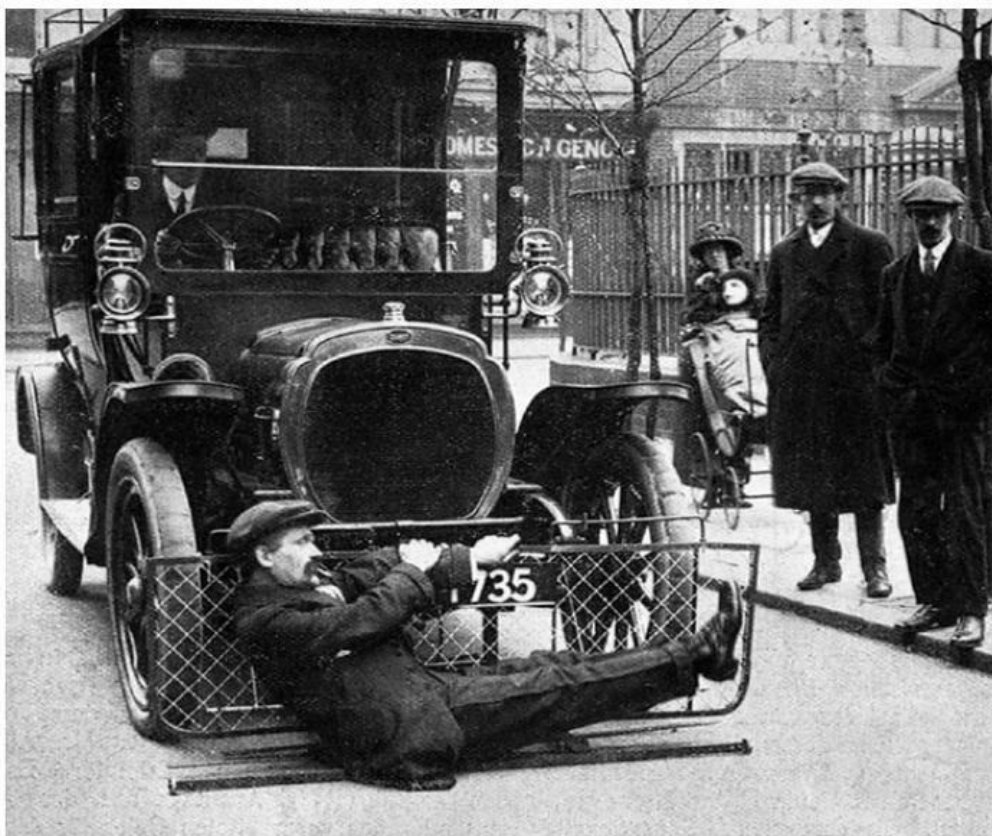
Fotografia 7 – **Patente 134042, visão geral escudo para proteção do motorista, 1901**



FONTE: DEPATISnet, 2012

Em 1913 surgiu um conceito voltado para o pedestre onde foi instalado uma “rede” na parte frontal do veículo que era acionada automaticamente quando se detectava colisão frontal com pedestre e a mesma acomodava o pedestre afim de minimizar os ferimentos consequentes do acidente como podemos observar na imagem abaixo.

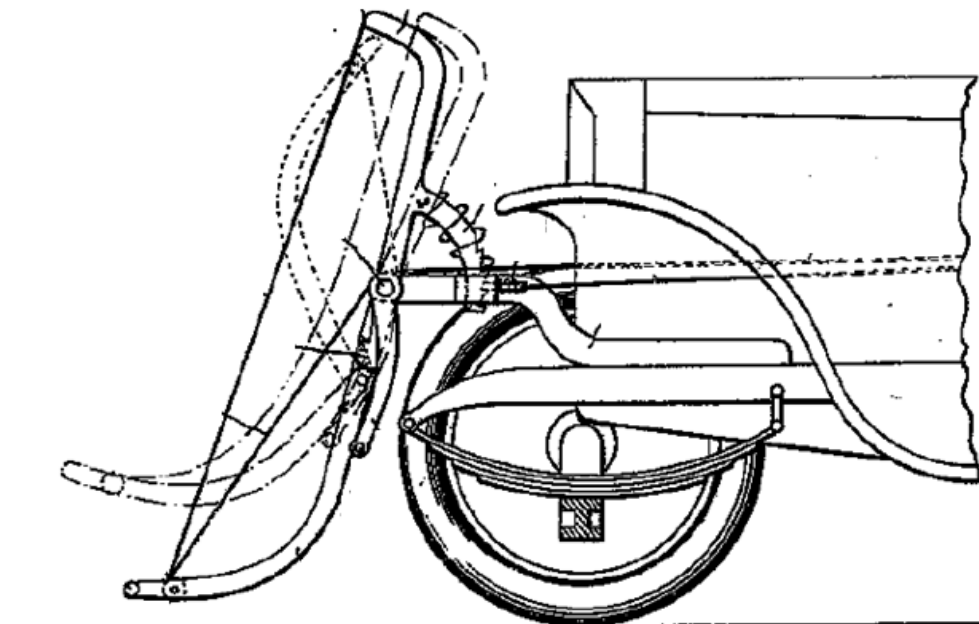
Fotografia 8 – **Conceito de *design* voltado à proteção ao pedestre**



FONTE: Treinamento Proteção ao Pedestre – General Motors, 2011

No ano de 1924 foi patenteado na Alemanha um novo mecanismo afim de absorver de uma melhor maneira toda energia decorrente de um impacto com um sistema flexível conforme imagem abaixo.

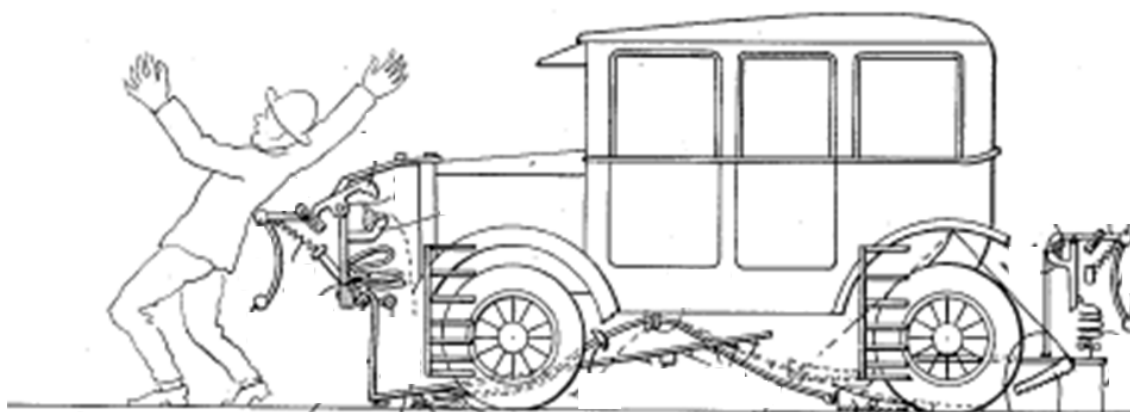
Fotografia 9 – **Patente 422259, visão geral mecanismo flexível**



FONTE: DEPATISnet, 2012

Ainda no século XX, mais precisamente em 1930 surgiu uma nova patente que criava um mecanismo automático na parte frontal do veículo que por sua vez era acionado ao colidir com outro veículo afim de proteger toda a parte frontal do veículo inclusive a mecânica. Este mesmo dispositivo era acionado também ao chocar-se com o um pedestre onde ele evitava que o pedestre rolasse para debaixo do veículo e também era lançado um protetor ao solo para que a queda não fosse direta ao piso, podendo assim minimizar algumas lesões. Em ambas situações descritas o veículo era parado pelo próprio mecanismo.

Fotografia 10 – **Patente 1865014, visão geral do mecanismo em ação**



FONTE: *United States Patent and Trademark Office*, 2012

No período de 1939 a 1945, período este que ocorreu a segunda guerra mundial a evolução dos sistemas voltados para segurança veicular deram uma estagnada. No período de pós-guerra entre os anos 50 e 60 o foco principal foi a proteção aos ocupantes. Por consequência ao foco escolhido foram obrigados a retomar o desenvolvimento para proteção ao pedestre pois os índices de desastres estavam aumentando.

Diante dos acontecimentos a preocupação com o pedestre só aumentou pois em 1974 a empresa Mini criou um veículo experimental para itens de segurança nomeado de Mini Clubman com a característica de um *front end*² amigável ao ponto de vista dos pedestres.

Como evolução do Mini Clubman a montadora desenvolveu um sistema de barra que por sua vez era acionado ao detectar um impacto frontal onde o mesmo expunha o sistema afim de segurar o pedestre sobre o *hood* e evitar que a vítima rolasse para a frente do carro e ficasse sujeita a um esmagamento pelas rodas do veículo. Abaixo temos uma ilustração do conceito desenvolvido na época.

Fotografia 11 – Conceito desenvolvido para evitar rolamento do pedestre, 1974

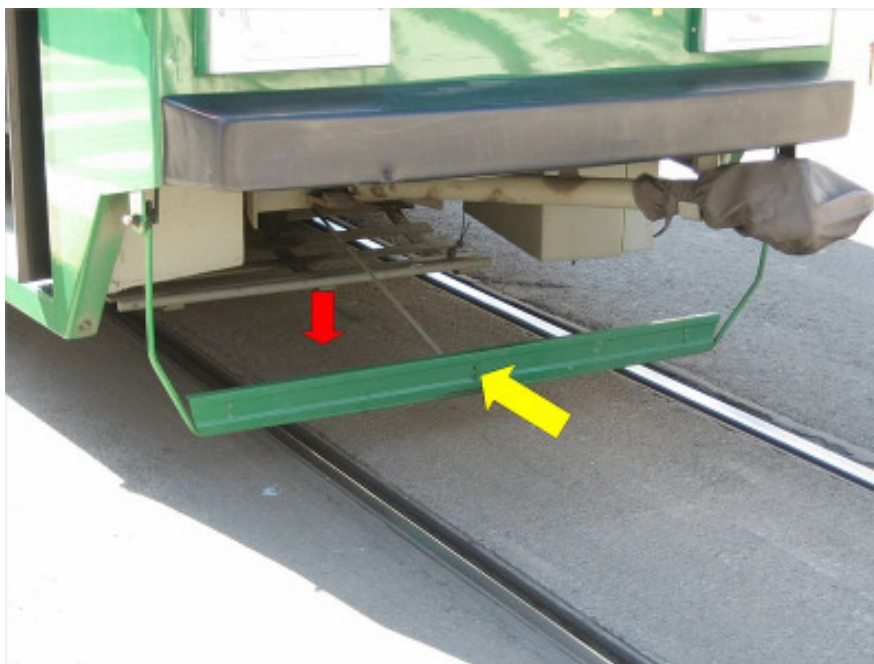


FONTE: AROnline, 2012

² Front end: estrutura e peças que compõe a parte frontal de um veículo.

Nesta década em Helsinque, capital da Finlândia o mesmo conceito de segurança foi encontrado com aplicação em um bonde onde o intuito é ao acontecer o impacto com pedestre a barra deveria ser acionada conforme imagem abaixo.

Fotografia 12 – Conceito utilizado em um bonde, 1975



FONTE: Wikipedia, 2012

Ainda em 1970 foi fundada a EEVC em resposta a iniciativa do departamento americano de transportes por um programa internacional de segurança veicular que por sua vez se tornou um órgão que criou parâmetros para procedimento de validação dos veículos no que se diz respeito a *crash tests*³. Após a fundação da EEVC iniciou-se uma pesquisa aprofundada de vários aspectos em que poderiam contribuir como uma segurança secundária.

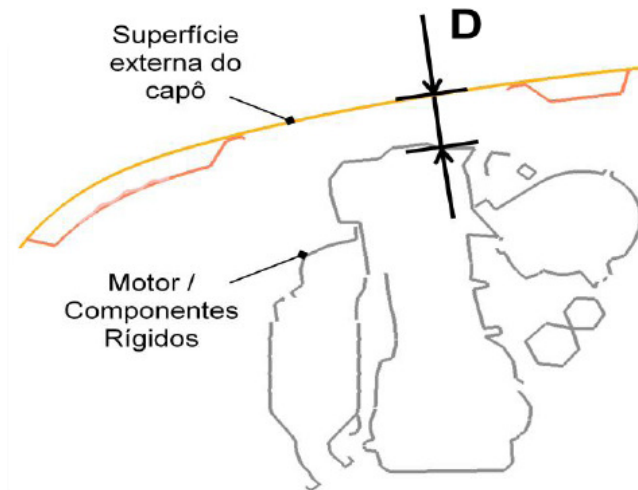
Devido ao aumento da preocupação com o pedestre, nos anos 90 surgiram resultados de testes com embasamento nos procedimentos existentes que observou-se a necessidade da criação de testes para os ocupantes durante colisões frontais e laterais e também atentaram-se para a proteção aos pedestres em um choque frontal.

Nesta época o impacto de cabeça contra o *hood* ainda era um ponto crítico a ser analisado pois tínhamos veículos com painéis espessos o que é um ponto negativo para absorção do impacto

³ Crash tests: são testes realizados para validação de um veículo nos quesitos de segurança veicular.

mas também tinhamos pontos positivos quando pensamos em distância do capô para os componentes que se encontram sob ele.

Fotografia 13 – Seção que ilustra distância (D) do capô para demais componentes

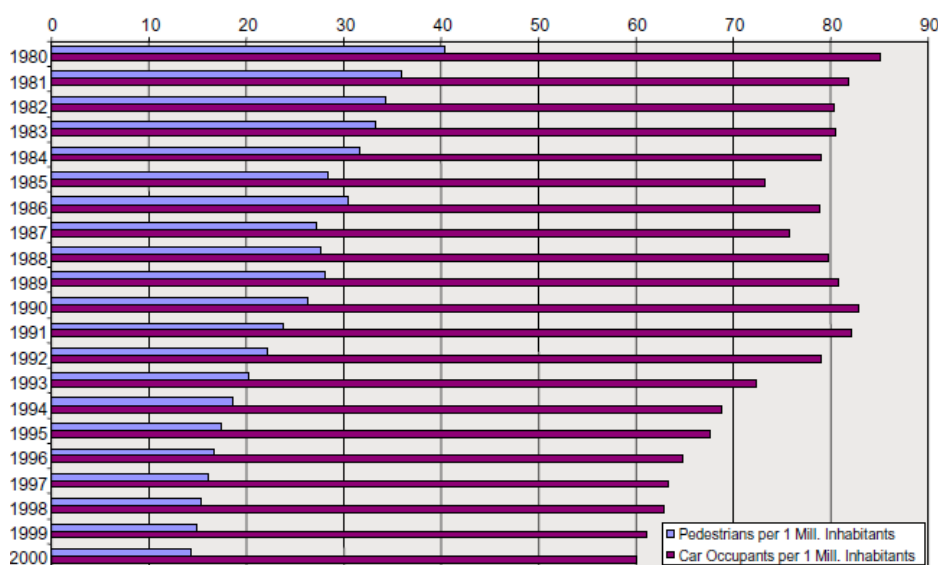


FONTE: Ferreira, Anderson Sirolli (2010, p. 113)

O *design* do veículo é um fator que influencia muito no requerimento legal para impacto craniano e na década em questão devido ao aumento da segurança veicular inicia-se a preocupação com formas menos contundentes na parte frontal do veículo que atuará em conjunto com as distâncias citadas anteriormente.

A seguir é apresentado graficamente os índices de decréscimo nas fatalidades de pedestres *versus* ocupantes europeus.

Gráfico 6 – Decréscimo dos índices europeus, 1980 - 2000



FONTE: IRTAD-data

De acordo com IRTAD, em um período de vinte anos o índice de fatalidades de pedestres decresceu de 40 para 14 pedestres para cada milhão de habitantes europeus, sendo assim uma redução de 65%.

No gráfico mostrado anteriormente também ilustra o índice de fatalidades dos ocupantes do veículo que reduziu de 85 para 60 fatalidades para cada milhão de habitantes da Europa.

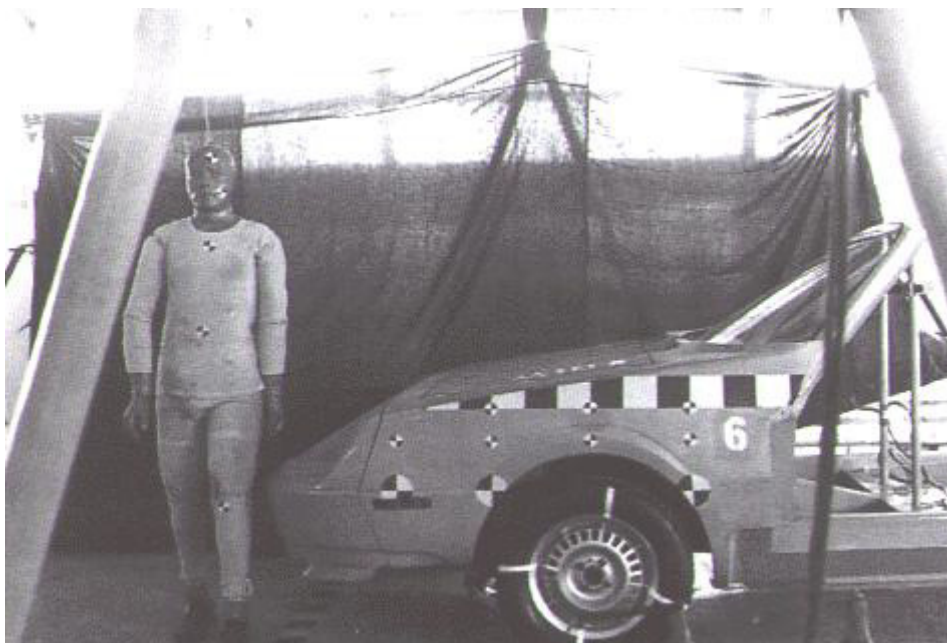
Ambos resultados são consequentes de um ótimo trabalho realizado pelos órgãos responsáveis pelos testes de produtos disponíveis no mercado automobilístico europeu.

Os testes que qualificam os veículos são provenientes de diversos grupos de trabalho que compõem a EEVC, onde cada um é responsável por uma porção do que se diz respeito a segurança veicular, estes grupos são nomeados com as siglas WG.

Os grupos responsáveis por segurança ao pedestre nos anos 80 foram, WG7 e WG10.

WG7 foi responsável pelo início dos testes com *dummies*⁴ para melhor entendimento dos mecanismos lesionados visando um aperfeiçoamento da segurança com o pedestre.

Fotografia 14 – Teste de impacto, 1982

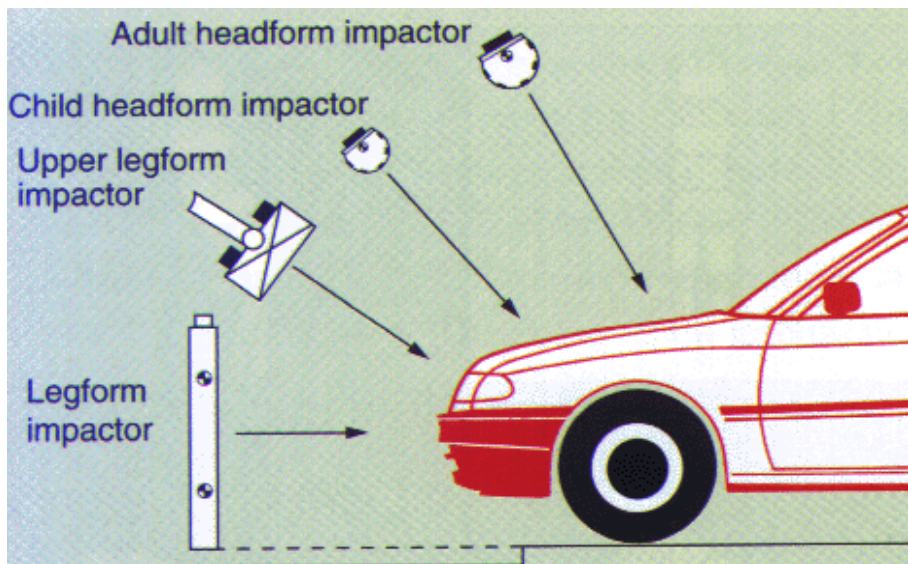


FONTE: EEVC WG7, 2012

⁴ Dummies: são manequins utilizados para substituir a presença do ser humano em testes de segurança veicular que consequentemente causará lesões aos envolvidos. O dummy simula as condições de um ocupante ou até mesmo pedestre devido as articulações nele presentes e as informações são coletadas através de sensores nele posicionados estrategicamente.

Passados alguns anos, mais precisamente em 1987 o grupo WG10 responsável por estudar como aconteciam as lesões com os pedestres em um atropelamento desenvolveram quatro tipos diferentes de sub-sistema para realizar testes, como mostrado na imagem abaixo.

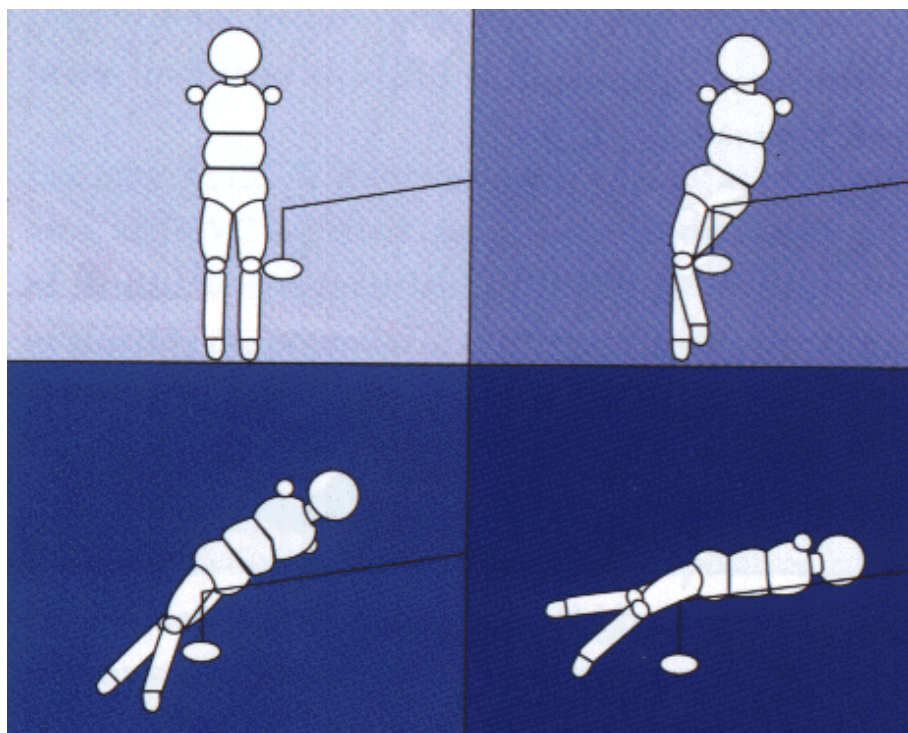
Fotografia 15 – **Testes desenvolvidos pelo WG10**



FONTE: EEVC WG10, 2012

A seguir temos uma ilustração de uma simulação realizada por computadores dos anos 80.

Fotografia 16 – **Simulação simples em computadores da época**



FONTE: EEVC WG10, 2012

Segundo Arup (2009) temos o seguinte histórico dos acontecimentos durante o desenvolvimento das legislações para proteção ao pedestre:

- 1987: EEVC WG 10 iniciou o desenvolvimento dos procedimentos para testes;
- 1994: Publicação do WG10 dos procedimentos para testes;
- 1997: EEVC WG17 revisa WG10 procedimentos para testes;
- 1998: Publicação do WG17 da legislação proposta;
- 2000: ACEA desenvolve propostas para testes voluntários;
- 2003: Diretiva Europeia 2003/102/EC; Comitê ACEA é adotada como Europeia;
- 2009: Diretiva Europeia No 78/2009 é adotada pelo comitê ACEA;
- 2009: Atual governo chinês revisa proposta nacional; Estabelecido padrão para impacto de pedestre;

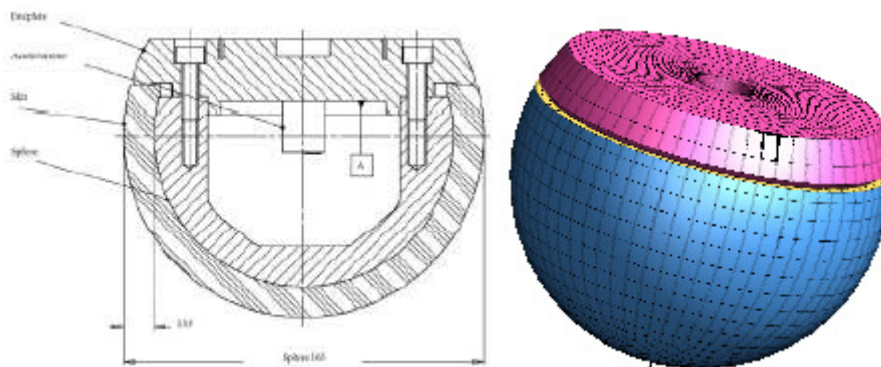
Ainda segundo Arup (2009) na sequência temos um breve histórico dos acontecimentos durante o desenvolvimento dos testes que viriam a ter os resultados divulgados aos consumidores:

- 1997: EuroNCAP inicia testes baseados no WG10;
- 2004: EuroNCAP modifica os testes para ser mais compatíveis a WG17;
- 2004: JNCAP inicia teste usando os procedimentos nacionais; ANCAP é idêntica a EuroNCAP;
- 2009: EuroNCAP modifica os três índices para um índice de estrelas geral;
- 2009: CNCAP inicia planos para incluir testes de pedestres em índices de estrelas de veículos;

Os testes realizados para impacto craniano contra o capô são compostos de uma veículo com toda sua parte frontal mais alguns impactadores que simulam cabeça de criança e adultos e cada fase dos requerimentos legais necessitam de um modelo específico onde cada um tem sua particularidade e será lançado contra o *hood* de uma maneira diferente.

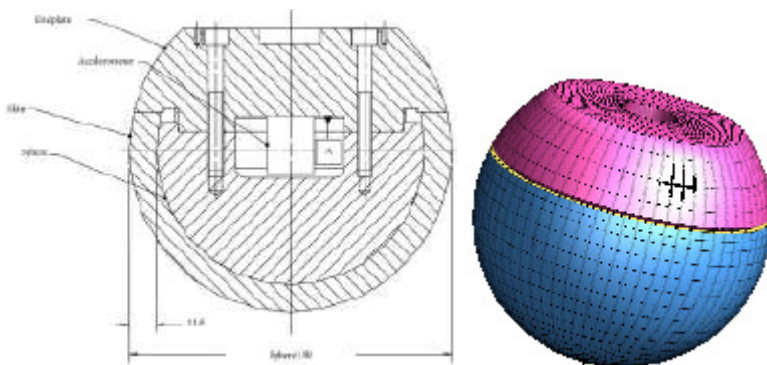
Abaixo temos alguns exemplos com ilustrações de impactadores e as fases que são utilizados.

Fotografia 17 – **Impactador utilizado por EU fase 1 e GTR, criança 3,5kg**



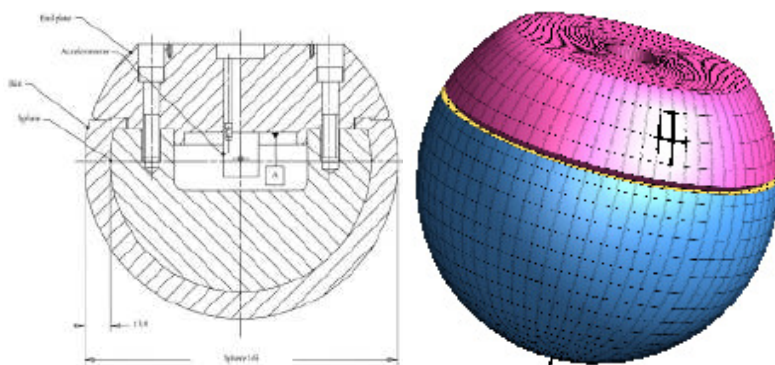
FONTE: Arup, 2009

Fotografia 18 – **Impactador utilizado por EU fase 2 (EuroNCAP, ANCAP), criança 2,5kg**



FONTE: Arup, 2009

Fotografia 19 – **Impactador utilizado por EU fase 2 (EuroNCAP, ANCAP), adulto 4,8kg**

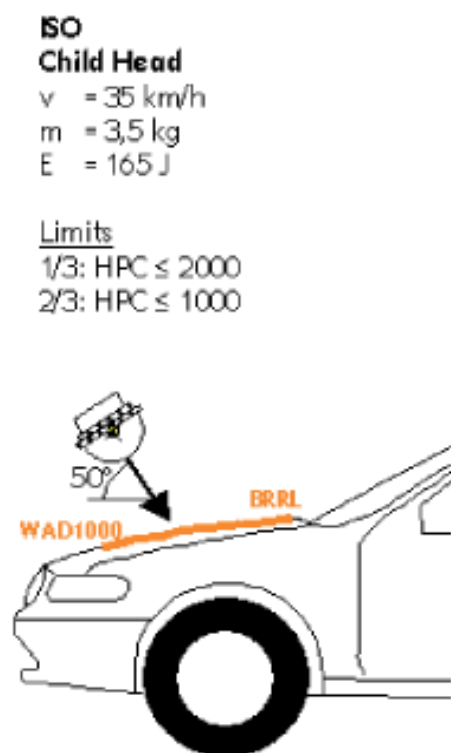


FONTE: Arup, 2009

Todos os encontros realizados para estabelecer procedimentos de testes geraram três fases de requerimentos legais para proteção ao pedestre como podemos observar nas imagens anteriores, todas elas originadas pelo WG10 e WG17. São elas:

- Europa Fase 1: os testes eram realizados com apenas um tipo de impactador contra o capô chamado de cabeça de criança ISO com os parâmetros demonstrados na imagem abaixo.

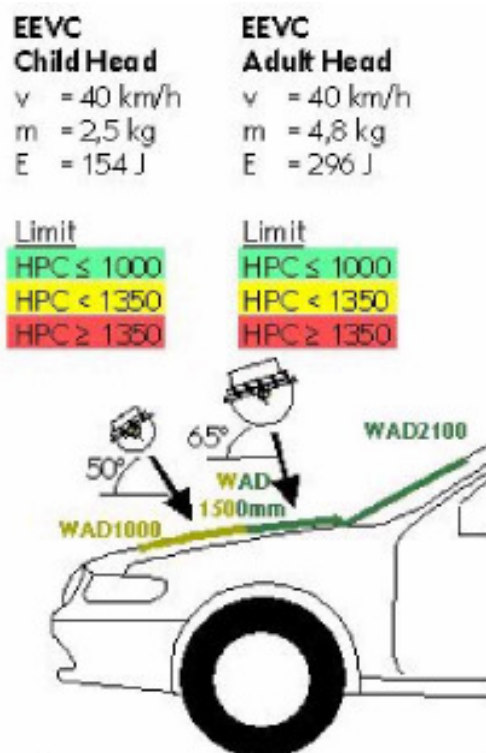
Fotografia 20 – **Teste realizado EU Fase 1**



FONTE: Kerkeling, Christoph (2005, p. 11)

- GTR e EU Fase 2: são dois requerimentos legais que possuem o mesmo nível de exigências com diferença de que a GTR são considerados veículos de até 4500 kg ao invés de 3500 kg como na EU Fase 2 e os parâmetros dos testes são demonstrados na imagem abaixo.

Fotografia 21 – Teste realizado GTR e EU Fase 2



FONTE: Kerkeling, Christoph (2005, p. 11)

Segundo Kerkeling (2005) os limites que pontuam o veículo de acordo com a capacidade de desaceleração dos impactadores são chamados de HPC. Os simuladores de cabeça são equipados com acelerômetros que captam informações e são calculados a partir da fórmula abaixo:

$$HPC := \max \left\{ \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a(t) dt \right]^{2,5} (t_2 - t_1) \right\}$$

A seguir temos uma tabela que nos mostras resumidamente o que cada norma exige para o impacto de cabeça, uma maneira mais simples de termos todas as informações.

Tabela 3 – Resumo dos requisitos legais existentes, Euro NCAP e JNCAP

Test Summary	Japanese Regulation		J NCAP		Original/Updated EU Regulation Part 4 (Oct 2005)	Original EU Regulation Part B (Sep 2010)		Updated EU Regulation Part B (Feb 2013) GB Draft/GTR Draft		Euro NCAP	
	Child	Adult	Child	Adult	Child/Small Adult	Child	Adult	Child	Adult	Child	Adult
Headform											
Speed	32km/h		35km/h		35km/h	40km/h		35km/h		40km/h	
Angle	65°		65°		50°	50°	65°	50°	65°	50°	65°
Weight	3.5kg	4.5kg	3.5kg	4.5kg	3.5kg	2.5kg	4.8kg	3.5kg	4.5kg	2.5kg	4.8kg
Size	Ø166	Ø166	Ø166	Ø166	Ø166	Ø160	Ø166	Ø166	Ø166	Ø160	Ø166
WAD	1000-1700	1700-2100	1000-1700	1700-2100	-	1000-1500	1500-2100	-		1000-1500	1500-2100
Hic	2/3 Bonnet Area<1000 1/3Bonnet Area<2000		Rank5:<876 Rank4:877-1016 Rank3:1017-1156 Rank2:1157-1296 Rank1:>1297		2/3 Bonnet Area <1000 1/3Bonnet Area <2000	Bonnet Area <1000		< 1000 for 1/3 of child zone <1700 for 1/3 of child zone combined with Adult < 1000 for 2/3 of bonnet <1700 for 1/3 of bonnet		Bonnet Area <1000	

FONTE: Arup, 2009

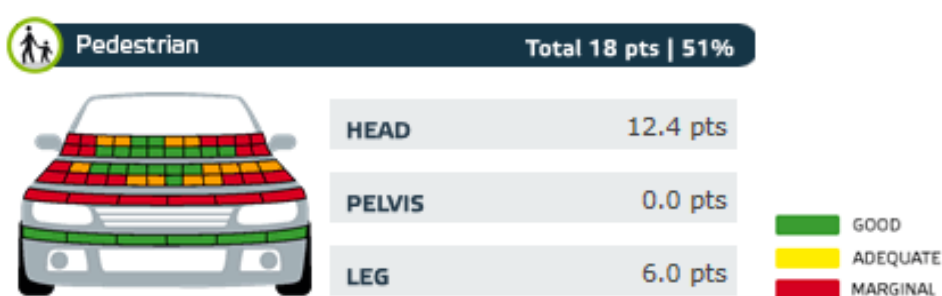
Os protocolos de regulamentação para proteção ao pedestre (EC, JAMA, GTR, etc) definem os requisitos mínimos de desempenho para os parâmetros de lesões definidos. O desempenho é mensurado por testes físicos e podem ser feitos por auto certificação ou homologação. Os testes devem considerar todas as variações do produto (diferentes tipos de motorização, diferentes alturas de suspensão, diferentes massas) pois são mandatórios para haver conformidade com os requerimentos. Estes protocolos exigem que a indústria automotiva tenha um produto que atenda completamente os testes realizados.

Outro meio de avaliação dos veículos são as NCAPs que são responsáveis por criar um *ranking* de veículos com base em pontos testados e divulga-los aos consumidores. Para os testes a indústria fornece à NCAP um relatório onde mostra a quantidade de pontos testados e também a quantidade de pontos que atendem os requerimentos, a partir destas informações o instituto irá confirmar os pontos até então validados e ainda escolherá alguns aleatoriamente para compor a pontuação dos testes.

Os testes para proteção ao pedestres são divididos em impactos de cabeça, impacto de perna inferior e superior, estes por sua vez irão pontuar e também afetar a classificação geral de quão o veículo estará contribuindo para a segurança do pedestre.

Abaixo temos um exemplo das regiões testadas e as classificações obtidas para cada uma delas.

Fotografia 22 – Ilustração regiões de contato do pedestre e sua pontuação



FONTE: Euro NCAP (2012)

A imagem anterior também é um exemplo de resultado final que será publicado para o consumidor através das NCAPs de cada região. Diante do resultado anterior o veículo atendeu apenas 51% do pontos testados para proteção ao pedestre obtendo conjuntamente com os demais itens avaliados pela NCAP responsável e obteve uma classificação geral de quatro estrelas.

4.2 PRESENTE

Diante dos fatos apresentados anteriormente observamos que com o passar dos anos este é um assunto que vem se tornando mandatório para a indústria, pois cada vez mais os clientes exigem mais segurança para com o produto que estão comprando.

Estas informações ainda são muito recentes para os brasileiros que ainda precisam criar cultura em buscar estes tipos de benefícios com os automóveis. Infelizmente ainda há uma cultura que visa muito o *design* e *status* que o bem irá oferecer.

Hoje em dia a indústria esta tornando os itens de segurança mais acessíveis para os clientes que não possuem um poder aquisitivo para produtos de luxo disponibilizando tecnologias que possam contribuir apenas nos danos que podem ser causados ao ocupante e ao pedestre em um atropelamento nunca descartando as habilidades/prudência do motorista.

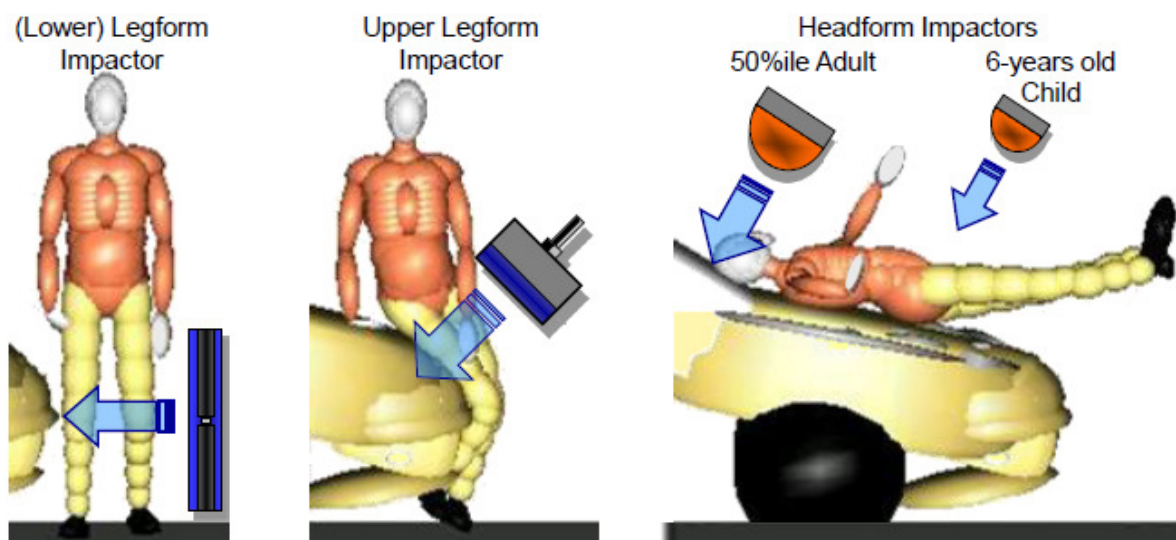
Visando oferecer produtos que minimizem as consequências de acidentes envolvendo pedestres e ao mesmo tempo se manterem com produtos competitivos no que se diz respeito a melhor *design*, desempenho e massa a indústria esta buscando alternativa para adequar os produtos para que atendam todos os requisitos de segurança principalmente para o fator com maior fragilidade, o pedestre.

Em um projeto de capô atual é um diferencial utilizar critérios de validação virtual do impacto de cabeça contra o *hood* visando sempre absorver ao máximo a energia de todo impacto no compartimento. Para isso a redução de espessuras pode ser um fator positivo para um resultado satisfatório juntamente com as formas que serão projetadas na região como consequência do *design* externo do veículo.

Graças aos avanços tecnológicos tornou-se possível uma pré-avaliação virtual de um projeto automobilístico sem a necessidade da construção de protótipos para os estudos/propostas realizados na fase de desenvolvimento. Nos dias de hoje o nível de informação que podemos obter com as simulações virtuais são muito próximas do que possivelmente acontecerá no real. Devido a estas proximidades de resultados e também alguns fatores externos (condições climáticas, condições das vias, condutor, etc) não serem possíveis simular através de softwares ainda é necessário a construção de protótipos, mas acredita-se que em poucos anos não haverá mais a necessidade de disponibilizar o alto custo de um protótipo em um projeto, podendo assim, utilizar esta importância em inovações para o produto. Abaixo podemos ver

uma ilustração do quão próximo da realidade nós nos encontramos em análises virtuais onde o software é capaz de representar com grande similiaridade o comportamento do corpo humano em uma colisão com pedestre e também obter resultados satisfatórios por ter um veículo virtual cada vez mais representativo podendo assim analisar com alto grau de precisão qual será o comportamento de ambos em determinadas situações.

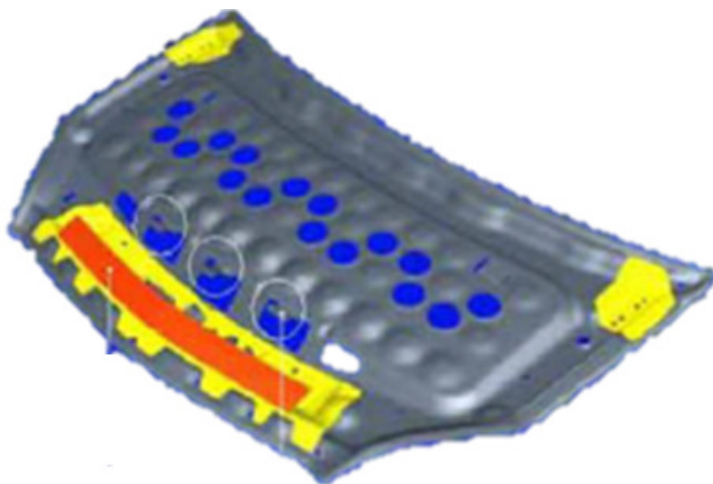
Fotografia 23 – **Simulação virtual do século XXI**



FONTE: Kinsky, Thomas (2010, p. 38)

Para melhor entendimento do que é formado a região onde se ocorre o primeiro contato craniano e sua estrutura básica, iremos visualizar a seguir uma ilustração de seus componentes estruturais. São eles: painel interno e reforços para as dobradiças, para a região central onde temos a fechadura do compartimento.

Fotografia 24 – **Design do painel interno capô e seus reforços.**

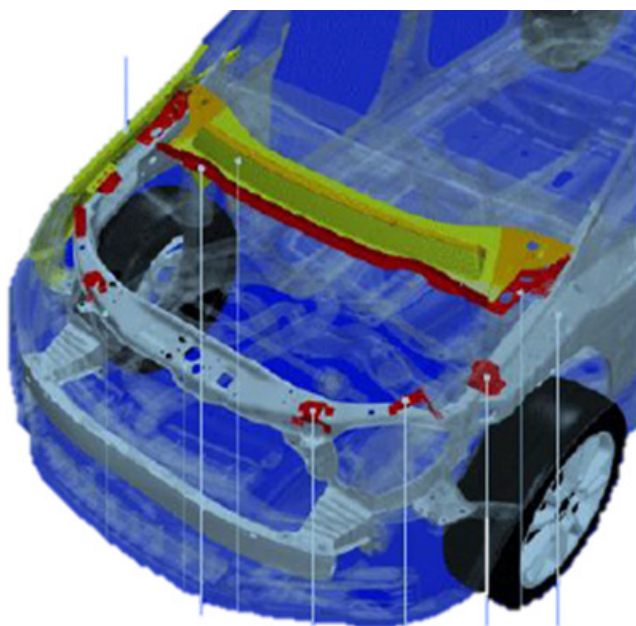


FONTE: Treinamento Proteção ao Pedestre – General Motors, 2011

Devido as exigências da validação é comum encontrarmos suportes deformáveis para sustentação e absorção da energia que pode ser aplicado no *underhood*⁵.

Na próxima ilustração destaca-se componentes importantes e que estão diretamente envolvidos na absorção de energia quando aplicada sob o capô, são as dobradiças e todos os suportes que estejam posicionados na região onde deva ocorrer a deformação consequente de um impacto craniano, todos os itens estão ilustrados na cor vermelha.

Fotografia 25 – **Dobradiça do capô, suportes e estrutura frontal.**



FONTE: Treinamento Proteção ao Pedestre – General Motors, 2011

Como podemos observar os *brackets*⁶ deformáveis são peças originadas de matérias metálicos mas projetados com uma estrutura que seja capaz de absorver toda e qualquer energia que possa vir a ser aplicada no mesmo conjuntamente com os itens que serão atingidos anteriormente conforme imagens a seguir.

⁵ Underhood: termo técnico do idioma inglês utilizado na indústria automotiva para se referir ao compartimento do motor, aos componentes instalados sob o capô.

⁶ Bracket: termo técnico do idioma inglês muito usado na indústria automotiva para se referir a suportes que sejam projetados para qualquer que seja a função.

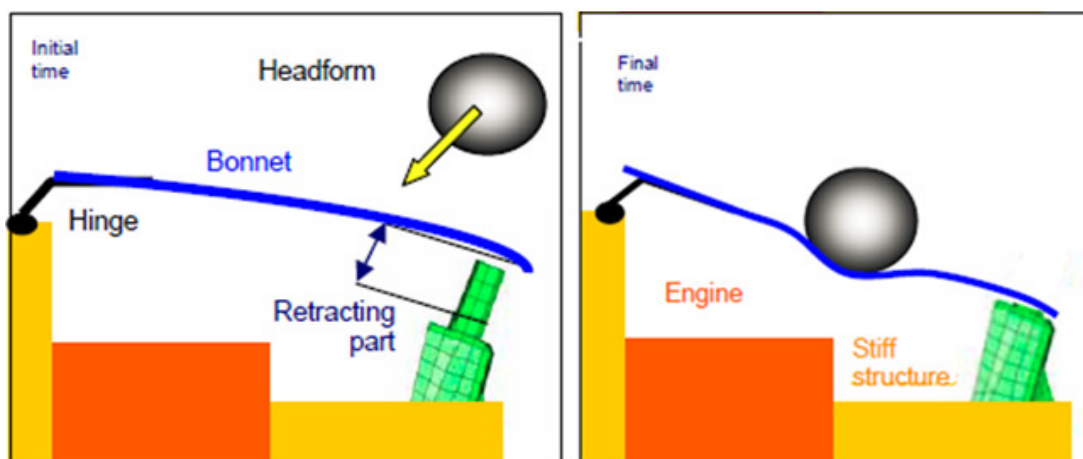
Fotografia 26 – Simulação física de uma aplicação de suporte deformável.



FONTE: Berg et al, 2002

A seguir temos uma ilustração de simulação virtual usada para verificar se o *bracket* deformável que será aplicado na região estudada será efetivo ao ocorrer o impacto craniano sobre o capô. Embora a imagem anterior seja uma aplicação na fixação do *fender*⁷ e a imagem seguinte seja no *front end* do veículo, ambos são projetados com a finalidade descrita anteriormente.

Fotografia 27 – Simulação virtual de uma aplicação de suporte deformável.



FONTE: Pinecki, Christian (2007, p. 9)

Um ponto muito importante para as descrições anteriores é respeitar as distâncias estabelecidas inicialmente para cada projeto, pois muitas vezes os suportes possuem uma altura significativa devido a zona de impacto craniano não poder ultrapassar o vão livre determinado para cada componente rígido, ou seja, o espaço do painel interno do capô para os demais componentes internos tem que ser o suficiente para que a absorção da energia

⁷ Fender: termo técnico do idioma inglês muito usado na indústria automotiva para se referir ao para-lamas da parte frontal do veículo.

decorrente do impacto craniano não permita o choque com os demais compenentes com grande rigidez como mostrado a seguir. Este é mais um passo para se ter sucesso nos testes de impacto de cabeça.

Fotografia 28 – Distâncias críticas sob o capô.



FONTE: Ferreira, Anderson Sirolli (2010, p. 113)

Os valores apresentados na imagem anterior são particularidades de cada veículo a ser projetado, podendo assim ocorrer variações com os mesmos.

As condições apontadas até o momento são de projeto para viabilidade dos requisitos para que o produto seja pontuado positivamente em testes da NCAP de sua região. Abaixo temos uma imagem de qual é o comportamento do impacto craniano contra o capô em diversos tamanhos de veículo.

Fotografia 29 – Impacto de cabeça de acordo com o tamanho do veículo.

Small car (Opel Corsa)	Compact car (Honda Civic)	Family car (Peugeot 407)	Upper class (Citroën C6)	MPV (Ford S-MAX)	SUV (Toyota RAV4)

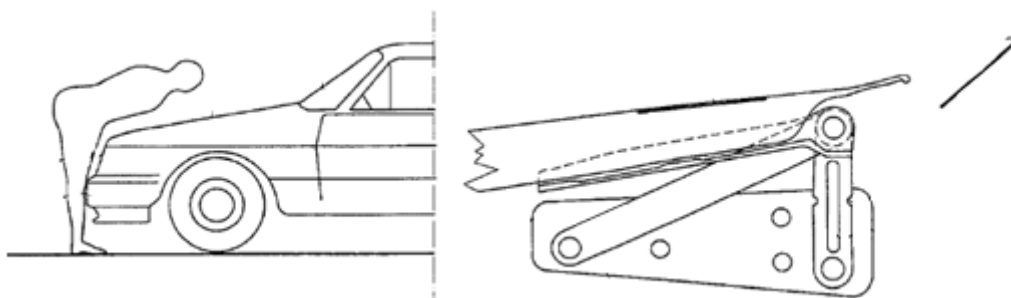
FONTE: Treinamento Proteção ao Pedestre – General Motors, 2011

Além da alternativa que foi descrita anteriormente de se usar suportes deformáveis nós podemos também ter uma melhor absorção de energia nas dobradiças com a aplicação de mecanismos colapsáveis onde o mesmo terá sua estrutura projetada para receber cargas na vertical e consequentemente sua deformação acontecerá, sendo assim mais um ponto para absorção de toda energia aplicada durante o impacto craniano contribuindo assim com o objetivo de minimizar as lesões que podem vir a ser causadas no pedestre.

Segundo Bjureblad (2003) um *hinge*⁸ colapsável tem o seu mecanismo conectado a pelo menos duas hastes metálicas, uma posicionada na longitudinal do capô que ficará na horizontal após uma colisão e a segunda haste esta posicionada verticalmente pronta para deformar quando aplicada uma carga na mesma orientação, esta deformação ocorrerá quando a carga aplicada for maior à uma carga pré-determinada por projeto.

As próximas figuras nos mostrarão o mecanismo antes e depois de se receber a carga descrita.

Fotografia 30 – **Exemplo de *hinge* colapsável**



FONTE: Bjureblad, Mats (2003, p. 09)

Fotografia 31 – **Mecanismo após absorção de carga**

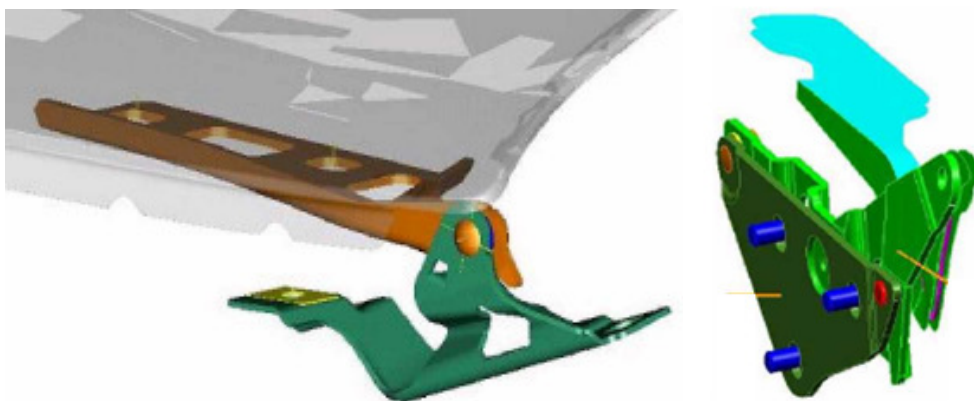


FONTE: Bjureblad, Mats (2003, p. 09)

A seguir temos mais um conceito para dobradiça com apenas um ponto de articulação e estrutura colapsável aplicado no veículo Opel Zafira, este foi uma dos requerimentos que compunha a primeira fase da Euro NCAP.

⁸ Hinge: termo do idioma inglês usado para se referenciar a dobradiça de mecanismos que se aplicam.

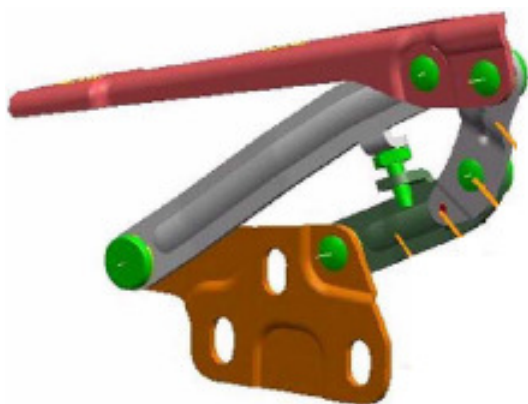
Fotografia 32 – Exemplos de *hinge* colapsável



FONTE: Kerkeling, Christoph (2005, p. 11)

Mais um exemplo de *hinge* com menor resistência a impactos e vale deixar como dica seria os que se utilizam do sistemas com mais de uma articulação. Segundo Kerkeling (2005) este mecanismo já apresenta naturalmente a vantagem de ser menos resistente quando comparado com o de apenas um ponto de articulação.

Fotografia 33 – Exemplo de *hinge* multi articulação colapsável



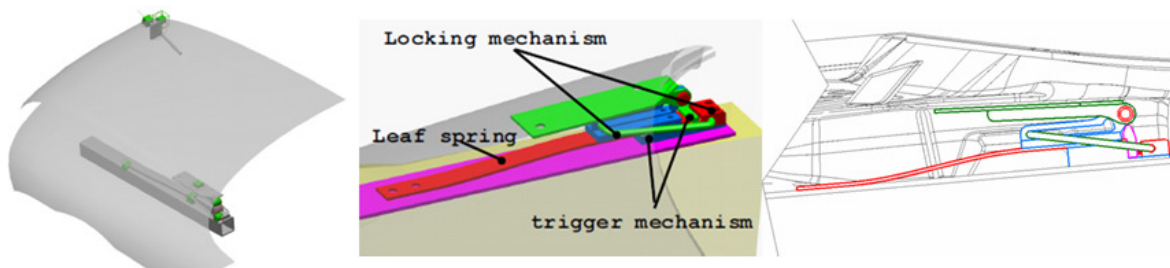
FONTE: Kerkeling, Christoph (2005, p. 11)

Atualmente em produtos com maior custo de comercialização todas as montadoras estão usufruindo dos avanços tecnológicos para minimizar ainda mais os danos aos pedestres em consequência a colisão. São eles:

- Capô com *hinge* ativo: no momento da colisão contra o pedestre, sensores posicionados no pára-choque do veículo detectam o pedestre, enviam sinal a uma central eletrônica que dispara o sistema de levantamento do capô a fim de aumentar a distância entre a região de impacto e os componentes rígidos no motor e consequentemente teremos uma

maior absorção de toda energia ali aplicada. Segundo Krenn (2003) o acionamento do mecanismo ocorre em apenas 40ms.

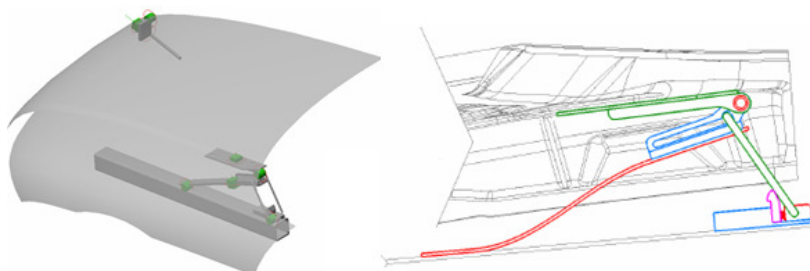
Fotografia 34 – Exemplo de *hinge* ativo, posição para função apenas como dobradiça



FONTE: Krenn, Martin (2003, p. 11)

Na sequência temos imagens deste modelo de *hinge* ativo com o mecanismo em ação.

Fotografia 35 – *Hinge* ativo em ação

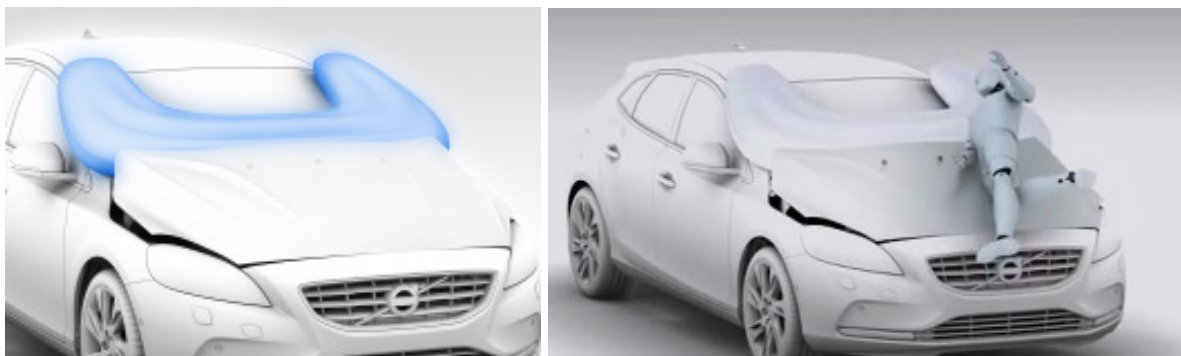


FONTE: Krenn, Martin (2003, p. 11)

O mecanismo de *hinge* ativo pode ter o mecanismo acionado de diversas maneiras e uma delas é a mostrada acima onde temos uma “mola em barra” pré-tensionada e quando necessário a mesma acionara todo o mecanismo conforme imagens. Com este objetivo o mecanismo pode ser acionado por sistemas de mola helicoidais, pistões e etc.

- *Airbag* externo: funciona basicamente com o mesmo objetivo de um capô ativo, mas com uma característica adicional, a bolsa de ar que é inflada ao detectar a colisão através dos sensores. Abaixo temos algumas ilustrações onde a montadora Volvo já aplicou em um de seus modelos, o v40.

Fotografia 36 – Volvo V40



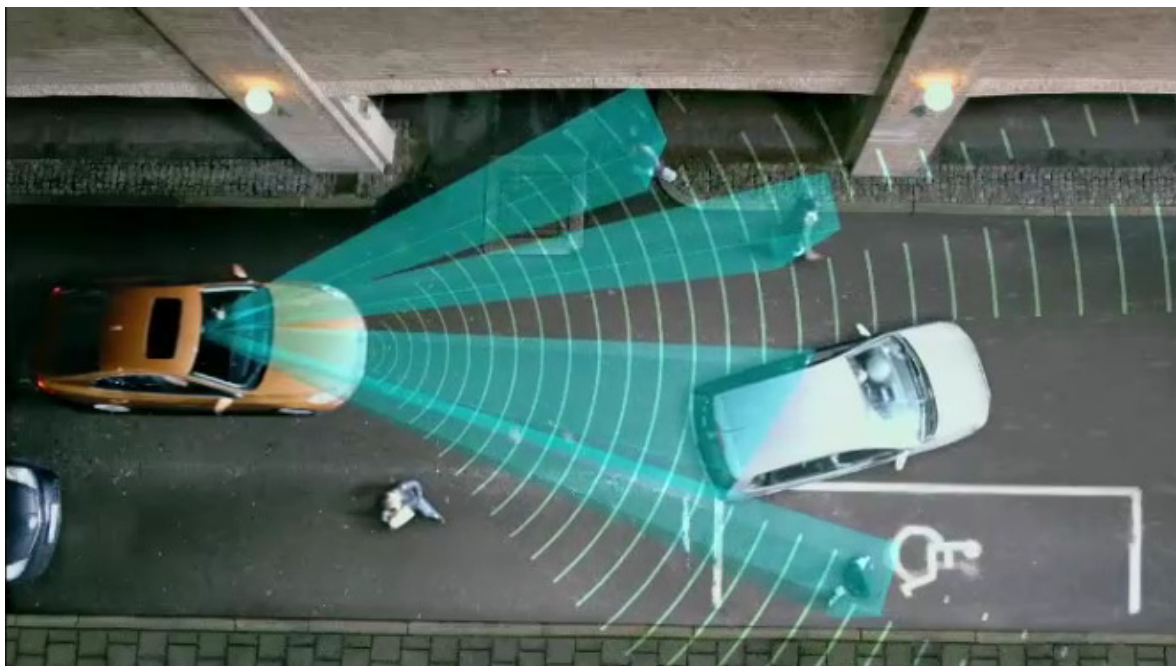
FONTE: iG Carros, 2012

Assim como descrito para o capô ativo este é apenas um sistema para aplicação do *airbag* para pedestres. Há estudos em que a bolsa poderá ser “explodida” na região central *cowgrill*⁹. Esta é uma estratégia a ser definida durante a aplicação em um projeto automobilístico visando a efetividade do sistema em absorver energia do impacto craniano e minimizando ainda mais o ferimentos causados ao pedestre.

- Detector de pedestres: é um sensor posicionado estrategicamente no veículo que será capaz de emitir sinais em determinada frequência onde receberá como resposta a detecção ou não de obstáculo e será inclusive capaz de identificar se o obstáculo é um pedestre ou não, sendo assim o mesmo solicitará o uso dos freios imediatamente mesmo que o condutor não os utilize. Este é um sistema que também há projetos que se utilizam de sensores infravermelho e que terá o mesmo efeito. Abaixo temos imagens de uma aplicação feito pela Volvo em um de seus modelos de produção, o S60.

⁹ Cowgrill: termo técnico do idioma inglês usado para uma peça plástica localizada entre o para-brisa e o capô.

Fotografia 37 – Volvo S60 emitindo sinais



FONTE: Volvo Cars, 2012

Fotografia 38 – Volvo S60 processando sinais capturados.



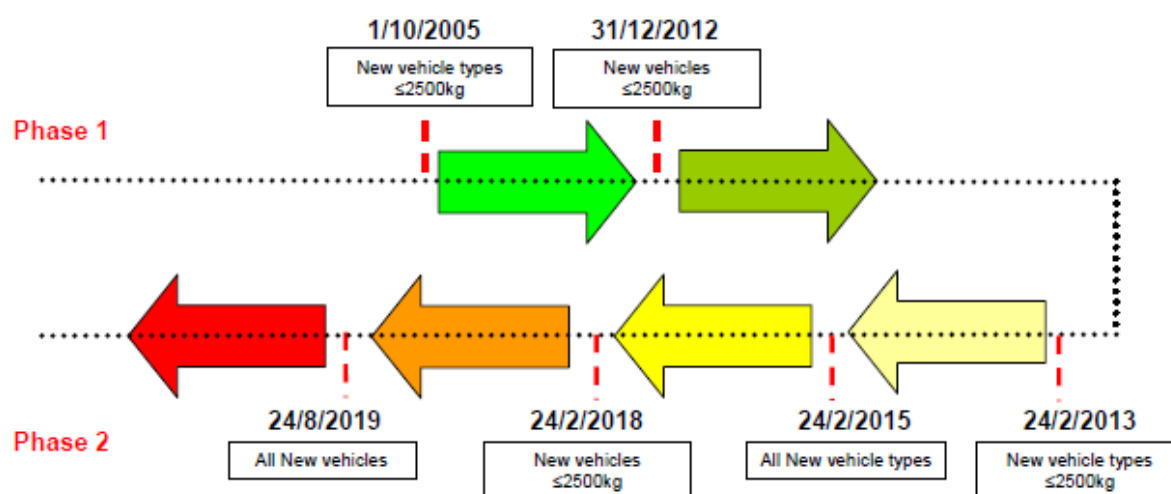
FONTE: Volvo Cars, 2012

Neste exemplo de aplicação o sensor foi instalado na parte superior central do para-brisa. Observe na fotografia acima que o dispositivo diferencia os pedestres do automóvel a diante, ou seja, trata-se de um sistema com muita tecnologia empregada.

De acordo com o capítulo anterior onde tivemos uma breve explanação dos testes realizados estes ainda são considerados atualmente de acordo com os requerimentos legais da GTR e Euro fase 2, os quais são iguais como já descrito anteriormente.

Atualmente esta acontecendo uma transição do fim de aplicação das normas de Euro fase 1 para a fase 2, assim como nos é mostrado na linha de tempo ilustrada abaixo.

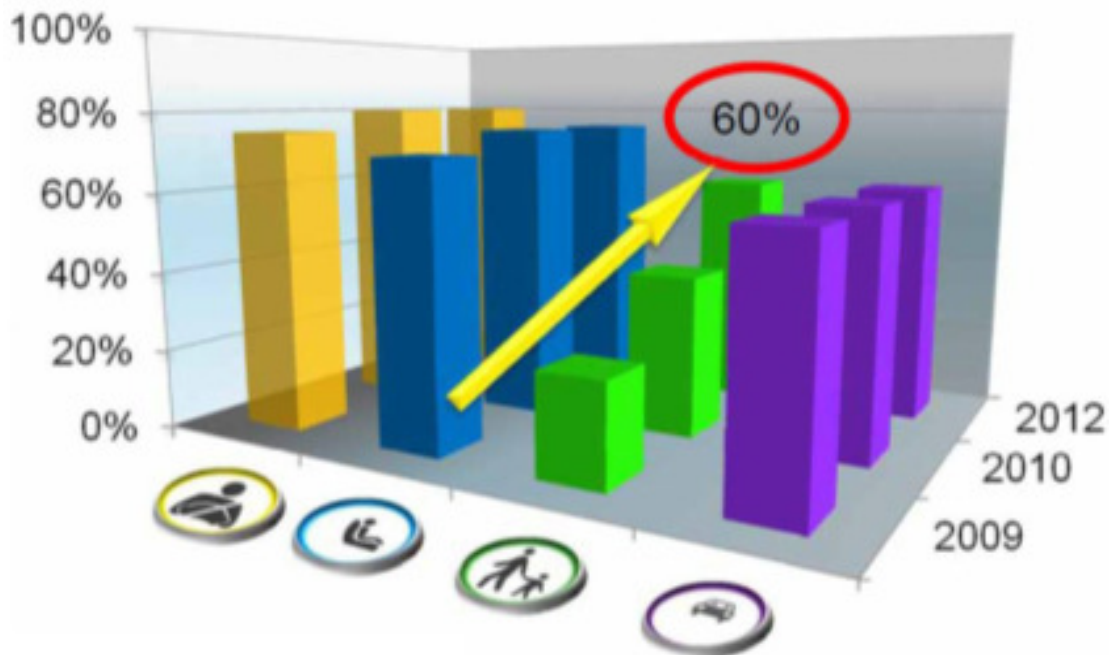
Fotografia 39 – Linha do tempo entre Euro fase 1 e Euro fase 2



FONTE: Arup, 2009

Ao passar dos anos podemos notar que as exigências para segurança veicular aumenta cada vez mais, e consequentemente a segurança ao pedestres também aumenta. De acordo com informações publicadas no ano corrente temos uma maior exigência com proteção de pedestres onde para atender os requerimentos legais e contribuir positivamente para sua pontuação diante das NCAPs o veículo necessita pontuar de maneira satisfatória em 60% dos pontos por eles testados. Na imagem a seguir temos uma evolução das exigências mencionadas que visam alcançar o índice de cinco estrelas das NCAPs.

Gráfico 7 – Evolução dos testes no tempo



FONTE: Treinamento Proteção ao Pedestre – General Motors, 2011

4.3 FUTURO

Global NCAP esta promovendo um plano que visa minimizar o número de vítimas relacionadas aos acidentes com veículos, cujo plano global é nomeado de Década de Ação Segurança Rodoviária 2011-2020.

Esta iniciativa envolve a Latin NCAP, órgão responsável pela validação de segurança veicular dos produtos existentes na América Latina e Caribe.

O Brasil ainda é um país que esta desenvolvendo muito a respeito de segurança veicular. A partir de 2014 tornará obrigatório o uso do sistema de frenagem dos veículos com ABS o que será mais um ponto positivo quando falamos de proteção ao pedestre.

Os sistemas anteriormente apresentados que já existem em lançamentos da montadora Volvo são com certeza mais um passo visando a integridade do pedestre durante um atropelamento.

Apesar de já existir aplicação para os mesmos e ser de conhecimento de toda engenharia da indústria automotiva focada em *Ped Pro* estes ainda são uma novidade para produtos. Com toda certeza assim como o desenvolvimento de *airbags* iniciou-se em 1960 e nos próximo 2 anos se tornará mais um item obrigatório para a segurança do condutor, o *airbag* para proteção do impacto craniano muito provavelmente chegará aos nossos produtos diante das estatísticas que sempre estão mostrando o decrescimento das fatalidades que ocorrem no trânsito.

Além da aplicação de *airbag* externo na região do para-brisa conforme descrito há estudos que aplicam uma bolsa de ar na região frontal do *hood* ficando escondido sob o mesmo.

Na imagem a seguir podemos ter uma idéia de um protótipo com diversos *airbags* externos, muito provável que seja a direção que caminharemos quando o assunto for proteção contra impacto craniano no capô.

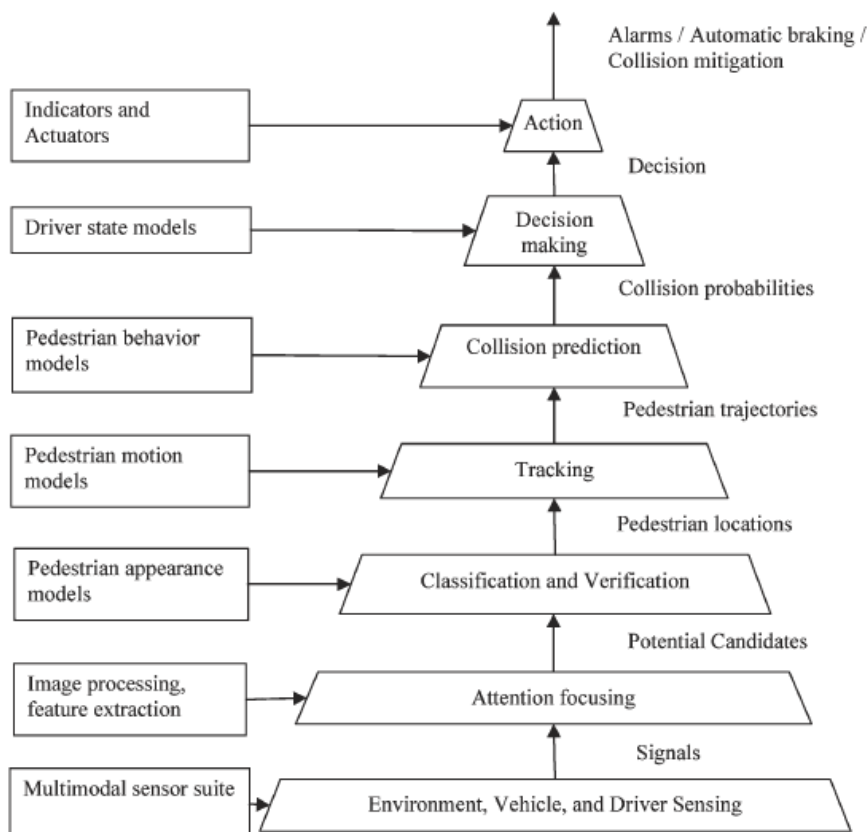
Fotografia 40 – Aplicação de diversos *airbags* na parte frontal do veículo.



FONTE: Simonhar, 2012

Na sequência apresentarei um fluxograma que segundo Gandhi (2007) é uma visão ampla do que acontece no processamento da informação recebida de sensores cuja função é detectar a presença de pedestres e/ou obstáculos à frente do veículo e consequentemente efetuar a frenagem do mesmo.

Fluxograma 1 – Sistema que prevê e evita a colisão (detector de pedestre).



FONTE: Gandhi, Tarak (2007, p. 413)

Há iniciativas das NCAPs de ser considerado o impacto craniano de ciclistas, onde será mais uma variável que caminhará junto com a evolução de todo projeto automotivo.

Não podemos esquecer que da mesma maneira com que toda tecnologia vem contribuindo com a segurança com o pedestre vale a pena lembrar que com certeza os requerimentos legais para ser um veículo com alto nível de proteção ao pedestre o mesmo passará por maiores exigências nos testes assim como percebemos que aconteceu até os dias de hoje.

5 CONCLUSÃO

Os pedestres são os componentes mais vulneráveis das ruas em todo o mundo, e devido a isso necessitam de maior atenção quando estão transitando. Atualmente há um amplo desenvolvimento de normas e condutas a respeito de proteção ao pedestre devido ao alto índice de fatalidades.

Após todas as informações aqui apresentadas e todo material utilizado para esta monografia além do envolvimento direto com o desenvolvimento automotivo em um grupo cujo um dos focos é *ped pro* concluímos que este é um tema que ainda nos gera enorme discussão, mas é um assunto de extrema importância a todos os envolvidos com um veículo, desde o consumidor que comprou o mesmo até o pedestre que esta transitando nas ruas.

Quando poderíamos imaginar que por trás de um automóvel há toda esta engenharia envolvida?

Realmente quem não tem instruções de como é projetado um automóvel não tem noção do quanto é necessário “engenheirar” para termos o produto final nas ruas. Desde o passado descrito observamos o quanto já se aplicavam novos conhecimentos e soluções nos veículos existentes, o quanto se criavam patentes com novas idéias inclusive para segurança veicular.

Com a criação dos órgãos não governamentais e a divulgação do trabalho que exercem sobre segurança veicular cujo o objetivo é nos mostrar de forma clara a importância do assunto fará com que a indústria deva se preocupar ainda mais em atender os requisitos mínimos por eles solicitados.

Atualmente grande parte dos novos produtos aqui desenvolvidos por serem destinados muitas vezes a mercados globais já são criados para atender estas normas, pois para o mercado brasileiro tais requisitos são novidades, mas com a chegada da NCAP todo *know-how* já empregado nas matrizes das montadoras serão cascadeados para os *sites* de mercados emergentes para que se adequem as condições globais.

A preocupação em livrar os componentes de grande rigidez da área de impacto de cabeça do *underhood* já acontece com maior naturalidade, mas posso dizer que atualmente é o ponto que esta em implementação pela indústria. Quanto aos demais avanços que minimizam as lesões ao pedestres decorrente de um atropelamento como o capô ativo, sensores que detectam e

efetuam a frenagem do veículo e *airbags* externos ainda estamos na fase de pesquisas e aprendizado de como pode-se viabilizar este itens de segurança para nossos produtos.

Diante de todas as informações são válidas análises profundas para viabilizarmos o quanto antes estes itens para minimizarmos ainda mais os índices de lesões causadas aos pedestres, pois são de extrema necessidade.

Acredito que dentro de alguns anos tenhamos estes recursos disponíveis em todo veículo que sair de fábrica e deixem de ser apenas acessórios para carros com alto custo para o consumidor assim como os airbags frontais internos estão tornando obrigatórios. Este talvez seja um ponto que se tenha grande trabalho da indústria para implementar os mecanismos em massa e consequentemente viabilizar financeiramente o mesmo.

O melhor e mais efetivo método será o que nos prevenirá de toda e qualquer situação de colisão, um excelente recurso é o sensor já apresentado.

Todo futuro de segurança veicular esta diretamente ligado aos avanços tecnológicos como observamos neste trabalho porém muito deles são evoluções de mecanismos patenteados no passado.

Com o passar dos anos a tecnologia contribui também com os aspectos de simulações virtuais também citados anteriormente.

REFERÊNCIAS

NCAP, Euro, 2012. **THE OFFICIAL SITE OF THE EUROPEAN NEW CAR ASSESSMENT PROGRAMME**. Disponível em: <www.euroncap.com>. Acesso em: 19 mar. 2012.

NCAP, Latin, 2012. **SITE OFICIAL DA AMÉRICA LATINA E CARIBE PARA AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA DOS CARROS NOVOS**. Disponível em: <www.latinnncap.com>. Acesso em: 19 mar. 2012.

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO. **ZONA MÁXIMA PROTEÇÃO AO PEDESTRE – ZMPP**: Informações e estatísticas. Disponível em: <www.cetsp.com.br>. Acesso em: 26 mar. 2012.

STRANDROTH, Johan. **THE CORRELATION BETWEEN PEDESTRIAN INJURY SEVERITY IN REAL-LIFE CRASHES AND EURO NCAP PEDESTRIAN TEST RESULTS**. Disponível em: <<http://www.euroncap.com/files/Pedestrian-Injury-Severity-in-Real-Life-Crashes---0-8250ebef-d1bc-44c5-95a7-9c8f2bfd3c49.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2012.

NHTSA, 2012. **NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION**. Disponível em: <www.nhtsa.gov>. Acesso em: 02 abr. 2012.

SAFECAR, 2012. **SAFETY FOR LIFE**. Disponível em: <<http://www.safercar.gov>>. Acesso em: 01 jul. 2012.

ONLINE, Revista Mecânica, 2012. **SEGURANÇA VEICULAR**. Disponível em: <<http://www.mecanicaonline.com.br/2008/04%2Babril/engenharia/seguranca%2Bveicular.htm>>. Acesso em: 08 jul. 2012.

WIKIPEDIA, 2012. **AUTOMOBILE SAFETY**. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Automobile_safety>. Acesso em: 11 jul. 2012.

WIKIPEDIA, 2012. **PEDESTRIAN SAFETY THROUGH VEHICLE DESIGN**. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Pedestrian_Safety_Through_Vehicle_Design>. Acesso em: 12 jul. 2012.

CARS, THE TRUTH ABOUT, 2012. **THE TRUTH ABOUT EUROPE'S PEDESTRIAN SAFETY LEGISLATION**. Disponível em: <<http://www.thetruthaboutcars.com/2007/12/the-truth-about-europes-pedestrian-safety-legislation/>>. Acesso em: 12 jul. 2012.

PEREIRA, Ney Q.. **ISO HEADFORM PEDESTRIAN PROTECTION TEST RESULTS COMPARISON AT CRITICAL BONNET REGIONS**. São Caetano do Sul: SAE, 2010. 7 p.

BOARD, TRANSPORTATION RESEARCH, 2012. **DEVELOPMENT OF FUTURE PEDESTRIAN PROTECTION TECHNOLOGIES**. Disponível em: <<http://trid.trb.org/view.aspx?id=750673>>. Acesso em: 23 jul. 2012.

AUTOLIV, 2012. **WORLD LEADER IN AUTOMOTIVE SAFETY**. Disponível em: <<http://www.autoliv.com/wps/wcm/connect/autoliv/Home/Who+We+Are/>>. Acesso em: 08 ago. 2012.

HAR, SIMON, 2012. **PEDESTRIAN PROTECTION**. Disponível em: <<http://www.simonhar.com/2012/05/pedestrian-protection.html>>. Acesso em: 08 ago. 2012.

MODITECH, 2012. **PEDESTRIAN PROTECTION AIRBAG**. Disponível em: <<http://www.moditech.com/rescue/index3.php?action=newsletter&detail=67>>. Acesso em: 08 ago. 2012.

GANDHI, Tarak. **PEDESTRIAN PROTECTION SYSTEMS: ISSUES, SURVEY, AND CHALLENGES**. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 8, no. 3, september 2007, 18 p.

PINECKI, Christian. **TECHNICAL SOLUTIONS FOR ENHANCING THE PEDESTRIAN PROTECTION**. PSA Peugeot Citroën, France, Paper number 07-0307, 2007. 9 p.

FERREIRA, Anderson Sirolli. **ANÁLISE COMPARATIVA PELO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS ENTRE DIFERENTES ESTRUTURAS INTERNAS DE CAPÔS DE VEÍCULOS VISANDO À PROTEÇÃO AO PEDESTRE EM CASO DE ATROPELAMENTO**. São Paulo, 2010. 113 p.

KRENN, Martin. **DEVELOPMENT AND EVALUATION OF A KINEMATIC HOOD FOR PEDESTRIAN PROTECTION**. SAE World Congress, Detroit, March 2003, 11 p.

BJUREBLAD, Mats. **COLLAPSIBLE HOOD HINGE**. United States Patent, Gothenburg, April 2003, 9 p.

KERKELING, Christoph. **STRUCTURAL HOOD AND HINGE CONCEPTS FOR PEDESTRIAN PROTECTION**. Alemanha, 2005, 11 p.

ABRASPE, 2012. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PEDESTRES**. Disponível em: <<http://www.pedestre.org.br/pedestre/no-brasil-e-no-mundo/noticial>>. Acesso em: 21 ago. 2012.

WIKIPEDIA, 2012. **LOCOMOTIVE ACTS**. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Red_Flag_Act>. Acesso em: 23 ago. 2012.

IRTAD, 2012. **INTERNATIONAL TRAFFIC SAFETY DATA AND ANALYSIS GROUP**. Disponível em: <<http://internationaltransportforum.org/irtadpublic/group.html>>. Acesso em: 25 ago. 2012.

PATENT, United States, 2012. **USPTO PATENT**. Disponível em: <<http://www.uspto.gov/patents/process/search/index.jsp>>. Acesso em: 25 ago. 2012.

PATENT, Deutsches, 2012. **SEARCHES FACILITATE DECISION-MAKING**. Disponível em: <<http://www.dpma.de/english/patent/search/index.html>>. Acesso em: 25 ago. 2012.

DATASUS, 2012. **SIM-SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE MORTALIDADE**. Disponível em: <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=040701>>. Acesso em: 26 ago. 2012.