

Acidentes

e Conflitos em Veículos

Automóveis e sua Avaliação

(PARA PROFISSIONAIS DE DIREITO)



Jorge Martins

AUTOR

Jorge Martins

E-mail: jmartins@dem.uminho.pt · Tel./WhatsApp: +351 963 049 015

TÍTULO

Acidentes e Conflitos em Veículos Automóveis e sua Avaliação

EDIÇÃO

Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.

Praça da Corujeira n.º 38 · 4300-144 PORTO

Tel. 220 939 053 · E-mail: geral@quanticaeditora.pt · www.quanticaeditora.pt

CHANCELA

Juribook – Conteúdos Jurídicos

DISTRIBUIÇÃO

Booki – Conteúdos Especializados

Tel. 220 104 872 · Fax 220 104 871 · E-mail: info@booki.pt · www.booki.pt

DESIGN

Luciano Carvalho

Delineatura – Design de Comunicação · www.delineatura.pt

IMPRESSÃO

janeiro, 2020

DEPÓSITO LEGAL

461141/19



A **cópia ilegal** viola os direitos dos autores.

Os prejudicados somos todos nós.

Copyright © 2020 | Todos os direitos reservados a Quântica Editora – Conteúdos Especializados, Lda.

A reprodução desta obra, no todo ou em parte, por fotocópia ou qualquer outro meio, seja eletrónico, mecânico ou outros, sem prévia autorização escrita do Editor e do Autor, é ilícita e passível de procedimento judicial contra o infrator.

Este livro encontra-se em conformidade com o novo Acordo Ortográfico de 1990, respeitando as suas indicações genéricas e assumindo algumas opções específicas.

CDU

347.1 Direito civil em geral

347.4 Obrigações. Responsabilidade contratual. Convenções. Contratos. Acordos

347.5 Responsabilidades não contratuais. Danos

ISBN

Papel: 9789898927866

Catálogo da publicação

Família: Direito

Subfamília: Direito Civil

Acidentes e **Conflitos** em **Veículos** **Automóveis** e sua **Avaliação**

(PARA PROFISSIONAIS DE DIREITO)

Jorge Martins

ÍNDICE

PARTE A – RECONSTITUIÇÃO DE ACIDENTES 9

CAPÍTULO 1.

INTRODUÇÃO 11

1.1. CÁLCULOS ENVOLVENDO TEMPOS, DISTÂNCIAS, VELOCIDADES E ACELERAÇÕES	13
1.2. FORÇA E COEFICIENTE DE ATRITO	16
1.3. ENERGIAS	18
1.4. QUANTIDADE DE MOVIMENTO	20

CAPÍTULO 2.

COEFICIENTES DE ATRITO 23

2.1. ATRITO ESTÁTICO E DINÂMICO	30
2.2. MÉTODOS E APARELHAGEM DE MEDIÇÃO DO ATRITO	32
2.3. MEDIÇÃO DA INCLINAÇÃO DA ESTRADA	39

CAPÍTULO 3.

CÁLCULOS RELATIVOS A ACIDENTES 41

3.1. <i>CRASH-TESTS</i>	41
3.2. INSTITUIÇÕES QUE REALIZAM/REGULAM OS <i>CRASH-TESTS</i>	47
3.3. DEFORMABILIDADE/RIGIDEZ DOS VEÍCULOS	47
3.4. EES – VELOCIDADE EQUIVALENTE À ENERGIA DE DEFORMAÇÃO	52
3.5. RAMCar – MODELO DE CÁLCULO DE ENERGIA E VELOCIDADE EM CHOQUES	53
3.6. DEFORMAÇÃO DA BARREIRA DEFORMÁVEL	55
3.7. RESTITUIÇÃO	57
3.8. ANÁLISE ÀS IMAGENS TIRADAS DOS VÍDEOS	60
3.9. ALGUNS EXEMPLOS DE CÁLCULO	62

3.9.1. Automóvel chocou com uma casa.....	62
3.9.2. Despiste em autoestrada.....	64
3.9.3. Choque entre dois carros.....	65
3.9.4. Relação entre deformação e velocidade.....	65
3.10. PC-CRASH.....	66

CAPÍTULO 4.

OUTROS CÁLCULOS.....	73
4.1. TEMPOS DE REAÇÃO EM TRAVAGEM.....	73
4.2. VELOCIDADES MÁXIMAS EM CURVA.....	75
4.3. ATROPELAMENTOS.....	77
4.4. VELOCIDADES DE PEÕES A ATRAVESSAR ESTRADAS.....	82
4.5. CHOQUES DE CARROS CONTRA BICICLETAS.....	82
4.6. ANÁLISES A MOTOCICLOS.....	84
4.7. ALGUNS EXEMPLOS DE CÁLCULO.....	88
4.7.1. Atropelamentos.....	88
4.7.2. Acidente com moto.....	89
4.8. DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE ULTRAPASSAGEM.....	90
4.8.1. Cálculos simples.....	90
4.8.2. Normas.....	91
4.9. PERDAS POR ATRITO E COEFICIENTE DE PENETRAÇÃO AERODINÂMICA.....	94
4.10. AQUAPLANING.....	95

PARTE B – OUTRAS ADVERSIDADES COM VEÍCULOS..... 101

CAPÍTULO 5.

INCÊNDIOS EM AUTOMÓVEIS.....	103
5.1. ORIGEM DOS INCÊNDIOS.....	103
5.1.1. Curto-circuitos.....	105
5.1.2. Filtro de partículas.....	105
5.1.3. Regeneração dos filtros de partículas.....	107
5.1.4. Carros elétricos.....	108
5.2. CATALISADOR.....	110
5.3. MATERIAIS IGNÍFUGOS.....	110

CAPÍTULO 6.

SEGURANÇA DE VEÍCULOS.....	111
6.1. SEGURANÇA PASSIVA.....	112

6.1.1.	Deformação da carroçaria e célula de sobrevivência	112
6.1.2.	Cintos de segurança	116
6.1.3.	Airbags	117
6.1.4.	Apoios de cabeça	120
6.1.5.	Vidros	120
6.1.6.	Outros sistemas de segurança passiva	122
6.1.7.	Barreiras Protetoras da Estrada (<i>rails</i>)	124
6.2.	SEGURANÇA ATIVA	129
6.2.1.	Pneus	130
6.2.1.1.	Pneus antifuros	134
6.2.1.2.	Altura do piso do pneu	135
6.2.1.3.	<i>Space saver</i>	135
6.2.2.	Travões	136
6.2.2.1.	Óleo de travões	142
6.2.2.2.	ABS	142
6.2.2.3.	Travagem de emergência	144
6.2.2.4.	Travagem automática	145
6.2.3.	Outros elementos de segurança ativa	145
6.2.3.1.	Sensores de pressão nos pneus	145
6.2.3.2.	Controlo de estabilidade	145
6.2.3.3.	Controlo de tração	146
6.2.3.4.	<i>Cruise control</i>	146
6.2.3.5.	Controlo de velocidade adaptativo	147
6.2.3.6.	Sensores	147
6.2.3.7.	Auxiliares de visão	149
6.2.3.8.	Caixas de velocidade automáticas	150
6.2.3.9.	Coluna de direção colapsável	150
6.2.3.10.	Piscas laterais	150
6.2.3.11.	Terceira luz de travão	150
6.2.3.12.	Aviso de cintos de segurança desapertados	151
6.2.3.13.	Avaliador de atenção do condutor	151
6.2.3.14.	Detetor (e atuador) de mantimento de faixa	152
6.2.3.15.	Luzes de presença diurnas	152
6.3.	COMPENSAÇÃO DO RISCO	152
 CAPÍTULO 7.		
	OUTROS SISTEMAS USADOS NOS VEÍCULOS	155
7.1.	ILUMINAÇÃO	155
7.2.	CAIXAS DE VELOCIDADE AUTOMÁTICAS	157

7.3. DIFERENCIAL	158
7.4. SUSPENSÃO	158
7.5. DIREÇÃO	160
7.5.1. Direção variável	161
7.5.2. Direção às 4 rodas (4WS)	163
7.5.3. O curvar	163
7.6. A ELETRÔNICA, OS VEÍCULOS AUTÓNOMOS E SEUS PROBLEMAS	164
7.7. MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA	166
7.7.1. Descrição e funcionamento	166
7.7.1.1. Lubrificação	167
7.7.1.2. Arrefecimento	169
7.7.2. Alguns problemas com motores	169
7.7.2.1. Gripagem	169
7.7.2.2. Correia/corrente de distribuição	171
7.7.2.3. Combustível trocado	173
7.7.2.4. <i>Hydrolock</i>	174
7.7.2.5. Tipos de motores	174
7.7.3. Motores a gasolina	174
7.7.3.1. Catalisador	174
7.7.3.2. OBD	175
7.7.4. Motores Diesel	176
7.7.4.1. <i>Common-rail</i>	176
7.7.4.2. Filtro de partículas	177
7.7.4.4. Problemas com injetores	181
7.7.4.4. Problemas com o turbo-compressor	181
7.8. EMISSÕES DE POLUENTES	182
7.8.1. Ciclos de condução	183
7.8.2. O WLTP	184
7.8.3. Os problemas com a emissão dos NOx	186
7.8.4. Testes de estrada RDE	187
7.8.5. Testes de consumo com híbridos	188
LISTA DE REFERÊNCIAS	191
GLOSSÁRIO DE SIGLAS	195
GLOSSÁRIO DE TERMOS	199
ÍNDICE REMISSIVO	203

to, a introdução de cintos de segurança, o aumento de força destes cintos (geralmente pirotecnicamente com os pré-tensores) e mais tarde o uso de *airbags* permitiu que a envolvente dos veículos pudesse ficar mais rígida sem tal ter consequências negativas nos ocupantes. O que tem acontecido é que essa rigidez é muito melhor controlada e o seu maior valor permite que a carroçaria se torne muito mais robusta em choques mais violentos.

Quando um veículo é submetido a um choque, há uma relação linear (Figura 16) entre a deformação (C) e a força (por unidade de largura F) necessária para produzir essa deformação. Temos assim dois coeficientes de rigidez (A e B) associados a cada veículo (Figura 16).

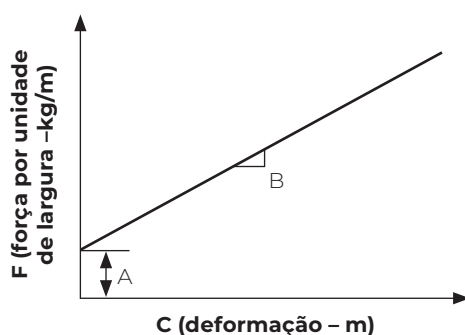


Figura 16. Relação entre deformação e força por unidade de largura.

A força F necessária para o impacto que deformou o veículo é então dada pela equação:

$$F = A + BC \text{ (kg/m)}$$

Com:

A – força máxima que não resulta em deformação permanente (N/m)

B – relação entre força e deformação (N/m²)

C – profundidade da deformação por unidade de largura (m)

F – força por unidade de largura (N/m)

As próximas equações, embora algo complexas, são necessárias para podermos chegar a algumas conclusões importantes.

A energia dissipada no impacto será:

$$E = \int_0^L \int_0^C (A + BC) dC dl = \sum_i \left(AC_i + \frac{BC_i^2}{2} + G_i \right) (J)$$

Grand Punto de 2005; Peugeot 208 de 2012). A azul apresenta-se o trapézio que melhor reflete o comportamento dos vários casos.



Figura 21.

Contornos das barreiras deformáveis após *crash-tests* de vários carros do segmento B.

O mesmo exercício foi realizado para os vários segmentos (segmentos de carros europeus definidos no Euro NCAP como A, B, C, D e E), sendo que se consideraram cinco perfis (Figura 22), um para cada segmento, que foram usados no modelo RAMCar. Estas áreas médias são decrescentes com o acréscimo da massa média do segmento de carro, sendo maior (menor deformação para o segmento A (carros pequenos) e indo-se reduzindo (maior deformação na barreira) progressivamente para os segmentos superiores, sendo que o E apresenta a menor área e consequentemente a maior deformação média da barreira. O Segmento A corresponde a carros de cidade (VW Up, FIAT Panda), o B a carros pequenos, C são os médios (Opel Astra, VW Golf), D são grandes (Ford Mondeo, Mercedes C, BMW 3) e E corresponde a carros executivos (Mercedes E, Audi A6).



Figura 22.

Vários perfis de deformação das barreiras deformáveis após os *crash-tests*.

Para fazer a análise visual do *crash-test*, sobrepõe-se o perfil (do respectivo segmento) ao carro no ponto da sua maior deformação (Figura 23), de modo a perceber qual o ponto (e área) de maior deformação (antes da restituição).

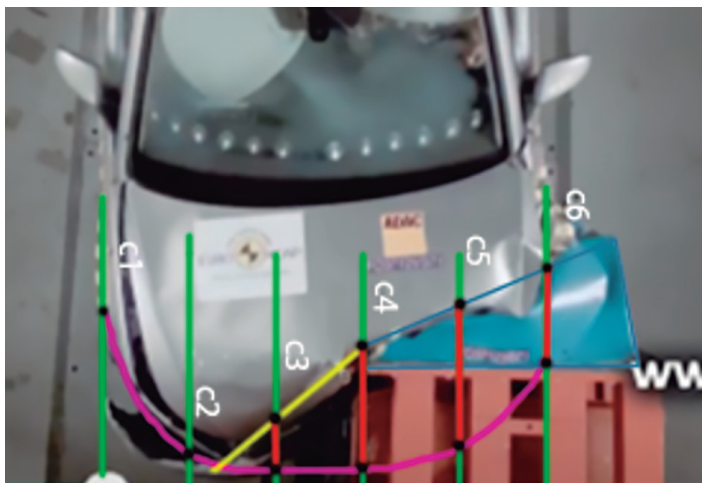


Figura 23.

Cálculo da deformação antes da restituição usando o desenho da barreira deformável correspondente à classe de veículo (VW Golf 2012). De notar as medições C1 a C6 (baseado em MARTINS, 2016).

3.7. RESTITUIÇÃO

Durante um choque há uma fase de compressão onde os objetos que colidem se deformam e absorvem energia cinética. A fase de compressão tem uma certa duração e termina quando a deformação dinâmica alcança um máximo (mostrada na Figura 23). Após esta deformação máxima, segue-se um período de restituição, onde o objeto pode recuperar, libertando parte da energia sob a forma de energia cinética (DAILY, 2006). Ou seja, após o choque o carro inicia um movimento contrário, fruto dessa energia de restituição.

É importante conhecer-se o coeficiente de restituição de modo a analisar convenientemente as imagens dos *crash-tests*, o que é essencial para avaliar os veículos europeus. A restituição difere de carro para carro, pois os materiais e o modo de construção também são diferentes, mas seguem um padrão geral para a maioria dos veículos, pelo que poderemos avaliar qual é o valor padrão ou valor médio de restituição. Para analisar os valores padrão de restituição dos automóveis, foi feita uma análise a alguns *crash-tests* (MARTINS, 2016). A análise foi feita usando os testes contra barreira fixa da

NHTSA e usando carros predominantemente europeus, de modo a termos os valores dos testes americanos (NHTSA) e as imagens dos testes europeus (Euro NCAP).

As figuras 24, 25 e 26 mostram esta análise a ser aplicada ao BMW série 3 (um modelo europeu mas também à venda nos EUA) em que o conceito da restituição se mostra em três vistas (de lado, de cima e por baixo). Nestas figuras a medida "A" representa a deformação permanente e a "B" a restituição.

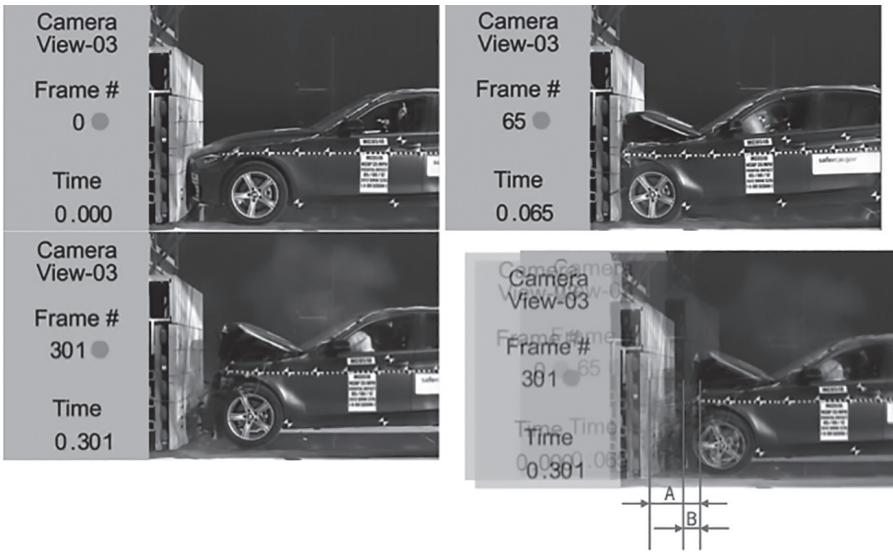


Figura 24. Análise da restituição num BMW série 3 (vista lateral).

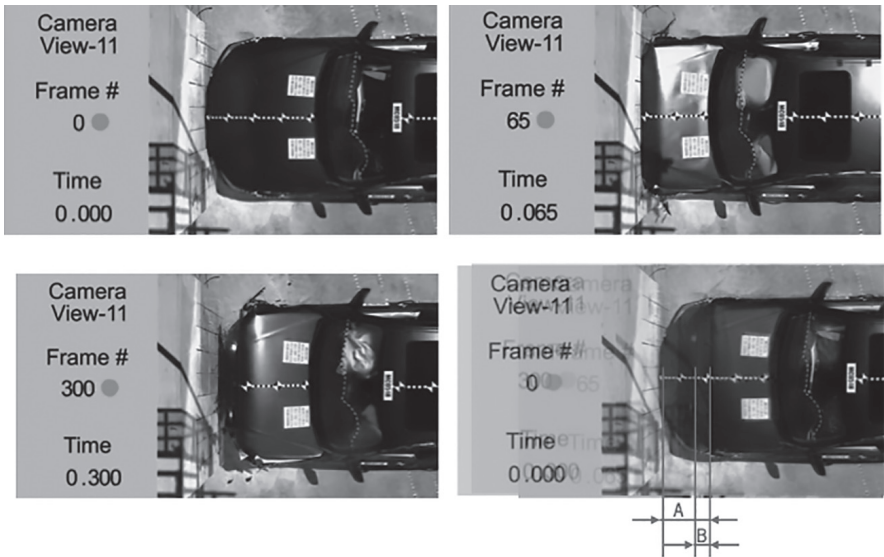


Figura 25. Análise da restituição num BMW série 3 (vista de cima).

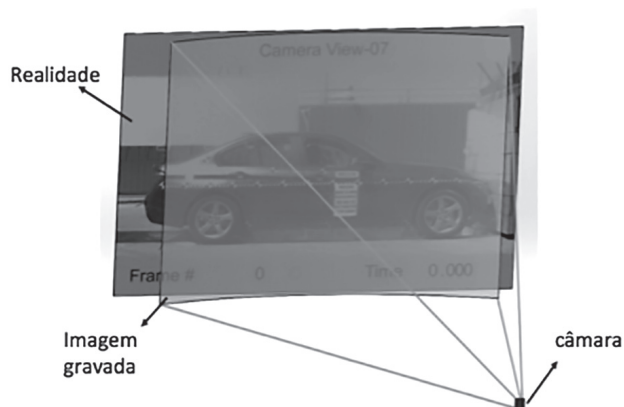


Figura 27. Erro visual por a imagem ter sido gravada a uma certa distância do objeto.

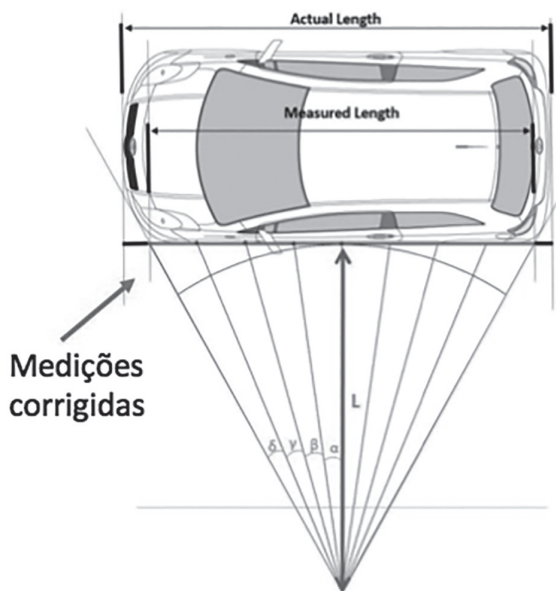


Figura 28. Erro de paralaxe somado com a existência de cantos redondos.

Como as rodas (nomeadamente as da frente) passam por toda a extensão da imagem, considerou-se o diâmetro da jante como a medida imutável ao longo dessa imagem (Figura 29), conseguindo-se assim eliminar os erros de paralaxe. Na Figura 29, as linhas brancas correspondem ao valor do diâmetro da jante da frente do carro a

ser avaliado e a diferença entre cada linha (A-B, B-C, C-D, D-E) é sempre a mesma (Figura 28). Assim, os ângulos α , β , γ e δ são diferentes, mas são os que correspondem ao valor do diâmetro da jante (MARTINS, 2016). Note-se que quanto mais se passa do centro da figura para os seus lados, mais distorcida esta fica, pelo que os ângulos vão diminuindo do centro (α) para a os lados (δ).

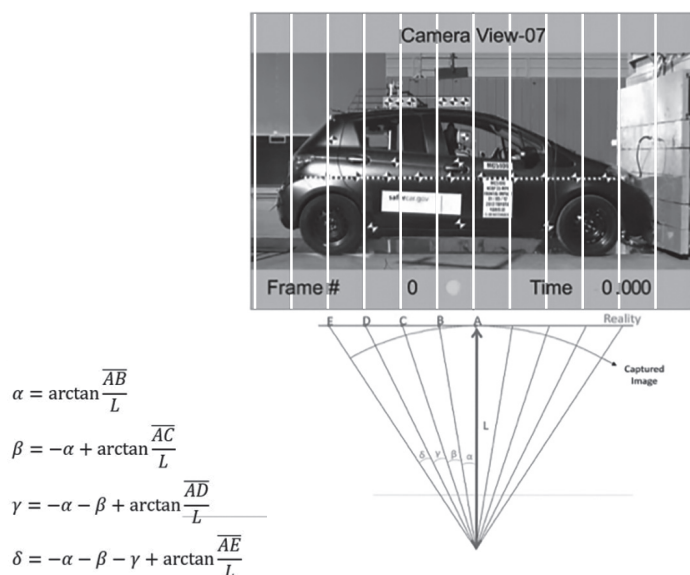


Figura 29. As linhas brancas distam entre si a medida do diâmetro da jante.

Fez-se ainda a análise aos contornos do carro, tendo-se conseguido reduzir o erro médio de 5,5% para 2,2% para o conjunto de carros que foi analisado (MARTINS, 2016).

3.9. ALGUNS EXEMPLOS DE CÁLCULO

3.9.1. Automóvel chocou com uma casa

Num acidente, um veículo bateu na traseira de um outro veículo e seguidamente bateu numa casa com a sua lateral. Não há riscos na estrada que permitam assumir ter havido travagem.

As deformações permanentes no veículo são as mostradas na Figura 30:

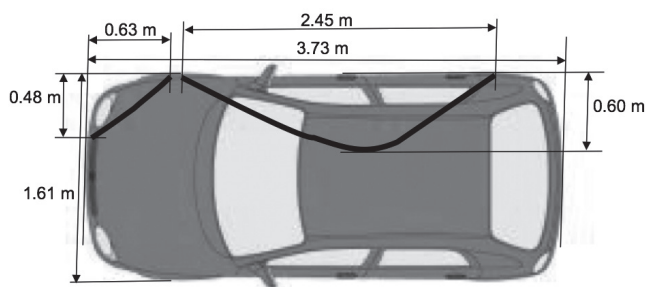


Figura 30. Contornos de deformação permanente.

Usando o modelo RAMCar acima descrito, chegou-se à velocidade de 55 km/h.

Olhando para as imagens do *crash-test* deste modelo, em que uma barreira deformável o impacta a 50 km/h, pode-se verificar (Figura 31) que os danos são inferiores ao do presente automóvel, pelo que a velocidade do choque deverá ser muito mais elevada. No entanto, deveremos notar que, enquanto que no *crash-test* o veículo foi impactado por uma barreira deformável (que absorveu parte da energia), no acidente o automóvel bateu numa esquina dura de pedra de uma casa, pelo que toda a energia dissipada ficou na deformação do veículo.



Figura 31. *Crash-test* do veículo em questão.

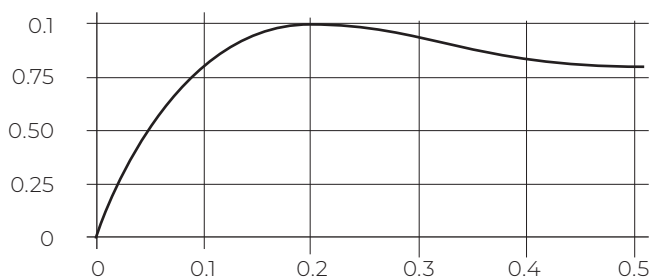


Figura 34.

Força longitudinal em função do *slip* e força lateral em função da tangente do ângulo de *slip* (baseado em PC-CRASH, 2001).

O modelo calcula a posição e reações das rodas usando a informação relativa às molas e aos amortecedores de cada suspensão. Um choque que origine a quebra ou falha da suspensão dificilmente poderá ser modelado. No entanto, é possível fazer-se uma modelação manual, instante a instante, do que acontece às várias rodas. Ou seja, é possível nos instantes antes ou após o choque variar-se a aceleração ou travagem de cada roda e a sua orientação. É com estes pequenos detalhes que é possível chegar-se à reconstituição do acidente, imaginando o que aconteceu antes e após o choque. É também desta maneira que poderão resultar erros significativos.

O modelo de Atrelados (Figura 35) é especificamente usado para acidentes com camiões com atrelados e procura simular o que aconteceu a este tipo de veículos durante um acidente ou choque.

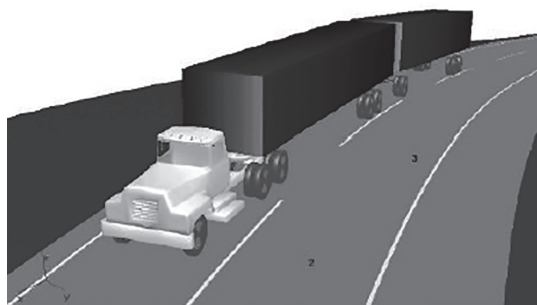


Figura 35.

Camião com atrelados no PC-Crash (baseado em PC-CRASH, 2001).

O modelo de Colisão é baseado no CRASH3, pelo que já foi anteriormente (Capítulo 3.3) apresentado. Este modelo baseia-se principalmente na restituição, em

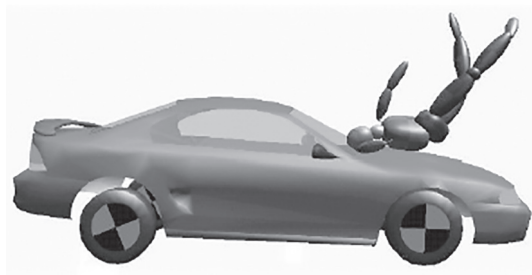


Figura 37. Atropelamento (baseado em PC-CRASH, 2001).

Há ainda outros submodelos acessórios tais como o modelo de Mudança de Faixa, o modelo de Trajetória segundo um dado ângulo das rodas e um modelo de Capotamento. Os motociclos podem também ser modelados, mas com um nível de detalhe muito inferior ao dos carros.

Para se apresentar um exemplo da complexidade do uso deste modelo, vou usar uma modelação reportada num trabalho publicado pela DSD (CLIFF, 2001). Trata-se de uma colisão controlada entre dois carros que bateram com um ângulo de 60° .

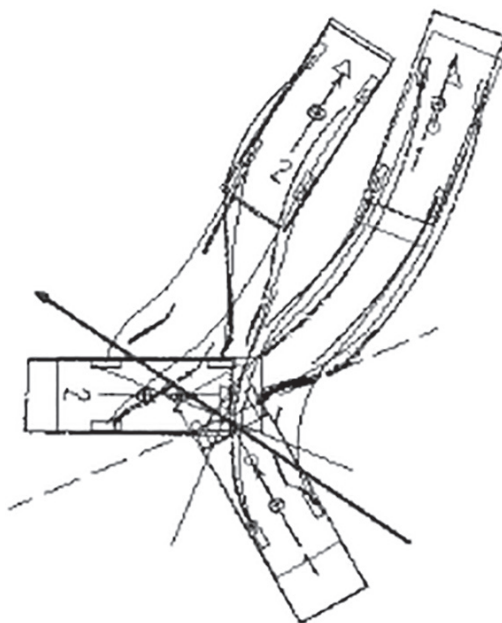


Figura 38. Modelação de um choque entre 2 automóveis (baseado em CLIFF, 2001).



Figura 41.

Determinação do raio de uma curva (esquerda: pelo centro da curva; direita: abrindo a trajetória).

No Google Earth há uma ferramenta que permite medir com alguma precisão as distâncias no terreno (Figura 42), que se pode usar com esta finalidade.

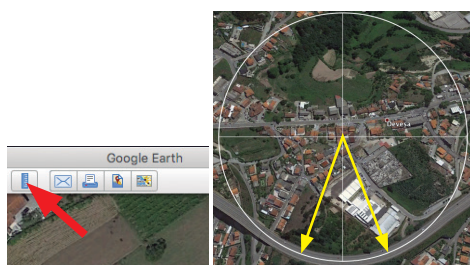


Figura 42.

Ferramenta de medição do Google Earth (esquerda) e modo de obtenção do raio da curva usando uma circunferência.

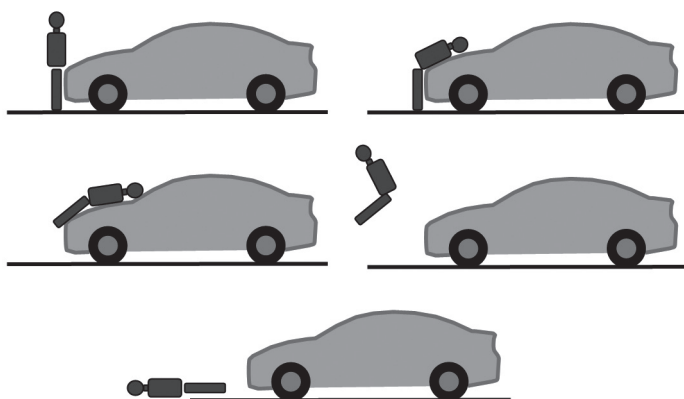


Figura 43. Trajeto do peão num atropelamento tipo *wrap projection*.

Se a frente do veículo for alta (tipo caminhão, Figura 44), o peão é somente lançado para a frente, chegando rapidamente ao solo e deslizando sobre o pavimento até se imobilizar. A este tipo de atropelamento dá-se o nome de *forward projection*.

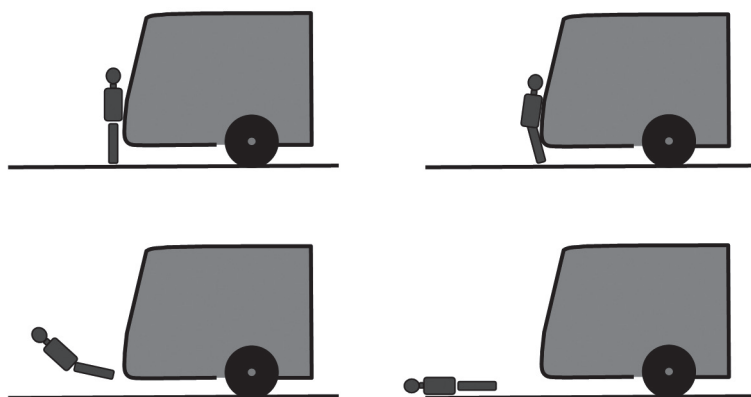


Figura 44. Trajeto do peão num atropelamento tipo *forward projection*.

As principais diferenças entre estes dois tipos de atropelamento é que no *wrap projection* o peão passa mais tempo no ar e no *forward projection* passa mais tempo a deslizar no piso da estrada. Assim, um atropelamento à mesma velocidade irá lançar o peão *wrap projection* mais longe, pois o outro passa mais tempo a ser "travado" sobre o pavimento. Mas é também facto que no *wrap projection* o peão não é tão acelerado como no caso do *forward projection*, em que instantaneamente é acelerado para a velocidade do veículo.

É possível ter uma primeira ideia da velocidade do impacto (caso *wrap projection*) pelo local onde bateu a cabeça do peão (Figura 46 – MARTINEZ).



Figura 46.

Velocidade do veículo em relação ao ponto onde a cabeça do peão lhe bate para o caso de *wrap projection*.

Para velocidades acima dos 100-120km/h, no caso de carros com *capot* baixo, o peão passa por cima do veículo (na realidade é o carro que passa por baixo) e não se poderá usar a equação acima apresentada.

Relativamente ao resultado do atropelamento, Brian Tefft, (TEFFT, 2013) apresenta dois gráficos, um relativo a probabilidade de ferimentos graves e outro relativo a probabilidade de morte, ambos chegando a 100% a velocidades da ordem dos 100 km/h (Figura 47). As linhas interrompidas destes gráficos representam o intervalo de confiança de 90%.

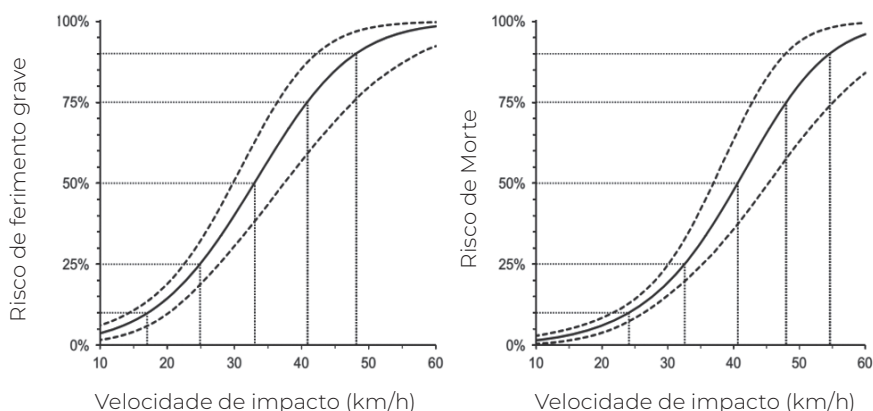


Figura 47.

Risco de ferimento grave e de morte em função da velocidade do veículo.

Num choque entre um carro e uma bicicleta, dado que a bicicleta se pode comportar de um modo imprevisível, será mais correto usar a distância de imobilização do ciclista do que a da bicicleta.

4.6. ANÁLISES A MOTOCICLOS

Enquanto que nos automóveis o motor e os ocupantes podem ficar alojados em pontos baixos entre os eixos, nos motociclos, como são pequenos e têm só duas rodas, é bastante difícil fazer uma semelhante boa distribuição de peso. Num motociclo tradicional, embora o motor seja colocado bastante baixo entre as duas rodas, o condutor (e passageiro) geralmente fica numa posição bastante alta, com o tronco elevado. Tal posição pode comprometer o centro de gravidade dos motociclos, que por isso conseguem fazer "cavalinhos" (levantar a roda da frente em aceleração) e "éguas" (levantar a roda traseira em travagem). Ou seja, a posição de desequilíbrio pode-se atingir antes que o coeficiente de atrito dos pneus faça com que a roda da frente bloqueie em travagem ou que a traseira perca tração em aceleração. Consequentemente o limite de travagem (e de aceleração) por vezes não é dependente do coeficiente de atrito dos pneus como nos automóveis, mas da geometria e posição das massas (Figura 49 – o "M" marca o centro de gravidade do conjunto moto+condutor), fazendo com que não se consiga usar todo o potencial que poderia ser proporcionado pelos pneus.

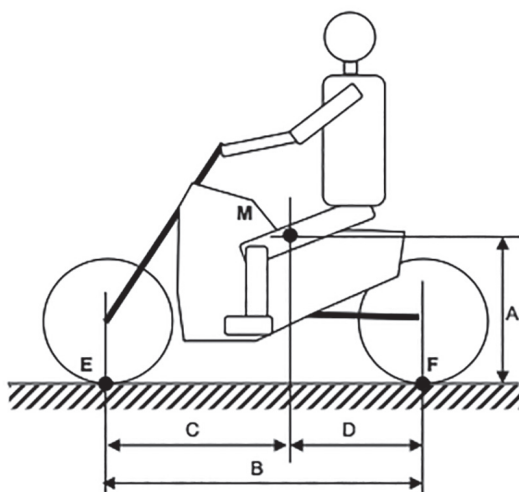


Figura 49. Posições para o cálculo de dinâmica de motociclos.

De notar que nas motos de competição o piloto senta-se muito baixo e quase “dentro” da moto e mesmo assim a roda da frente levanta em aceleração, tal como a traseira em travagem (Figura 50 e 51). Na realidade, estas motos têm sistemas eletrónicos que limitam o levantamento da roda da frente. No caso das motos de aceleração (*dragsters* – Figura 52), mesmo com o piloto e o restante da moto extremamente baixos, a roda da frente levanta sempre, pois o conjunto pneu-asfalto tem um coeficiente de atrito extremamente elevado (superior a 2).



Figura 50. Aceleração.

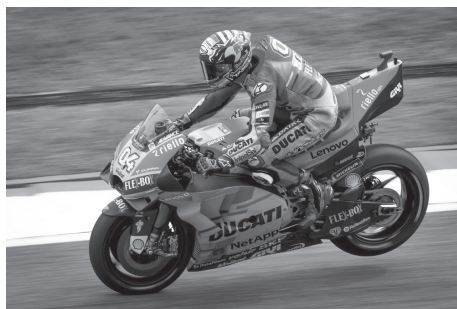


Figura 51. Travagem.



Figura 52. Moto *dragster*, com traseira longa para não levantar a roda da frente.

A análise a seguir apresentada pretende analisar de que modo as dimensões dum motociclo limitam a sua travagem.

Na Figura 49 os vários pontos indicam:

- A: altura do centro de gravidade (M) do conjunto moto+piloto;
- B: entre-eixos;
- C: distância entre centro de gravidade e E;
- D: distância entre centro de gravidade e F;
- E: contacto da roda da frente com o solo;
- F: contacto da roda traseira com o solo.

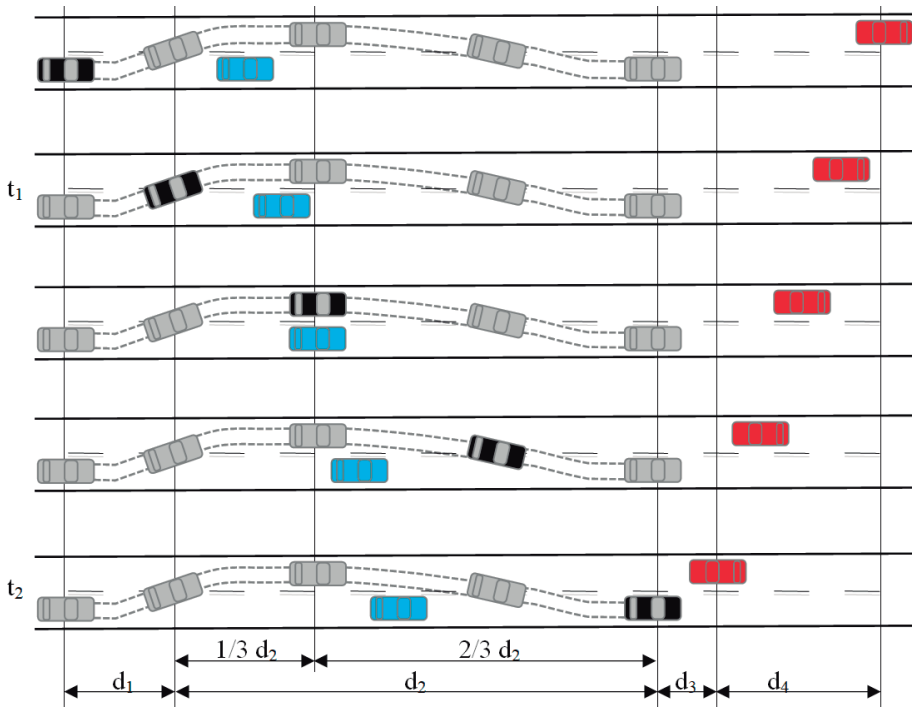


Figura 57.

Sucessão de acontecimentos numa ultrapassagem (em cada linha mostram-se as posições do carro ultrapassante – preto, ultrapassado – azul e o em sentido contrário – vermelho).

Imagine-se que os três veículos rodam à mesma velocidade v_1 inicial. Durante a primeira parte da ultrapassagem (enquanto ainda se encontra na sua faixa de rodagem) o veículo ultrapassante acelera até v_2 e seguidamente efetua o restante da ultrapassagem a v_2 . Assim, aplicam-se as seguintes equações:

$$d_1 = v_1 t_1 + \frac{a t_1^2}{2}$$

$$d_2 = v_2 t_2$$

$$d_3 = 30 - 90 \text{ m}$$

$$d_4 = \frac{2}{3} d_2$$

pelo que não toca no pavimento. Isto faz com que deixe de ter atrito com o solo (ver coeficientes de atrito na Tabela 13) e consequentemente o carro ficará sem tração, sem poder de travagem e sem direção. Se esta for uma roda de tração, ela irá acelerar pois a força de tração não se pode transmitir ao solo. Se for uma roda da frente e o condutor tentar virar o volante, essa roda não vai responder e o carro seguirá em frente. Mas há outro problema. Se uma das rodas de tração (eixo dianteiro ou traseiro) entrar em *aquaplaning*, essa roda não terá tração, mas a do outro lado terá, pelo que o carro ficará descompensado e virará para o lado da roda onde há *aquaplaning*.

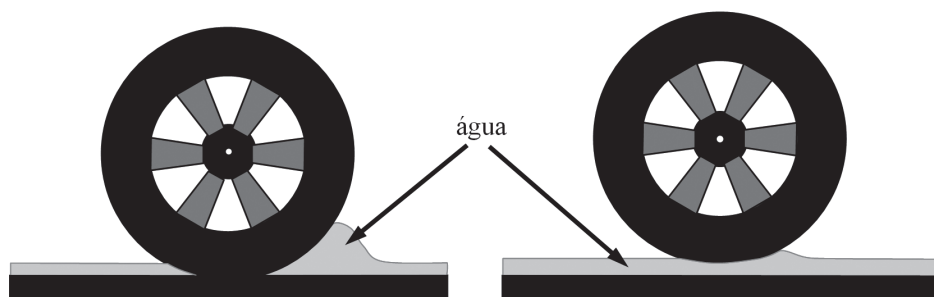


Figura 58. O aparecimento do *aquaplaning*.

A manifestação de *aquaplaning* está relacionada com:

- Espessura do filme de água;
- Velocidade do veículo;
- Peso do veículo;
- Largura do pneu;
- Desenho dos sulcos do pneu;
- Pressão dos pneus;
- Desgaste do pneu (profundidade dos sulcos).

Um camião pesado terá menos problemas de *aquaplaning* porque os pneus são relativamente estreitos e o seu peso é elevado. Do mesmo modo, um veículo a circular devagar também não terá este problema, porque o pneu terá tempo de se "afundar" na água e chegar ao pavimento. Geralmente os motociclos também não entram em *aquaplaning* porque os pneus são estreitos. O problema aparece para velocidades acima dos 70 - 90 km/h para carros e, principalmente, se forem leves e providos de pneus largos.

O *aquaplaning* é muito perigoso para aviões ao pousar em pistas molhadas. Desenvolveram-se equações para avaliar a velocidade de início de *aquaplaning* para

700°C) dificilmente fará a ignição da gasolina. No entanto, uma faísca, dado que a sua temperatura é extremamente elevada, é suficiente para iniciar a sua combustão. Essa faísca poderá ser, obviamente, a da vela, mas também poderá ser derivada de um mau contacto elétrico, produzida pela fricção entre metais ou somente devido a cargas elétricas estáticas. Relativamente a este último ponto, já foram reportados muitos casos em que a pessoa que está a abastecer o combustível deixa a agulheta a funcionar autonomamente e vai-se sentar no carro. Ao mexer-se sobre o banco de tecido (com bancos de couro não há este problema) do carro as suas roupas ficam carregadas eletricamente (eletricidade estática) e quando volta à agulheta (Figura 60), que está ligada à terra, solta-se uma faísca que é o suficiente para fazer a ignição do vapor de gasolina que está a sair do depósito ao ser deslocado pela gasolina que está a entrar. Esta é a principal razão pela qual em Portugal a maioria das agulhetas de abastecimento têm o sistema de fornecimento automático inoperante.



Figura 60.

Sucessão de acontecimentos num incêndio originado por eletricidade estática (imagens retiradas do YouTube).

Os incêndios que aconteceram durante os reabastecimentos em provas de F1 ou outras estão relacionados com gasolina que foi derramada sobre pontos extremamente quentes (ao rubro), tais como turbos ou discos de travão (na Figura 61 nota-se que a ignição se deu na zona da roda da frente e somente depois se espalhou para a zona do abastecimento).



Figura 61.

Bentley de corrida que inicia a combustão da gasolina derramada no disco quente da roda da frente (imagens retiradas do YouTube).

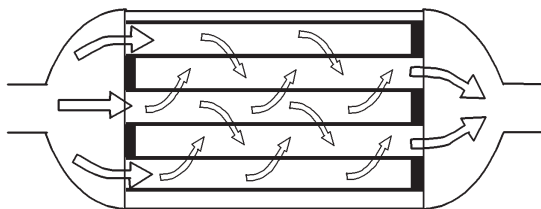


Figura 62. Filtro de partículas.

Geralmente, o interior dos escapes de veículos com motor Diesel são negros, por causa da produção de fumos deste tipo de motor. Porém, o uso de filtro de partículas fez com que estes carros praticamente não emitam fumo, pelo que o aspeto interior da saída do tubo de escape é somente a cor do metal, sem nenhuma deposição. Nos veículos que experienciaram problemas com o filtro de partículas, o seu escape apresenta uma coloração branca azulada como se se tratasse de uma deposição de pó (Figura 63). Tal nunca acontece no funcionamento normal de motores Diesel e mostra que houve combustão com temperatura extremamente elevada. O funcionamento "normal" do motor Diesel implica uma sujidade negra na saída do cano de escape, ou a ausência de sujidade aquando do uso de filtro de partículas.

A Figura 64 mostra a parte de baixo de um filtro de partículas, na zona em que se liga à saída do escape (círculo branco). Nesta zona o metal (aço) encontra-se "derretido", o que mostra as elevadíssimas temperaturas a que foi submetido. Como consequência nota-se um grande furo e a separação entre o filtro e o tubo de escape. Este veículo ardeu por este motivo.

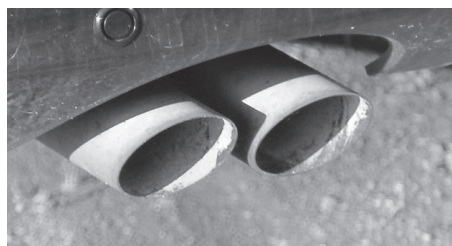


Figura 63. Escape com deposições brancas.

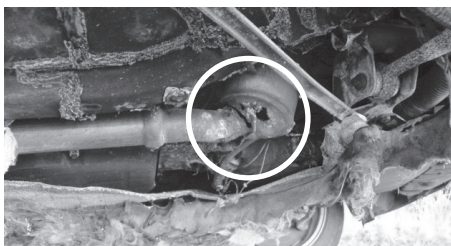


Figura 64. Saída fundida do filtro de partículas.



Figura 65. Tesla S a arder após um acidente (imagem retirada do YouTube).

É possível que a maioria dos incêndios de carros elétricos (nomeadamente Teslas), a circular ou parados, tenha origem exatamente em problemas relacionados com a perfuração da bateria, originando complicações do seu arrefecimento, levando ao incêndio. Na Figura 66 nota-se, antes do incêndio deflagrar (mais propriamente, explodir), que uma nuvem de vapor se formou à volta da bateria (fundo) do carro e somente depois se deu a ignição e a explosão.



Figura 66. Tesla S a explodir numa garagem na China (imagens retiradas do YouTube).

Dados nos EUA parecem mostrar que, relativamente à quilometragem percorrida, é 5 vezes mais provável um carro a gasolina arder do que um carro elétrico. A NHTSA (STEPHENS, 2017) fez uma análise profunda aos incêndios de carros elétricos nos EUA e concluiu que a maioria foi resultante de acidentes suficientemente violentos para danificar as baterias e o seu sistema de controlo de temperatura, o que traria problemas semelhantes ou mais graves se tivessem acontecido em carros a gasolina. Noutros casos tratou-se de objetos sólidos que saltaram da estrada para a parte inferior do carro e penetraram a bateria, mas que teriam cortado os tubos de combustível ou o próprio depósito se se tratasse de um carro "normal".

6.1. SEGURANÇA PASSIVA

6.1.1. Deformação da carroçaria e célula de sobrevivência

Pode-se pensar que um veículo extremamente rígido será bom a proteger os seus ocupantes. Crê-se que será por isso que as pessoas se sentem seguras em veículos de todo-o-terreno (Jeeps) e por esta razão este tipo de veículo se vende tanto. No entanto, um veículo muito rígido não protege os seus ocupantes durante um choque como um veículo menos rígido. Imaginemos um tanque (de guerra) a chocar contra uma parede. Como é totalmente rígido ele pararia instantaneamente, pelo que os seus ocupantes continuariam com essa velocidade dentro dele e magoar-se-iam muito ao bater no seu interior.

Um veículo para proteger os seus ocupantes durante um choque deverá desacelerá-los o mais suavemente possível. Para isso deverá ter uma estrutura que permita uma deformação controlada necessária para manter os níveis de desaceleração baixos para os ocupantes. Assim, os automóveis atuais são desenhados e projetados com estruturas deformáveis (Figura 67) com esta finalidade. A deformação da estrutura e a sobrevivência e nível de ferimentos dos ocupantes são analisados em *crash-tests*, nos quais o veículo, com bonecos ou manequins (*crash-test dummies*) no seu interior, sofre um choque controlado. A primeira empresa a fazer *crash-tests* aos seus carros foi a General Motors no distante ano de 1934.



Figura 67. Exemplo da deformação da frente de um carro.

Na realidade, os engenheiros projetistas tentarem criar uma célula de sobrevivência para os ocupantes do carro, envolvendo-os com várias superfícies de deformação controlada, na frente, nos lados (nomeadamente as portas) e na traseira. Enquanto

Atualmente alguns veículos incluem *airbags* para os joelhos (Figura 80).



Figura 80. *Airbags de joelhos.*

6.1.4. Apoios de cabeça

Os apoios de cabeça dos assentos não são objetos de conforto, mas sim de segurança.

A sua função é travarem o movimento da cabeça num choque na traseira ou depois de um choque frontal e após o cinto de segurança ter forçado o ocupante para trás. Se não existissem apoios de cabeça, neste movimento do corpo contra a traseira do assento, a cabeça seria violentamente atirada para trás, tendo como consequência a fratura do pescoço e provável morte.

Um ponto interessante, também ligado à segurança, é que por vezes a ponta dos suportes é em ponta (Figura 81), de modo a poder ser usada para partir os vidros laterais em caso de necessidade de fuga da viatura.



Figura 81. Apoio de cabeça com terminação em ponta.

6.1.5. Vidros

Os vidros dos veículos rodoviários são vidros de segurança, pois um vidro normal ao partir torna-se extremamente perigoso por causa de ficar com pedaços relativamente grandes e cortantes. Assim, foi necessário alterar os vidros dos veículos e atualmente usam-se dois tipos de vidro de segurança: o laminado e o temperado.



Figura 87.

Efetividade dos *rails* de proteção.

Esquerda: O *rail* estava agarrado aos postes que dobraram e ele dobrou com eles;

Direita: O *rail* soltou-se dos postes, continuando a proteger o carro.

Um dos problemas dos *rails* são os seus inícios, pois há sempre o problema de um carro bater nesta zona. Há várias soluções (Figura 88), entre os que começam enterrados e sobem até a sua posição, até os casos em que o seu início é protegido por estruturas deformáveis.



Figura 88. Várias soluções para o início dos *rails* de proteção.

A periferia do pneu ao entrar em contacto com solo vai ser comprimida (na parte da frente) e ao deixar o solo é estendida. Estas compressão e extensão da borracha fazem com que o pneu aqueça (por histerese) e que deslize sobre o pavimento, criando atrito. Obviamente que um pneu com maior pressão deformatar-se-á menos e deslizará melhor sobre o pavimento, aquecendo menos, gastando-se menos e produzindo menor atrito com o pavimento. Assim se compreende que um pneu mais largo ofereça menor atrito de rolamento, pois a sua deformação ao longo do perímetro é menor que num pneu estreito. Mas o pneu mais largo apresenta uma outra desvantagem que é criar uma pior aerodinâmica.

A especificação de tamanhos nos pneus é complexa. Baseemo-nos no pneu de especificação P 215/65 R 15 89H (Figura 97):

- P: para carro (*passenger car*);
- 215: diâmetro em mm;
- 65: relação entre largura e altura;
- R: construção radial;
- 15: diâmetro da jante em polegadas;
- 89: índice de carga (580 kg);
- H: índice de velocidade (210km/h, para a carga especificada de 580kg).

Na Europa, é obrigatória a montagem de pneus que excedam a velocidade máxima do carro.



Figura 97. Especificações dos pneus.

Há ainda indicação da pressão máxima e da carga máxima, que no caso da Figura 98 são de 3,5 bar e 615 kg (por roda).



Figura 98. Especificações de pressão e carga máximas.

Há outras especificações dos pneus, nomeadamente as da NHTSA (Figura 99):

- Semana e ano de fabrico (semana 51 de 2007);
- *Treadwear*: durabilidade
o valor 400 mostra uma duração em dobro de um marcado com 200;
- *Traction*: índice de tração em molhado
AA, A, B, C (de melhor para pior);
- *Temperature*: resistência do pneu a aquecer em alta velocidade
A, B, C (de melhor para pior).



Figura 99. Especificações de pneus:
Esquerda: pressão e carga máximas;
Direita: índices de durabilidade, tração e temperatura.

Em termos da idade dos pneus, na Europa está-se a pensar em interditar pneus com mais de quatro anos.

É possível mudar a especificação dos pneus desde que:

- O tipo (radial ou longitudinal) seja mantido;
- O diâmetro do pneu seja mantido;
- O índice de velocidade seja mantido ou aumentado;
- A largura do pneu não origine que este ultrapasse a carroçaria;
- Em cada eixo ambos os pneus devem ter a mesma especificação.

eixo sejam do mesmo tipo e dimensões, estes pneus estão fora da legislação. Se o veículo tiver um acidente com um destes pneus montado, as seguradoras não assumem o risco. Mas há um outro problema básico. Se o pneu normal furar, não haverá sítio para o colocar, pois obviamente este não cabe no lugar do *space-saver*.

6.2.2. Travões

Os primeiros carros tinham travões somente às rodas traseiras comandados por cabos. Travões às rodas da frente seriam perigosos, pois a falta de controlo de igualdade de força de travagem das rodas da frente fatalmente resultaria numa travagem em que o carro perderia a direção. Os travões eram do tipo tambor e atuados por um cabo ou tirantes, semelhantes aos que existem ainda hoje nalguns ciclomotores (Figura 101). Nesta figura pode-se ver (elipse branca) a atuação mecânica do travão. O movimento desta alavanca faz com que os calços (ou maxilas) se expandam e contactem a área interior do tambor circular, produzindo atrito e travando.

Com o desenvolvimento dos veículos, os travões também evoluíram e passaram a ser comandados hidráulicamente (Figura 102, Figura 103). O pedal de travão pressiona um cilindro hidráulico que faz com que uma pequena quantidade de óleo seja empurrada, aumentando a pressão do sistema. No outro lado do tubo de óleo está um outro cilindro hidráulico (ver círculo branco da Figura 102) que afasta os calços contra o interior do tambor.

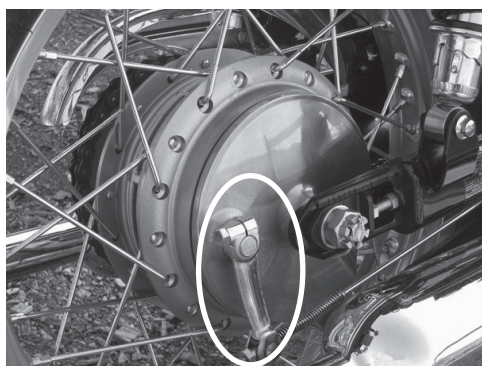


Figura 101. Travão de tambor mecânico.



Figura 102. Travão de tambor hidráulico.

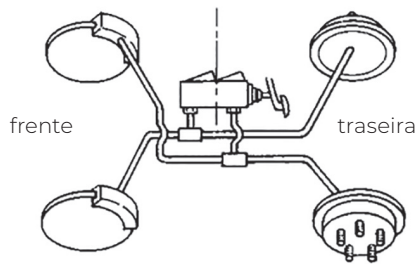


Figura 105. Circuito (antigo) duplo de travagem.

O passo seguinte no desenvolvimento dos travões foi o aparecimento dos travões de disco. Basicamente, os travões de tambor têm dois problemas: aquecem em demasia, sendo difícil arrefecê-los e o equilíbrio da força de travagem entre os vários travões não é muito perfeito. Os travões de disco conseguem eliminar estes dois problemas. Como o disco é travado na sua parte externa, é mais fácil para ele perder calor por essa superfície. Nos travões de tambor a força de travagem depende da maneira como a maxila atua no tambor, pois ela pode ser autoimpelida para travar, o que poderá motivar as diferenças entre travões de rodas diferentes. Nos travões de disco as faces de um disco são apertadas por dois calços em posições opostas. Tal resulta em travagens muito mais idênticas a de outro travão submetido à mesma força (pressão de travagem).

Alguns travões de disco são arrefecidos pelo seu interior. Na realidade, são dois discos unidos por elementos que, ao rodar, induzem um fluxo de ar por este espaço (Figura 106). As pastilhas dos travões de disco têm, por vezes, um indicador de desgaste (Figura 107).



Figura 106. Disco de travão com arrefecimento interno.



Figura 107. Pastilhas de travão com indicador de uso.

Na Europa, é normal afirmar-se que o primeiro carro a usar travões de disco foi o Jaguar que, em 1953, ganhou as 24 horas de LeMans. Aparentemente o uso dos travões de disco foi fundamental para esta vitória, mostrando inequivocamente que era uma melhor tecnologia que os travões de tambor. Mas três anos antes (em 1949), nos EUA, foi lançado o Chrysler Crown Imperial que tinha discos de travão como equipamento de série.

Os convencionais travões de disco somente têm um cilindro (bombito ou pistão) que pressiona a pastilha contra o disco. No entanto, do outro lado do disco existe uma outra pastilha e o conjunto do bombito e das duas pastilhas é “flutuante” (Figura 108 – esquerda), de modo a que ambas as pastilhas façam força semelhante sobre o disco, uma de cada lado. Os travões mais sofisticados, tais como os desportivos, têm pistões (bombitos) de cada lado do disco, sendo assim de quatro ou seis bombitos (Figura 108-direita).

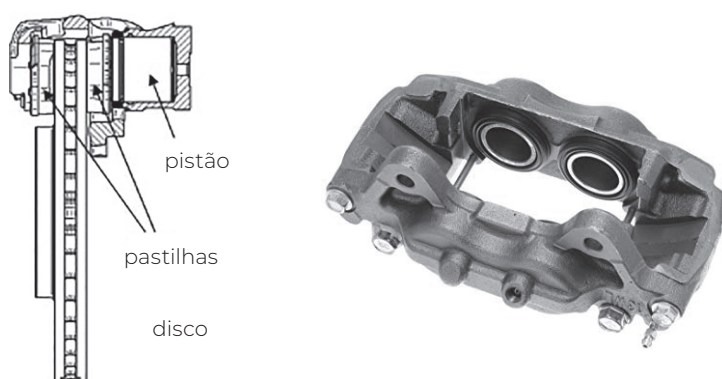


Figura 108. Travão de disco com um pistão (esquerda) e com quatro pistões (direita).

No geral, é necessário desenvolver-se uma maior força para atuar um travão de disco do que um travão de tambor. E com o aumento de peso dos veículos a força necessária para carregar no pedal de travão para travar um carro tornar-se-ia muito elevada para a maioria das pessoas e os construtores tiveram de começar a usar a assistência à travagem, geralmente com o servofreio (Figura 109). Este instrumento usa a depressão do coletor de admissão (Figura 109 – direita) para amplificar a força do travão, pelo que se torna significativamente mais leve fazer uma travagem num carro mesmo que seja pesado. Como os motores Diesel não produzem depressão, por não usarem válvula de ar, as viaturas com este tipo de motor geralmente tinham uma bomba de vácuo para permitir o funcionamento do servofreio. Porém, atualmente a maioria dos sistemas de assistência à travagem são realizados por pressão e não por

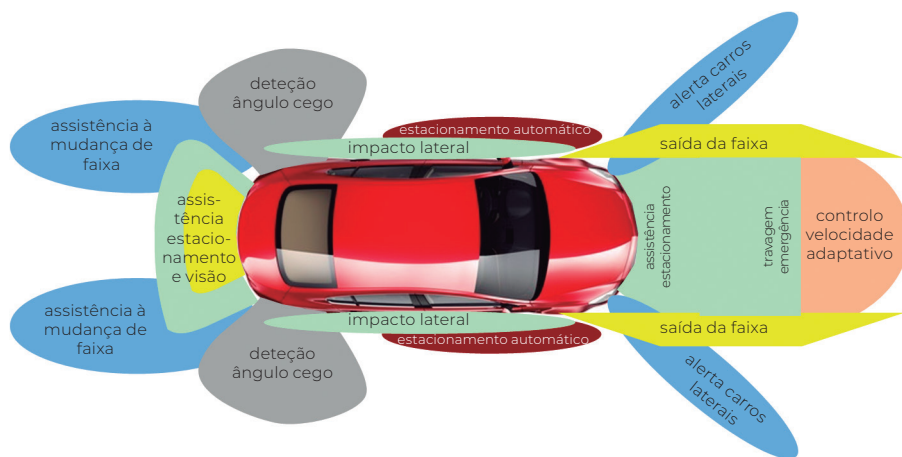


Figura 112. Sensorização à volta de um automóvel.

Nesta figura podemos identificar vários sensores.

Os sensores de *laser* (laranja) são os que "observam" o que se passa à frente do veículo mais longinquamente, mas com menor ângulo de abertura, geralmente verificando o que se passa na frente da faixa de rodagem do veículo. Servem especificamente para o controlo adaptativo de velocidade.

Os sensores de *radar* (verde, azul e cinza) são os mais usados. Na frente, servem para avaliar a distância a outros veículos e ativar a travagem de emergência, se necessário. Lateralmente, este tipo de sensor usa-se para a detecção de veículos que possam vir em rota de colisão pela frente e ajudam na detecção de veículos no ângulo morto do condutor. Na traseira ajudam na detecção de veículos que impeçam a mudança de faixa do nosso veículo. O resultado destes sensores pode ser ao nível de avisos acústicos ou visuais ao condutor, ou podem até atuar os travões (travagem de emergência) no caso de perigo iminente.

Lateralmente, os sensores de impacto lateral (que acionam os *airbags* laterais), geralmente são também sensores de radar. Os sensores de estacionamento, à volta do veículo, são geralmente de *ultrassons* (castanho). Os sensores de saída de faixa, alerta de peões e visão traseira são óticos (amarelo), ou seja, consistem em câmaras normais ou de infravermelhos (para identificar pessoas e animais de noite) e poderão também atuar a direção no caso da saída da faixa. O resultado da imagem infravermelha pode ser mostrado em imagem virtual à frente do condutor. Há também, nas câmaras frontais, *software* que permite a visualização de sinais de trânsito, informação essa que é fornecida ao condutor. Estes são também os sensores que uma viatura autónoma necessita para viajar sem intervenção humana.

6.2.3.7. Auxiliares de visão

Os veículos novos têm vários auxiliares de visão que ajudam o condutor. Eles são:

- Câmaras (de marcha-atrás e muitas outras, tais como de ângulo morto – BSM, *Blind Spot Monitoring*, etc.) – que, além da imagem reproduzida em ecrã, detetam sinais de trânsito e outros objetos; aparentemente o Tesla S usava somente câmaras para a sua condução autónoma o que levou ao terrível acidente reportado;
- Infravermelhos – imagens térmicas e visão noturna (ativa e passiva) que permite ver seres vivos;
- Ultrasons – usa-se em deteção a curta distância (como sensores de estacionamento);
- Radar – sem problemas com a chuva ou nevoeiro e pode “ver” a centenas de metros ou a menos de 30m (travagem de emergência, controlo de velocidade adaptativo e controlo de ângulo morto); se tiver a possibilidade de “varrer” em várias direções, permite produzir uma imagem à volta do veículo;
- Laser – geralmente usado para avaliação de longa distância, mas agora também para distâncias médias;
- LiDAR (*Light Detection And Ranging* – Figura 113) – é uma técnica usada para medir distâncias em que um *laser* pulsado é enviado e avalia-se o retorno da luz; funciona em qualquer ambiente, iluminado ou não; permite gerar uma imagem à volta do veículo até 300m.

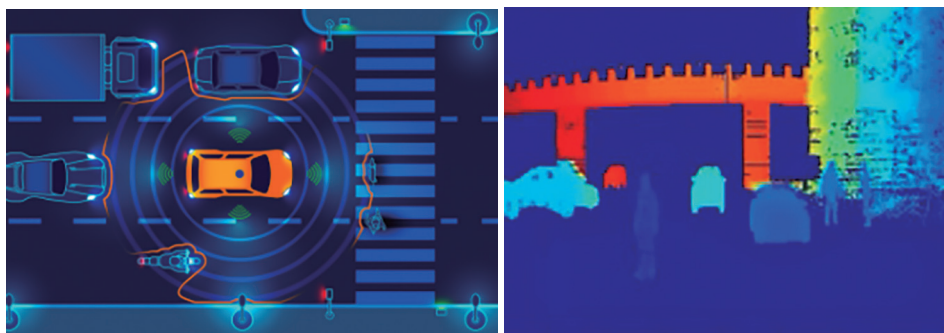


Figura 113. Sistema LiDAR (esquerda) e sua imagem (direita).

Embora cada um destes sistemas seja uma válida ajuda para o condutor, o grande interesse reside na agregação de toda a informação destes sensores.

bém o dobro dos sistemas LEDs, que já são cerca de três vezes mais caros que os de descarga de xénon. Ou seja, são mais de dez ou 20 vezes mais caros que o sistema de halogénio.

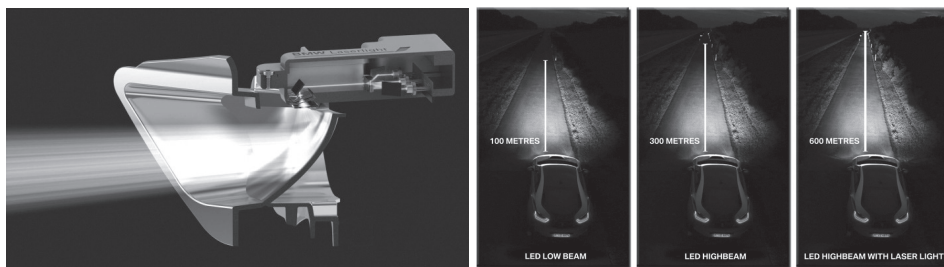


Figura 116. Faróis de *laser* da BMW (baseado em BMW, 2017).

7.2. CAIXAS DE VELOCIDADE AUTOMÁTICAS

Em Portugal, estamos habituados a caixas de velocidades manuais, mas noutros países, nomeadamente nos EUA, o uso de caixas automáticas (AT – *Automatic Transmission*) excede por muito o uso de caixas manuais. Como nos EUA o habitual é os veículos terem caixa automática, os exames de condução fazem-se com este tipo de caixa e os condutores ficam limitados, pois não sabem usar a embraiagem e mudar de velocidade quando conduzem um carro de caixa manual. Porém, neste país é legal passar o teste num carro automático e depois conduzir com caixa manual. Já no Reino Unido existe uma licença especial para aqueles que fizeram o exame num carro automático, não lhes sendo permitido conduzir um manual. Para isso terão de fazer um outro exame com um carro de caixa manual.

As caixas manuais, as habituais, necessitam de embraiagem que é um mecanismo que mecanicamente desliga a cambota do motor com o eixo de entrada da caixa. Assim, é possível mudar-se de relação de caixa, pois a saída da caixa está sempre ligada às rodas de tração. Atualmente, existe um outro tipo de caixa que são as automatizadas. Trata-se de caixas de velocidades manuais nas quais os controlos de embraiagem e de mudança de relação são eletrónicos e automáticos. Assim consegue-se usar uma tecnologia eficiente (caixa manual) e o conforto de uma caixa automática.

Como atrás foi referido, o comando de uma caixa automática é P–R–N–D–L (*Park–Reverse–Neutral–Drive–Low*). Um carro estacionado tem obrigatoriamente a caixa em

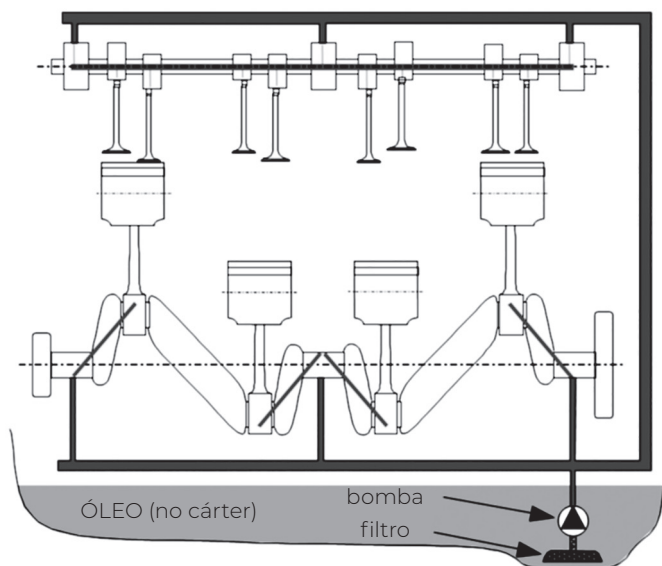


Figura 122. Sistema de lubrificação.

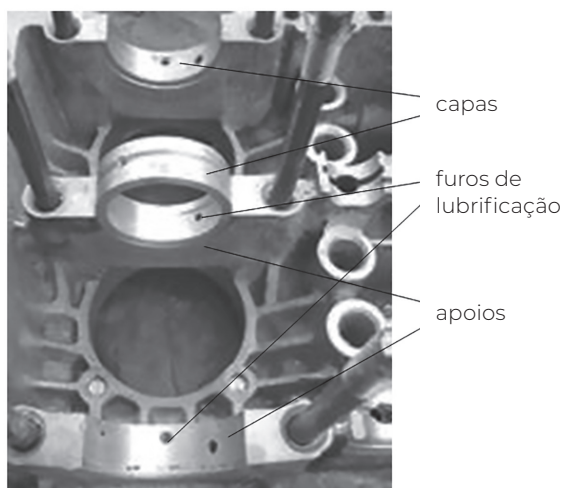


Figura 123. Apoios da cambota com as capas dos apoios (casquilhos).

O óleo tem de fluir dentro do motor. O caudal fornecido pela bomba de óleo sob pressão passa para os apoios da cambota e daí, como atrás foi dito, passa para os moentes das bielas (Figura 122). Estes moentes têm um movimento circular muito rápido e têm uma folga especificamente para que o óleo saia por ela e seja projetado para o interior dos cilindros, lubrificando-os. Na lubrificação da árvore de cames (parte superior da Figura 122), o óleo também tem de fluir e sai pelas folgas existentes nos apoios e, como esta peça está a rodar a elevada velocidade, também é lançado por

ser injetado. A Figura 131 mostra uma estratégia de injeção deste tipo de sistemas. As duas pré-injeções servem para aumentar a temperatura de modo a que durante a injeção principal o gasóleo seja rapidamente queimado. As pós-injeções servem para queimar os resíduos de combustão em forma de partículas e o último serve para fazer a regeneração do filtro de partículas (ver à frente).

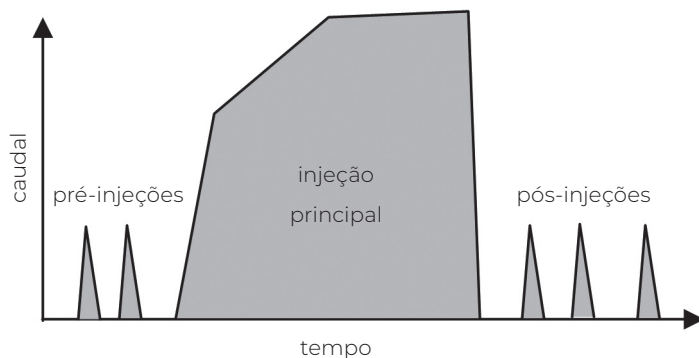


Figura 131. Sucessão de injeções no sistema *common-rail*.

O gasóleo é o combustível deste tipo de motores e tem uma volatilidade muito baixa e alguma viscosidade. Quando deixado à temperatura ambiente o gasóleo praticamente não vaporiza, pelo que dificilmente arde (os líquidos somente ardem quando passam a vapor). Mas a característica mais importante do gasóleo é ele entrar em autoignição a temperaturas relativamente baixas (300°C), de modo a permitir a sua ignição somente pela compressão do ar. Esta propriedade que mede a facilidade da autoignição denomina-se índice de cetano. O índice de cetano é inverso do índice de octano das gasolinas.

Os motores Diesel também produzem largas quantidades de poluentes, embora os níveis de CO e de HC sejam relativamente baixos. O problema destes motores são os óxidos de azoto (NOx) e as partículas (fumo) que ele emite. Este motor não pode usar o catalisador de triplo efeito do motor a gasolina porque a mistura nunca é estequiométrica. Então é necessário eliminar estes poluentes de uma outra forma. Os NOx são eliminados por dois processos, em que o mais difundido envolve a injeção de ureia e o uso de um catalisador próprio.

7.7.4.2. Filtro de partículas

Os filtros de partículas (Figura 132), também denominados DPF (*Diesel Particulate Filter*) ou FAP (*Filtre À Particules*), são dispositivos existentes nos sistemas de escape de

motores Diesel (mas recentemente também nos veículos a gasolina de injeção direta) que foram concebidos para eliminar as partículas (fumo) dos gases de escape. São dispositivos relativamente recentes, pois o seu uso passou a ser obrigatório a partir de 2009, aquando da entrada em vigor das normas antipoluição Euro 5. Porém, os motores da PSA começaram a usá-lo já em 2000.

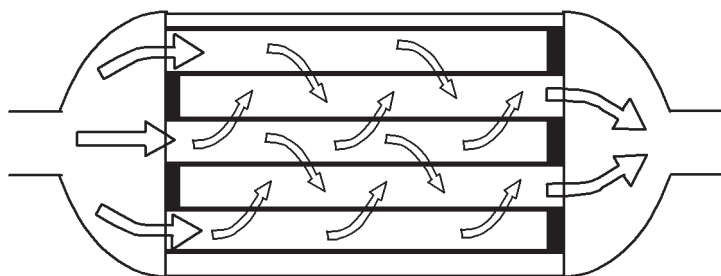


Figura 132. Filtro de partículas.

Estes filtros têm vários canais, mas cada canal é fechado numa ou noutra extremidade (Figura 132), pelo que os gases têm de passar pelas paredes e são filtrados. Como os filtros se sujam e se obstruem pelas partículas dos fumos que filtram, é necessário serem limpos, num processo que se denomina regeneração. A regeneração dos filtros de partículas pode ser feita por três modos: passivo, ativo e forçado.

A regeneração passiva acontece aquando da utilização normal do motor, desde que a sua carga e velocidade proporcionem temperatura suficiente para que se dê a queima das partículas dentro do filtro. Neste modo de regeneração não há necessidade de injeção extra de combustível, mas o veículo deverá ser conduzido a velocidades próximas dos 120 km/h, com o motor a rodar a cerca das 2000 rpm e com um certo nível de carga. Ou seja, na regeneração passiva as partículas anteriormente filtradas, e consequentemente depositadas nas paredes do filtro, são automaticamente queimadas somente pelos gases quentes de escape. De notar que a superfície do filtro tem substâncias catalíticas que ajudam a eliminar (oxidar) estas partículas.

A regeneração ativa normal sucede quando a passiva não tiver acontecido (quando as condições de carga e velocidade do motor anteriormente especificadas não forem cumpridas) e o filtro esteja sujo (com os gases de escape a criar pressão), mas é necessário que o motor esteja quente (mais de 80-85°C). Mas mesmo com o motor quente, a temperatura dos gases de escape é baixa demais para se produzir a regeneração.

a ignição, produzindo uma imensa quantidade de fumo pelo escape (Figura 135). Em inglês denomina-se *runaway* a este processo. Neste caso, o motor vai gripar ou partir por uma das duas razões:

- Ou fica sem óleo por ter sido consumido;
- Ou a elevada aceleração imprimida pela ingestão do óleo leva-o a partir.



Figura 135. Diesel *runaway* em motores de vários veículos.

É habitual este processo acontecer a automóveis na zona de aceleração, à saída das gasolinhas das autoestradas, pela razão acima apontada, e é um processo autoalimentado, ou seja, o condutor não tem maneira de o evitar, desde que comece. Porém, há uma maneira de parar o motor que é engatar a caixa numa mudança alta (3ª ou 4ª), pressionar fortemente o travão e levantar a embraiagem. É possível que o motor pare desta maneira, desde que os travões sejam suficientemente fortes e a embraiagem aguente.

7.8. EMISSÕES DE POLUENTES

Como é do conhecimento público, um engenheiro americano descobriu que o sistema de controlo de alguns motores Diesel do grupo VW (VW, Audi, SEAT e Skoda), nomeadamente o seu motor 2.0L TDI, estava programado de modo a que em anda-

Esta obra teve o apoio institucional da ESCOLA DE ENGENHARIA e do DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA da Universidade do Minho, além do CENTRO DE ENGENHARIA MECÂNICA E SUSTENTABILIDADE DE RECURSOS (MEtRICS).
Agradece-se também o apoio da FCT (programa POCH).



Universidade do Minho
Escola de Engenharia



Universidade do Minho
Departamento de Engenharia Mecânica



Sobre o livro

Este é um livro estranho, pois pretende ser um livro técnico (de engenharia) mas para ser lido e usado por profissionais de Direito (advogados, juizes, procuradores), mas também por agentes de autoridade (GNR e PSP), nomeadamente aqueles que elaboram relatórios sobre acidentes rodoviários e mesmo por colegas peritos da área de engenharia. Assim, é uma obra que estará sempre em escrutínio pelos diversos utilizadores, pois uns o julgarão técnico demais e outros o poderão considerar aquém do que deveria ser um livro técnico sobre estes assuntos.

Esta obra foi idealizada para ajudar os profissionais de Direito a perceber o comportamento dos automóveis em acidentes e noutras situações em que são chamados a intervir. Talvez não traga a solução mas, pelo menos, mostrará o que os profissionais de engenharia conseguirão fazer para resolver os seus problemas. A ideia surgiu quando, inúmeras vezes, advogados e outros profissionais referiram frases do género "é possível calcular a velocidade com estes indícios?"; "então analisando esses elementos consegue determinar como surgiu o problema?".

O livro está dividido em dois grandes capítulos, o primeiro sobre Acidentes e sua reconstituição e o segundo sobre outros problemas/adversidades que podem ocorrer em veículos.

Na parte sobre Acidentes é desenvolvida a teoria e a maneira de calcular as várias variáveis (tais como velocidades) envolvidas em choques, atropelamentos e outros acidentes, incluindo vários exemplos retirados de casos reais avaliados pelo autor.

Na parte sobre adversidades em veículos, mostram-se e explicam-se os vários elementos de segurança ativa e passiva dos veículos automóveis, e entra-se em algum pormenor na descrição dos vários componentes de modo a que o leitor possa compreender a razão de um mau funcionamento de um dado sistema. Nesta lógica são apresentados os sistemas de travagem, de direção, o princípio básico de funcionamento de alguns sistemas dos motores (lubrificação, arrefecimento, etc.), assim como as lógicas de funcionamento dos sistemas de controlo eletrónico, tais como os anti-poluentes (como filtros de partículas), por vezes fulcro de vários problemas, incluindo incêndios.

Assim, esta segunda parte pode constituir também uma leitura interessante para o leigo que goste de perceber o funcionamento dos diversos sistemas sofisticados existentes nos nossos carros, com alguma profundidade.

Por ironia do destino, foi na cama do hospital onde permaneceu vários meses a convalescer de um acidente de moto, que iniciou a escrita desta obra sobre acidentes.

Sobre o autor



Jorge Martins é engenheiro mecânico e obteve o seu doutoramento em Inglaterra na área dos motores de combustão interna. É professor associado do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade do Minho.

Há quase duas décadas iniciou-se na elaboração de perícias técnicas de engenharia automóvel, inicialmente relacionadas com acidentes e mais tarde também intervindo noutras áreas de conflitos técnicos envolvendo veículos motorizados, trabalhos que vulgarmente são pedidos à sua universidade. Durante este período esteve envolvido em cerca de 250 processos judiciais em mais de 50 tribunais.

Esta é uma das suas áreas de investigação e desenvolvimento (além da de motores), tendo supervisionado várias teses de mestrado, desenvolvido equipamento e modelos numéricos e dado vários cursos sobre acidentes e sobre sistemas de segurança.

Tem sido avaliador de projetos europeus para a Comissão Europeia na área dos transportes, da energia e dos motores de combustão interna. Tem publicados mais de uma centena de artigos científicos em revistas e congressos internacionais, é autor de quatro patentes e de dois outros livros "Carros Elétricos" e "Motores de Combustão Interna".



ISBN: 978-989-892-786-6



www.juribook.pt