

## 10. Colisão e sistemas de proteção

Aula Interdisciplinar

Indicação: 6º ao 9º Ano  
do Ensino Fundamental



« Crash-test »: prova de colisão frontal

**Uma característica fundamental dos acidentes de trânsito é a violência dos choques.**

**A proteção dos automobilistas é objeto de pesquisas constantes dos construtores e, felizmente, tem tido progressos significativos.**

### Objetivos de segurança rodoviária

Conscientizar-se da extensão e da gravidade dos efeitos das colisões.

Entender o funcionamento dos sistemas de proteção existentes nos veículos.

Assimilar princípios de direção defensiva: não criar situações de acidentes; usar sempre o cinto de segurança.

### Objetivos pedagógicos

Compreender a necessidade de cuidar de si e do outro no trânsito.

Identificar as consequências decorrentes de um acidente.

### O que o aluno deve saber

**Mesmo em velocidade moderada, as colisões têm efeitos violentos sobre os ocupantes dos veículos.**

**Os cintos de segurança constituem elementos de segurança indispensáveis e obrigatórios, tanto nos assentos da frente quanto nos de trás.**

**O air-bag complementa o cinto, mas não o substitui.**

**Acima de determinada velocidade, a colisão afeta os órgãos internos das pessoas, chegando a causar, nos mesmos, lesões internas irreversíveis ou fatais.**

### Sumário

1. Segurança ativa e segurança passiva
2. As três colisões sucessivas
3. Os dispositivos de proteção
4. Os cintos de segurança
5. A coordenação dos cintos e dos air-bags
6. Os limites em termos de velocidade

## 1. Segurança ativa e segurança passiva

As características dos veículos e os cuidados na sua manutenção influem na segurança do trânsito. Todos sabem que pneus carecas e freios em mau estado aumentam o risco de acidente. Na realidade, muitas outras partes dos veículos condicionam a segurança do mesmo. Elas se classificam em duas categorias, em função da sua finalidade:

- Os elementos que vão permitir **reduzir os riscos de acidentes** como, por exemplo, o sistema de frenagem. O conjunto destes elementos do veículo constitui a **segurança ativa**.
- Os elementos que vão permitir **reduzir as consequências dos acidentes** como, por exemplo, os cintos de segurança. O conjunto destes elementos do veículo constitui a **segurança passiva**.

Vamos estudar nesta aula o segundo grupo, a segurança passiva, isto é, como reduzir os efeitos do acidente sobre os ocupantes do veículo.

## 2. As três colisões sucessivas

Os técnicos de trânsito utilizam a palavra “colisão” para designar o choque de um veículo contra um obstáculo ou contra outro veículo. Referem-se, por exemplo, à colisão frontal, lateral, traseira etc.

Frente à gravidade dos acidentes, procurou-se entender o que acontece durante o choque e chegou-se a descrevê-lo como a sucessão de três colisões:

- A primeira colisão é a do veículo contra o obstáculo.
- A segunda colisão, no interior do veículo, é a dos ocupantes do mesmo contra as paredes, o pára-brisa, os assentos etc.
- A terceira colisão, no corpo de cada pessoa, é a dos órgãos internos contra a estrutura óssea e também entre eles.

### A primeira colisão

Imaginemos um veículo batendo num obstáculo fixo como um muro, ficando depois imóvel. A velocidade do veículo passa a zero num tempo muito curto, da ordem de 0,10 segundos. Ele é submetido a uma aceleração negativa violenta. Por exemplo, se a velocidade dele no momento do choque fosse de 20m/segundo (72 km/hora), a aceleração seria<sup>1</sup>:

$$a = \frac{v}{T} = \frac{20\text{m/seg.}}{0,10\text{seg.}} = 200 \text{ m/seg./seg. isto é aproximadamente } \mathbf{20 \text{ g.}}$$

**20 g equivale a vinte vezes a aceleração da gravidade.**

Neste lapso de tempo que chamamos de duração do choque, a frente do veículo é amassada, deformada, ou mesmo destruída, até o veículo ficar completamente parado.

### A segunda colisão

Quando o veículo parar, ao final da primeira colisão, se algum ocupante não estiver usando o cinto, ele será jogado para frente, na mesma velocidade em que o veículo se deslocava antes do choque. O corpo só vai parar quando encontrar um ou vários obstáculos.



Quanto ao condutor sem cinto, este poderá sofrer um choque dos joelhos contra o painel de instrumentos, do tórax contra o volante, e da cabeça contra o pára-brisa.

Isto ocorre num tempo extremamente curto, sem redução de velocidade. Sem nada para amortecer os choques, a velocidade com que o corpo bate nestes obstáculos é igual à velocidade inicial do veículo.

<sup>1</sup> Cálculo feito, para simplificar, supondo que o movimento seja linear.

### A terceira colisão

As consequências do choque do corpo contra o interior do veículo não vão ser somente lesões externas, como fraturas dos membros ou cortes e escoriações. Elas vão ser agravadas por lesões internas. Por exemplo, quando a caixa craniana se imobilizar contra o pára-brisa, o cérebro vai ser jogado contra a parede frontal do crânio, com uma velocidade igual à velocidade inicial do veículo. Neste momento, podem ocorrer rupturas de órgãos e graves hemorragias internas.

É fácil imaginar que acima de determinada velocidade, isto poderá provocar lesões irreversíveis, ou mesmo fatais.

## 3. Os dispositivos de proteção

A estratégia adotada pela maioria dos construtores de automóveis para proteger os ocupantes em caso de colisão é em primeiro lugar proporcionar aos ocupantes um habitáculo protegido da primeira colisão e em segundo lugar, instalar dentro deste habitáculo dispositivos de proteção contra a segunda colisão: cintos de segurança, encostos de cabeça e air-bags.

### Proteção do habitáculo

Habitáculo é a parte da carroceria do veículo que constitui o espaço reservado aos ocupantes. Para conseguir que o habitáculo não fique destruído pelo choque, a parte dianteira do carro é concebida para se deformar sob o efeito do choque e para absorver, no curto período de sua deformação, toda a energia cinética do veículo. Esta zona de deformação atenua a pancada e faz com que o habitáculo em vez de ser destruído, possa parar sem causar danos importantes. A aceleração negativa sofrida pelo habitáculo é a que resulta do cálculo apresentado acima no parágrafo “a primeira colisão”: da ordem de 20 g numa colisão à velocidade de 20 m/seg. (72 km/h).

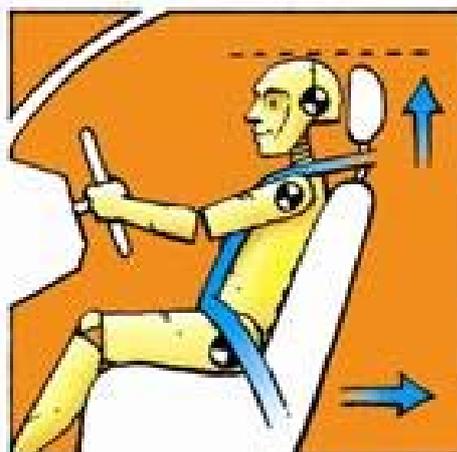


### Cintos de segurança

No momento de uma parada súbita do veículo, os ocupantes conservam a sua energia cinética e tendem a permanecer em movimento. Eles são, então, arremessados para frente. Os cintos de segurança se destinam a evitar que os passageiros da frente sejam projetados sobre o painel do carro, e os do banco traseiro, sobre os assentos dianteiros, ou que sejam ejetados para fora do veículo.

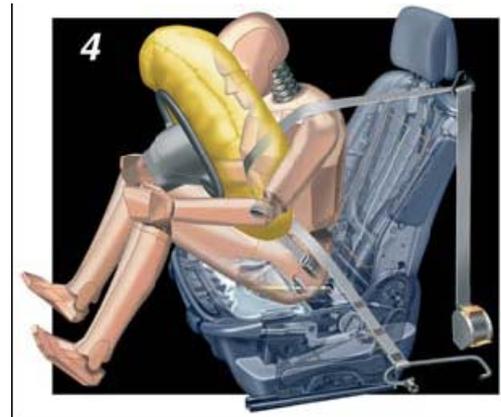
Veremos mais adiante que, para ser eficiente, cada cinto deve ser complementado por:

- Um encosto de cabeça.
- Um (ou mais) pré-tensionador(es).
- Um limitador de carga.



## Air-bags

Um air-bag é uma bolsa flexível, em tecido, na qual um gás é injetado rapidamente em caso de colisão. Fica posicionada no veículo de forma a constituir uma almofada na frente do corpo da pessoa.



## Crash-tests

Todos os modelos de carros são submetidos a provas de segurança passiva, por meio de colisões contra um obstáculo de concreto (ou estruturas metálicas) à velocidade de 56 km/h. Estas provas são chamadas “crash-tests”.

## 4. Os cintos de segurança

O cinto de segurança chamado de **cinto 3 pontos** é formado de duas tiras de tecido, passando uma sobre a pélvis e a outra sobre o tórax. Assim, a força de resistência do cinto é aplicada sobre partes do corpo relativamente resistentes. Portanto, ele deve ser colocado de maneira a não concentrar a força numa área pequena como, por exemplo, através de uma carteira, uma caneta, ou qualquer objeto preso entre o corpo e o cinto.



**A primeira dificuldade** em relação ao cinto é que ele deve, em circunstância normal, deixar certa liberdade de movimento e, no momento eventual de uma colisão, prender o corpo, para freá-lo. Isto levou à invenção do **mecanismo de retração** e do **pré-tensionador**.

O **mecanismo de retração** é aquele que mantém o cinto sempre junto ao corpo, embora permita liberdade de movimentos. Este mecanismo inclui uma bobina, na qual o cinto é enrolado na sua ponta de cima. Uma mola instalada na bobina faz com que esta enrole o cinto quando estiver frouxo. Este mecanismo possui também um sistema de trava que bloqueia a bobina quando o carro desacelera rapidamente ou quando algo traciona bruscamente o cinto.

O **pré-tensionador** tem por objetivo recuperar a folga do cinto em caso de colisão. Imediatamente após o início da colisão, o pré-tensionador aperta o cinto, reduzindo ao máximo a folga entre o corpo e o cinto. O objetivo é que a pessoa aproveite a 100% a frenagem provocada pela deformação do automóvel. O corpo apóia-se no cinto enquanto este começa a ser submetido à aceleração negativa da primeira colisão e vai ser freado junto com o cinto.

O cinto transmite ao corpo do ocupante uma aceleração negativa similar àquela sofrida pelo veículo, da ordem de 20 g no exemplo acima (colisão a 70 km/h). Isto corresponde a uma força da ordem de 1,4 toneladas aplicada pelo cinto sobre o abdômen e o tórax de uma pessoa pesando 70 kg.

Sem pré-tensionador, o corpo da pessoa iria apoiar-se sobre o cinto com atraso, encontrando-o já parado e sofreria um esforço muito maior.

Existe uma variedade de tipos de pré-tensionadores. Uns são amarrados à argola de afivelamento do cinto; outros agem sobre a bobina do dispositivo de retração.

A **segunda dificuldade** é que, na realidade, o valor limite da força aplicável sobre a caixa torácica, varia de 400 a 800 quilos, segundo a idade e a robustez da pessoa. É uma força que provoca uma compressão torácica da ordem de 75 mm, valor máximo admissível.

	Limite da força aplicável sobre a caixa torácica
Pessoa jovem	800 kg
55 anos	600 kg
Pessoa idosa ou fraca	400 kg

As respostas da indústria são três:

- O **tecido** do cinto de segurança é feito de um material flexível, permitindo que ele se estique um pouco,
- Um **limitador de carga** é acoplado ao mecanismo de retração do cinto.
- Um **air-bag** se interpõe entre a pessoa e os obstáculos, em complemento ao cinto.

### Limitador de carga

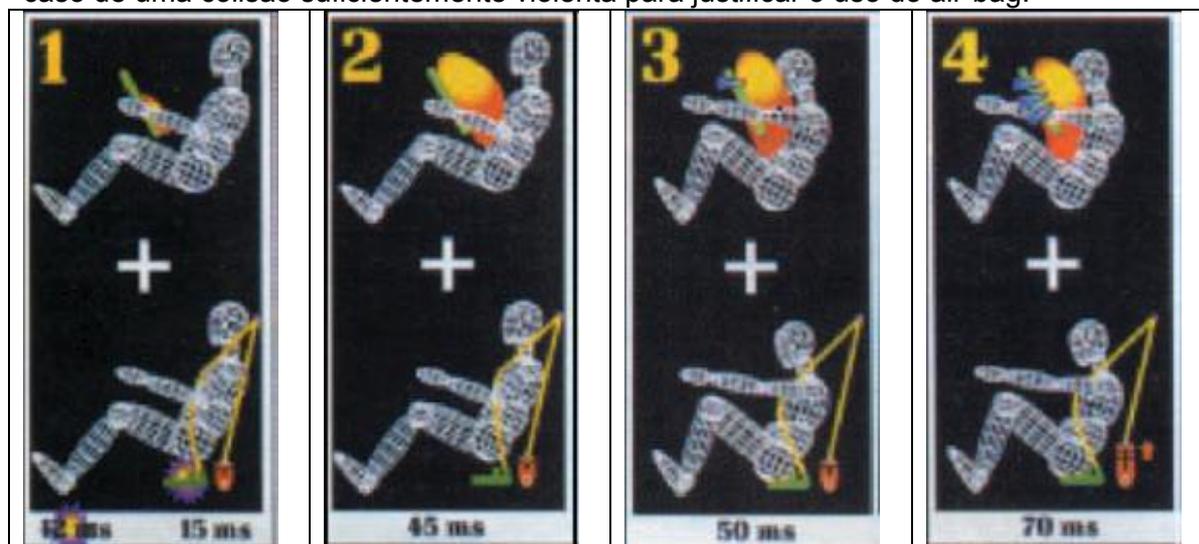
O limitador de carga, frequentemente integrado no nível da bobina do mecanismo de retração, é constituído de uma peça de metal que se rasga ou se deforma de maneira programada para limitar a pressão do corpo contra o cinto quando dos choques mais violentos. Por exemplo, em um choque entre 50 e 60 km/h, este “amortecedor” permite baixar a mais da metade a carga exercida pelo cinto sobre o tórax, de 900 a 400 kg, reduzindo assim os riscos de fratura das costas ou de parada cardíaca.

## 5. A coordenação dos air-bags e dos cintos

Para otimizar os efeitos dos cintos e dos airbags, é preciso sincronizar o seu funcionamento: o comando de todos estes dispositivos é centralizado.

Os construtores de veículos propõem uma grande variedade de sistemas, associando estes dispositivos e obedecendo aos princípios citados acima.

Veja a seguir um exemplo de esquema de funcionamento de um sistema de retenção, no caso de uma colisão suficientemente violenta para justificar o uso do air-bag.



### Exemplo de funcionamento do sistema de retenção

1. Nos primeiros 15 milésimos de segundo, o air-bag dispara e um pré-tensionador puxa o cinto para prender o passageiro ao seu assento.
2. Mais 30 milésimos de segundo, o air-bag infla e sua pressão se estabiliza. A pressão do cinto aumenta progressivamente com o avanço da parte alta do corpo.
3. Assim que o tórax entra em contato com o air-bag, uma válvula se abre, a uma determinada pressão, a fim de liberar parte do gás contido na bolsa. O limitador de carga se distende para aliviar as resistências localizadas.

4. Nos milésimos de segundos finais, o limitador de carga do cinto e a válvula de extração controlada agem em conjunto a fim de distribuir a absorção de energia cinética por toda a superfície do tórax, durante um tempo aceitável.

## **6. Os limites em termos de velocidade.**

Vimos nesta aula que:

- Os sistemas de proteção são avaliados em crash-tests realizados à velocidade de 56 km/h, bastante inferior às velocidades em que trafegam os veículos nas nossas estradas.
- Em colisões ocorridas na faixa de velocidade de 60 a 70 km/h, os dispositivos de proteção e os organismos estão submetidos a esforços que alcançam ou ultrapassam os limites suportáveis.

Se a colisão ocorrer em velocidade superior a 80 km/h, as lesões externas e internas têm todas as probabilidades de serem gravíssimas, irreversíveis ou fatais.

---

### **EXERCÍCIOS**

1. Qual a diferença fundamental entre segurança ativa e passiva?
  2. Existe diferença entre o uso e significado do termo colisão por técnicos de trânsito e por pesquisadores que trabalham para construtores de veículos?
  3. O que acontece com um ocupante sem cinto de segurança na denominada 2ª colisão?
  4. O que é a 3ª colisão?
  5. Quais os principais dispositivos de proteção dos ocupantes dos veículos?
  6. O que é um crash-test?
-