

Sistemas de retenção - cintos de segurança

Nos meus três artigos precedentes foquei-me na explicação de alguns importantes conceitos relacionados com segurança rodoviária, designadamente os de distância de reacção, distância de travagem e distância de paragem. Hoje, incidirei um especial foco num sistema que todos tão bem conhecemos, mas que, muitos de nós, não lhe atribuímos a importância que este mesmo dispositivo merece. Refiro-me ao cinto de segurança!

É sabido que em caso de acidente, nomeadamente de choque, um veículo pára num curtíssimo intervalo de tempo (fracções de segundo, na ordem de milésimos ou de centésimos de segundo), no entanto, os seus ocupantes, caso não usem o respectivo cinto de segurança, continuam a seguir na direcção do movimento com uma velocidade igual à que seguia o veículo no instante inicial do choque (1.^a lei de Newton - lei da inércia).

Os cintos de segurança constituem um sistema de retenção, de segurança passiva, dos veículos que, em caso de acidente, nomeadamente, de choque, têm como objectivo final minimizar ou mesmo evitar as suas consequências no que respeita à produção e à gravidade dos possíveis traumatismos dos seus ocupantes.

No caso de um violento impacto de um dado veículo contra um determinado obstáculo, ocorrem, de imediato, três tipos de choques a que os ocupantes do veículo são sujeitos:

- a) O choque do veículo contra o obstáculo;
- b) O choque dos ocupantes, que não usem os cintos de segurança, contra o interior do veículo; e
- c) O choque dos órgãos internos contra a estrutura óssea do corpo (esqueleto).

Existe ainda a possibilidade dos ocupantes, que não usem os respectivos cintos de segurança, de serem ejectados do veículo.

É o choque do segundo tipo que é o mais responsável pela produção e gravidade dos possíveis traumatismos dos ocupantes do veículo. São estas consequências que podem ser significativamente mitigadas pelo uso do cinto de segurança por parte de todos os ocupantes do veículo.

Para o efeito, os cintos de segurança mantêm os respectivos ocupantes sentados nos seus bancos e evitam a sua projecção e choque contra o interior do veículo (volante, *tablier*, pára-brisas, tejadilho, bancos da frente, etc...), entre si e também a sua ejecção para fora do veículo.

Através de um exemplo de um choque frontal de um veículo contra um obstáculo rígido, vamos analisar a ordem de grandeza das forças a que determinados ocupantes podem estar sujeitos.

Suponhamos que um automóvel, transportando apenas o seu condutor, cujo peso é 69 daN (70 kgf), circula a 50 km/h e choca frontalmente contra uma árvore de grande porte immobilizando-se em cerca de um décimo de segundo (0,10 s).

Em termos de física (dinâmica), o automóvel reduziu a zero a sua velocidade final e, conseqüentemente, a sua quantidade de movimento. A variação da quantidade de movimento possibilita o cálculo da força média que a árvore exerceu no veículo durante o tempo de choque e, conseqüentemente, sobre o seu condutor.

Por um lado, temos os seguintes dados:

$$P = 69 \text{ daN (70kgf)} \rightarrow m = 70 \text{ kg}$$

$$v_i = 50 \text{ km/h}$$

$$v_f = 0 \text{ km/h}$$

$$\Delta v = v_f - v_i = -50 \text{ km/h} = 13,9 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = t_f - t_i = 0,10 \text{ s}$$

Por outro lado, temos a seguinte equação (teorema da quantidade de movimento):

$$F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v \rightarrow F \cdot 0,10 = 70 \cdot (-13,9) \rightarrow F = -9722 \text{ N} = -972 \text{ daN} \approx (-991 \text{ kgf})$$

O sinal (-) significa que a força impulsiva exercida durante o intervalo de tempo pela árvore no automóvel (força média) tem sentido contrário ao da velocidade inicial do veículo (velocidade antes da colisão).

Ou seja, o cinto de segurança exerce sobre o condutor exactamente a mesma força para o manter sentado no seu banco.

Como podemos verificar, nenhum ser humano seria capaz de exercer esta força e, conseqüentemente, manter-se no seu lugar usando apenas a força dos seus braços e das suas pernas.

Aplicando a relação fundamental da dinâmica (2.ª lei de Newton), calculamos o valor da desaceleração provocada por esta força:

$$F = m \cdot a \rightarrow a = -139 \text{ m/s}^2$$

Em função do valor da aceleração da gravidade, temos a seguinte desaceleração (G):

$$G = \frac{a}{g} = \frac{-139}{9,81} = -14$$

Assim, neste choque, o condutor estaria sujeito a uma **força de 14 vezes o seu peso!**

O cinto de segurança teria de absorver uma energia equivalente à energia cinética de uma pessoa em queda livre de uma altura (h) de cerca de 10m (ou seja, correspondente a uma queda de um terceiro andar de um prédio):

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h \rightarrow \frac{1}{2} \cdot 70 \cdot 13,9^2 = 70 \cdot 9,81 \cdot h \rightarrow h = 9,8 \text{ m}$$

Vamos agora supor que viajava um passageiro, com o peso de 69 daN (70 kgf), no banco traseiro, sem o respectivo cinto de segurança apertado.

Num décimo de segundo após o choque, o veículo pára, mas o passageiro continuaria a mover-se na direcção do movimento à mesma velocidade indo, por exemplo, chocar contra o *tablier*.

Vamos supor que estamos em presença de um veículo moderno e que o seu *tablier* permite uma deformação, devida ao choque, na ordem dos 20 cm (0,2 m).

Neste caso, o intervalo de tempo (Δt) durante o qual o corpo do passageiro vai de 13,9 m/s até 0 m/s (pára) pode ser calculado:

$$e = v_m \cdot \Delta t \rightarrow 0,2 = \frac{13,9 - 0}{2} \cdot \Delta t \rightarrow \Delta t = 0,029 \text{ s}$$

Podemos calcular a aceleração média e depois a força de choque média (F) que o *tablier* exerceu no passageiro.

$$\Delta v = a_m \cdot \Delta t \rightarrow a_m = \frac{0 - 13,9}{0,029} \rightarrow a_m = -479 \text{ m/s}^2$$

Através da equação fundamental da dinâmica, estima-se a intensidade da força de choque.

$$F = m \cdot a \rightarrow F = 70 \cdot (-479) \rightarrow F = -3353 \text{ daN} (-3419 \text{ kgf})$$

Uma força cuja intensidade é equivalente a cerca **49 vezes o peso do passageiro!**

Como podemos observar, em caso de acidente, nomeadamente, de choque, os ocupantes do veículo ficam sujeitos a forças e desacelerações de grande intensidade, passíveis de lhes causar traumatismos de grande gravidade e mesmo fatais.

De realçar que quanto maior for a velocidade de um veículo, maior é a sua quantidade de movimento e, por conseguinte, em caso de choque, maior intensidade terão as forças impulsivas e as desacelerações, conseqüentemente, mais possíveis traumatismos e de maior gravidade causados nos seus ocupantes.

Por conseguinte, diga não à prática de velocidades excessivas!

Em caso de acidente, tendo em conta a velocidade, a violência do choque, a resistência do veículo e as condições de deformação da sua estrutura, bem como os limites de resistência do corpo humano ao choque e acelerações, conclui-se que os cintos de segurança, devidamente apertados, ao manter os respectivos ocupantes sentados nos seus bancos, evitam ou minimizam os possíveis traumatismos e a sua gravidade:

- ✓ Mitigando o risco de contacto dos ocupantes com o habitáculo de veículo;
- ✓ Distribuindo a força a que os ocupantes estão sujeitos durante um choque pelas partes mais fortes dos seus corpos (ancas, peito e ombros);
- ✓ Evitando a ejeção dos ocupantes do veículo;
- ✓ Evitando os ferimentos em outros ocupantes (por exemplo, em caso de choque frontal, um ocupante do banco traseiro sem cinto de segurança pode ser projectado para a frente e chocar com os bancos da frente e respectivos ocupantes); e
- ✓ Reduzindo a velocidade dos ocupantes de forma sincronizada (à mesma taxa) com a redução de velocidade do veículo e aumentando o intervalo de tempo da desaceleração do movimento dos seus corpos e, consequentemente, diminuindo a força de choque a que possivelmente estejam sujeitos.

Por todos estes motivos... Agarre-se à vida, aperte o cinto!

Rui Manuel da Silva Oliveira
Eng.º Mecânico – Técnico Superior
Mestre em Gestão Pública
ANSR

Nota: por decisão pessoal, o autor do texto não escreve segundo o novo Acordo Ortográfico.