

Pontos de vista, reacções, ideias...

De Almada, chegou-nos uma reacção ao artigo, publicado no nº 28, "Velocidade recomendada nas auto-estradas: 20 km/h?", apresentando as razões pelas quais a fórmula recomendada pelo Código da Estrada para o cálculo da distância de travagem tem uma fundamentação teórica.

A propósito do artigo "Velocidade recomendada nas auto-estradas: 20 km/h?", publicado no *Educação e Matemática* nº 28, gostaria de esclarecer os leitores que a fórmula para o cálculo da distância de travagem, $Dt = v^2/100$, não é empírica e há de facto uma razão **dinâmica/energética** que a justifica.

Com efeito, considerando o automóvel esquematizado na figura 1, que se supõe descarregar metade do seu peso P sobre cada par de rodas, por razões de simplificação dos cálculos, verifica-se que, para o imobilizar (travagem), é necessário fazer apelo à força de atrito roda/estrada Fa , que é igual a $P.f$, sendo f o coeficiente de atrito roda/estrada e P o peso do veículo.

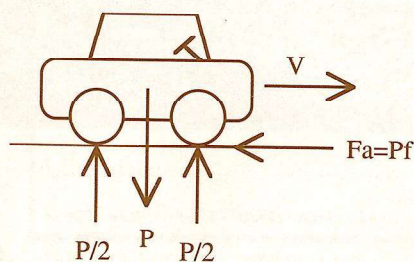


fig. 1

Analisando o mecanismo de travagem numa das rodas, pode observar-se no esquema simplificado da figura 2 que, ao

Nota da Redacção: A Redacção reserva-se o direito de editar as cartas e outros pequenos textos recebidos, de modo a tornar comportável a inclusão de todas as contribuições recebidas no espaço disponível na revista.

carregar o pedal do travão, é desencadeada sobre os calços da roda uma força T ($T/2$ em cada lado), cuja

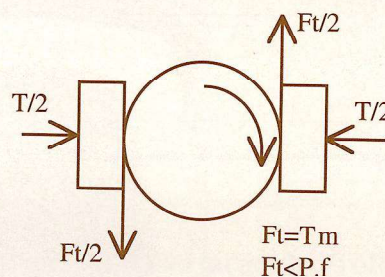


fig. 2

acção sobre a roda vai provocar um **momento retardador** devido à força de atrito resultante da acção do calço sobre a roda. Tal força de atrito do calço (Ft) é igual a $T.\mu$, sendo μ o coeficiente de atrito roda/calço.

Para que não se dê o bloqueio total das rodas, o que transformaria uma **travagem controlada** num *escorregar* do veículo sobre a estrada, em que o condutor assistiria *passivamente* à progressiva imobilização do automóvel, deve a força de travagem Ft manter-se inferior à força de atrito pneu/estrada Fa .

Assim sendo, $Fa = P.f$, $Ft = T.\mu$ e $Ft < Fa$ (para não bloquear as rodas), vem a expressão $Ft < P.f$. Considerando valores experimentais para o coeficiente de atrito pneu/estrada, podemos tomar aproximadamente $f = 0,7$ para piso bem secco e $f = 0,3$ para piso molhado.

Após as considerações dinâmicas acima apontadas, passemos a analisar a questão energética da travagem.

Supondo que o automóvel se desloca com a velocidade V (m/s) no momento em que são accionados os travões, ele irá percorrer uma distância Dt , **distância de travagem**, até se imobilizar com velocidade zero.

A energia cinética do veículo à velocidade V é de $Ec = 1/2 MV^2$, ou ainda $Ec = 1/2 P/g V^2$ (a massa $M = P/g$), e no

$$\frac{1}{2} \frac{P}{g} V^2 = P \cdot f \cdot Dt, \text{ ou ainda}$$

$$\frac{V^2}{2g} = f \cdot Dt, \text{ e } Dt = \frac{V^2}{2gf} \text{ em metros}$$

para V em m/s.

Tomando $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ para a aceleração da gravidade, virá

$$Dt = \frac{V^2}{2 \times 9,8 \times f \times 3,6^2}$$

em metros, para V em km/h, ou apro-

$$\text{ximadamente } Dt = \frac{V^2}{254f}$$

final do percurso Dt será igual a zero.

Pela Lei do Trabalho-Energia teremos $Ec + Ft.Dt = 0$, sendo $Ft.Dt$ o trabalho ne-gativo realizado pela força de travagem Ft . À parte os sinais, será então:

Tomando para coeficiente de atrito pneu/estrada um valor intermédio de $f = 0,4$, vem aproximadamente a fórmula recomendada no Código da Estrada, $Dt = V^2/100$.

Victor Santos