
O CÁLCULO DAS PRESSÕES DE INSUFLAÇÃO DOS PNEUS DUMA BICICLETA

The computation of inflation pressure for bicycle tires

© Mário Rouxinol Fragoso
V1.10, 2009

Resumo

Apresenta-se neste trabalho os conceitos físicos e a formulação numérica associados ao cálculo das pressões correctas de insuflação dos pneus duma bicicleta.

Abstract

In this paper it is presented the physical concepts and the numerical formulation associated to the computation of the correct inflation pressure for bicycle tires.

1. Introdução

Os pneus da bicicleta desempenham uma importante função pelo facto de constituírem a interface onde se estabelece o equilíbrio vertical entre um sistema mecânico com capacidades dinâmicas – a bicicleta sobre o qual se posiciona o ciclista – e a superfície do pavimento sobre a qual a bicicleta rola.

Neste contexto, a escolha dos pneus a utilizar para um determinado piso e a pressão de ar a colocar no interior dos mesmos, deve merecer, por parte do ciclista, atenções especiais.

A pressão dos pneus duma bicicleta afecta, de forma directa, a segurança do ciclista, a eficiência do rolamento, a durabilidade dos pneus e, ainda, o conforto e o prazer do ciclista na condução da sua bicicleta.

Neste sentido, a pressão a ser colocada nos pneus da bicicleta deve ser cuidadosamente determinada e posteriormente validada, recomendando-se que, após se ter encontrado a pressão mais adequada que minimize os riscos e maximize a segurança e o prazer de condução da bicicleta, seja sempre verificada antes de qualquer passeio a efectuar com a bicicleta.

2. O Cálculo da Pressão Correcta de Insuflação dos Pneus

Em geral, os ciclistas nas suas tentativas para conseguirem atingir as pressões de ar optimizadas para os pneus das suas bicicletas, experimentam diferentes

pressões em diferentes pneus e, muitas vezes, variam ainda as pressões para os diferentes tipos de piso onde rolam.

O facto é que a pressão correcta de insuflação para um determinado pneu depende, basicamente, da carga que o solicita e depende ainda da largura do pneu que está a ser utilizado.

Por sua vez, a carga adstrita a um determinado pneu, encontra-se directamente relacionada com a geometria do quadro da bicicleta.

Estes conceitos encontram-se expressos de forma gráfica na Fig. 1, onde se mostra o equilíbrio estático das forças que envolvem o sistema, desprezando-se no entanto as distribuições do peso próprio da bicicleta.

Na generalidade dos quadros de bicicletas, o tubo do selim, conjuntamente com o tubo vertical do quadro, possuem um ângulo relativamente próximo da vertical, situando-se muitas vezes em torno dos 75° . Nestas circunstâncias, é válido admitir-se, com um pequeno erro, que o peso do ciclista (P_c em kg) é directamente transmitido ao eixo pedaleiro, como se mostra na Fig. 1.

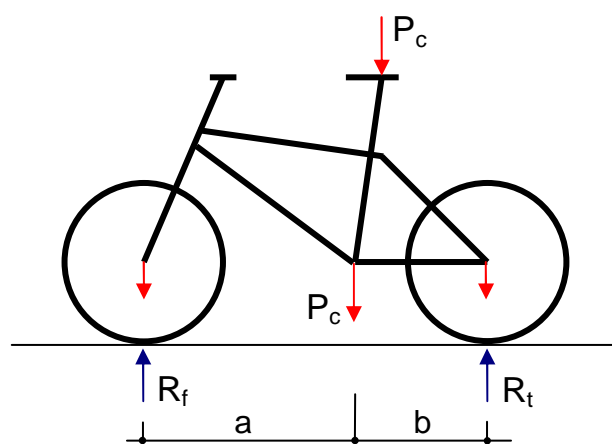


Fig. 1 – Esquema genérico do equilíbrio estático de forças numa bicicleta.

A transmissão da carga do eixo pedaleiro para as rodas da bicicleta, é então realizada à custa do tubo inclinado do triângulo dianteiro e do tubo horizontal do triângulo traseiro da bicicleta, originando-se, pela 3ª Lei de Newton, duas reacções de apoio sob os pneus da bicicleta, nomeadamente: a reacção da roda da frente (R_f) e; a reacção da roda de trás (R_t).

Os valores das forças associadas às reacções (R_f) e (R_t) determinam-se conhecendo-se o posicionamento das mesmas no sistema estrutural, ou seja, conhecendo-se a geometria do quadro da bicicleta, e estabelecendo-se, posteriormente, o equilíbrio de forças do sistema.

Nestas circunstâncias obtém-se:

$$R_f = \frac{P_c \cdot b}{(a+b)} \quad (1)$$

$$R_t = \frac{P_c \cdot a}{(a+b)} \quad (2)$$

As forças R_f e R_t exercem sobre os pneus pressões cujos valores dependem da área de contacto do pneu com o terreno. Neste sentido, e admitindo-se que se procura encontrar a área de contacto correcta e idealizada pelo fabricante do pneu, ou seja, a área que aproveita a totalidade do perfil do pneu associada a uma pressão correcta do mesmo, um estudo experimental realizado pelo autor sobre vários pneus de bicicletas conduziu às seguintes expressões que permitem calcular as áreas de contacto, em cm^2 , do pneu da frente (A_{cf}) e do pneu de trás (A_{ct}):

$$A_{cf} = 5.080 L_{pf} \quad (3)$$

$$A_{ct} = 7.112 L_{pt} \quad (4)$$

Nas Eq. (3) e (4) L_{pf} e L_{pt} representam, respectivamente, as larguras dos perfis em polegadas do pneu da frente e do pneu de trás, chamando-se a atenção para o facto de existirem no mercado pneus com larguras de perfis indicadas pelos seus fabricantes que não correspondem, em termos efectivos, às larguras dos perfis medidos na realidade. Por esta razão, o leitor deve certificar-se das larguras dos perfis dos seus pneus.

Com base nas Eq. (1) a (4), as pressões do pneu da frente (P_f) e do pneu de trás (P_t) em PSI (Pounds per Square Inch), são calculadas pelas expressões

$$P_f = 14.223 \frac{R_f}{A_{cf}} \quad (5)$$

$$P_t = 14.223 \frac{R_t}{A_{ct}} \quad (6)$$

em que o coeficiente de 14.223 permite efectuar a passagem de unidades de pressão em kg/cm^2 para PSI.

As Eq.(5) e (6) podem ser apresentadas numa forma mais compacta através da substituição das Eq. (1) a (4) nas Eq. (5) e (6). Neste contexto, as pressões dos pneus em PSI, são dadas por

$$P_f = 2.799803 \frac{\frac{P_c \cdot b}{(a+b)}}{L_{pf}} \quad (7)$$

$$P_t = 1.99986 \frac{P_c \cdot a}{L_{pt} (a + b)} \quad (8)$$

3. Exemplo de Cálculo

Tendo em atenção os conceitos expostos nas secções anteriores, admita-se que numa determinada bicicleta se tem a seguinte situação:

- i. Peso do ciclista, $P_c = 80 \text{ kg}$
- ii. Distância entre o eixo da roda da frente e o eixo pedaleiro, $a = 71.5 \text{ cm}$
- iii. Distância entre o eixo pedaleiro e o eixo da roda de trás, $b = 42.5 \text{ cm}$
- iv. Largura do pneu da frente, $L_{pf} = 2.2''$
- v. Largura do pneu de trás, $L_{pt} = 2.0''$

Substituindo valores nas Eq. (7) e (8) obtém-se:

$$P_f = 2.799803 \frac{80 \times 42.5}{(71.5 + 42.5) \cdot 2.2} = 38.0 \text{ PSI}$$

$$P_t = 1.99986 \frac{80 \times 71.5}{(71.5 + 42.5) \cdot 2.0} = 50.2 \text{ PSI}$$

É interessante constatar que o pneu da frente apenas necessita de 75% da pressão do pneu de trás. Este facto encontra-se relacionado, por um lado, com a transmissão de uma maior carga para a roda de trás da bicicleta e, por outro lado, com o facto do pneu da frente ser um pneu com um perfil mais largo.

Salienta-se que quanto mais largo for o perfil do pneu, menor será a pressão que equilibrará o sistema de forças apresentado na Fig. 1. Nestas circunstâncias, é incorrecto usar a mesma pressão em dois pneus com larguras de perfil diferentes.

Neste exemplo, pode-se ainda verificar que o peso transmitido à roda da frente da bicicleta (vd. Eq. (1)), é de

$$R_f = \frac{80 \times 42.5}{(71.5 + 42.5)} = 29.8 \text{ kg}$$

valor este que representa 37.3 % do peso do ciclista, enquanto que o peso transmitido à roda de trás, (vd. Eq. (2)), é de

$$R_t = \frac{80 \times 71.5}{(71.5 + 42.5)} = 50.2 \text{ kg}$$

valor que representa 62.7 % do peso do ciclista.