

O PNEUMÁTICO NA AGRICULTURA

1996

ÍNDICE

Introdução	1
1- O tipo e escolha de pneus agrícolas	1
2- Constituição de um pneu	2
2.1- O pneu	2
2.2- A câmara de ar	3
3- O perfil de um pneu	3
3.1- O número de garras de um pneu	4
3.2- Altura das garras	4
3.3- O ângulo das garras	4
3.4- Largura das garras	4
3.5- O material utilizado nos pneus motrizes	4
4- Os diferentes tipos de pneus motrizes	5
4.1- Pneus convencionais	5
4.2- Pneus radiais	6
4.3- Principais diferenças entre os pneus radiais e convencionais	6
5- A aderência dos pneus motrizes	8
5.1- Outros factores que influenciam a aderência	9
5.1.1- O solo	9
5.1.2- O peso	9
5.1.3- Outros factores	10
6- Características técnicas dos pneus	10
6.1- Características dimensionais	10
6.1.1- Largura do pneu	10
6.1.2- Diâmetro do pneu	11
6.1.3- Carga de um pneu	11
6.1.4- A velocidade de um pneu	12
6.1.5- A pressão de um pneu	12
7- Determinação da carga de um pneu	13
7.1- Determinação da carga em lavouras	13
7.2- Determinação das cargas em transporte	15
8- Os pneus dianteiros de um tractor de quatro rodas motrizes	15
8.1- Cálculo da dimensão dos pneus dianteiros de um tractor de quatro rodas motrizes	15
8.2- Formas para diminuir o desgaste destes pneus	16
Bibliografia	17

INTRODUÇÃO

As notas que a seguir se apresentam pretendem expor, de uma forma resumida, alguns conceitos sobre pneumáticos com interesse para os Cursos de Engenharia Agrícola e Florestal da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

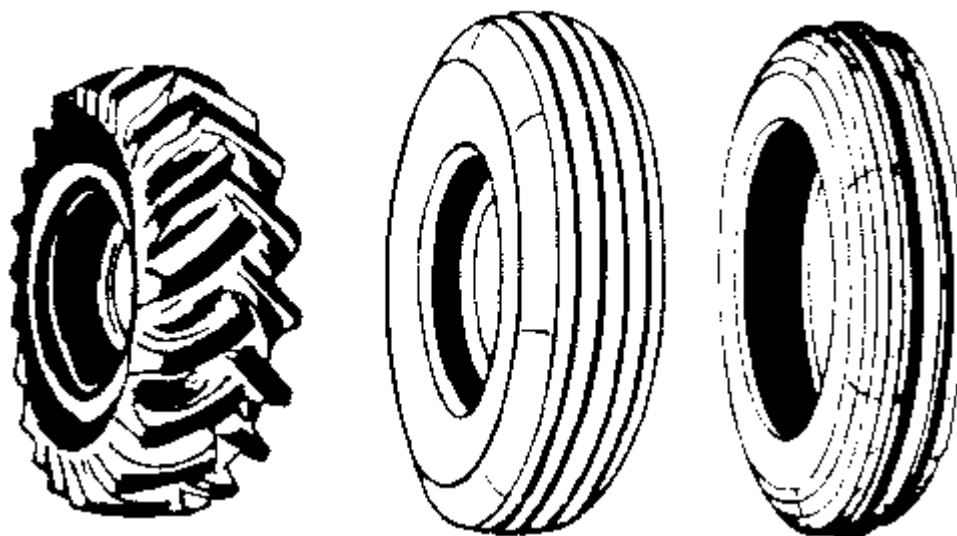
1- O tipo e escolha de pneu agrícola

Os pneus dos equipamentos agrícolas distinguem-se dos utilizados nos transportes rodoviários por:

- terem pressões mais baixas;
- apresentarem grande superfície de contacto com o solo;
- por serem mais macios ("souplesse").

Estes pneus, conforme a utilização a que se destinam, classificam-se em três tipos:

- pneus motrizes;
- pneus de suporte;
- pneus directrizes.



Pneu motriz

Pneu de suporte

Pneu directriz

Figura 1- Os diferentes tipos de pneus agrícolas

Fonte: CEMAGREF (1974)

Entre os tipos apresentados os pneus motrizes são, sem dúvida, os que têm sido mais estudados, sendo a sua escolha, para as unidades de tracção, uma tarefa difícil, pois depende de múltiplos factores; em teoria, para cada situação, devia-se escolher um dado tipo de pneu.

Entre os principais factores que influenciam esta escolha tem especial importância o trabalho a realizar, o teor de humidade do solo e as cargas a que é sujeito. Assim, não sendo prático a utilização de um pneu para cada caso, a escolha tem de ser um compromisso entre as múltiplas situações, devendo, contudo, satisfazer o melhor possível as seguintes condições:

- boa aderência em qualquer tipo de piso;
- possibilidade de utilização no campo e em estrada;
- elevada resistência ao desgaste;
- oferecer bom conforto ao operador;
- desgaste uniforme da faixa de rolamento;
- resistência aos cortes provocados pelas pedras;
- resistência ao desprendimento de partes do pneu;
- resistência ao envelhecimento provocado pela exposição ao sol;
- baixo preço de compra e de utilização;
- não provocar compactação excessiva do solo.

Assim, para tentar satisfazer as condições mencionados, os fabricantes tem especial cuidado com o perfil dos pneus, principalmente a disposição das garras, a constituição das carcaças e a composição do material utilizado.

2- Constituição de um pneu motriz

Os pneus são constituídos por duas partes distintas:

- o pneu propriamente dito, que forma o invólucro exterior;
- a câmara de ar, localizada no interior do pneu.

2.1- O pneu

O pneu propriamente dito é constituído por uma carcaça ou armação formada por fios têxteis, impregnados de borracha, ou metálicos, dispostos em telas que se justapõem, envolvidas por borracha ou resina sintética.

Nos pneus distinguem-se as seguintes partes:

- faixa de rolamento, constituída por um conjunto de telas localizadas no seu interior e envolvidas por uma grossa camada de borracha com uma altura e escultura adequada à função do pneu e que dificulte a adesividade do solo;
- flancos, partes laterais dos pneus, com menor espessura que a anterior e com menos telas, em que a borracha apresenta uma grande elasticidade para resistir à deformação a que é sujeita;
- talões, partes do pneu que se encontram junto às jantes, formados por um ou mais cabos de aço revestidos pelas telas da carcaça e que, devido à pressão de enchimento, se encontram fortemente comprimidas contra a jante evitando a rotação

do pneu sobre esta e que o ar saia para o exterior, no caso dos pneus sem câmara de ar.

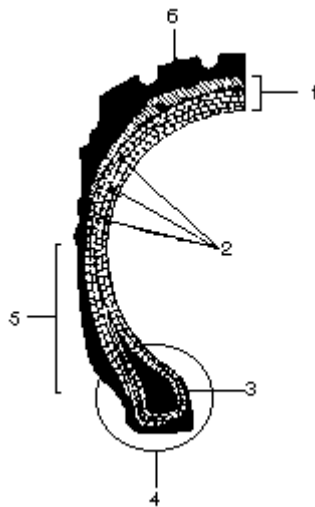


Figura 2- Detalhes da estrutura de um pneu motriz

1- armação ou carcaça; 2- telas; 3- cabo de aço; 4- talão; 5- flanco; 6- faixa de rolamento

Fonte: CEMAGREF (1974).

2.2- A câmara de ar

A câmara de ar é como que um tubo fechada, constituída de borracha muito fina, elástica e estanque ao ar (característica que lhe é conferida pela adição de enxofre). O único contacto com o exterior é feito por uma válvula que permite a introdução de ar, mantendo-o no seu interior. Nas viaturas ligeiras estas câmaras de ar podem não aparecer sendo o interior do pneu revestido de butil; estes pneus diminuem as possibilidades de rebentamento quando em grandes velocidades, pois o butil tende a vedar o furo.

3- O perfil de um pneu

O perfil de um pneu motriz é o conjunto das esculturas da faixa de rolamento, sendo estas formadas pelos elementos em relevo da superfície de rolamento, destinados a aumentar a aderência. Estes elementos são designados por garras, simulando cada par um V aberto, estando o seu vértice orientado no sentido do deslocamento o que permite que a pressão exercida no solo se faça para o exterior, aumentando assim a secção do solo sujeita ao corte. A abertura em V permite, também a auto-limpeza do pneu, pois evita que a terra adira à zona de confluência das garras ficando estas com movimentos independentes.

O perfil dos pneus de suporte têm nervuras paralelas dispostas segundo planos diametrais, de forma a limitar a deriva em terrenos declivosos ou pouco coesos. O perfil dos pneus directrizes é semelhante ao anterior, mas as nervuras são mais acentuadas, para assegurar uma viragem eficaz. Nestes dois últimos tipos de pneus as nervuras são separadas por ranhuras.

3.1- O número de garras de um pneu motriz

O número de garras de um pneu motriz é determinado, principalmente, em função do tipo de terreno para que se destina. Assim, por exemplo, num terreno argiloso, devido à sua elevada adesividade, aquelas devem estar o mais afastadas possível, por forma a que o pneu "se limpe" melhor; o mesmo acontece nos solos húmidos.

3.2- Altura das garras

A altura das garras é especialmente importante para a força de tracção que o tractor pode desenvolver em solos pouco consistentes, pois, quanto maior for o seu enterramento, maior é essa força. Esta depende, entre outros factores, do volume de solo deslocado; em pisos rígidos, o desgaste das garras permite uma maior superfície de contacto e consequentemente maior aderência aumentando a força de tracção. As garras altas têm, também, maior tendência para se danificarem, perdendo pedaços de borracha, e, sendo mais flexíveis, gastam-se mais depressa. As garras altas conduzem a uma maior resistência ao rolamento, com a consequente redução de potência.

3.3- O ângulo das garras

O ângulo das garras é definido pelo plano vertical que contem a garra e o plano longitudinal médio do pneu. Este ângulo é calculado por forma a que o pneu desenvolva a maior força de tracção, o que implica um ângulo grande, mas também que conduza à mínima trepidação, o que implica um ângulo pequeno.

Assim para se conseguir os dois objectivos apresentados, as garras apresentam uma certa curvatura, ficando apenas a parte média a formar um ângulo de 45°; a parte exterior será a responsável pelo desenvolvimento da força de tracção, e a interior pela redução da trepidação. Estas diferentes curvaturas fazem com que a elasticidade das garras seja diferente de zona para zona o que facilita a auto-limpeza dos pneus.

3.4- Largura das garras

A largura das garras tem importância porque influencia a sua penetração no solo. Assim, quanto mais finas elas forem, mais facilmente penetram no solo permitindo uma maior força de tracção, mas compactam-no mais e danificam-se com mais facilidade.

3.5- O material utilizadas nos pneus motrizes

Os materiais utilizadas no fabrico dos pneus são uma mistura de borracha natural, obtida da árvore da borracha (*Hevea brasiliensis*), utilizada principalmente na impregnação e revestimento dos materiais de que é feita a carcaça, de borracha sintética, especialmente o butadieno - estireno, feita a partir do petróleo bruto, que assegura uma boa aderência e é resistente ao desgaste por atrito, de negro de fumo, que aumenta a resistência ao desgaste, de enxofre, que actua como agente vulcanizador, de óleo, que aumenta a aderência, embora diminua a vida útil, e outros, sendo a sua proporção feita em função do uso a dar ao pneu.

As armações e as borrachas são aquecidas num molde, resultando daquelas e da mistura das borrachas utilizadas, as características principais dos pneus, ou seja, a sua elasticidade, resistência ao desgaste e ao envelhecimento. A borracha natural apresenta uma

boa resistência ao envelhecimento e ao arrancamento de partes do pneu, sendo as sintéticas resistentes aos cortes e abrasão.

Nos flancos dos pneus utiliza-se borracha que permite a sua elasticidade e na faixa de rolamento borracha que dificulte a adesividade do solo.

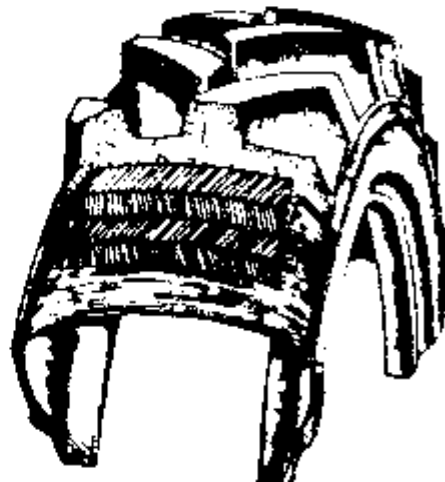
4- Os diferentes tipos de pneus motrizes

Os pneus podem ser divididos em:

- convencionais;
- radiais.



Pneu convencional



Pneu radial

Figura 3- Tipos de armação ou carcaça

Fonte: CEMAGREF (1974)

4.1- Pneus convencionais

Os pneus convencionais, clássicos ou diagonais, são caracterizados por terem uma armação constituída por várias telas, sempre em número par, cujos fios vão de um talão ao outro, formando ângulos de 30-45° em relação ao plano médio do pneu, o que provoca, quando sujeito a grande flexão, a uma fadiga da armação.

Estes pneus apresentam, assim, a mesma espessura de armação, quer no topo quer nos flancos, oferecendo a mesma resistência à pressão, tendo, no entanto, junto à faixa de rolamento um reforço constituído por uma ou mais camadas com fios que formam entre si ângulos inferiores ao dos fios das telas da carcaça. Esta protecção permite, igualmente, conferir uma forma menos arredondada ao pneu o que possibilita um acréscimo da área de contacto com o solo e consequentemente maior aderência. O sinal indicativo deste tipo de pneus é um traço horizontal (-); esta indicação não está, no entanto, normalizada.

4.2- Pneus radiais

Os pneus radiais são caracterizados por terem as telas sobrepostas, mas sem se cruzarem, ficando os fios dispostos em arcos paralelos entre si e perpendicularmente ao plano médio dos pneus. Assim, estes pneus têm as telas da armação praticamente inextensíveis sendo estabilizadas transversalmente por uma cintura com várias camadas, cujos fios formam ângulos de 20-25°, com o sentido de deslocamento, o que permite uma superfície de contacto com o solo bastante grande. O sinal indicativo deste tipo de pneu é um R; esta indicação encontra-se normalizada.

4.3- Principais diferenças entre os pneus radiais e convencionais.

Para além das diferenças de estrutura apresentadas a área de contacto dos pneus radiais é bastante maior que a dos convencionais, podendo a primeira considerar-se como sendo um rectângulo e a segunda com um rectângulo com os topos arredondados (ver figura 4). As garras do primeiro tipo de pneus apoiam completamente no solo e do segundo esse contacto é parcial.

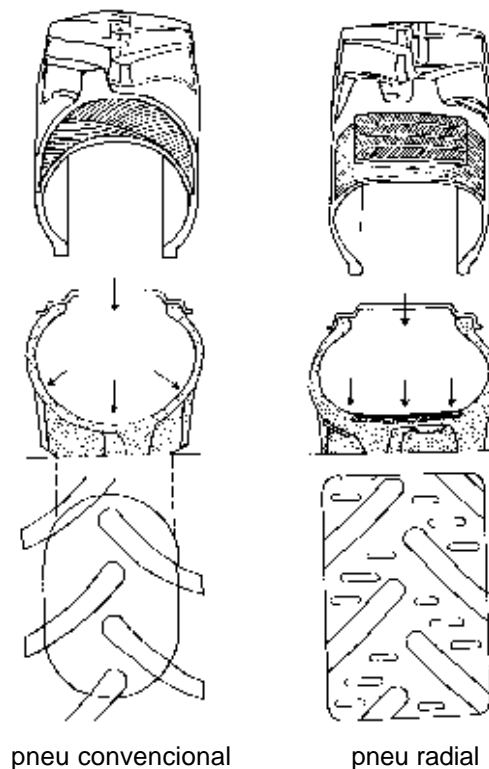


Figura 4- Comparação entre a área de assentamento de um pneu radial e um convencional

Fonte: Kleber (1984)

Em conclusão pode dizer-se que, em média, a área de assentamento nos pneus radiais é sensivelmente maior em 20%, do que o dos convencionais o que permite uma maior aderência; os pneus radiais apresentam um volume de ar superior aos convencionais o que, conjuntamente com a não disposição dos flancos na vertical, permitem, para iguais pressões, uma maior suavidade ("souplesse") e maior capacidade de carga.

Comparando estes dois tipos de pneus, ver gráfico da figura 5, com as mesmas características dimensionais e escurturas, o escorregamento aumenta à medida que a força de tracção aumenta, podendo considerar-se, em média, um acréscimo desta de 20%.

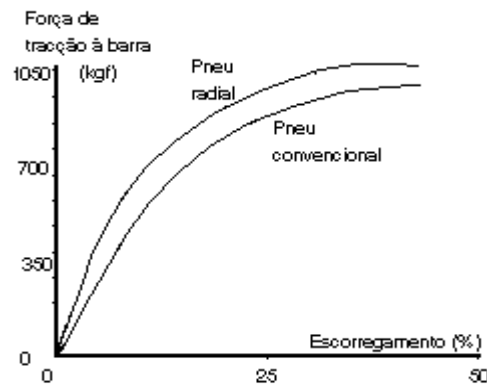


Figura 5- Comparação entre a força de tracção desenvolvida por pneus (11.2 - 28) radiais e convencionais

Fonte: Kleber (1984)

O aumento da aderência implica também, maior duração da vida útil.

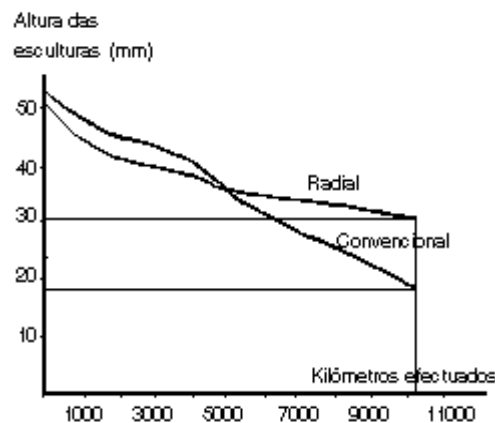


Figura 6- Comparação entre o desgaste nos pneus radiais e convencionais

Fonte: Kleber (1984)

A trepidação, como se pode ver na figura 7 é bastante maior nos pneus convencionais, o que torna a condução desagradável e exaustiva. O desgaste nestes pneus é também desigual, agravando o problema anterior, dando-se garra sim garra não; este aspecto torna-se particularmente acentuado quando se utiliza o tractor em trabalhos de transporte.

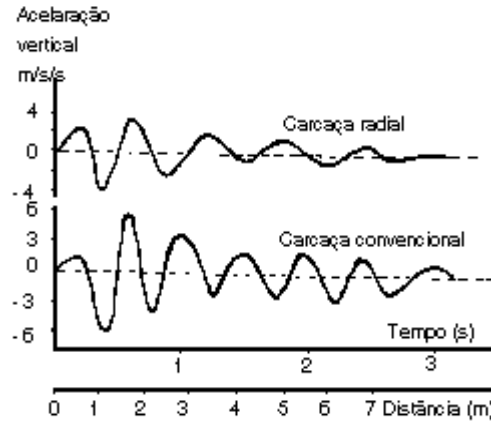


Figura 7- Comparação entre a trepidação provocada por uma carcaça radial e convencional, quando da passagem de um obstáculo com uma charrua montada e à velocidade de 10 km.h⁻¹
 Fonte: Kleber (1984)

Em resumo, os pneus radiais são superiores aos convencionais quer no que respeita à aderência, figura 8, quer à resistência ao desgaste; em contrapartida os flancos são mais sensíveis aos choques e a torções.

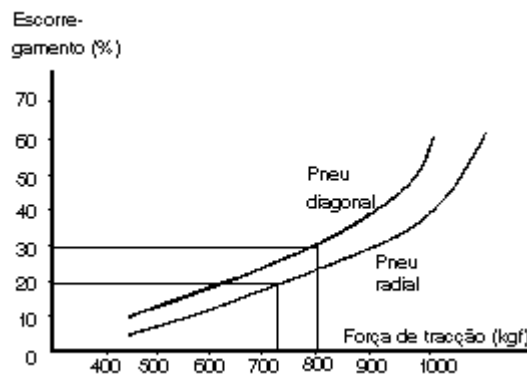


Figura 8 Comparação da aderência entre pneus radiais e convencionais em solos limo-argilosos cobertos com restolho de aveia e solo duro com poucas pedras
 Fonte: Kleber (1984)

Como se pode observar na figura 9, a utilização de pneus radiais conduz também a uma economia de tempo e combustível.

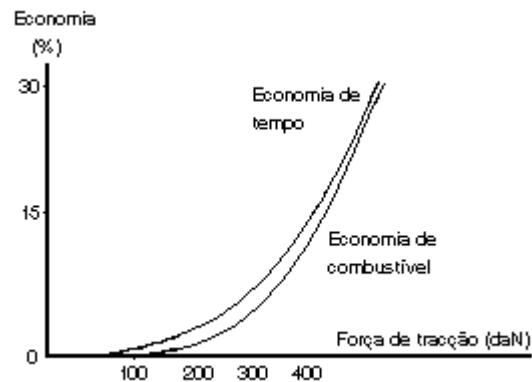


Figura 9 Comparação entre os gastos de tempo e combustível utilizando pneus radiais e convencionais

Fonte: Kleber (1984)

5- A aderência dos pneus motrizes

A aderência dos pneus traduz a faculdade que eles têm de se agarrar à superfície que os suporta, geralmente o solo, por forma a assegurar o seu deslocamento pela transmissão do binário motor; esta característica dos pneus apresenta valores muito diferentes, especialmente quando se comparam pneus radiais e convencionais.

5.1- Outros factores que influenciam a aderência

Dos restantes factores que influenciam a aderência destacam-se:

5.1.1- O solo

O solo influencia a aderência dos pneus, conduzindo a diferenças, em termos de força de tracção, bastante acentuados. Essas diferenças resultam não só do tipo de solo mas também do revestimento vegetal, de ter sido ou não mobilizado, teor de humidade do mesmo, e outros.

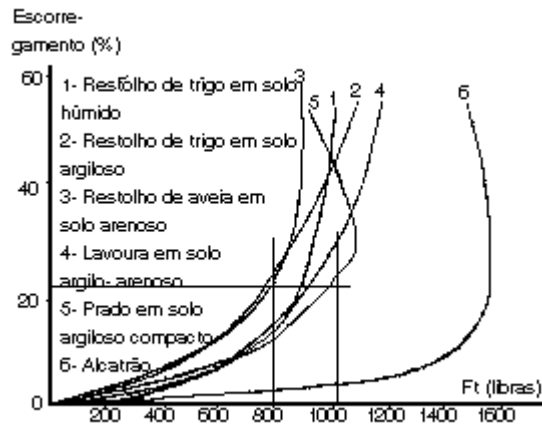


Figura 10- Influência do tipo de solo na força de tracção desenvolvida por um trator

Fonte: Kleber (1984)

5.1.2- O peso

O peso dos tractores têm vindo a decrescer o que conduz a uma diminuição da relação peso/potência. Assim, e considerando que o coeficiente de aderência de um trator é dado pela relação entre a força de tracção que o trator pode desenvolver e o seu peso, compreende-se a importância desta variável.

Para atenuar este problema há tendência para se lastrar os tractores quer pela adição de água nas rodas, quer pela utilização de pesos, por forma a atingir-se uma relação peso/potência de, mais ou menos, 50 kg/cv; enchendo um pneu 16.9-28 com 75% de água aumenta-se o seu peso em cerca de 230 kg. A água deve conter cloreto de cálcio ou um anticongelante, por forma a diminuir o seu ponto de congelação, funcionando os 25% de ar como “almofada” para permitir a flexibilidade do pneu e absorver eventuais choques.

A utilização de pesos é preferível pois permite variar com facilidade a massa do trator por forma a adaptá-la aos diferentes trabalhos.

5.1.3- Outros factores

Existem outros factores que podem ser utilizados para se aumentar a aderência e que poderão ter interesse em situações pontuais. Assim, pode-se utilizar o bloqueio do diferencial o que permite que o binário da roda que patina e que é igual do outro semi-eixo, mas que não desenvolve força de tracção, por falta de aderência, possa fazê-lo, suprimindo-se assim a limitação da força de tracção; existem tractores em que o bloqueio do diferencial é automaticamente accionado quando se desloca em linha recta e liberto em curvas.

A utilização de pneus largos poderá, em certas situações, aumentar a aderência, mas, por exemplo, em solos argilosos, facilita o empapamento o que conduz a situações contrárias às desejadas.

A opção entre tratores de quatro e duas rodas motrizes é feita principalmente em função das necessidades de força de tracção, podendo dizer-se que, em média, o escorregamento, para o primeiro tipo, é diminuído para cerca de metade e a força de tracção aumenta em cerca de 20%.

6- Características técnicas dos pneus

A caracterização técnica dos pneus permite identificar e comparar qualquer pneu pois obedece a normas internacionais.

6.1- Características dimensionais

Os pneus são caracterizados fundamentalmente por duas dimensões:

- largura;
- diâmetro.

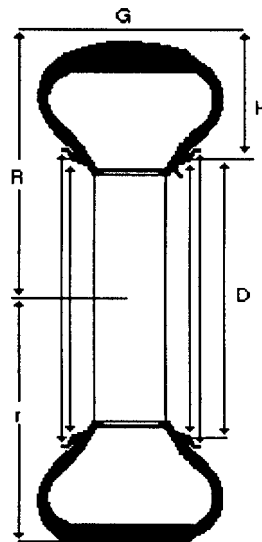


Figura 11- Características dimensionais dos pneus

H- altura; D- diâmetro; G- largura; R- raio sem carga; r- raio com carga

Fonte: Kleber (1984)

6.1.1- Largura do pneu

Esta dimensão, geralmente dada em polegadas refere-se à distância entre flancos quando o pneu se encontra à pressão e na jante indicada pelo construtor; esta cota é aproximada, pois, na prática, ela varia em função da marca, e tipo de armação e da jante utilizada. Os pneus largos, dispoendo de um volume de ar superior e não tendo os flancos na vertical, ganham, para iguais pressões "souplesse" e capacidade de carga.

Quando as dimensões são superadas por *, as medidas são expressas em milímetros ou centímetros. Quando aparecem dois números separados por uma barra, para caracterizar a largura, o segundo número refere-se à largura do pneu que era anteriormente fabricado. Exemplo, 16.9/14 R 28.

6.1.2- Diâmetro do pneu

À semelhança do parâmetro anterior, este também é geralmente expresso em polegadas e caracteriza a distância entre dois pontos dos talões diametralmente opostos. Enquanto a medida da largura de um pneu não é rigorosa a do diâmetro é para que assente bem na jante.

A separação destas duas dimensões é feita por um traço horizontal ou por um R, podendo aparecer entre eles um número, separado do número da largura por um traço oblíquo (/), que traduz a relação entre a altura medida da faixa de rolamento aos talões e a largura do pneu. Esta relação é representada na figura 11 por H/G e indica a série do pneu; exemplo, 16.9/78-28. A relação entre a altura e a largura do pneu chama-se índice de forma. Mais raramente aparece um L ("low profile") que indica uma relação altura/largura bastante pequena.

A altura dos pneus depende da carga a que estão sujeitos, podendo definir-se a deflexão de um pneu, como a deformação radial da carcaça por acção da carga vertical que suporta, ou seja, para um diâmetro exterior de 1347 mm, um raio sem carga de 673 mm e um raio com carga de 646 mm, a deflexão é de 27 mm. Assim, e em resumo, a deflexão, ou grau de deformação de um pneu, é a relação, em percentagem, entre o esmagamento (e) do pneu e a sua largura ($100 * e/L$); nos pneus agrícolas o seu valor é de 15 - 25%.

6.1.3- Carga de um pneu

A carga que um pneu pode suportar foi, durante muito tempo, dada pelo número de telas que ele possuía sendo hoje definida pelo índice de carga.

O número de telas, inicialmente feitas de algodão e mais recentemente em nylon, por ser mais resistente, dava a indicação da resistência de um pneu ("play rating"). Assim a indicação 8 PR significava que este pneu tinha a mesma resistência que um pneu com oito telas de algodão, embora, devido à utilização de outros materiais, pudesse ter um número de telas diferente. Estes índices de resistência eram determinada a 30 km/h segundo as normas da ETRTO- European Tyre and Rim Technical Organisation.

Hoje, como foi mencionado, esta resistência é dada pelo índice de capacidade de carga, que é um número compreendido entre 0 e 279 ao qual corresponde uma capacidade de carga dada por uma tabela normalizada. Cada construtor possui, no entanto, um quadro de equivalências entre o número de telas (PR) e a massa que o pneu pode suportar.

Exemplo da antiga norma:

- 13,6 - 38 6 PR;

este pneu de seis telas pode suportar uma carga máxima de 1660 daN com 1,6 bar de pressão; exemplo da nova norma:

- 16,9 R 26 135;

este pneu pode suportar uma carga, correspondente ao índice 135, que é de 2180 daN.

6.1.4- A velocidade de um pneu

Em agricultura a velocidade máxima é de 30 km/h sendo, no entanto, possível, em alguns países e em estrada, circular a 40 km/h. Assim, convencionou-se atribuir a cada pneu um índice de velocidade por forma a saber se um dado pneu está ou não adaptado ao trabalho de transporte. Exemplo:

- A.6 só pode rodar até 30 km/h;
- A.8 pode rodar até aos 40 km/h.

6.1.5- A pressão de um pneu

A determinação da pressão de enchimento de um pneu está relacionada com a carga que ele pode suportar (assunto abordado mais adiante), devendo-se também ter em atenção o tipo de solo. Existem já sistemas que permitem variar, sem parar o tractor, essa pressão, aumentando-a quando o solo duro e diminuindo-a para as outras situações.

Segundo as novas normas existe um código que permite ao utilizador saber qual a pressão mais indicada, sendo esta indicação dada pelo número de estrelas que aparece no flanco do pneu, ou seja:

- * 1.6 bar;
- ** 2.35 bar;
- *** 3.2 bar.
- **** 4.4 bar.

Exemplo:

- 16.9 R 34 139 A.8 *

indica-nos que a pressão de enchimento deve ser 1,6 bar.

Exemplo de um pneu de um automóvel:

- 195 / 65 R 15 82T - DOT 142

em que:

- 195 é a largura em milímetros;
- / 65 é o perfil do pneu, isto é, a relação percentual entre a altura e a largura;
- R radial;
- 15 diâmetro interior da jante, em polegada;
- 82 índice de carga máximo, correspondente a 475 kg;
- T velocidade máxima, 190 km/h;
- DOT 142 é a data de fabrico, 14^a semana de 1992.

7- Determinação da carga de um pneu

A determinação da carga de um pneu é feita em situações estáticas e depende da:

- massa do tractor repartida pelos semi-eixos;
- massa de lastragem;
- massa dos equipamentos montados e da carga transferida por estes;
- massa transferida pelos equipamentos semi-montados.

Estas massas permitem determinar com precisão a carga estática suportada pelos eixos e, em função destes valores, escolher a pressão de enchimento correcta. O enchimento dos pneus com água é uma prática corrente devendo-se juntar a esta um anticongelante ou cloreto de cálcio para baixar o ponto de congelação. O $C_{12}Ca$ não pode ser utilizado nos radiadores pois corrói os metais e os anticongelantes do radiador não podem ser utilizados nos pneus por deteriorarem a borracha; a reacção do $C_{12}Ca$ é exotérmica pelo deve ser deitado lentamente na água.

7.1- Determinação da carga em lavouras

A determinação das cargas em lavouras é função da:

- E- distância entre eixos do tractor;
- d- distância do eixo traseiro do tractor ao plano que contém o centro de gravidade da charrua;
- M- massa da charrua;
- PF- massa do tractor no eixo dianteiro;
- PT- massa do tractor no eixo traseiro;

Ctot- massa total do tractor;
CF- carga suportada pelo trem dianteiro;
CT- carga suportada pelo trem traseiro;
Ctot- carga total suportada pelos pneus;

e obtêm-se por:

$$R = \frac{M * d}{E};$$

em que R dá a transferência de carga do eixo dianteiro para o traseiro;

$$C_{tot} = PF + PT + M + R$$

Assim, a pressão dos pneus motrizes do tractor é dada em função da carga suportada pelo eixo traseiro.

Exemplo:

Massa do tractor - 2400 kg;
Pneus - 16,9 R 34;
E- 2,4 m;
d- 1,5 m;
M- 700 kg;

tem-se:

$R = (700 * 1,5) / 2,4 = 440$
 $PT = 2 / 3 * 2400$
 $CT = 1600 + 700 + 440$
 $CT = 2740 \text{ Kg}$

Neste caso cada pneu suporta uma carga de 1 370 kg, que corresponde a uma pressão de enchimento de, no mínimo, 0.9 bar, que é dada pelos fabricantes de pneus; no exemplo anterior considera-se que dois terços do peso recai sobre o eixo traseiro.

Nestes cálculos considerou-se também que os dois pneus suportam a mesma carga, o que não acontece, pois as rodas que se encontram no fundo do rego são mais sobrecarregadas; trabalhando a 25 cm de profundidade os pneus que estão no rego suportam cerca de 60% da massa.

Para os tratores de quatro rodas motrizes a carga suportada pelo trem dianteiro é determinada da seguinte forma:

$$CF = \frac{2400 + 300 * 1.2 - 440}{3}$$

$$CF = 720 \text{ Kg}$$

ou seja, 360 kg por pneu.

Considerou-se 300 kg para os pesos frontais e uma sobrecarga de 20% devido à distância ao trem dianteiro; a transferência de massa para o eixo traseiro foi de 440 kg.

A massa do trem dianteiro dos tratores que trabalham com pás frontais determina-se da mesma forma havendo, no entanto, tabelas ajustadas a essas situações.

7.2-Determinação das cargas em transportes

A determinação da distribuição das cargas em transporte é semelhante à anterior pelo que se considera apenas um exemplo:

M- massa do reboque (6 000 kg);

tem-se:

$$CT = 1500 + 1600 + 440$$

$$CT = 3540 \text{ Kg}$$

o que corresponde a 1 770 kg por pneu, e a uma pressão para utilização em estrada de 1.6 bar (sem ser em estrada esta pressão deveria ser de 1.4 bar); considera-se que 1/4 da massa do semi-reboque recai sobre o eixo traseiro do tractor.

8- Os pneus dianteiros de um tractor de quatro rodas motrizes

O número de tratores de quatro rodas motrizes tem vindo a aumentar nos últimos tempos, pois possuem algumas vantagens em relação aos de duas rodas, como, por exemplo:

- maior coeficiente de aderência;
- melhor distribuição de massas nos eixos;
- maior precisão na direcção, em trabalho de campo.

Assim e para além dos aspectos apresentados anteriormente é necessário conhecer como se calcula a dimensão destes pneus.

8.1- Cálculo da dimensão dos pneus dianteiros de um tractor de quatro rodas motrizes.

O cálculo da dimensão dos pneus dianteiros de um tractor de quatro rodas motrizes é feita utilizando a relação mecânica dos eixos motrizes, ou seja:

$$\text{Relação mecânica} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de voltas dos pneus dianteiros}}{\text{n}^\circ \text{ de voltas dos pneus traseiros}}$$

O perímetro das rodas para cálculo do trajecto são obtidas nas seguintes condições:

- pneus novos;
- solo com piso duro;
- velocidade reduzida;
- tractor a desenvolver força de tracção (esta provoca a flexão das garras diminuindo o perímetro do pneu);
- à carga máxima admitida.

Exemplo da determinação do perímetro das rodas dianteiras:

- perímetro das rodas traseiras 5 220 mm (corresponde a um pneu 18,4 R 38);
- relação mecânica 1,376;
- perímetro do pneu da frente, $\frac{5220}{1.376} = 3793$ mm.

Como os pneus da frente dos tractores de quatro rodas motrizes devem girar mais depressa, pois é maior o trajecto que têm de percorrer devido à maior resistência ao rolamento que resulta do maior enterramento dos pneus dianteiros, é necessário aumentar o seu perímetro.

Este acréscimo chama-se preponderância e está compreendida entre 0 e 5%, pelo que o valor do perímetro determinado deve ser corrigido para um valor compreendido entre 3 793 e 3 982 mm ($3\ 793 * 1.05$), o que permite a utilização de pneus 16,9 R 24 que têm um perímetro de 3 815 mm.

A substituição dos pneus dianteiros, sem se efectuar a dos pneus traseiros, aumenta esta percentagem, aumentando-se também o escorregamento. A situação inversa conduz a escorregamentos negativos, contribuindo os pneus dianteiros para a diminuição da força de tracção.

8.2- Formas para diminuir o desgaste destes pneus

A utilização de pneus motrizes dianteiros nos tractores de quatro rodas motrizes tem alguns inconvenientes, nomeadamente o seu custo. Para aumentar a sua longevidade e quando a força de tracção necessária não for limitante, o que acontece geralmente em

trabalhos de transportes e mobilização em solos secos, podem-se montá-los com a faixa de rolamento em sentido inverso ao do deslocamento.

Utilizando o tractor só em trabalhos de transporte o aumento da vida útil dos pneus é de quatro a cinco vezes, diminuindo para duas vezes quando aquele trabalho representa cerca de 30% do trabalho da exploração.

BIBLIOGRAFIA

- ABADIA, A. (1988). Tracteur et machines agricoles n° 879. Marquage des pneumatiques. Antony. CEMAGREF.
- BILLER, R. (1984). Tracteurs et machines agricoles n° 821. Montage des pneus avant moteurs et durée. Antony. CEMAGREF. .
- BRIOSIA, F. (1984). Glossário ilustrado de mecanização agrícola. 2ª Edição. Lisboa. CESEM.
- CARRIÈRE, J. (1988). Cultivar n° 228. Pour trouver chassue à son pied.
- CEMAGREF- Livre du maitre. (1974). Les pneumatiques agraires. 2ª Edição. Tome 3. Antony. CEMAGREF.
- DALLEINE,E. (1973). Le tracteur aujourd'hui et demain. Paris. Fermes Modernes.
- GIRAUD, J. (1979). Cultivar n°114. Pneumatique, acessoire indispensable.
- KLEBER (1984). Le pneumatique dans l'agriculture. Kleber.
- PUGLIESI, M. (1976). Manual completo do automóvel. S.Paulo. Gráfica Editora.
- READER'S,D. (1976). Livro do automó vel. Lisboa. Reader's Digest.
- RICHEY, C. (1961). Agricultural engineers hanbook. New York. Mcgraw-Hill.