



# MANUAL TWI

INFORMAÇÕES TÉCNICAS SOBRE PNEUS

EDIÇÃO 2012



Edição 2012

# MANUAL TWI

## INFORMAÇÕES TÉCNICAS SOBRE PNEUS



**Sindipneus** – Sindicato das Empresas de Revenda e Prestação de Serviços de Reforma de Pneus e Similares do Estado de Minas Gerais

## **Diretoria**

**Paulo César Pereira Bitarães**

Presidente

**Gláucio Telles Salgado**

Secretário

**Dênis Oliveira**

Tesoureiro

**Antônio Augusto Da Silva Costa**

Diretor de Revendedores

**Arlton Silva Machado**

Diretor de Reformadores

**Wilson Monteiro Navarro**

Conselho Fiscal

**Ana Cristina Schuchter Gatti**

Conselho Fiscal

**Júlio César G. Lima**

Conselho Fiscal

**Henrique Koroth**

Delegado junto a Federação do Comércio do Estado de Minas Gerais

**Aureliano Zanon**

Delegado junto a Federação do Comércio do Estado de Minas Gerais

## **Elaboração e colaboradores**

Autor e consultor técnico – Vanderlei Carvalho

Gerente executivo – Ader de Pádua

Gerente de comunicação – Mariana Conrado

Analista de comunicação – Ruleandson do Carmo

Revisão final – Grazielle Ferreira

Arte e editoração – In Foco Brasil

A reprodução do todo ou parte deste manual é permitida somente com autorização prévia da Sindipneus.

# MANUAL TWI

## INFORMAÇÕES TÉCNICAS SOBRE PNEUS

### Apresentação

Este manual é direcionado aos agentes de fiscalização de trânsito do estado de Minas Gerais e todos os demais profissionais envolvidos no setor de pneus, que necessitem desenvolver conhecimentos sobre este item de segurança. O conteúdo desse manual trata sobre a avaliação correta do índice de TWI - *Tread Wear Indicators* - dos pneus, e demais aspectos técnicos que influenciam na manutenção do produto. Os profissionais serão capacitados a observar o limite estabelecido pela legislação vigente de desgaste do pneu. Esse estudo é de contribuição significativa para a segurança no trânsito, economia e ao meio ambiente.



<b>1. COMO TUDO COMEÇOU.....</b>	<b>9</b>
<b>2. O PNEU.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1. Composição do pneu – Matéria-prima.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2. Borracha natural.....</b>	<b>10</b>
<b>2.3. Borracha sintética.....</b>	<b>10</b>
<b>3. O SETOR DE REFORMA DE PNEUS NO BRASIL E NO MUNDO.....</b>	<b>11</b>
<b>4. ESTRUTURA DOS PNEUS.....</b>	<b>13</b>
<b>4.1 Pneu com câmara e sem câmara.....</b>	<b>15</b>
<b>4.2 Nomenclatura do pneu - Leitura lateral.....</b>	<b>16</b>
4.2.1 Exemplo de leitura da lateral de um pneu de passeio.....	16
4.2.2 Exemplo de leitura da lateral de um pneu de carga.....	17
4.2.3 Índices de velocidade.....	18
4.2.4 Índices de carga.....	19
4.2.5 <i>Treadwear, Traction e Temperature.....</i>	20
<b>5. ORIENTAÇÕES SOBRE A VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DOS PNEUS.....</b>	<b>21</b>
<b>5.1. Sulcos dos pneus e retirada de uso.....</b>	<b>21</b>
<b>5.2. Principais fatores que afetam a durabilidade dos pneus.....</b>	<b>22</b>
5.2.1. Dicas para se evitar o aquecimento anormal dos pneus.....	25
<b>6. GEOMETRIA VEICULAR.....</b>	<b>26</b>
<b>6.1. Camber.....</b>	<b>26</b>
<b>6.2. Cáster.....</b>	<b>26</b>
<b>6.3. KPI – King Pin Inclination.....</b>	<b>27</b>
<b>6.4. Convergência / Divergência.....</b>	<b>27</b>
<b>7. BALANCEAMENTO.....</b>	<b>28</b>
<b>7.1. Desbalanceamento estático.....</b>	<b>28</b>
<b>7.2. Desbalanceamento dinâmico.....</b>	<b>28</b>
<b>8. CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES.....</b>	<b>29</b>
<b>8.1. Emparelhamento.....</b>	<b>29</b>
<b>8.2. Rodas.....</b>	<b>29</b>
8.2.1. Manutenção.....	29
8.2.2. Montagem.....	29
<b>8.3. Rodízio.....</b>	<b>32</b>
<b>8.4. Estocagem.....</b>	<b>32</b>
8.4.1. Verificação de local.....	32
<b>8.5. Principais causas da retirada de pneu de uso.....</b>	<b>32</b>
<b>8.6. Análise da sucata.....</b>	<b>34</b>
<b>Referências.....</b>	<b>35</b>



## 1. COMO TUDO COMEÇOU

Em 1839, o norte-americano Charles Goodyear fez uma invenção acidental. Em seu laboratório, por descuido, deixou cair enxofre em uma borracha que estava em alta temperatura. Goodyear percebeu que essa mistura manteve as propriedades mais valiosas da borracha: a resistência e a elasticidade.

Assim surge o processo de vulcanização da borracha, no qual o enxofre é o seu principal agente, responsável pelas ligações entre as moléculas dos polímeros – que, no caso da borracha, são compostos que podem ser orgânicos ou químicos. Essa descoberta é uma das mais celebradas da história, pois, além de dar forma ao pneu, aumenta a segurança nas freadas e diminui as trepidações nos carros.

O pneu é um dos componentes mais importantes de qualquer veículo automotor. É ele que suporta o seu peso, o da sua carga e que faz o contato com o solo. Ele também transforma a força do motor em tração e é responsável pela estabilidade do veículo e pela eficiência da frenagem.

Devido a isso, é importante entender como um pneu é fabricado, conhecer os tipos e as características de cada modelo, bem como suas aplicações.

### 2.1 Composição do pneu – Matéria-prima

- Borracha natural
- Borracha sintética
- Aço
- Negro de fumo
- Óxido de zinco e ácido esteárico
- Enxofre (agente vulcanizador)
- Antidegradantes
- Aceleradores e retardadores
- Auxiliares de processo

### 2.2 Borracha natural

O látex é um polímero extraído de algumas espécies vegetais. Dentre elas, a mais importante é a seringueira (*Hevea Brasiliensis*), árvore nativa da Amazônia, cuja exploração era totalmente extrativista. Isso dificultou o desenvolvimento e o aproveitamento do seu potencial produtivo.

O Brasil foi líder mundial na fabricação e exportação de borracha natural até 1960. Depois dessa época, a demanda se tornou mais intensa e, para atender essa necessidade, o mundo passou a contar com as plantações dos países do sudeste Asiático (Malásia, Cingapura, Tailândia e Indonésia). Esses assumem hoje cerca de 70% da produção mundial de borracha natural.

A seringueira leva oito anos, após o plantio das mudas, para permitir a extração do látex. A produção pode se estender por, no mínimo, 50 anos.

Porém, a borracha natural possui muitos benefícios. Proporciona baixa geração de calor, alta resistência a rupturas, boa resistência a abrasão e tem características elásticas na construção do pneu.

### 2.3 Borracha sintética

Desenvolvida a partir de 1940, a borracha sintética é um elastômero derivado do petróleo. Em geral, proporciona boas propriedades de tração sem comprometer a resistência a abrasão.

### 3. O SETOR DE REFORMA DE PNEUS NO BRASIL E NO MUNDO

A reforma de pneus tem um papel fundamental na economia, na saúde e no meio ambiente. O Brasil apresenta o 2º mercado mundial, atrás apenas dos Estados Unidos. No país norte-americano, a reforma de pneus não só atende a população, mas toda a frota do exército, além dos carros oficiais e dos veículos do sistema de transporte público.

O processo de reforma é praticado no Brasil, há mais de 60 anos, com o nível técnico de padrão internacional. A tecnologia é proveniente dos EUA e dos países da Europa, o que proporciona baixos índices de problemas.

Atualmente, existem no Brasil 1.603 reformadoras de pneus e 18 fábricas de borrachas para a reforma de pneus. As atividades do setor geram mais de 50.000 empregos diretos e, se forem consideradas as demais empresas provenientes desse segmento, tais como revendedores, borracharias e fornecedores, esse número chega a 160.000 postos de trabalho.

O setor de transporte apresenta números importantes sobre a reforma de pneus, pelo fato de o pneu ser o 2º ou o 3º maior custo do transporte rodoviário. O pneu reformado possui rendimento quilométrico semelhante ao novo. No entanto, o valor é 75% mais econômico para o consumidor e apresenta uma redução de 57% no custo/km para o setor de transporte. Observe a significativa economia gerada pelos pneus reformados.

Se dois terços dos pneus de carga em uso são reformados:

- repõe-se no mercado mais de 7,6 milhões de pneus da linha caminhão/ônibus;
- proporciona-se uma economia ao setor de transportes em torno de 5,6 bilhões de reais/ano;
- ocorre uma economia de 57 litros de petróleo por pneu reformado na linha caminhão/ônibus, e de 17 litros para a linha automóvel, economizando no total 500 milhões de litros/ano.

Os números não só confirmam a vantagem econômica ao utilizar um pneu reformado, mas também a sua relevância no aspecto ecológico. Esses dados demonstram um prolongamento da vida útil do pneu, material que, se descartado incorretamente, é nocivo ao meio ambiente.

Ao contrário do que muitos dizem, essa prática não é poluidora. E seus resíduos sólidos são reciclados, gerando outros produtos, como:

- tapetes;
- grama sintética;
- persianas;
- solas para sapatos;

- tatames;
- mistura para asfalto, entre outros produtos.

Além disso, pode-se:

- obter fonte de energia para fornos de empresas de cimento;
- regenerar parte do material e transformá-lo em borrachas novamente.

## 4. ESTRUTURA DOS PNEUS

Observe na ilustração as partes que estruturam o pneu:

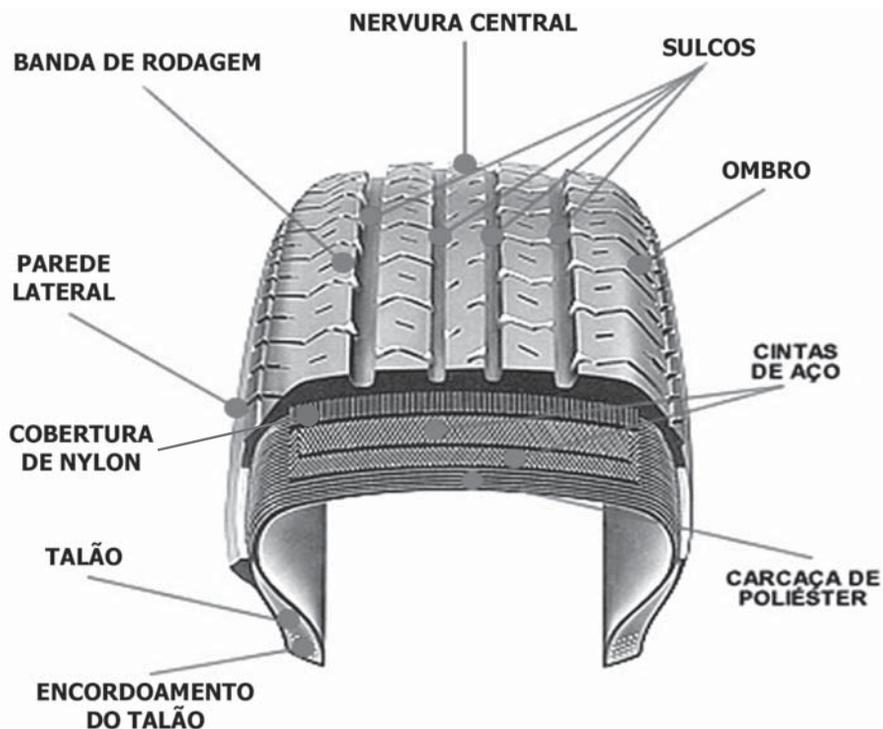


Figura 1: Estrutura do pneu de passeio  
Fonte: *Brazil Tires*, 2009

Segundo informações do site da empresa *Brazil Tires*, segue a descrição de cada parte que compõe o pneu.

**Carcaça:** é a parte resistente do pneu construída para receber pressão, carga e impacto. Retém o ar sobre pressão para suportar o peso e a carga do veículo. Pode ser fabricada de poliéster, nylon ou aço. O processo de construção da carcaça é responsável por aspectos importantes de dirigibilidade, como balanceamento, geometria e simetria.

**Talões:** são construídos conforme especificações do diâmetro, de modo a garantir a segurança para que o pneu não solte do aro (destalramento) quando submetido a esforços laterais. Internamente são constituídos de arames de aço de alta resistência.

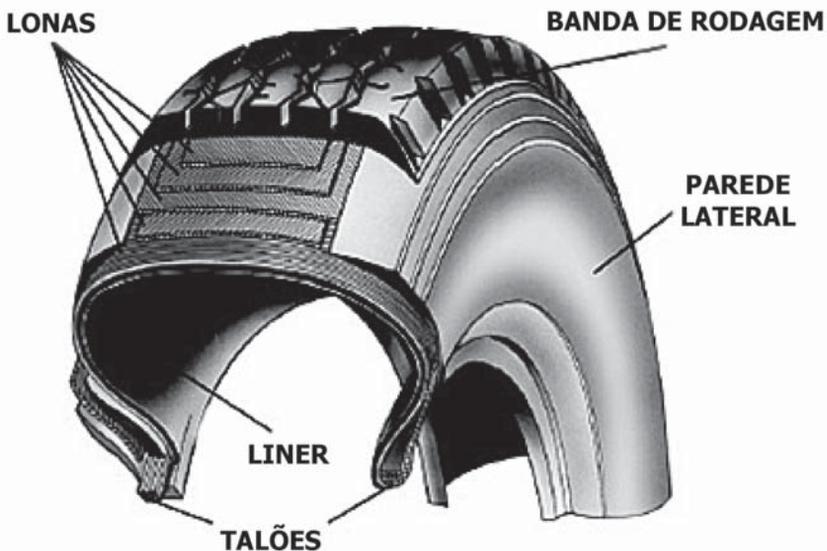


Figura 2: Estrutura do pneu de carga  
Fonte: *Brazil Tires*, 2009

**Paredes laterais:** são as laterais (costado) dos pneus desenvolvidas por compostos de borrachas com alto grau de flexibilidade e alta resistência à fadiga.

**Cintas (lonas):** são feixes de cintas colados sobrepostos, de maneira a suportar as cargas em movimento. Sua principal finalidade é garantir maior área de contato e menor pressão sobre o solo.

**Banda de rodagem:** é a banda de rodagem que está em contato com o solo e que transmite a força do motor em tração. Possui blocos (as partes cheias) e sulcos (partes vazias). Deve oferecer tração, estabilidade, aderência e segurança para cada tipo de terreno.

**Ombros:** são as extremidades da banda de rodagem e os apoios necessários para a segurança em curvas e manobras.

**Nervura central:** é a parte central da banda de rodagem, que tem contato circunferencial do pneu com o solo.

#### 4.1 Pneu com câmara e sem câmara



Figura 3: Pneu – Conjunto com câmara  
Fonte: Manual técnico Bridgestone, 2008



Figura 4: Pneu – Conjunto sem câmara  
Fonte: Manual técnico Bridgestone, 2008

## 4.2 Nomenclatura do pneu – Leitura da lateral

### 4.2.1 Exemplo de leitura da lateral de um pneu de passeio

Código da lateral do pneu	Descrição/Significado
175	Largura nominal da seção em mm
70	Aspecto de configuração / Altura da seção em % da largura
R	Referência para construção radial
-	Referência para construção diagonal
13	Diâmetro nominal do aro em polegadas
T	Símbolo de velocidade máxima (vide tabela 1, pág.18)
82	Índice de carga máxima (vide tabela 2, pág.19)
DOT	Matrícula do departamento de trânsito dos EUA
XXX	Código do fabricante
4308	Data de fabricação do pneu (43ª semana do ano de 2008)
<i>TWI</i>	<i>Tread Wear Indicator</i> (Profundidade Limite de Segurança 1,6 mm)
<i>TU</i>	<i>Tubeless</i> (sem câmara)
<i>TT</i>	<i>Tube Type</i> (com câmara)
Inmetro	Selo de conformidade do Inmetro

Quadro 1: Leitura da lateral do pneu de passeio  
Fonte: O autor, 2009

#### 4.2.2 Exemplo de leitura da lateral de um pneu de carga

Código da lateral do pneu	Descrição/Significado
295	Largura nominal da seção em mm
80	Aspecto de configuração / Altura da seção em % da largura
R	Referência para construção radial
-	Referência para construção diagonal
22.5	Diâmetro nominal do aro em polegadas
152	Índice de carga máxima para rodagem simples (vide tabela 2, pág.19)
148	Índice de carga máxima para rodagem dupla
M	Símbolo de velocidade máxima (vide tabela 1, pág.18)
DOT	Matrícula do departamento de trânsito dos EUA
XXX	Código do fabricante
3507	Data de fabricação do pneu (35ª semana do ano de 2007)
<i>TWI</i>	<i>Tread Wear Indicator</i> (Profundidade Limite de Segurança 1,6 mm)
<i>TU</i>	<i>Tubeless</i> (sem câmara)
<i>TT</i>	<i>Tube Type</i> (com câmara)
Inmetro	Selo de conformidade do Inmetro

Quadro 2: Leitura da lateral do pneu de carga  
Fonte: O autor, 2009

#### 4.2.3 Índices de velocidade

Código	Descrição	Código	Descrição	Código	Descrição
F	80 Km/h	N	140 Km/h	U	200 Km/h
G	90 Km/h	P	150 Km/h	H	210 Km/h
J	100 Km/h	Q	160 Km/h	V	240 Km/h
K	110 Km/h	R	170 Km/h	W	270 Km/h
L	120 Km/h	S	180 Km/h	Y	300 Km/h
M	130 Km/h	T	190 Km/h	ZR	+240 Km/h

Tabela 1: Índices de velocidade  
Fonte: *Brazil Tires*, 2009

#### 4.2.4 Índices de carga

Índice de carga	Kg	Índice de carga	Kg	Índice de carga	Kg
77	412	107	975	138	2.360
78	425	108	1.000	139	2.430
79	437	110	1.060	140	2.500
80	450	111	1.090	141	2.575
81	462	112	1.120	142	2.650
82	475	113	1.150	143	2.725
83	487	114	1.180	144	2.800
84	500	115	1.215	145	2.900
85	515	116	1.250	146	3.000
86	530	117	1.285	147	3.075
87	545	118	1.320	148	3.150
88	560	119	1.360	149	3.250
89	580	120	1.400	150	3.350
90	600	121	1.450	151	3.450
91	615	122	1.500	152	3.550
92	630	123	1.550	153	3.650
93	650	124	1.600	154	3.750
94	670	125	1.650	155	3.875
95	690	126	1.700	156	4.000
96	710	127	1.750	157	4.125
97	730	128	1.800	158	4.250
98	750	129	1.850	159	4.375
99	775	130	1.900	160	4.500
100	800	131	1.950	161	4.625
101	825	132	2.000	162	4.750
102	850	133	2.060	163	4.875
103	875	134	2.120	164	5.000
104	900	135	2.180	165	5.150
105	925	136	2.240	166	5.300
106	950	137	2.300	167	5.450

Tabela 2: Índice de carga  
Fonte: Autor, 2009

#### 4.2.5 *Treadwear, Traction e Temperature*

De acordo com o material elaborado pelo site Pneus-Online, a autoridade federal norte-americana *Uniform Tire Quality Grading (UTQG)* exige que os fabricantes classifiquem os pneus dos veículos de passageiros com base em três fatores: desgaste do piso, aderência e resistência à temperatura. Esses itens se encontram na lateral do pneu, como demonstra a foto.

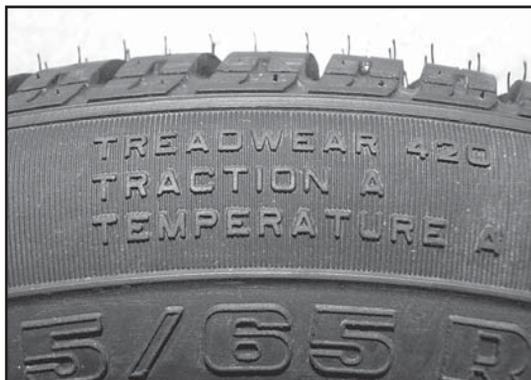


Foto 1: *Treadwear/Traction/Temperature*  
Fonte: Arquivo Amirp, 2009

**Desgaste da banda de rolamento (*Treadwear*):** essa classificação corresponde à velocidade de desgaste do pneu. O índice é obtido por meio de teste efetuado em condições controladas, em que:

- 100 é considerado um padrão de qualidade baixo;
- 200 corresponde ao desgaste de duas vezes superior ao índice de 100.

Ou seja, quanto maior o índice de *Treadwear*, maior será a vida útil do pneu.

**Aderência (*Traction/Tração*):** a classificação de tração representa a capacidade do pneu parar em pista molhada. Essa se baseia em teste de travagem em linha reta. Existem os índices AA (ideal), A, B e C (decrecentes), sendo que o índice C indica o mínimo aceitável.

**Resistência ao aquecimento (*Temperature/Temperatura*):** o índice de temperatura representa a resistência do pneu à geração de calor e à sua dissipação. Devem ser observadas as seguintes classificações: A (ideal), B (intermediário) e C (mínimo aceitável).

## 5. ORIENTAÇÕES SOBRE A VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DOS PNEUS

A Alapa – Associação Latino Americana de Pneus e Aros –, órgão que rege as normas e recomendações sobre pneus e aros na América Latina. A associação criou algumas recomendações sobre o uso e a manutenção dos pneus.

### 5.1 Sulcos dos pneus e retirada de uso

A profundidade do desenho (frisos/sulcos) da banda de rodagem dos pneus deve ser verificada regularmente.

Conforme a Resolução nº 558/80, art. 4º, do Contran – Conselho Nacional de Trânsito – “fica proibida a circulação de veículo automotor equipado com pneu cujo desgaste da banda de rodagem tenha atingido os indicadores (*Tread Wear Indicators – TWI*) ou cuja profundidade remanescente da banda de rodagem seja inferior a 1,6 mm”. Ou seja, os sulcos não devem ter profundidade restante inferior a 1,6 mm.

Quanto menor for a profundidade restante dos sulcos, maiores serão os riscos de acidentes pela redução de aderência em piso molhado.

O momento de retirada dos pneus de uso pode ser visualizado pelos indicadores de desgaste existentes no fundo dos desenhos: saliências com 1,6 mm de altura em quatro a oito pontos da circunferência do pneu, o que corresponde a escrita *TWI*.

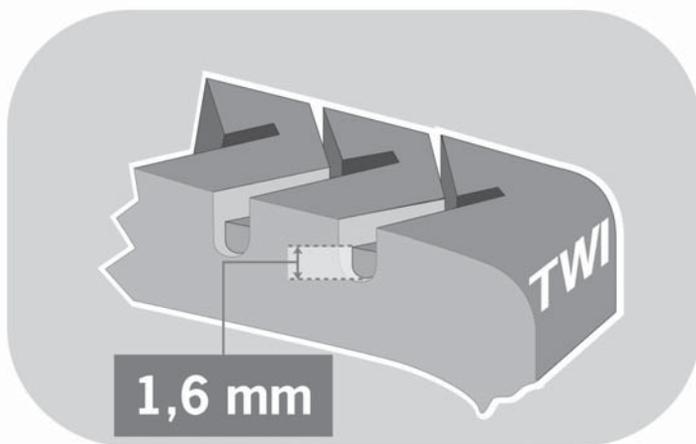


Figura 5: Indicador de profundidade (*TWI*)  
Fonte: Dum, 2009

Em certas utilizações, porém, em que os veículos rodam em estradas de terra ou em más condições, é aconselhável retirar os pneus antes de atingirem o limite estabelecido. Isso porque a maior vulnerabilidade a cortes na banda de rodagem pode danificar a carcaça do pneu.

Alguns pneus para caminhões e ônibus são concebidos de maneira a oferecer a possibilidade de **ressulcagem**. Nas laterais desses pneus são gravadas as palavras “**ressulcável**” ou “ **regroovable**”. Nesses pneus é possível o aprofundamento dos sulcos originais, o que propicia uma maior quilometragem, além de melhorar o nível de aderência do pneu usado. Essa operação só pode ser efetuada por um profissional apto a seguir rigorosamente as orientações do fabricante do pneu. Para mais detalhes, consulte os fabricantes de pneus.

## 5.2 Principais fatores que afetam a durabilidade dos pneus

O principal fator para o desgaste dos pneus é o calor gerado pelas seguintes situações:

- baixa pressão;
- velocidade alta do veículo;
- sobrecarga;
- uso excessivo dos freios.

Outros fatores que contribuem para o desgaste anormal do pneu:

- manutenção inadequada do veículo;
- condições ruins e perfis das estradas;
- modo de dirigir imprudente;
- tipo de segmento do transporte, que pode influenciar na performance do pneu.

Em seguida, são apontadas as consequências causadas por manter o pneu com o nível de pressão abaixo do especificado pelo fabricante:

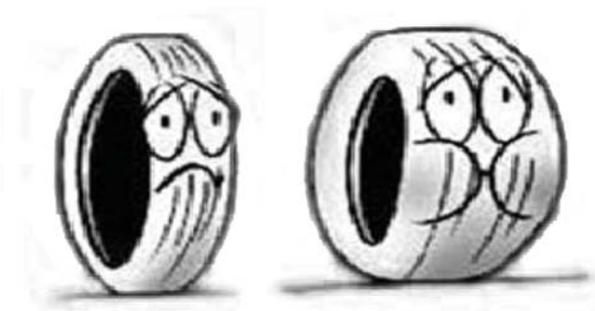


Figura 6: Efeitos da baixa pressão  
Fonte: Manual técnico Bridgestone, 2008

- influência na segurança;
- perda de aderência e estabilidade;
- aumento de resistência ao rolamento;
- aumento do consumo de combustível;
- comprometimento do conforto;
- aumento da flexibilidade e ruído;
- aceleração do desgaste, pois gera mais aquecimento;
- aumento do desgaste nos ombros, o que provoca deslocamento da carcaça;
- direção pesada;
- possibilidade de aparecimento de rachadura, quebra de carcaça e laterais;
- aumento da flexão e do calor.

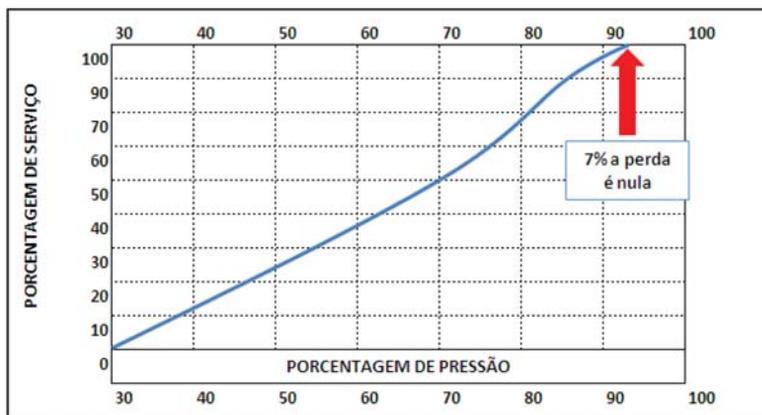


Gráfico 1: Efeitos da baixa pressão  
 Fonte: Manual técnico Bridgestone, 2008

O que acontece se desrespeitados os índices de velocidade máxima especificados para cada tipo de pneu:

- separação por calor;
- estouro por corte;
- desgaste acelerado.

Além do índice de velocidade máxima especificado para cada pneu (vide tabela 1 - pág.18), existe também a tabela de índices de carga máxima (vide tabela 2 - pág.19). Essa tabela deve ser seguida para evitar os seguintes problemas:

- separação por calor;
- ruptura dos cordões e danos no talão;
- estouro por corte;
- quebra por impacto;
- comprometimento da segurança;
- aumento do consumo de combustível.

O uso excessivo dos freios é um fator que deve ser levado em conta, pois a temperatura muito elevada das lonas de freio (acima de 250 C°) reduz sua eficiência. O calor irradia para as rodas, os pneus, as câmaras de ar, os protetores e o núcleo de válvulas, o que ocasiona os seguintes danos:

- trinca na região dos talões;
- derretimento das câmaras de ar e protetores;
- quebra dos talões durante a desmontagem;
- explosão dos pneus (temperaturas acima de 140 C°);
- separação em algum componente do pneu.

Outra questão importante a ser considerada é o excesso de pressão, que também prejudica a durabilidade dos pneus, e provoca as seguintes consequências:

- acelera o desgaste no centro da rodagem;
- aumenta a possibilidade de estouro por impacto;
- facilita a entrada de objetos penetrantes (rodagem sob forte tensão);
- reduz a estabilidade em curva (menor área de contato);
- provoca rachaduras na base dos sulcos (esticamento excessivo);
- piora o nível de conforto (veículo mais duro/menor flexão);
- diminui o amortecimento.

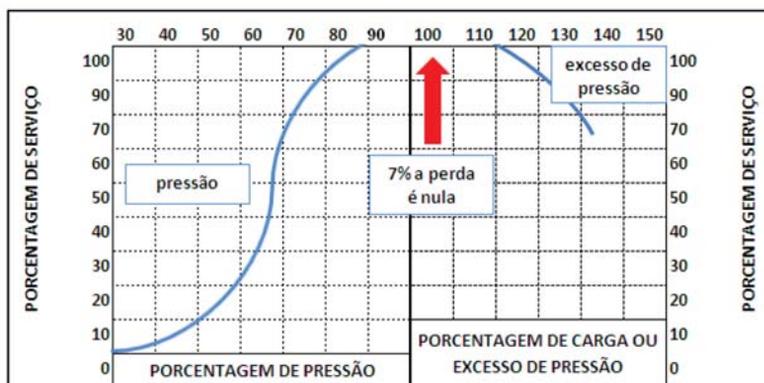


Gráfico 2: Efeitos do excesso de pressão  
Fonte: Manual técnico Bridgestone, 2008

### 5.2.1 Dicas para evitar o aquecimento anormal dos pneus

- Nas descidas de serra, não exagere no uso dos freios de serviço, pois isso pode provocar superaquecimento dos pneus.
- Não pare o veículo de forma brusca, permitindo a ventilação do conjunto. Isso evita que a temperatura aumente ainda mais pela irradiação de calor dos tambores de freio.
- Respeite os limites de velocidade e de carga estabelecidos.

### 6.1 Camber

É o ângulo formado pela inclinação do terminal da roda com o plano horizontal. Tem influência direta no desgaste irregular dos ombros do pneu se não observada a sua correção necessária.

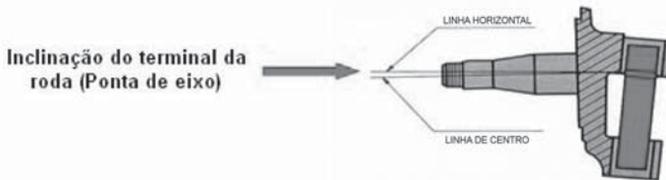


Figura 7: Ângulo de inclinação do Camber  
Fonte: Manual técnico Bridgestone, 2008

Os veículos de transporte vêm com camber positivo. Sua irregularidade causa desgaste cônico liso de um ombro para o outro e pode exercer influência na dirigibilidade, gerando um sentido direcional.

### 6.2 Cáster

É o ângulo formado pelo pino mestre em relação ao plano vertical da lateral do veículo. Quando positivo, proporciona a dirigibilidade do veículo de forma mais adequada e com menos esforço.

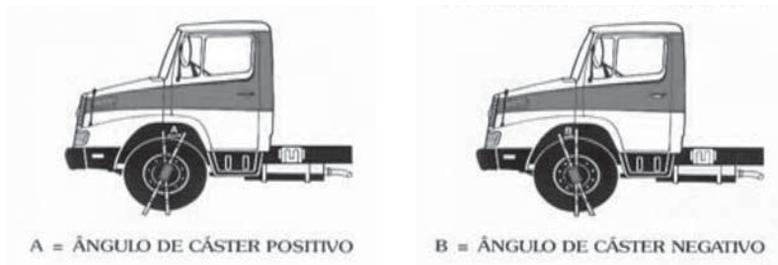


Figura 8: Ângulo de inclinação do cáster  
Fonte: Manual técnico da Bridgestone, 2008

Os veículos só terão o sentido direcional correto se a regulagem do cáster for feita conforme a figura 8A.

A dirigibilidade e o consumo do pneu não estarão comprometidos com esse tipo de regulagem do ângulo.

Entretanto, com a regulagem conforme mostra a figura 8B, o veículo terá problema de perda de estabilidade direcional, além de gerar um desgaste multiescavado. Assim, a vida útil dos pneus diminuirá consideravelmente.

### 6.3 KPI – King Pin Inclination

É o ângulo formado pela Inclinação do Pino Mestre (*King Pin Inclination*) em relação à linha vertical. Fora das especificações, esse ângulo pode comprometer o pneu quanto ao desgaste irregular dos ombros.

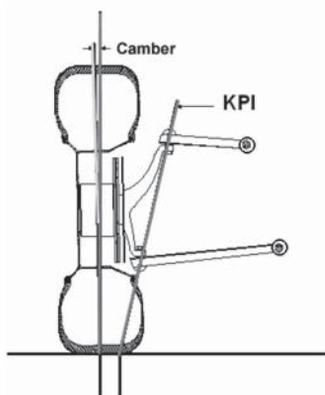


Figura 9: Ângulo de inclinação do *KPI*  
Fonte: Manual técnico Bridgestone, 2008

### 6.4 Convergência / Divergência

Ângulo formado pelos pneus em relação à Linha Central de Referência (LCR) do veículo. Na convergência positiva, o ângulo se encontra na frente do eixo dianteiro do veículo. Já na convergência negativa ou divergência, o ângulo se encontra na traseira do eixo dianteiro do veículo.



Figura 10: Ângulo de convergência e divergência  
Fonte: O autor, 2009

### 7.1 Desbalanceamento estático

É o desequilíbrio de uma massa parasita no plano de rolamento. Esse tipo de desbalanceamento causa um desgaste irregular, multiescavado, na região em que se encontra a maior concentração de massa. Proporciona perda de tração e desconforto.

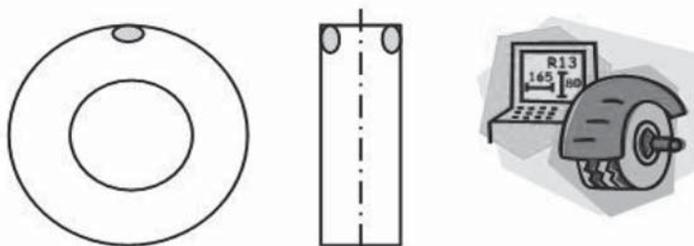


Figura 11: Desbalanceamento estático  
Fonte: Manual técnico Bridgestone, 2008

### 7.2 Desbalanceamento dinâmico

É o desequilíbrio de uma massa parasita no plano lateral do pneu. Esse tipo de desbalanceamento causa um desgaste irregular, chamado de “sinuoso”, na banda de rodagem, acompanhando toda a circunferência do pneu.

Os problemas oriundos dessa falha geram instabilidade do veículo, desconforto, vibrações (*shimmy*), além do desgaste nos terminais de direção e rolamentos.

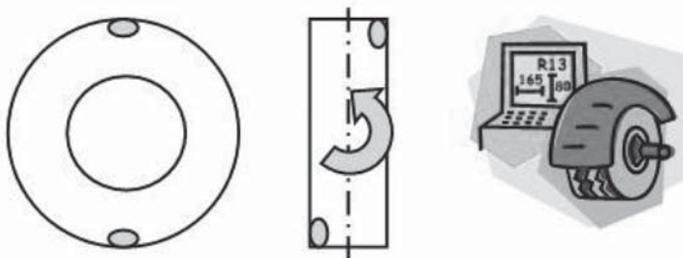


Figura 12: Desbalanceamento dinâmico  
Fonte: : Manual técnico Bridgestone, 2008

### 8.1 Emparelhamento

Para veículos de carga, admite-se a utilização da técnica de emparelhar pneus com o intuito de distribuir o peso homogeneamente por toda a extensão do veículo.

Nesse caso, é necessário observar, entre outras regras, a diferença entre os dois pneus a serem emparelhados, que não pode ultrapassar 7 mm de um pneu para o outro em seu diâmetro total ou 21 mm em seu perímetro.

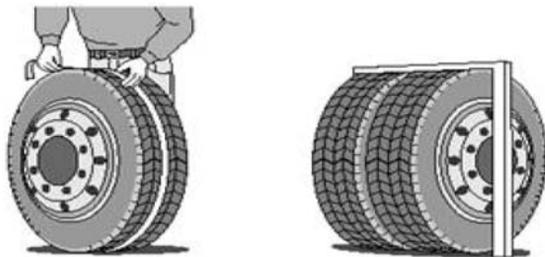


Figura 13: Emparelhamento  
Fonte: Manual técnico Bridgestone, 2008

### 8.2 Rodas

#### 8.2.1 Manutenção

- Verificar a oxidação dos aros.
- Trocar anel de vedação quando necessário.
- Observar a centralização das rodas.
- Analisar o estado geral dos parafusos e porcas.
- Certificar-se do espaçamento entre pneus e partes dos veículos.
- Verificar rodas duplas e pneus desemparelhados.
- Localizar rapidamente pneus avariados.
- Evitar dirigir sobre óleo e graxas.

#### 8.2.2 Montagem

- Montar os pneus com a pasta apropriada (nunca usar óleo mineral).
- Ser realizada por pessoal treinado e capacitado.
- Verificar a vedação do núcleo de válvula.
- Posicionar corretamente o pneu/aro.
- Não montar o pneu/aro com avaria.
- Manter-se afastado durante a inflação.
- Fazer uso de gaiola protetora.

A gaiola deve ser utilizada para evitar acidentes ocasionados por falhas na montagem de rodas em pneus de carga. A não utilização desse equipamento de segurança coloca em risco todos que participam do trabalho de montagem.



Foto 2: Gaiola de proteção  
Fonte: Manual técnico Bridgestone, 2008



Foto 3: Início da montagem do pneu de carga  
Fonte: Manual técnico Bridgestone, 2008



Foto 4: Falha na montagem da roda  
Fonte: Manual técnico da Bridgestone, 2008



Foto 5: Explosão ocasionada pela falha na montagem da roda  
Fonte: Manual técnico Bridgestone, 2008

### 8.3 Rodízio

É recomendado a cada 10.000 Km ou antes, se necessário. O rodízio proporciona a correção de eventuais desgastes por tração, desnível de pistas e desgaste por rolamento em todos os eixos.

### 8.4 Estocagem

#### 8.4.1 Verificação de local

O local que armazena os pneus deve ser seco, sem umidade, com pouca luminosidade, com a temperatura em torno de 25 C° e longe de agentes químicos e de ozônio.

### 8.5 Principais causas da retirada de pneu do uso

São várias as causas que levam a retirada dos pneus (carga ou passeio) de circulação. Os principais motivos que podem influenciar no desempenho do veículo, na segurança dos condutores e passageiros são:

- corpo estranho/penetração;
- cortes e avarias acidentais;
- desgastes irregulares;
- não observação do indicador de desgaste do pneu (*TWI*);
- separação em algum componente do pneu;
- pedra entre rodas duplas;
- freio e excesso de calor;
- produtos químicos;
- desagregação da carcaça por baixa pressão ou sobrecarga;
- quebra por choque;
- fadiga.

A seguir, um quadro que mostra as causas e consequências da falta de observação dos índices de velocidade e carga, dos índices de segurança do *TWI*, além da falta de manutenção adequada nos pneus e nas partes mecânicas do veículo que estão ligadas diretamente à dirigibilidade.

Sintomas	Causas
Desgaste nos ombros	Baixa pressão
Quebra ou estouro da carcaça com ponta dos cordonéis queimados	Baixa pressão ou sobrecarga
Desgaste no centro da rodagem	Excesso de pressão
Degeneração do talão	Uso de lubrificação inadequada na montagem ou vazamento de óleo pelo cubo de roda
Queima do talão	Aquecimento pelo tambor de freio preso ou pelo seu uso excessivo
Quebra do talão	Pancadas e lascamento na desmontagem / montagem
Bolhas nos flancos	Pancadas violentas nas laterais, principalmente nos radiais
Cortes nos flancos internos	Lâmina do feixe de molas corrida
Desgaste tipo escamado a partir de um dos ombros, sendo os dois na dianteira	Convergência positiva em excesso ou divergência
Desgaste sinuoso na rodagem	Roda empenada
Desgaste no conjunto de rodas duplas	Ponta de eixo torta
Desgaste multiescavado	Rolamento do cubo gasto ou desregulado / câster irregular
Trepidação	Roda desbalanceada, roda excêntrica, tambor de freio e amortecedor ovalizados
Veículo puxando para um lado	Desemparelhamento na dianteira e camber, câster e pressão desiguais
Volante duro	Baixa pressão, direção hidráulica com defeito
Veículo puxando para o lado quando se aplicam os freio	Freio desregulado ou defeituoso, câster e pressão desiguais e tambor ovalizado

Quadro 3: Sintomas e causas da retirada de uso  
Fonte: Manual técnico Bridgestone, 2008

## 8.6 Análise da sucata

A maior incidência da retirada dos pneus de uso ocorre pela quebra por choque, pela sobrecarga ou pela baixa pressão, como é demonstrado na foto abaixo.



Foto 6: Exemplos de sucateamento  
Fonte: Manual técnico Bridgestone, 2008

Agora que você aprendeu a avaliar o índice *TWI*, retire os pneus de uso no momento certo e garanta mais segurança e melhor reaproveitamento para reforma.

## Referências

ALAPA – ASSOCIAÇÃO LATINO AMERICANA DE PNEUS E AROS. **Manuais**. 2009. Disponível em: <<http://www.alapa.com.br/alapav01/portugues/manuais/texto13.aspx>>. Acesso em: jan/2009.

BRAZIL TIRES. **Tudo sobre pneus**. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.braziltires.com.br/tudosobrepneus/pneus.html#veloc>>. Acesso em: jan/2009.

MANUAL TÉCNICO BRIDGESTONE. Centro de Treinamento. São Paulo: 2008.

PNEUS ONLINE. **Treadwear/Traction/Temperature**. Suíça, 2009. Disponível em: <<http://www.pneus-online.pt/utqg-conselhos.html>>. Acesso em: fev/2009.

## LEGISLAÇÃO APLICAVEL AO SETOR DE PNEUS – PONTOS PRINCIPAIS

### CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito

Resolução nº 558, de 15 de abril de 1980

[...]

**Art. 1º - Os veículos automotores só poderão circular em vias públicas do território nacional quando equipados com rodas, aros e pneus novos ou reformados que satisfaçam as exigências estabelecidas pela Norma EB 932 - Partes I, II e III de 1978, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.**

[...]

**Art. 4º - Fica proibida a circulação de veículo automotor equipado com pneu cujo desgaste da banda de rodagem tenha atingido os indicadores ou cuja profundidade remanescente da banda de rodagem seja inferior a 1,6 mm.**

Resolução nº 316, 08 de maio de 2009

[...]

**Art. 11º Fica proibida a utilização de pneus reformados, quer seja pelo processo de recapagem, recauchutagem ou remoldagem, no eixo dianteiro, bem como rodas que apresentem quebras, trincas, deformações ou consertos, em qualquer dos eixos do veículo de transporte coletivo de passageiros acima de oito lugares.**

### CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

Resolução nº 416, 30 de setembro de 2009

[...]

**Art. 1o Os fabricantes e os importadores de pneus novos, com peso unitário superior a 2,0 kg (dois quilos), ficam obrigados a coletar e dar destinação adequada aos pneus inservíveis existentes no território nacional, na proporção definida nesta Resolução.**

**§ 1o Os distribuidores, os revendedores, os destinadores, os consumidores finais de pneus e o Poder Público deverão, em articulação com os fabricantes e importadores, implementar os procedimentos para a coleta dos pneus inservíveis existentes no País, previstos nesta Resolução.**

[...]

**Art. 5o Os fabricantes e importadores de pneus novos deverão declarar ao IBAMA, numa periodicidade máxima de 01 (um) ano, por meio do CTF, a destinação adequada dos pneus inservíveis estabelecida no art. 3o desta Resolução.**

**IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis**

**Instrução Normativa nº 1, de 18 de março de 2010**

[...]

**Art. 1º** Instituir, no âmbito do IBAMA, os procedimentos necessários ao cumprimento da Resolução CONAMA nº 416, de 30 de setembro de 2009, pelos fabricantes e importadores de pneus novos, sobre coleta e destinação final de pneus inservíveis.

[...]

**Art. 6º** A comprovação da destinação de pneumáticos inservíveis será efetuada pelos fabricantes e importadores de pneus no ato do preenchimento do 'Relatório de Comprovação de Destinação de Pneus Inservíveis' disponível no CTF, contendo as seguintes informações:

- a) quantidade destinada, em peso;
- b) tipo de destinação;
- c) empresas responsáveis pela destinação;
- d) quantidade de pneus inservíveis, armazenados temporariamente, em lascas ou picados, quando couber;
- e) endereço da empresa responsável pelo armazenamento;
- f) pontos de coleta.

[...]

**Art. 11.** No primeiro ano de vigência desta instrução normativa, a periodicidade da prestação das informações requeridas nos artigos 4º, 5º, 6º e 10 será trimestral, com o início a partir do dia 31 de março de 2010.

**Parágrafo único.** As empresas terão até 30 (trinta) dias após finalização do período para prestar as informações referidas no caput deste artigo.

**INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial**

**Portaria n.º 144, de 26 de maio de 2009\***

**OBJETIVO:**

“Estabelecer os critérios do Programa de Avaliação da Conformidade para o serviço de reforma de pneus para automóveis, camionetas, caminhonetes veículos comerciais, comerciais leves e seus rebocados, com foco na segurança, através do mecanismo de Declaração da Conformidade do Fornecedor, atendendo aos requisitos do RTQ anexo a Portaria Inmetro nº 227/2006 e RTQ anexo a Portaria Inmetro nº 272/2008, visando propiciar maior confiabilidade ao serviço de reforma.”

\*A portaria 144 do INMETRO, ainda não publicada, dessa forma transcrevemos para este documento o OBJETIVO, que ele prevê para a regulamentação da reforma de pneus no Brasil.





Este manual foi impresso  
em papel 100% reciclado



[www.sindipneus.com.br](http://www.sindipneus.com.br)