

Continental 
The Future in Motion



Curso Básico de
Tecnologia de Pneus

Technical  Customer Services

Passeio e Carga - Volume 1



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	LINHA DO TEMPO - A EVOLUÇÃO DA INDÚSTRIA DE PNEUS	20
3	LINHA DO TEMPO - HISTÓRIA DAS MARCAS CONTINENTAL	42
3.1	CONTINENTAL PNEUS.....	42
3.2	BARUM.....	52
3.3	GENERAL TIRE.....	53
3.4	EUZKADI.....	57
3.5	SEMPERIT	58
3.6	VIKING	60
4	CONCEITOS BÁSICOS.....	61
4.1	TIPOS DE VEÍCULOS DE PASSEIO.....	61
4.2	TIPOS DE VEÍCULOS DE CARGA.....	63
4.3	COMPONENTES	64
4.4	PESOS.....	64
5	FUNÇÕES DOS PNEUS.....	65
6	CONCEPÇÃO DO PNEU MODERNO	67
7	PARTES E COMPONENTES DOS PNEUS	71
7.1	REGIÕES DOS PNEUS.....	71
7.1.1	Detalhe da Região dos Talões.....	72
7.2	COMPONENTES DOS PNEUS - PNEUS DE PASSEIO	72
7.3	COMPONENTES DOS PNEUS - PNEUS DE CARGA.....	73
8	PNEUS PLT E CVT	74
9	PRODUÇÃO DE PNEUS.....	75
10	SISTEMAS DE DIMENSIONAMENTO DE PNEUS.....	85
10.1	SISTEMA DE DIMENSIONAMENTO DE PNEUS NUMÉRICO	85
10.2	SISTEMA DE DIMENSIONAMENTO DE PNEUS ALFANUMÉRICO.....	85
10.3	SISTEMA DE DIMENSIONAMENTO “P-MÉTRICO”	86
10.4	SISTEMA DE DIMENSIONAMENTO “MÉTRICO”	86

10.5	SISTEMA DE DIMENSIONAMENTO “ISO MÉTRICO”	87
10.6	SISTEMA DE DIMENSIONAMENTO MILIMÉTRICO	89
10.7	SISTEMA DE DIMENSIONAMENTO DE PNEUS <i>LIGHT TRUCK</i>	89
10.8	SISTEMA DE DIMENSIONAMENTO DE PNEUS <i>LIGHT TRUCK</i> NUMÉRICO	89
11	SISTEMA DE DIMENSIONAMENTO DE PNEUS <i>LIGHT TRUCK</i> MÉTRICO	90
11.1	SISTEMA “HIGH FLOTATION” DE PNEUS “ <i>LIGHT TRUCK</i> ”	90
11.2	INTERPRETAÇÃO GRÁFICA: PNEUS “ISO MÉTRICOS” E PNEUS “ALFANUMÉRICOS”	91
11.3	<i>HIGH FLOTATION</i> VS. LT-MÉTRICO VS. LT-NUMÉRICO	91
12	TIPO DE SERVIÇO	92
13	CONSTRUÇÃO INTERNA DO PNEU	94
13.1	DIAGONAL (BIAS)	94
13.2	DIAGONAL CINTADO (BELTED BIAS)	94
13.3	RADIAL	94
13.4	RADIAL <i>RUN-FLAT</i> (PNEUS DE PASSEIO SOMENTE)	95
14	DESCRIÇÃO DE SERVIÇO DOS PNEUS	96
14.1	ÍNDICE DE CARCA – IC (LOAD INDEX – LI)	96
14.1.1	Pneus Reforçados ou Extra Load (pneus de passeio somente)	97
14.1.2	Representação Gráfica: Pneus Standard e Extra Load	97
14.2	DESCRIÇÃO DE SERVIÇO PARA PNEUS DE CARGA E <i>VAN</i>	98
14.2.1	Descrição de Serviço Adicional (ou <i>Single Point</i>)	99
14.3	SÍMBOLO DE VELOCIDADE – SV (SPEED SYMBOL – SSY)	99
14.4	TABELAS DE ÍNDICE DE CARGA E SÍMBOLO DE VELOCIDADE PARA PNEUS CVT (ETRTO – PNEUS MÉTRICOS)	100
14.5	TABELAS DE ÍNDICE DE CARGA E SÍMBOLO DE VELOCIDADE PARA PNEUS PLT (ETRTO – PNEUS MÉTRICOS)	101
14.5.1	Pneus ZR, Y e (...Y) (pneus de passeio somente)	101

14.5.2	Comportamento dos Pneus com Velocidades acima de 210 km/h.....	102
15	TSL – INSCRIÇÕES DAS PAREDES DOS PNEUS	
	(TIRE SIDEWALL LETTERING)	103
15.1	CÓDIGO DOT - <i>DEPARTMENT OF TRANSPORTATION</i>	103
15.2	CLASSIFICAÇÃO UNIFORME DE QUALIDADE DE PNEUS (<i>UNIFORM TIRE QUALITY GRADING – UTQG</i>)	104
15.3	M+S E O THREE-PEAK-MOUNTAIN WITH SNOWFLAKE	108
15.4	COMPOSIÇÃO DAS LONAS E MATERIAIS UTILIZADOS	109
15.5	TUBE TYPE E TUBELESS (COM E SEM CÂMARA).....	110
15.6	MARCAÇÕES ADICIONAIS ESPECÍFICAS PARA PNEUS DE CARGA E <i>VAN</i>	111
15.6.1	<i>Regroovable</i> (Ressulcável)	111
15.6.2	Sentido de Rotação ou Lado de Montagem	112
15.6.3	Designação de Carga TR&A.....	113
15.6.4	TWI – Indicador de Desgaste de Banda de Rodagem (<i>Tread Wear Indicator</i>)	113
15.6.5	<i>Ply Rating</i> (PR).....	114
15.6.6	<i>Load Range</i> (LR)	115
16	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA: TSL DE PNEUS CVT	116
16.1	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA: TSL DE PNEUS CVT.....	117
16.2	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA: TSL DE PNEUS PLT	118
16.3	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA: TSL DE PNEUS PLT	119
16.4	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA: TSL DE PNEUS PLT	120
17	TIPOS DE ESCULTURAS DE BANDA DE RODAGEM	121
17.1	DESENHO SIMÉTRICO OU MULTIDIRECIONAL	122
17.2	DESENHO DIRECIONAL	123
17.3	DESENHO COMPOSTO PARA APLICAÇÕES ESPECIAIS.....	124
17.4	DESENHO ASSIMÉTRICO.....	125
17.5	RODÍZIO	126
18	CLASSIFICAÇÃO DOS PNEUS	126

18.1	PNEUS DE PASSEIO.....	126
18.1.1	Pneus de Passeio: Classificação de acordo com a estação ou clima.....	127
18.1.2	Pneus de Passeio: Classificação de acordo com a aplicação.....	129
18.2	PNEUS DE CARGA.....	132
18.2.1	Pneus de Carga: Classificação de acordo com a posição no veículo.....	133
18.2.2	Pneus de Carga: Classificação de acordo com a aplicação ou tipo de serviço.....	134
19	DIMENSÕES DOS PNEUS – AVANÇADO.....	137
19.1	RAIO ESTÁTICO SOB CARGA, RAO DINÂMICO SOB CARGA E DEFLEXÃO.....	137
20	MONTAGEM DE PNEUS DE CARGA E COMERCIAIS (PNEUS DE CARGA E VAN SOMENTE).....	139
20.1	RODADOS SIMPLES E DUPLOS.....	139
20.2	PNEUS EXTRALARGOS (<i>SUPER-SINGLES</i>).....	140
21	O CONCEITO DE CPK (CUSTO POR QUILOMETRO).....	141
21.1	CPK E CONSUMO DE COMBUSTÍVEL.....	142
22	LEI DA BALANÇA (BRASIL SOMENTE, VEÍCULOS DE CARGA)	142
22.1	TERMINOLOGIA RELACIONADA AOS SEMIRREBOQUES (ABNT, CONTRAN).....	143
22.2	CONCEITOS.....	144
22.2.1	Capacidade Máxima de Tração (CMT).....	144
22.2.2	Relação Potência / Peso.....	144
22.2.3	Tipos de Suspensão Traseira.....	145
22.2.4	Tipos de Eixos e Pesos Máximos Permitidos.....	146
22.3	LIMITES PARA AS PRINCIPAIS CONFIGURAÇÕES.....	148
23	UNIFORMIDADE DE PNEUS.....	151
23.1	CONCEITOS SOBRE VARIAÇÃO DE FORÇA.....	152
23.2	VARIAÇÕES DE FORÇA.....	153
23.3	VARIAÇÕES DE GEOMETRIA.....	157
23.4	VARIAÇÕES DE MASSA.....	159

23.5	<i>OUT-OF-YIELD (DOWNSTREAM)</i>	160
23.5.1	<i>Yield e Out-of-Yield</i>	160
24	RECOMENDAÇÕES PARA ESTOCAGEM E	
	MONTAGEM DE PNEUS	161
24.1	ESTOCAGEM.....	161
24.2	MONTAGEM.....	165
24.3	FOLGAS E ESPAÇAMENTOS.....	169
24.4	DESMONTAGEM	172
24.5	DESCARTE DE PNEUS USADOS	172
25	RODÍZIO DE PNEUS	172
25.1	VEÍCULOS DE PASSEIO	172
25.2	VEÍCULOS DE CARGA – CAVALOS MECÂNICOS	173
25.2.1	Veículos 4x2: Todos os Pneus Lisos	174
25.2.2	Veículos 4x2: Pneus Lisos e Trativos	175
25.2.3	Veículos 6x2.....	176
25.2.4	Veículos 6x4.....	176
25.2.5	Veículos 8x4: Eixo 1 Direcional	177
25.2.6	Veículos 8x4: Eixo 1 Trativo	178
26	PERFORMANCES DE PNEUS	179
26.1	PERFORMANCES OBJETIVAS	179
26.1.1	<i>Performances</i> Objetivas: Básicas	179
26.1.2	<i>Performances</i> Objetivas: Adicionais	183
26.2	<i>PERFORMANCES</i> SUBJETIVAS.....	198
27	RODAS PARA PNEUS SEM CÂMARA PARA VEÍCULO LEVE	204
27.1	ESPECIFICAÇÃO DIMENSIONAL DE UMA RODA.....	204
28	RODAS PARA PNEUS COM E SEM CÂMARA PARA	
	VEÍCULO DE CARGA	204
28.1	AROS	206
28.1.1	Nomenclatura e Dimensões Básicas para Aros.....	206

28.1.2	Definições	207
28.2	DISCOS	208
28.2.1	<i>Offset</i>	208
28.2.2	Furação de Fixação (<i>PCD = Pitch Center Diameter</i>)	208
28.2.3	Furação Central (<i>Centerbore</i>).....	209
28.3	MANUTENÇÃO E CUIDADOS	209
29	GLOSSÁRIO	211
30	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	214

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1	Modelo 1770 do veículo a vapor de Cugnot - Musée de Arts et Métiers de Paris	20
Ilustração 2	Ilustração de 1891 de Charles Goodyear - revista Scientific American	21
Ilustração 3	Patente USS104, concedida a Robert William Thomson (1847).....	22
Ilustração 4	Primeiro automóvel de quatro rodas produzido comercialmente - Daimler	23
Ilustração 5	John Boyd Dunlop, em 1915.	23
Ilustração 6	Primeiro pneu de bicicleta de Dunlop, exposto no National Museum of Scotland	24
Ilustração 7	Auguste Doriot e seu Peugeot Type 3.....	25
Ilustração 8	Anúncio de pneus - Palmer Tyres.....	27
Ilustração 9	India Rubber, Gutta Percha and Telegraph Works Company	27
Ilustração 10	Anúncio da India Rubber Company, sobre o <i>Clincher</i> Tire	28
Ilustração 11	Banbury	30
Ilustração 12	Anúncio sobre os pneus sintéticos - USA, 1936	32
Ilustração 13	Anúncio Pneu Michelin X.....	35
Ilustração 14	Anúncio Armstrong Pneus.....	36
Ilustração 15	Anúncio pneu Radial All-Terrain B.F. Goodrich.....	38
Ilustração 16	Continental no ano de 1874.....	42
Ilustração 17	Cavalo rampante.....	42
Ilustração 18	Produção de pneus no séc. XIX (USA).....	43
Ilustração 19	O dirigível alemão LZ 1	43
Ilustração 20	Aro destacável (1908).....	44
Ilustração 21	Material Continental na fuselagem de aviões.....	45
Ilustração 22	Veículos Daimler equipados com pneus Continental	45

Ilustração 23	Grande Prêmio da Alemanha (1935-40).....	46
Ilustração 24	Fábrica da Barum-Continental (Otrokovice).....	53
Ilustração 25	Revista Tire Business anunciando a venda da General Tire (1987).....	56
Ilustração 26	Logo marca Viking, associado à Continental.....	60
Ilustração 27	Representação gráfica de um veículo 4X2.....	64
Ilustração 28	Acoplamento de pneu à dinâmica do veículo. Adaptado de (SPINOLA, 2003).....	66
Ilustração 29	Exemplos de <i>footprints</i> (pegadas), mostrando a distribuição de tensões.....	67
Ilustração 30	Pneu HD3 Continental, produzido com borracha extraída da flor dente-de-leão (Taraxa Gum).....	68
Ilustração 31	Modelo de pneu “ <i>Tweel</i> ”, da Michelin, em testes de resistência.....	70
Ilustração 32	Modelo de pneu “ <i>Tweel</i> ”, da Michelin, em testes de resistência.....	71
Ilustração 33	Detalhe da região dos talões.....	72
Ilustração 34	Seção esquemática de um pneu de passeio comum.....	73
Ilustração 35	Seção esquemática de um pneu de carga comum.....	73
Ilustração 36	Proporção dos materiais no composto do pneu.....	76
Ilustração 37	Sala de processamento de fios metálicos (Creel).....	77
Ilustração 38	Extrusora de borracha.....	78
Ilustração 39	Perfiladora de banda de rodagem.....	78
Ilustração 40	Aplicação de borracha no talão.....	79
Ilustração 41	Construção dos pneus (Assembly).....	80
Ilustração 42	Prensas de vulcanização.....	80
Ilustração 43	Pneu já vulcanizado, saindo da prensa.....	81
Ilustração 44	Inspeção Final - etapa manual.....	82
Ilustração 45	Inspeção Final (Raio X).....	82
Ilustração 46	Dimensões básicas de um pneu comum.....	82

Ilustração 47	TWI - Indicadores de Desgaste da Banda de Rodagem	85
Ilustração 48	Exemplo de pneu ISO Métrico - passeio	87
Ilustração 49	Exemplo de pneu ISO Métrico - carga	88
Ilustração 50	Esquema de dimensionamento de um pneu ISO Métrico.....	91
Ilustração 51	Esquema de dimensionamento de um pneu Alfa Numérico.....	91
Ilustração 52	Comparativo de medidas de pneus equivalentes construídos sob diferentes normas de projeto.....	92
Ilustração 53	Comparativo de construções de pneus: Diagonal, diagonal cintado e radial.....	95
Ilustração 54	Ilustração comparativa de pneus radiais comuns e radiais runflat SSR, inflados e sem pressão	96
Ilustração 55	Gráfico carga (kg) x pressão de inflação (psi) de um pneu 205/55 R 16 em versões <i>extra-load</i> e <i>standard</i>	97
Ilustração 56	Região onde ocorre o contato entre os pneus de um rodado duplo, chamado de “kissing”	98
Ilustração 57	Código DOT na lateral de um pneu de passeio	103
Ilustração 58	Exemplo da classificação UTQG de um pneu de passeio	104
Ilustração 59	Exemplo de marcação M+S.....	109
Ilustração 60	Descrição de componentes da carcaça de um pneu	110
Ilustração 61	Diferenças entre pneus <i>tubeless</i> e <i>tube type</i> ao serem perfurados	111
Ilustração 62	Esquema de ressulcagem de um pneu de carga	112
Ilustração 63	Recomendações para recapagem marcadas na lateral do pneu de carga	112
Ilustração 64	Designação TR&A de carga e pressão para um pneu de carga comum	113
Ilustração 65	Exemplo de marcador TWI na lateral / ombro do pneu	113
Ilustração 66	Representação Gráfica TSL (<i>Tire Sidewall Labelling</i>) - pneus de carga CVT, foto1	116
Ilustração 67	Representação Gráfica TSL (<i>Tire Sidewall Labelling</i>) - pneu de carga CVT	117

Ilustração 68	Representação Gráfica TSL (<i>Tire Sidewall Labelling</i>) - pneu de passeio.....	118
Ilustração 69	Representação Gráfica TSL (<i>Tire Sidewall Labelling</i>) - pneu de passeio.....	119
Ilustração 70	Representação Gráfica TSL (<i>Tire Sidewall Lettering</i>) - pneu de passeio.....	120
Ilustração 71	Tipos de esculturas de banda de rodagem	121
Ilustração 72	Desenho simétrico. Banda de rodagem é espelhada. O mais usual em pneus de carga e <i>van</i>	122
Ilustração 73	Desenho direcional - o desenho em “V” é muito eficiente para drenagem de água	123
Ilustração 74	Desenho composto - utilizado principalmente para aplicações especiais, em veículos de alto desempenho.....	124
Ilustração 75	Desenho assimétrico - o mais usual em pneus de passeio.....	125
Ilustração 76	Relação entre escultura de banda de rodagem X esquemas de rodízio	126
Ilustração 77	Exemplos de pneus <i>summer</i> , <i>all seasons</i> , <i>winter</i> e <i>nordic</i>	128
Ilustração 78	Exemplos de pneus eco, <i>touring</i> , UHP e U-UHP.....	131
Ilustração 79	Exemplos de pneus <i>off-road</i> , <i>van</i> e <i>light truck</i>	131
Ilustração 80	Exemplo de pneu <i>track day</i>	131
Ilustração 81	Posicionamento de pneus de acordo com sua utilização e comportamento	132
Ilustração 82	Posicionamento dos eixos em um caminhão	133
Ilustração 83	Exemplos de pneu liso (Hybrid HS3), trativo (Hybrid HD3) e <i>trailer</i> (Hybrid HT3).....	134
Ilustração 84	Exemplos de pneus lisos para aplicações regionais (Hybrid HS3), longa distância (EcoPlus HS3) e construção (HSC).....	136
Ilustração 85	Exemplos de pneus <i>off road</i> (MPT80), urbano (Urban HA3) e militar (HSO Mil).....	136
Ilustração 86	Exemplo de pneu liso <i>winter</i> - Scandinavia HS3	137

Ilustração 87	Dimensões de um pneu comum carregado	137
Ilustração 88	Parte posterior de um caminhão 6x2 montado com rodados duplos	139
Ilustração 89	Dimensões de um rodado duplo	140
Ilustração 90	Exemplo de pneus extralargo	141
Ilustração 91	Esquema ilustrativo de CMT	144
Ilustração 92	Suspensão do tipo balancim	145
Ilustração 93	Suspensão do tipo bogie	145
Ilustração 94	Suspensão não tandem: Eixos desconectados	146
Ilustração 95	Suspensão pneumática da Suspensys	146
Ilustração 96	Representação gráfica do modelo matemático de comportamento e um pneu	152
Ilustração 97	Eixos de referência	153
Ilustração 98	Representação gráfica da variação de força radial.....	154
Ilustração 99	Representação gráfica das harmônicas	154
Ilustração 100	Posição dos pneus resultante da variação de forças	155
Ilustração 101	Representação gráfica de um pneu cônico.....	156
Ilustração 102	Esquema de montagem para redução do efeito da conicidade	156
Ilustração 103	Exemplo de <i>footprint</i> , mostrando seus lados interno e externo.....	157
Ilustração 104	Representação da vibração causada pelo RRO.....	158
Ilustração 105	Representação da vibração causada pelo LRO.....	158
Ilustração 106	Representação da vibração causada pelo desbalanceamento estático	159
Ilustração 107	Representação da vibração causada pelo desbalanceamento dinâmico.....	160
Ilustração 109	Local Ideal	162
Ilustração 110	Esquema de empilhamento de pneus para estocagem de curto prazo	164
Ilustração 111	Esquema de empilhamento de pneus para estocagem de longo prazo	164

Ilustração 112	Pneus entrelaçados para transporte.....	165
Ilustração 113	Exemplos de talões com problemas de assentamento	166
Ilustração 114	Procedimento de lubrificação de roda e talões para montagem de pneus de passeio e carga	166
Ilustração 115	Ao examinar, montar, desmontar ou inflar pneus, fique fora da área de projeção	167
Ilustração 116	Procedimento de inflagem de pneus de carga.....	168
Ilustração 117	Espaçamento lateral.....	169
Ilustração 118	Espaçamento lateral com pneus extralargos.....	170
Ilustração 119	Espaçamento vertical.....	170
Ilustração 120	Espaçamento longitudinal.....	171
Ilustração 121	Vista inferior de um veículo, mostrando as posições em que as rodas devem estar para avaliar se os espaçamentos nos eixos direcionais.....	171
Ilustração 122	Esquemas de rodízios em veículos de passeio.....	173
Ilustração 123	Nomenclatura dos pneus de um cavalo mecânico para rodízio. Veículo do desenho: Iveco Astra HHD9	174
Ilustração 124	Nomenclatura dos pneus de um cavalo mecânico para rodízio (todos os pneus lisos).....	175
Ilustração 125	Nomenclatura dos pneus de um cavalo mecânico para rodízio(pneus lisos e trativos).....	175
Ilustração 126	Nomenclatura dos pneus de um cavalo mecânico para rodízio(veículos 6X2).....	176
Ilustração 128	Nomenclatura dos pneus de um cavalo mecânico para rodízio (veículos 8X4 – eixo direcional)	178
Ilustração 129	Equipamento de endurance.....	181
Ilustração 130	Representação esquemática do ensaio de <i>plunger</i>	181
Ilustração 131	Representação esquemática do ensaio de detalonamento.....	182
Ilustração 132	Equipamento para medição de resistência ao rolamento com dois carros (duas posições de teste).....	185

Ilustração 133	Equipamento Flat Trac da MTS.....	186
Ilustração 134	À esquerda, um pneu de passeio sendo testado em um equipamento de Força e Momento. À direita, um pneu de carga sendo submetido ao mesmo teste	186
Ilustração 135	Pista de teste de aquaplanagem longitudinal do Contidrom.....	187
Ilustração 136	Pista de teste de aquaplanagem lateral	188
Ilustração 137	Exemplo de pneu com sinais de <i>flatspot</i>	189
Ilustração 138	Exemplo de pneu com sinais de <i>flatspot</i>	190
Ilustração 139	Teste de <i>rim roll off</i>	191
Ilustração 140	Representação gráfica de um pneu que sofreu movimento relativo sobre a roda.....	191
Ilustração 141	Exemplo de resultado de medição de contorno laser	192
Ilustração 142	Representação de um ensaio de resistência elétrica	192
Ilustração 143	Exemplo e relatório de permeabilidade ao ar	193
Ilustração 144	Representação gráfica do LOS	193
Ilustração 145	Representação gráfica do TAS.....	194
Ilustração 146	Representação gráfica do TOS.....	194
Ilustração 147	Representação gráfica de um ensaio de pothole	195
Ilustração 148	Roda de um veículo submetido ao teste de pothole danificada pelo impacto	195
Ilustração 149	Barra utilizada no ensaio de curb	196
Ilustração 150	Medição de emissão sonora em laboratório	197
Ilustração 151	Equipamento de tomográfica computadorizada	198
Ilustração 152	Pista de dirigibilidade em pista seca do Contidrom	200
Ilustração 153	Esquema do teste de alce.....	200
Ilustração 154	Esquema do ensaio de <i>slalom</i>	201
Ilustração 155	Pista de dirigibilidade em pista molhada do Contidrom.....	202

Ilustração 156	Pistas de teste de conforto	202
Ilustração 157	Pista de teste para comportamento em <i>off-road</i>	203
Ilustração 158	Identificação das partes principais de uma roda para pneus sem câmara comum	204
Ilustração 159	Aro e Disco fixo sem câmara.....	205
Ilustração 160	Aro e disco acoplado com fixação através de castanhas	205
Ilustração 161	aro e disco fixo, com fixação removível com câmara.....	205
Ilustração 162	Aro e disco acoplado com dois anéis de fixação removíveis	206
Ilustração 163	Nomenclaturas e dimensões básicas para aros	206
Ilustração 164	Representação gráfica dos tipos de <i>offset</i>	208

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Medidas Estáticas Baseadas em Rodas 7.0”92
Tabela 2	Índice de Carga e Símbolo de Velocidade para Pneus CVT (ETRTO – Pneus Métricos) 100
Tabela 3	Índice de Carga e Símbolo de Velocidade para Pneus PLT (ETRTO – Pneus Métricos) 101
Tabela 8	Limites para as Principais Configurações..... 148
Tabela 12	Nomenclatura dos pneus de um cavalo mecânico para rodízio (veículos 6X4) 176

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Resumo de algumas diferenças de construção, performance e design de pneus de passeio e de carga comuns 74
Quadro 2	Tipos de Eixos e Pesos Máximos Permitidos 146
Quadro 3	Designação dos tipos de Hump207



1 INTRODUÇÃO

Este Curso Básico tem a intenção de servir como guia de estudo e leitura para todos que se interessam pela história do pneu. Faremos uma viagem pela evolução técnica e cronológica, com os olhos fixos na relevância do pneu para a história da evolução automotiva e, porque não dizer, da própria história que a evolução humana tem registrado.

Desde a Antiguidade, o pneu tem sido personagem presente nas maiores conquistas do homem e, por isso, sofre o impacto direto da evolução tecnológica.

Visto por muitos como apenas “um disco redondo de borracha, com um furo no meio”, é muito mais que isso. Concebido como ferramenta de tração e suporte de carga, o pneu pode ser considerado um dos itens de maior importância para a segurança do condutor e dos passageiros na dirigibilidade do veículo, pois garante aderência ao piso, estabilidade nas curvas e contribui para a economia de combustível.

O curso é fruto do trabalho profundo de pesquisa e dedicação do time de engenheiros automotivos da Continental Pneus, fundamentado em anos de experiência no desenvolvimento e fabricação de pneus, e de dedicação apaixonada no que fazem. Por semanas seguidas, buscaram cobrir todos os temas importantes para uma formação técnica adequada e diferenciada. De maneira ética, inspira-se também na pesquisa de outros fabricantes do mercado, montadoras e institutos de pesquisa, para trazer o que há de mais preciso e atual no que se refere às informações técnicas sobre os pneus.

Numa realidade cada vez mais tecnológica, veloz e virtual, buscamos referências nos principais *sites* automotivos disponíveis na *internet*. Considerando a instantaneidade com que se renovam, sabemos que é um desafio de proporções inimagináveis transferir todo esse conhecimento para um material.

Por conta disso, o curso é dividido em tópicos, com explicações distintas para os pneus de passeio e carga. Apesar de seguir uma ordem lógica de construção do conhecimento técnico, pode ser consultado sempre que necessário, a partir do índice de conteúdo e ilustrações.

Temos certeza que a informação promovida será de extrema utilidade para uso próprio ou corporativo. Recomendamos também acesso e pesquisa à bibliografia utilizada e especial atenção ao capítulo “Perguntas mais frequentes”, compilação das questões mais ouvidas dos clientes, através dos canais de atendimento e pós-vendas da Continental Pneus.

Tivemos muita satisfação ao construir este material. Desejamos que você aprecie e coloque em prática o Curso Básico de Tecnologia, pois trabalhamos com afinco para fazer a diferença em seu aprendizado. Que você faça uma boa leitura, tenha um estudo agregador e coloque o máximo possível em prática, contribuindo com o setor e a história!

2 LINHA DO TEMPO - A EVOLUÇÃO DA INDÚSTRIA DE PNEUS

Adaptado de (Crain Communications, Inc., 2003)

3500 A.C. – Invenção da Roda

Evidências de seu uso são vistos em restos da antiga cidade suméria de Ur, atual sul do Iraque. As primeiras rodas foram feitas a partir de dois ou três segmentos de madeira unidos por elementos transversais. Em 2500 A.C., revestimentos foram adicionados à roda desencapada, inicialmente na forma de pedaços curvos de madeira, conhecidos como *felloes*. Mais tarde, couro e outros materiais macios foram adicionados para reduzir a vibração. Rodas raiadas de madeira, mais leves e mais rápidas do que as rodas sólidas, evoluíram até o ano 2000 A.C. Em 1490 D.C., Leonardo da Vinci projetou uma roda cujo cubo era suspenso da borda por raios de arame fino, princípio da roda de bicicleta moderna.

1769 – Primeiro veículo autopropelido

Acredita-se ter sido um carro a vapor de três rodas, construído pelo engenheiro francês Nicholas-Joseph Cugnot para rebocar equipamento militar. No início do século XIX, carros a vapor operavam em rotas regulares de passageiros na Inglaterra, porém o surgimento das estradas de ferro encerrou esta fase, em 1840.

ILUSTRAÇÃO 1 - MODELO 1770 DO VEÍCULO A VAPOR DE CUGNOT - MUSÉE DE ARTS ET MÉTIERS DE PARIS



Fonte: Continental Pneus

1836 – Desenvolvimento da Calandra, por Edwin M. Chaffee, de Roxbury, Mass

O equipamento proporcionou um meio de aplicar a borracha diretamente ao tecido, sem solventes, além de produzir folhas de borracha com espessura uniforme.

1839 – Início da vulcanização da borracha

O processo de alteração das propriedades físicas da borracha, através da aplicação de enxofre e calor, foi primeiramente aperfeiçoado nos EUA por Charles Goodyear. Algum tempo depois, Thomas Hancock, que estava conduzindo pesquisa correspondente na Inglaterra, encontrou sucesso similar. O termo vulcanização deriva de Vulcano, deus romano do fogo. Esta estabilização tornou o pneu de borracha prático.

ILUSTRAÇÃO 2 - ILUSTRAÇÃO DE 1891 DE CHARLES GOODYEAR - REVISTA SCIENTIFIC AMERICAN

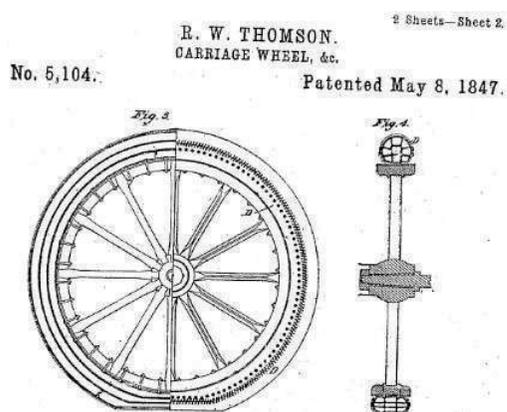
Fonte: Continental Pneus

Foi também em 1839 que a primeira bicicleta com pedal foi inventada pelo escocês Kirkpatrick MacMillan, embora não tenha sido patenteada. Seu invento foi o precursor dos veículos a pedal posteriores, e daria impulso à indústria de pneu, quase meio século depois.

1845 – Invenção do pneu inflado com ar

O inventor foi Robert W. Thomson, de Middlesex, Inglaterra. Aos 24 anos, desenvolveu e patenteou o que chamou de “cinto elástico para rodas de transporte e outros corpos rolantes.” Mr. Thomson tinha esses pneus produzidos e tentou comercializá-los para uso em carruagens de tração animal. Infelizmente, sua invenção estava muito à frente de seu tempo. Eventualmente, teria retirado os seus pneus do mercado devido à falta de interesse dos clientes.

ILUSTRAÇÃO 3 - PATENTE USS104, CONCEDIDA A ROBERT WILLIAM THOMSON (1847)



Fonte: Continental Pneus

1846 – Primeiro pneu de borracha maciça

Fabricado por aquele que foi considerado o pai da indústria de borracha na Inglaterra, Thomas Hancock, o pneu sólido foi inicialmente utilizado em carruagens e veículos a vapor. Mais tarde, seria adaptado para veículos leves – particularmente bicicletas – onde evoluíram para pneus com centro oco ou “amortecidos”, oferecendo um passeio mais suave. Rompendo a fronteira do tempo, os pneus sólidos ainda são amplamente utilizados para aplicações industriais internas.

1886 – Primeiro automóvel de quatro rodas produzido comercialmente

Inventado pelo alemão Gottlieb Daimler, foi basicamente uma carruagem tracionada por cavalos, modificada para a autopropulsão e para a condução. O veículo funcionava com gasolina e as rodas dianteiras eram menores do que as traseiras. Três anos mais tarde, a “era do motor” recebeu um grande impulso, com a exposição mundial que marcou o centenário da revolução francesa. A exposição de Paris concentrou a atenção do público no automobilismo e inspirou outros, como Louis Renault, a entrar no negócio da fabricação de automóveis.

ILUSTRAÇÃO 4 - PRIMEIRO AUTOMÓVEL DE QUATRO RODAS PRODUZIDO COMERCIALMENTE - DAIMLER



Fonte: Continental Pneus

1888 – Primeiro pneu comercialmente prático

John Boyd Dunlop, Belfast, Irlanda, aparentemente não sabia nada da patente anterior do Sr. Thomson quando “reinventou” o pneu, cerca de 43 anos mais tarde. Mr. Dunlop, juntamente com um grupo de investidores, fundou a empresa chamada “Pneumatic Tyre and Booth’s Cycle Agency Ltd.,” comercializando pneus cheios de ar para uso em bicicletas, que era o veículo mecanizado daqueles dias. Sua empresa cresceu até se tornar a Dunlop Rubber Co.

ILUSTRAÇÃO 5 - JOHN BOYD DUNLOP, EM 1915.



Fonte: Continental Pneus

ILUSTRAÇÃO 6 - PRIMEIRO PNEU DE BICICLETA DE DUNLOP, EXPOSTO NO NATIONAL MUSEUM OF SCOTLAND

Fonte: Continental Pneus

1890 a 1891 – Pneu com aro removível

Algum meio tinha que ser encontrado para fixar o pneu com segurança ao aro de metal, permitindo, durante os reparos, a desmontagem e remontagem. O primeiro a desenvolver um pneu destacável foi Charles K. Welch, que entrou com uma patente sobre isso em setembro de 1890, à frente dos outros, que trabalhavam em melhorias semelhantes. William K. Bartlett, da North British Rubber Co., patenteou um pneu similar apenas cinco semanas depois.

Mr. Bartlett saiu na frente de seus concorrentes, meramente pela ampliação do pedido de patente anterior, que consistia no pneu não-pneumático destacável, para que se incluísse a construção pneumática. O “pneu *clincher*” de Bartlett posteriormente tornou-se o primeiro pneu destacável introduzido no mercado.

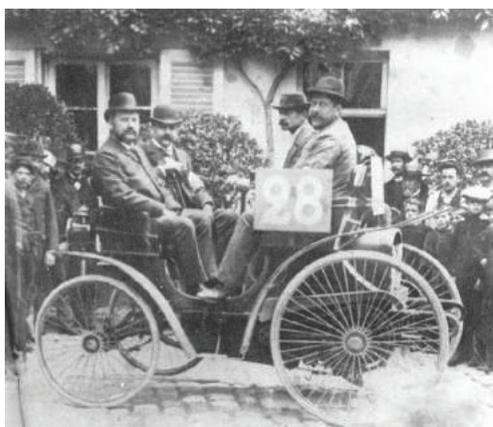
Em 1891, Michelin também patenteou o pneu removível. O primeiro contato do grupo com o pneu ocorreu em 1889, quando um ciclista britânico confinado procurou a ajuda dos irmãos Edouard e André Michelin, para a fixação de dois pneus furados de sua bicicleta. Os Michelins, que dirigiam um negócio de fabricação de metal, couro e borracha, na época identificaram uma necessidade de consumo, o que os fez desenvolver e patentear a própria versão do pneu removível. Isso marcou a entrada da empresa na fabricação de pneus, que mais tarde se tornou o seu negócio principal.

1891 – Válvula de pneu melhorada

As primeiras válvulas de pneu forneciam fácil inflação, mas difícil deflação. Então, o inventor Charles H. Woods desenvolveu uma válvula de pneu que facilitasse as duas operações. Sua válvula de duas vias tornou-se padrão na Grã-Bretanha e em outros lugares, permanecendo em uso até hoje, em algumas partes do mundo, para pneus de bicicletas.

1891 – Auguste Doriot, pioneiro no desenvolvimento de motores para a Peugeot, completou a mais longa viagem realizada por um veículo movido a combustível. O veículo - chamado de Peugeot Type 3, foi desenhado por ele e construído pela Daimler. A viagem de ida e volta durou 2.100 Km, de Valentigney a Paris.

ILUSTRAÇÃO 7 - AUGUSTE DORIOT E SEU PEGEOT TYPE 3



Fonte: Continental Pneus

1892 – Pneu com friso na borda (EUA)

A versão do pneu com friso na borda foi produzida por Gormully & Jeffrey Manufacturing Co., fabricante de bicicletas com sede em Chicago e precursor de American Motors Corp.

1895 – Pneus inflados de ar para uso em automóveis

Desenvolvido pelo cofundador Edouard Michelin, do Grupo Michelin, os pneus inflados com ar foram demonstrados em uma corrida de automóveis de Paris a Bordeaux. O carro foi dirigido por seu irmão e cofundador da empresa Andre Michelin, porque nenhum dos outros condutores queria assumir o risco presumido. Os pneus revelaram-se tão problemáticos que o carro terminou em nono, levando um competidor vencedor a prever que o pneu “nunca seria útil em carros”. Sem deixarem-se intimidar, os irmãos passaram a produzir e comercializar esses pneus no ano seguinte.

1896 – Produção comercial de pneus para automóveis

O fabricante de automóveis Alexander Winton, de Cleveland, encomendou um conjunto de pneus pneumáticos para automóveis da B.F. Goodrich Rubber Co., então fabricante de produtos da borracha industrial nas proximidades de Akron. O sucesso financeiro subsequente da companhia com a migração da borracha para os pneus de automóveis gerou uma multidão de novos concorrentes da produção de pneus baseados em Akron; levando a cidade do estado de Ohio a reivindicar o título de “Capital da borracha do mundo”, *designação* que já não pode ser justificada.

1896 – Prensa para cura (vulcanização) de pneus

Antes da invenção da prensa de cura (ou vulcanização), a maioria dos pneus eram vulcanizados por vapor aberto em autoclaves, depois de serem colocados nos moldes em forma de anel e mantidos no lugar por um envoltório de bandagem de lona. A prensa Doughty, a mais conhecida entre um número de tais dispositivos da época, foi inventada por H.J. Doughty, dos E.U.A. Usava meios mecânicos para suportar o pneu por dentro, e aplicar um impulso para fazer com que se enchesse o molde, e assim recebesse uma impressão. As prensas de cura tornaram mais fácil a produção de padrões elaborados da banda de rodagem e das marcas laterais, como partes do processo de vulcanização.

1898 – Válvula Schrader patenteada

Inventado por George H. Schrader, fundador da Schrader Automotive Inc., a válvula melhorada contava com uma rosca interna, para facilitar o núcleo de válvula substituível. No fim das contas, tornou-se padrão em todos os EUA e outros lugares.

1900 – Invenção do pneu de cordão

Embora tenha sido inventado em 1889 por John Fullerton, levou mais de uma década para que o pneu de cordão se tornasse uma realidade comercial, quando foi introduzido na Inglaterra pelo próprio inventor da Palmer Cord Tire Co. e nos EUA por B.F. Goodrich Rubber Co.

As chamadas cordas “sem trama” ou “toda torcida” desses pneus funcionavam apenas numa direção e não eram amarradas por fios perpendiculares. Deste modo, a vida da carcaça foi prolongada, eliminando a abrasão da fricção “corda com corda”, como visto no reforço anterior dos pneus de algodão entrelaçado.

1904 – Uso de negro de fumo como reforço de borracha

Descoberto em 1904 pela companhia India Rubber, Gutta Percha & Telegraph Works, em Silvertown, Inglaterra, a introdução do negro de fumo aumentou dramaticamente a durabilidade do composto de borracha - particularmente daquela usada na banda de rodagem do pneu. No entanto, havia pouca demanda de borracha reforçada naquela época. Somente a partir de 1912 é que o negro de fumo foi introduzido na produção comercial de pneus nos EUA, pela Akron Diamond Rubber Co. e pela B.F. Goodrich Rubber Co.

Uma curiosidade: antes disso, os pneus eram frequentemente brancos. De fato, até meados da década de 1920, o público em geral não ficou convencido de que os pneus pretos eram superiores aos brancos (nestes, o óxido de zinco era usado como reforço de borracha).

1904 – Pneu com aro de lateral reta

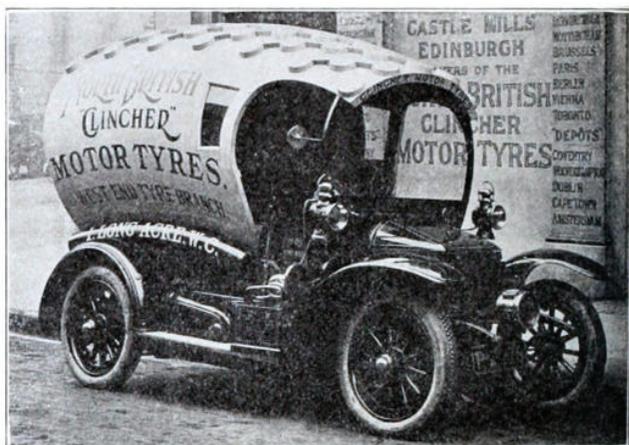
O pneu com aro de lateral reta foi desenvolvido simultaneamente pela Goodyear e pela antiga Firestone Tire & Rubber Co., que vinham trabalhando de forma independente para substituir o pneu *clincher*, fortemente patenteado. Dentro de quatro anos, o pneu de lateral reta substituiu o *clincher* como padrão da indústria nos EUA.

ILUSTRAÇÃO 10 - ANÚNCIO DA INDIA RUBBER COMPANY, SOBRE O CLINCHER TIRE

INDIA RUBBER WORLD [DECEMBER 1, 1911.

A FINE ADVERTISEMENT FOR CLINCHER TIRES.

The cut shown below of an automobile with a body in the form of a large imitation of a section of a clincher tire is a



NORTH BRITISH RUBBER CO. DELIVERY VAN.

fine advertisement, as it is bound to attract a great deal of attention wherever it is seen. It is a creation of the North British Rubber Co., Limited, Castle Mills, Edinburgh, Scotland.

Fonte: Continental Pneus

1904 – Apresentação do pneu de banda de rodagem plana

Na Europa, a alemã Continental A.G. e o grupo francês Michelin se encarregaram de trazê-lo ao mercado. Bandas de rodagem planas foram introduzidas nos Estados Unidos dois anos mais tarde pela Diamond Rubber Co. e pela Gormully & Jeffery Manufacturing Co. Os pneus anteriores eram redondos na seção transversal.

1906 – Introdução de aceleradores orgânicos

O uso de aceleradores orgânicos na produção dos pneus, introduzido por George Oenslager, da Diamond Rubber & Co., reduziu o tempo de cura da borracha e, conseqüentemente, promoveu a aceleração em todo o processo industrial.

1908 – Criação das bandas de rodagem para tração

A primeira patente britânica para uma banda de rodagem de borracha antiderrapante foi concedida em 1892. No entanto, padrões das bandas de rodagem evoluíram lado a lado com a tecnologia de fabricação. Na Alemanha, a Continental A.G. moldou uma banda de rodagem com ranhuras em 1904, e em 1908, a Goodyear desenvolveu uma máquina para o corte de ranhuras na área da banda de rodagem previamente lisa.

Na mesma época, a Firestone Tire & Rubber Co. moldou letras em relevo na superfície da banda de rodagem, que soletravam “ANTIDERRAPANTE” (*non skid*).

1908 – Conceito de rodas e pneus duplos

Na França, o grupo Michelin introduziu o conceito de rodas e pneus duplos. Esta ação aumentou a carga útil dos caminhões e ônibus usados na região.

1909 – Desenvolvimento de pneus de borracha para aeronaves

O avanço na tecnologia e na segurança aeroviária contou também com a participação do setor de borracha. Os primeiros pneus de avião foram apresentados por Goodyear e United States Rubber Co.

1909 – Pneus com banda de rodagem para inverno

A alemã Continental A.G. apresentou um pneu que ostentava agressivo padrão da banda de rodagem, projetado para uso em terrenos insalubres, como neve e lama.

1911 a 1912 – Desenvolvimento de pneus para caminhões

A Continental A.G. da Alemanha apresentou um pneu de caminhão em 1911 e, no ano seguinte, esses pneus foram usados em limitado número de caminhões comerciais. No entanto, a maioria dos proprietários de caminhões continuou usando pneus de borracha sólida até o início da década de 1920, quando os fabricantes realizaram extensas campanhas promocionais, que demonstravam a superioridade do sistema pneumático.

1913 – O pneu radial é homologado

Foi criado por Christian Hamilton Gray e Thomas Sloper de Silvertown, Essex, Inglaterra. No entanto, a sua empresa - India Rubber, Gutta Percha & Telegraph Works Co. Ltd.-, nunca comercializou a invenção.

1916 – Invenção do misturador Banbury

Criado por F. H. Banbury para acelerar o processo de mistura dos produtos químicos e borracha não curada, foi mais uma invenção que deu celeridade à história da tecnologia de pneus.

ILUSTRAÇÃO 11 - BANBURY

Fonte: Continental Pneus

1917 – Primeira linha de caminhões *cross-country*

Foi estabelecida nos EUA pela Goodyear, para demonstrar a superioridade dos novos pneus sobre os pneus sólidos de caminhão. A Firestone realizou uma campanha publicitária de cinco anos, para inserir o conceito comercialmente.

1918 – Pneus com as paredes laterais brancas

Apresentados ao mercado pela então recém-fundada Vogue Tyre & Rubber Co, de Chicago, que contratou a Falls Rubber Co. em Cuyahoga Falls, Ohio, para produzi-los. Os primeiros clientes foram os motoristas e proprietários dos carros de luxo daquela época.

1923 – Pneus tipo “balão”, de baixa pressão

Os Grupo Michelin, na Europa e Firestone Tire & Rubber Co., nos E.U.A, os apresentaram. Caracterizados por arredondar as paredes laterais e com quase o dobro da largura da banda de rodagem, permitiram pressões de inflação tão baixas quanto 28 psi - cerca da metade de pneus anteriores. O uso desses pneus, no entanto, não se difundiu nos EUA até os anos 1930, quando o conceito foi popularizado pela General Tire Co.

1924 – Introdução de antioxidantes na produção de pneus

Ao apresentá-los, a busca era reduzir a degradação da borracha, causada pela exposição ao oxigênio, ozônio e radiação ultravioleta.

Herbert A. Winkelmann e Harold Gray, da B.F. Goodrich Rubber Co., e Sidney M. Cadwell, da U.S. Rubber Co., são considerados responsáveis pelo desenvolvimento independente dos primeiros antioxidantes comercialmente viáveis.

1925 – Introdução de pneus de baixa pressão para caminhões

Apresentado pela Michelin, na França, o conceito amortecia os impactos, tanto para os motoristas, como para a carga transportada, estendendo a vida do pneu para “níveis inauditos” -10,000+ milhas.

1926 – Roda de uma peça, de centro afundado

Adotada por fabricantes de automóveis para simplificar a troca do pneu, este modelo continua a ser o padrão usado para automóveis de passageiros e caminhões leves.

Final dos anos 1920 e início dos anos 1930 – Introdução de sistemas adesivos químicos na produção dos pneus.

Desenvolvidos por E.I. Du Pont e outros industriais da época, a introdução desses novos adesivos químicos permitiu o uso de fios sintéticos mais fortes, em substituição ao algodão grampeado, encontrado nos modelos de pneus anteriores. Antes disso, fios de algodão eram colados à borracha, por meio de uma mistura que combinava caseína e sangue animal, o que se mostrou ineficaz com *rayon* e outras fibras sintéticas.

1931 – Primeira borracha sintética amplamente utilizada (neoprene)

A descoberta de policloropreno (conhecido comercialmente como neoprene) é creditada a três indivíduos: Julius A. Nieuwland, padre católico na Universidade de Notre Dame, Wallace Carothers, da Du Pont e Arnold Collins, da Universidade de Columbia. O futuro usaria o neoprene, principalmente, para os produtos industriais de borracha.

1933 – Novas pesquisas sobre a borracha sintética

Apresentada pela General Tire Co. (USA), a pesquisa sobre a borracha sintética foi intensificada na Alemanha nesse período. Os compostos sintéticos Buna-S e Buna-N foram desenvolvidos pela primeira vez por I.G. Farben Cartel e forneceram mais bases para o SBR, desenvolvido mais tarde, durante a Segunda Guerra Mundial.

- Bu: representa o monômero de butadieno, composto sintético idêntico ao do isopreno, de borracha natural;
- Na: abreviatura para o catalisador de sódio;
- Buna-S: nomeado por seu componente de estireno;
- Buna-N: nomeado por seu componente de nitrilo.

ILUSTRAÇÃO 12 - ANÚNCIO SOBRE OS PNEUS SINTÉTICOS - USA, 1936



Fonte: Continental Pneus

O primeiro pneu de borracha sintética do mundo foi produzido no mesmo ano pela empresa australiana Semperit, em cooperação com o fabricante de produtos químicos Bayer A.G. Adiante, o primeiro pneu totalmente sintético seria produzido e desenvolvido nos EUA, em 1940, por B.F. Goodrich.

1935 – Introdução dos pneus para tratores agrícolas

Apresentados em 1935, por Firestone Tire & Rubber Co. e outros. Naquele período, teve início uma campanha nacional para “colocar a fazenda na borracha.”

1937 – Desenvolvimento da borracha sintética butílica

Robert M. Thomas e William J. Sparks, da Exxon Corp. foram os desenvolvedores. Mais tarde, o butil foi melhorado por Francis P. Baldwin, da mesma empresa, a partir do butil clorado, que combinava alta retenção de ar e maior compatibilidade com outros tipos de borracha. Isso permitiu o uso de clorobutilo em revestimentos interiores de pneus sem câmara de ar, enquanto a incompatibilidade de butil com outras borrachas limitou seu uso a tubos interiores.

1938 – Cabo de *Rayon* substitui o algodão nos pneus

A Goodyear e outros apresentaram o cabo de *rayon*, que provou ser particularmente adaptado às altas temperaturas de operação encontradas em pneus de borracha sintética e conquistou 75% do mercado até 1948, quando começou a enfrentar a concorrência do reforço de pneus de *nylon*. Mesmo assim, o *Rayon* ainda é amplamente utilizado.

1938 – Pneu de caminhão com telas diagonais de cabos de aço

Apresentado pela Michelin, foi a primeira ligação bem-sucedida de pneus de borracha com aço.

1940 – Primeiro pneu sintético em escala comercial

Introduzido por B.F. Goodrich, levava um copolímero que incluía butadieno, denominado “Ameripol”. No mesmo ano, as companhias Firestone e U.S. Rubber obtiveram licenças para dar início à produção, usando Buna S.

Os primeiros pneus sintéticos eram proibitivamente caros, mas serviram para convencer o governo dos E.U.A. sobre a praticidade de se desenvolver um sintético de uso geral que substituísse a borracha natural.

1941 – Introdução da borracha de estireno butadieno (SBR) na produção dos pneus

A interrupção do fornecimento de borracha natural pelos E.U.A. deu-se por ocasião da Segunda Guerra Mundial e motivou a introdução de SBR na produção de pneus.

Originalmente chamado GR-S (borracha-estireno do governo), e baseado no Buna S alemão, o SBR foi desenvolvido por uma equipe de confiança, patrocinada pelo governo federal, composta por representantes da ciência e da indústria.

1947 – Uso do fio de *Nylon* em pneus militares

Largamente usado durante a Segunda Guerra Mundial, o fio de *nylon* se expandiu para os pneus dos veículos civis em 1947, após o fim da guerra.

1947 – Pneus sem câmara introduzidos no mercado

Introduzidos nos EUA por B.F. Goodrich, os pneus sem câmara só chegariam ao mercado inglês em 1953, pela companhia Dunlop.

1948 – Polimerização de baixa temperatura do SBR

Aperfeiçoada em 1948, melhorou consideravelmente as capacidades de resistência dos pneus ao desgaste. Esta foi uma consequência da pesquisa anterior, iniciada por químicos da I.G. Farben, na Alemanha da década de 1930.

Finalmente, a pesquisa foi concluída nos EUA, após a Segunda Guerra Mundial, por uma força-tarefa sob a liderança de Carl S. Marvel, da Universidade de Illinois. O processo ampliou muito o uso de SBR, que o futuro consagraria como o composto mais utilizado de todos os tipos de borracha para a fabricação de pneus.

1949 – Introdução do pneu radial de cinto de aço

Foi a companhia Michelin que introduziu os pneus radiais com cinta de aço no mercado, sob o nome Michelin X.

Embora a construção radial tenha sido adotada rapidamente pelos fabricantes europeus, levaria mais de duas décadas antes que fosse amplamente aceita pelos fabricantes de pneus dos EUA.

A mesma Michelin ampliou o uso da construção radial, incluindo tamanhos de pneus para caminhão a partir de 1952, o que serviu para a) dobrar o tempo de desgaste da banda de rodagem que os pneus diagonais ofereciam; e b) melhorar a economia de combustível em 8-12 por cento.

ILUSTRAÇÃO 13 - ANÚNCIO PNEU MICHELIN X



Fonte: Continental Pneus

1953 – Introdução dos pneus radiais de passageiros com cintos têxteis (Pirelli, S.p.A.)

1954 – Introdução da borracha sintética de poli-isopreno

Revelada ao mercado por B.F. Goodrich e Firestone, representa o composto sintético mais parecido com a borracha natural.

Os créditos da pesquisa realizada são conferidos a Samuel E. Horne Jr. da B.F. Goodrich e Frederick W. Stavely, da Firestone, cujas respectivas equipes de pesquisa chegaram aos mesmos resultados básicos de forma independente. Vale lembrar, porém, que os seus trabalhos foram construídos sobre as realizações anteriores do alemão Karl Ziegler e do italiano Giulio Natta, vencedores do Prêmio Nobel de 1963 em química, pelo desenvolvimento de catalisadores que permitiram a produção de borracha por meios artificiais, “chave” que desbloqueou os segredos da borracha sintética.

1955 – Pirelli licencia equipamentos de construção de pneus radiais

No mesmo ano, os pneus radiais, que ofereciam maior tração das rodas motoras, são apresentados pela Pirelli, na Itália, como proposta para os tratores de fazenda. Um pneu similar seria introduzido no mercado norte-americano em 1973, por B.F. Goodrich.

1962 – Introdução do pneu radial sem câmara de ar e com cinto de aço para caminhões

No mesmo ano que marcou a disputa por inovações, a companhia Michelin apresenta ao mercado a roda de uma peça.

1963 – Introdução do uso de cabos de poliéster na produção dos pneus

Oferecido como substituto para o *nylon*, a Goodyear foi pioneira nesta tecnologia de ponta e largou à frente dos concorrentes.

1965 – Pneus com cintas diagonais e correias de fibra de vidro

A Armstrong Rubber Co. trouxe os pneus com cintas diagonais para carros de passeio, que se tornaram padrão da indústria dos E.U.A. Em escala, foi a companhia B.F. Goodrich quem produziu o primeiro pneu radial com cintas diagonais na América do Norte, no mesmo ano.

Os pneus de passeio ficaram mais cheios e largos nos anos seguintes, ao mesmo tempo em que as proporções de altura para largura diminuíram de 80% para 75% ou 70%. Na década de 1980, pneus de baixo perfil (alguns tão baixos quanto 35% de relação altura x largura) poderiam ser encontrados em carros de alto desempenho, refletindo uma tendência em pneus de corrida, que se seguiu nas linhas dos pneus de passeio.

ILUSTRAÇÃO 14 - ANÚNCIO ARMSTRONG PNEUS



Fonte: Continental Pneus

1966 – Os pneus com cintas diagonais dominaram o mercado de pneus para veículos de passeio.

1968 – O governo impõe padrões mínimos de segurança para os pneus de passeio.

1968 – Pirelli apresenta pneu radial de classificação H de velocidade.

1971 – Pirelli apresenta pneu radial de classificação V de velocidade.

1972 – Pneu de mobilidade total ou pneu que “roda vazio”.

Introduzido pela companhia Dunlop, na Inglaterra, o modelo de pneu de mobilidade total foi comercialmente disponibilizado sob o nome Denovo).

1974 – Pneu radial reforçado com Aramida

Após o desenvolvimento da fibra pela DuPont Corp., cuja pesquisa refletiu-se em dois anos, a Goodyear o exibiu para o mercado.

1975 – Governo dos EUA emite o documento sobre “Requisitos de Economia de Combustível Média Corporativa (CAFE)” para carros novos

No mesmo ano, os pneus radiais de passeio dominam o mercado norte-americano de OE (Equipamento Original), cinco anos após sua introdução pela Ford Motor Co. no Lincoln e Mark III.

1975 – Pneu LIM (Moldagem por injeção de líquido)

Apresentado pela Polyair da Áustria, desde então os pneus moldados não tiveram o uso generalizado em aplicações rodoviárias.

1976 – Introdução do pneu Radial All-Terrain T / A

A companhia B.F. Goodrich começa a comercialização para grupos específicos, em 1976, com a introdução dos pneus radiais chamados “*all terrain*”, ou seja, de aplicação para todos os terrenos.

No ano seguinte, a Goodyear introduz os pneus de passeio chamados “*all season*”, para todas as estações do ano.

ILUSTRAÇÃO 15 - ANÚNCIO PNEU RADIAL ALL-TERRAIN B.F. GOODRICH



Fonte: Continental Pneus

1978 – Pneu radial de perfil baixo, para caminhões

Naquele ano, a Michelin apresentou o modelo Pilot X, prometendo que haveria maior economia de combustível entre os caminhões, melhor dirigibilidade e capacidade de carga útil aumentada, sobretudo no caso de cargas sensíveis ao cubo.

1979 – Firestone apresenta o mini pneu de reposição, usando a construção diagonal

1979 – Introdução do pneu com vedação contra perfuração

Originalmente, foi a companhia Uniroyal, através do modelo Royal Seal, que o lançou. No ano seguinte, a Firestone apresentou um pneu similar, mas parou a produção dois anos mais tarde, devido à baixa demanda.

A General Tire apresentou seu Gen*Seal, pneu com vedação contra perfuração, em 1982. E mais tarde, expandiu o uso do conceito para sua linha de pneus de passeio Ameri*Way. Seus pneus com vedação contra perfuração continuam a ser oferecidos pelas marcas Uniroyal e General.

1981 – Pneus radiais de passeio dominam o mercado de reposição da América do Norte

Naquela época, o mercado europeu era predominantemente de pneus radiais há quase 20 anos, evidenciando o início tardio dos fabricantes de pneus dos EUA.

1982 – Primeiro pneu de banda de rodagem direcional de alto desempenho aceito como OE – Equipamento Original, desenvolvido em conjunto pela General Motors e Goodyear

1982 – B.F. Goodrich oferece o primeiro pneu radial de classificação V dos Estados Unidos (Comp T/A)

1982 – A fábrica de Akron, da General Tire, encerra as atividades, e assim se encerra a fabricação em grande escala dos pneus na “Cidade da Borracha.”

1983 – Início da produção de pneus radiais para aeronaves, pela Michelin.

1985 – Bridgestone anuncia o pneu radial RCOT

O nome significa “Teoria da Otimização do Contorno Rolante”, e traduz a ação dos projetistas, que procuram aproximar o perfil do pneu em movimento, durante a rotação.

1985 – Consolidação da indústria norte-americana de pneus

A consolidação desta indústria se inicia com a aquisição financiada da Uniroyal, pela firma de investimento de Nova York Clayton & Dubilier. No mesmo período, a B.F. Goodrich cessa a produção de pneus para caminhão radial, para fazenda e pneus OTR, e se concentra na substituição dos pneus de passeio - particularmente os radiais de alto desempenho.

1986 – Uniroyal e B.F. Goodrich se fundem para formar a Uniroyal Goodrich Tire Co.

No mesmo ano, a Goodyear rejeitou a hostil tentativa de aquisição pelo financista anglo-francês James Goodsmith.

Enquanto isso, em meados dos anos 80, a japonesa Sumitomo Rubber compra as operações da Dunlop nos Estados Unidos e na Europa.

1986 – A Goodyear estabelece seu pneu de alta *performance* para todas as estações (*all-season*, modelo Eagle GT + 4).

1987 – Pneus radiais dominam as encomendas de pneus para caminhões comerciais nos EUA.

1987 – Os pneus radiais dominam as encomendas para caminhões comerciais nos EUA

1987 – General Tire foi adquirida pela Continental A.G. da Alemanha

Após uma tentativa hostil de aquisição pela GenCorp, empresa-mãe do fabricante de pneus dos E.U.A., a alemã Continental A.G. adquire a General Tire Company.

Nesse mesmo ano, a General Tire, a Toyo Tire & Rubber Co. Ltd. e a Yokohama Rubber Co. Ltd. do Japão concordam com uma troca de tecnologia de três vias, que incluía a construção de uma fábrica conjunta de pneus nos E.U.A.

Ainda em 1987, as empresas General Tire, Toyo Tire & Rubber Co. Ltd. e Yokohama Rubber Co. Ltd. concordam com uma troca de tecnologia de três vias, que incluía a construção de uma fábrica conjunta de pneus nos E.U.A.

1988 – Bridgestone Corp. (Japão) compra a Firestone (E.U.A.)

As duas empresas fundem a operação e montam as bases em Nashville, Tennessee.

Nesse mesmo ano o grupo italiano Pirelli compra a Armstrong Tire Co., fundando a sua operação comercial nos E.U.A. e formando a Pirelli Armstrong Corp.

1989 – Grupo Michelin (França) anuncia planos para comprar Uniroyal Goodrich Tire Co.

Embora a intenção tenha sido anunciada em 1989, a transação é adiada por 11 meses, pois o Departamento de Justiça dos EUA decidiu fazer uma sondagem sobre as possíveis consequências do empreendimento.

Ainda durante o avanço de 1989, a companhia Mohawk Rubber Co. é adquirida pela japonesa Yokohama Rubber Co. Ltd.

1991 – Goodyear apresenta o pneu Aquatred

Esse modelo trazia um distinto sulco circunferencial central na banda de rodagem, criado para acelerar a remoção de água da superfície de contato.

1992 – Bridgestone/Firestone apresenta o pneu Blizzak para a neve, com tecnologia multicelular.

1994 – A Michelin estreia o pneu radial “verde”, usando sílica de alta dispersão, em vez de borracha reforçada com negro de fumo tradicional.

1996 – A Michelin desenvolve o PAX (originalmente PAV), sistema “*run-flat*”, com base no conceito de pneu verticalmente ancorado.

2000 – Assinada a Lei de Recuperação, Reconhecimento e Documentação do *Recall* de Transporte (TREAD)

A regulamentação exige, entre outras coisas, a revisão dos padrões federais previamente existentes para pneus e os sistemas obrigatórios do monitoramento de inflação em carros novos.

2000 – Grupo Pirelli coloca o seu primeiro sistema de produção MIRS (Sistema Robotizado Integrado Modular) em Milão, Itália.

2000 – Michelin apresenta o pneu largo para caminhões, modelo X One, como substituto para os pneus duplos em aplicações de longo curso.

2003 – Pirelli anuncia a conclusão da instalação piloto de CCM (sistema de mistura contínua de compostos)

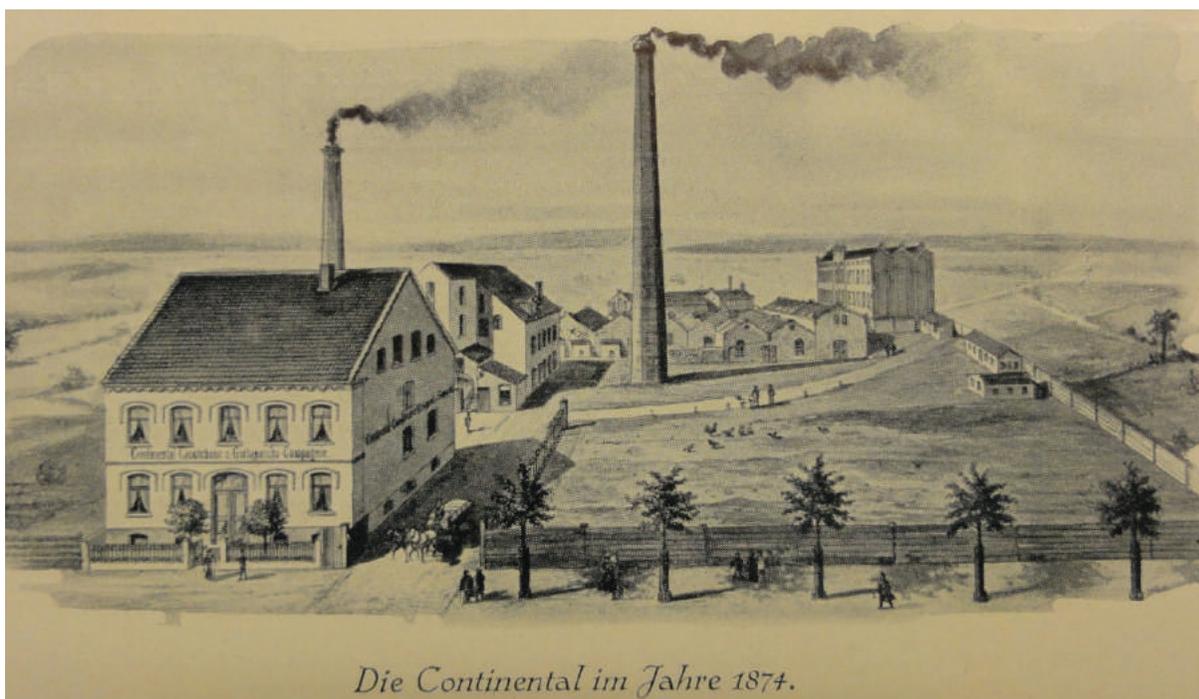
Esta instalação serviu como parte de sua fábrica automatizada de pneus em Milão, Itália, completando o objetivo da empresa, no sentido de automatizar todas as fases do processo produtivo.

3 LINHA DO TEMPO - HISTÓRIA DAS MARCAS CONTINENTAL

3.1 CONTINENTAL PNEUS

8 de Outubro, 1871 – A empresa Continental-Caoutchouc- und Gutta-Percha é criada em Hanover, como sociedade anônima. A produção da fábrica principal, na rua Vahrenwalder, se concentrava em itens de borracha macia, tecidos emborrachados, pneus sólidos para carruagens e bicicletas.

ILUSTRAÇÃO 16 - CONTINENTAL NO ANO DE 1874



Fonte: Continental Pneus

1882 – O cavalo rampante é adotado como marca registrada.

ILUSTRAÇÃO 17 - CAVALO RAMPANTE



Fonte: Continental Pneus

1892 – A Continental registra o pioneirismo, como primeira empresa alemã a produzir pneumáticos para bicicletas.

ILUSTRAÇÃO 18 - PRODUÇÃO DE PNEUS NO SÉC. XIX (USA)

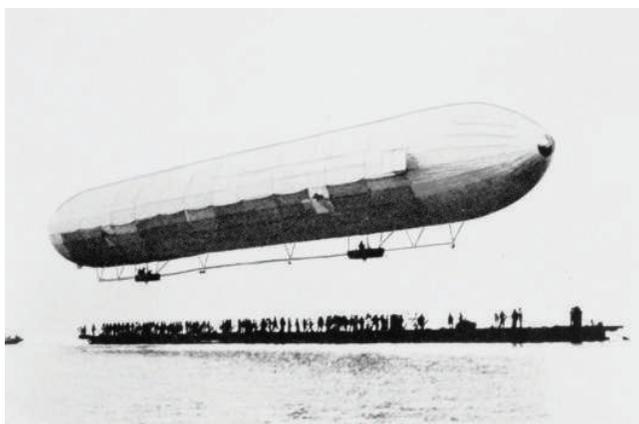


Fonte: Continental Pneus

1898 – A produção de pneumáticos para automóveis sem escultura de banda de rodagem começa em Hanover-Vahrenwald

1900 – Contribuindo com a histórica tecnologia do setor, o primeiro dirigível alemão LZ 1 (Luftschiff Zeppelin 1) usa material de balão da Continental para vedar as bolsas de gás.

ILUSTRAÇÃO 19 - O DIRIGÍVEL ALEMÃO LZ 1



Fonte: Continental Pneus

1901 – O primeiro carro produzido pela Daimler, chamado de Mercedes, conquista uma vitória sensacional, utilizando os pneumáticos Continental na corrida de carros Nice-Salon-Nice.

1904 – A Continental apresenta o primeiro pneu de automóvel do planeta cuja banda de rodagem é padronizada (com escultura de banda de rodagem).

1905 – A Continental produz pneus antiderrapantes rebitados, precursor dos pneus cravejados de aço

1907 – É publicada a primeira edição do “Atlas de Estradas Continental”, para motoristas e motociclistas.

1908 – A Continental inventa o aro destacável para *sedans*, inovação significativa que garantiu a economia de tempo e esforço na hora de trocar o pneu.

ILUSTRAÇÃO 20 - ARO DESTACÁVEL (1908)



Fonte: Continental Pneus

1909 – Exemplos de borracha sintética desenvolvida nos laboratórios Bayer são vulcanizadas com sucesso na Continental e processadas para produzir os primeiros pneus de teste.

Louis Blériot, o aviador pioneiro, faz história com o primeiro voo sobre o Canal da Mancha. O material para aviões da Continental faz história junto com ele, ao cobrir a fuselagem e as asas do seu avião.

ILUSTRAÇÃO 21 - MATERIAL CONTINENTAL NA FUSELAGEM DE AVIÕES

Fonte: Continental Pneu

1912 – A construção de um prédio administrativo projetado pelo arquiteto Peter Behrens começa na rua Vahrenwalder. Décadas depois, em 1986, esse prédio seria comprado pela Câmara Municipal de Hanover para abrigar um centro de tecnologia.

1914 – A sequência marcos históricos segue em aceleração. Vitória tripla para os Daimlers equipados com pneus Continental no Grande Prêmio francês.

ILUSTRAÇÃO 22 - VEÍCULOS DAIMLER EQUIPADOS COM PNEUS CONTINENTAL

Fonte: Continental Pneu

1921 – O 50º aniversário da empresa posiciona a Continental como a primeira empresa alemã a trazer o cordão de pneu para o mercado.

O tecido entrelaçado quadriculado e duro é então substituído por outro mais maleável, de cordão de fibra. Os primeiros pneus pneumáticos gigantes são feitos pela Continental e substituem os sólidos, usados até então nos veículos comerciais.

1926 – O negro de carbono é usado como filtro de reforço. A ação garantiu aos pneus maior resistência contra desgaste e envelhecimento, assim como a sua cor característica.

1928 a 1929 – Fusão com as principais empresas da indústria alemã de borracha, para formar a Continental Gummi-Werke AG. Incorporação das plantas em Hanover-Limmer e Korbach/Hesse.

1932 – A Continental comercializa uma liga de borracha-metal sob o nome registrado Continental Schwingmetall, estratégico para isolar as vibrações e o barulho, ao sustentar motores.

1935 a 1940 – Sucesso ininterrupto nas corridas de carros Mercedes e Auto-Union estão equipados com pneus de corrida Continental. Quatro vitórias consecutivas no Grande Prêmio da Alemanha, quatro sucessos na corrida norte-africana Tripoli, e três na Itália, com vários recordes de velocidade, ajudam os pilotos de corrida como Caracciola, Rosemeyer e Stuck, a conquistarem fama internacional.

ILUSTRAÇÃO 23 - GRANDE PRÊMIO DA ALEMANHA (1935-40)



Fonte: Continental Pneus

1936 – A borracha sintética é introduzida no processo de fabricação do pneu

1938 – A pedra de fundação é colocada para a planta de pneu em Stöcken, Hanover

1943 – Pedido de patente para pneus sem câmara é feito.

1943 – A Continental dá entrada no pedido de patente para pneus sem câmara.

1945 – Grandes estragos são causados por bombas nas instalações de Hanover-

Vahrenwald e Korbach. Em junho deste ano, o governo militar britânico concede permissão para as fábricas de Hanover retomarem a produção.

1951 – Início da produção de correia transportadora de cabo de aço.

1951 – Tem início a produção da correia transportadora de cabo de aço.

1952 – A Continental adiciona os novos pneus M+S para condições de inverno ao seu leque de pneus convencionais.

1951 a 1955 – Em colaboração intimista com a Daimler-Benz e a Porsche, a Continental repete os seus sucessos pré-guerra na pista de corrida. Correndo em carros equipados com pneus Continental, pilotos como Karl Kling, Stirling Moss e Juan Manuel Fangio ganham a Carrera Panamericana 1952 e os Grandes Prêmios francês, inglês, holandês e italiano.

1955 – No começo do ano, a Continental é a primeira empresa alemã a produzir pneus sem câmara, além de vanguardista, ainda em 1955, no desenvolvimento da suspensão pneumática para caminhões e ônibus.

1960 – Tem início a produção de pneus radiais em massa.

1961 – Finalização da planta em Dannenberg, Alemanha. A produção inicial consiste em componentes plásticos para a indústria automotiva.

1964 – Construção de nova planta de pneus em Sarreguemines, França. Enquanto isso, uma fábrica para produtos industriais é construída em Northeim, Alemanha.

1967 – Abertura da instalação para teste de pneus Contidrom, beirando a charneca de Lüneburg.

Em 1994 a 1995, a instalação mais que dobra de tamanho para permitir a construção das novas pistas, incluindo uma pista de manobras com 3,8 quilômetros para carros de alta *performance*.

Em 2001, é aberta outra pista de 3,7 quilômetros para avaliação de ruídos.

1971 – As maiores instalações de mangueira da Europa são abertas na planta de Korbach. Toda a produção do produto é transferida de Hanover para Korbach.

1972 – A Continental lança o pneu de inverno sem cravos ContiContact

1974 – Mais uma vez destacando-se por pioneirismo, a Continental é a primeira fabricante que abastece a indústria automotiva europeia com polainas de poliuretano moldadas por sopro via extrusão.

1976 – Em Northeim, é lançada uma das maiores linhas europeias de produção de correias transportadoras.

1978 – Aquisição da Techno-Chemie, em Frankfurt, um dos maiores acopladores de mangueira da Alemanha.

1979 – A incorporação das operações europeias de pneus da Uniroyal, Inc., EUA, amplia a base da Continental na Europa.

1983 – As hidromontagens Continental - elementos especiais de suporte usados em motores para amortecer vibrações e barulhos – passam a ser produzidos em massa para a indústria automotiva.

1985 – Incorporação das operações de pneus da empresa austríaca Semperit.

1987 – Aquisição da fabricante norte-americana de pneus General Tire, Inc. A empresa passaria a operar, a partir de 2001, sob o nome de Continental Tire North America, Inc.

1989 a 1990 – Em Lousado, um empreendimento conjunto é criado com a empresa portuguesa Mabor, para a produção de pneus. O ano de 1993 passaria ainda por uma incorporação total das atividades de pneu e de uma fábrica que produz banda têxtil.

1991 – As operações de produtos industriais são reorganizadas sob a cobertura da marca ContiTech. Com o seu pneu ContiEcoContact, a Continental se torna a primeira fabricante a lançar um pneu de passeio ecológico, momento em que o conceito de ações ecológicas industriais ainda nem tinham a repercussão que o século XXI ganharia.

1993 – A participação maioritária na empresa tcheca Barum, em Otrokovice, engloba uma planta focada na produção dos pneus para veículos de passeio e comercial, assim como uma organização de concessionárias, com cerca de 50 lojas.

A Continental entraria no século XXI operando com mais de 2000 varejistas de pneus

e franquias em 18 países europeus, incluindo várias organizações de varejo como a Vergölst. A Benecke-Kaliko AG é integrada à divisão ContiTech. Os principais produtos são couro e forro.

1995 – A divisão Sistemas Automotivos é estabelecida para intensificar e integrar o negócio de sistemas com a indústria automotiva.

1997 – A Continental apresenta o ISAD (Amortecedor Integrado de Partida e Alternador) pelo qual recebe o Prêmio de Inovação da Indústria Alemã. O ISAD é a tecnologia-chave que diminui o consumo de combustível, além de substituir o motor de arranque e o gerador com uma só unidade.

1998 – Aquisição da unidade de freio e *chassi* automotivo da empresa norte-americana, cujo núcleo é Alfred Teves GmbH, em Frankfurt. A Continental Teves e suas operações globais são integradas à divisão de Sistemas Automotivos.

1998 a 1999 – A Continental reforça sua posição como fabricante global de pneus, ao adicionar instalações na Argentina, México, África do Sul e Eslováquia. Novos passos rumo à internacionalização das operações da ContiTech são tomados no Brasil, Chile, México e Hungria.

2000 – Uma nova planta para a fabricação de pneus de passeio é aberta em Timisoara, Romênia.

A Continental e a Nisshinbo estabelecem um empreendimento conjunto (Continental Teves Corporation) na área de sistemas de freio e *chassis*, para atender aos mercados coreano e japonês.

2001 – Participações majoritárias são adquiridas em duas empresas japonesas que fabricam componentes para atuação de freio e freios de disco. Neste mesmo ano, a ContiTech adquire 51% de participação em uma empresa chinesa que fabrica ar-condicionado e linhas de mangueira de direção hidráulica.

A Continental reforça suas atividades dentro do crescente mercado de eletrônicos automotivos, ao adquirir a especialista em eletrônicos Temic, que é integrada à divisão de Sistemas Automotivos.

2002 – A Continental e a Bridgestone unem suas forças para desenvolver pneus *run-flat*, de esvaziamento limitado. O objetivo é criar um padrão mundial para sistemas *run-flat* instalados em aros convencionais.

No mesmo ano, inaugura-se a nova planta da ContiTech para a produção dos sistemas de transmissão de potência na Romênia e também uma fábrica na Turquia, criando uma divisão com capacidade de produção extra para sistemas de suspensão pneumática. Para intensificar as atividades de pneu com fabricantes de carro japoneses, a Continental e a Yokohama estabelecem um empreendimento conjunto 50/50.

2003 – A Continental reforça sua posição na região da ASEAN e Austrália, ao criar um empreendimento conjunto com o conglomerado Sime Darby Berhad, da Malásia. A empresa, operando sob o nome Continental Sime Tyre SDN. Bhd., tem duas plantas de pneus na Malásia.

A ContiTech cria um empreendimento conjunto para a produção, na Coreia, dos foles de suspensão pneumática.

2003 – Divulgação do ContiSportContact 2 Vmax, primeiro pneu de estrada aprovado para velocidades de até 360 km/h (224 mph).

2004 – A Continental expande sua base de produção na Romênia. Inaugura uma planta especializada em montagens para eletrônicos automotivos - com um centro de P&D no local - em Sibiu e estrutura ainda uma instalação para produzir linhas de ar-condicionado. O ano de inovações não pararia por aí. A Continental adquire uma fábrica japonesa, cuja operação fabril estava na China, especializada em sensores de direção.

2005 – É estabelecida uma cooperação entre as empresas Continental e ZF Friedrichshafen para um empreendimento conjunto na comercialização da tecnologia para veículos híbridos.

2006 – Começa a produção das pinças de freio na nova planta em Zvolen, Eslováquia, e de pneus para veículos comerciais, de passeio e caminhões leves, em Camaçari, no Brasil. A ContiTech adquire a fabricante dinamarquesa de correias de transmissão com instalações produtivas na Dinamarca, China, Coreia e Índia.

A Continental adquire o negócio de eletrônicos automotivos da empresa Motorola, Inc. A nova unidade é integrada à divisão de Sistemas Automotivos. Isso inclui as operações da Motorola nas áreas emergentes de controles, sensores, eletrônicos de interiores e telemática, com plantas na América do Norte, Japão, China, México, França, Reino Unido e Alemanha.

2007 – A Continental adquire uma participação majoritária na empresa da eslovaca Continental Matador Rubber s.r.o. e expande a sua posição nas divisões de Pneus e ContiTech, no centro e leste europeu. A Continental adquire a Siemens VDO Automotive AG e avança entre os cinco principais fornecedores da indústria automotiva de todo o mundo, aumentando

ao mesmo tempo sua posição nos mercados da Europa, América do Norte e Ásia.

2008 – Na planta de Nuremberg, começa a produção de baterias íon-lítio para uso em veículos híbridos. A Schaeffler KG se torna acionista majoritária da Continental AG, após a conclusão, no verão de 2008, da oferta pública de aquisição.

2009 – Uma nova sede asiática e um centro de pesquisa e desenvolvimento são abertos em Xangai. O centro representa outro grande marco para o crescimento da empresa na China e na Ásia.

2010 – É lançado o novo pneu de verão de alta *performance* ContiSportContact™ 5P, especialmente projetado para carros esportivos e veículos tunados.

2011 – Para marcar o aniversário da companhia, em 8 de outubro, várias celebrações individuais aconteceram em muitas das 190 Continental ao redor do mundo. No *lobby* da sede em Hanover, foram exibidos itens com os 140 anos de história da empresa.

- Na IAA 2011, grandes tendências automotivas como segurança, meio ambiente, informação, carros acessíveis e mobilidade eletrônica foram apresentados sob o lema “*Driving Future Mobility*” (Conduzindo a Mobilidade do Futuro). Algumas inovações foram objetos do encontro: assistência ao motor, novos sistemas de freio, conceitos de redes e operacionais, tecnologias de transmissão, sensores, materiais interiores e pneus.

2012 – O empreendimento conjunto Continental *E-motion*, entre a Continental AG e a SK Innovation, de Seul, Coreia do Sul, desenvolve e fornece tecnologia de ponta no campo de baterias para a indústria automotiva.

- Na tomada das operações automotivas da linha de ar-condicionado da Parker Hannifin Corporation, com sede em Collierville, Tennessee, EUA, a ContiTech impulsionou seus negócios em linhas de mangueira para a indústria automotiva;
- A nova unidade “AIBA” em Contidrom permite testes sem motoristas em asfaltos molhados e secos, independentemente do tempo. Em operação plena, cerca de 100 mil operações de frenagem podem ser realizadas em um pavilhão com 300 metros de comprimento.

2013 – A marca Continental é modificada para melhor atender às estratégias futuras de negócios e aos desafios do mercado. Isso envolve uma reformulação do caráter da marca, definição e fino ajuste do posicionamento da marca e um *design* novo, moderno, deriva desta

necessidade.

O slogan abaixo do logo “*The Future in Motion*”, oferece a nova ideia central, suporta o posicionamento da Continental e reflete a essência da personalidade da marca.

- A nova presença de mercado foi introduzida no dia 15 de maio de 2013, na Reunião Anual dos Acionistas.

2015 – Lançamento mundial do SportContact 6.

2016 – Lançamento mundial do PremiumContact 6. Enquanto isso, no Brasil, são lançadas as linhas VanContact AP e VanContact 100.

3.2 BARUM

1924 – A fabricante de sapatos Bata produz solas de borracha na Tchecoslováquia.

1932 – Os altos custos do transporte ferroviário motivam a empresa a montar uma frota própria de veículos para transportar bens pela estrada.

1934 – Para contrabalancear os altos custos envolvidos na importação de pneus para a sua frota de veículos, a empresa decide produzi-los por conta própria e com isso, a Bata investe extensivamente no setor de pneus.

1945 – Fusão das três maiores produtoras de borracha na Tchecoslováquia; Bata, em Zlína e Rubena, em Náchod and Mitas. Nasce a empresa Barum.

1966 – Construção da atual fábrica em Otrokovice.

1967 – O primeiro pneu radial é produzido na fábrica de Zlín.

1972 – A produção de pneus, antes sediada em Zlín, é iniciada em Otrokovice.

1990 – A razão social “Barum Otrokovice” é registrada.

1992 – Um acordo de empreendimento conjunto é assinado com a Continental AG.

1993 – No primeiro dia do mês de março, é formado o Barum Continental s.r.o. Group of Companies, como resultado desse acordo, tornando a Barum parte do Continental Group.

2017 – É implementado um abrangente programa de investimentos, com o objetivo de modernizar a planta Barum, em Otrokovice. Como benefício, tornou-se em uma das mais modernas fábricas de pneu da Europa.

ILUSTRAÇÃO 24 - FÁBRICA DA BARUM-CONTINENTAL (OTROKOVICE)



Fonte: Continental Pneus

3.3 GENERAL TIRE

A General Tire and Rubber Company foi criada no dia 29 de setembro de 1915 por William F. O’Neil e seu sócio, Winfred E. Fouse. A General Tire foi consequência da empresa Western Tire & Rubber. Os sócios estavam convencidos de que, com um produto de qualidade, haveria lugar para eles ao lado dos grandes times da área de produção de pneus.

Mais de 300 empresas fabricavam pneus quando a General Tire entrou no ramo. A “W.O.” decidiu passar o mercado de equipamentos original e produziu um pneu de reposição *premium*, o enorme General Jumbo, um pneu pneumático de caminhão único na indústria, que custa e vale mais do que aqueles usados na competição.

Ao estabelecer um time nacional de revendedores independentes muito leais, agressivos e competentes, a General Tire correspondeu ao desafio de se tornar a inquestionável produtora de pneus *premium* no segmento.

Década de 1920 – Em meados de 1920, os engenheiros da General Tire inventaram o pneu de baixa pressão chamado *General Balloon Jumbos*. O produto exigia apenas 5 kg de pressão de ar, e revolucionou todos os conceitos de produção de pneu. Foi o primeiro de muitos pneus que também seriam pioneiros - o *Dual Balloon* à prova de explosão, o Dual 8 e o Dual 10, o *Squeegee*, o Dual 90 - que, ao longo dos anos, ampliariam a posição da empresa como a produtora *premium* de pneus da indústria.

Dois desenvolvimentos significativos se creditam aos engenheiros da General Tire:

- **1928** – a criação de abas de borracha para pneus de caminhão;
- **1931** – a criação de uma linha completa de pneus balão de baixa pressão para caminhão;

Tais fatos posicionaram firmemente a empresa como grande fabricante de pneus de caminhão.

Década de 1930 – Um importante incentivo para o crescente negócio de pneus de caminhão da empresa aconteceu em 1934, quando um acordo incluiu a General Tire na lista de empresas produtoras de equipamentos originais aprovados da *International Harvester*. E em 1937, a General Tire estava na lista de equipamentos originais de todas as principais fabricantes de caminhão, proporcionando aos seus revendedores o ingresso nas vendas de substituição e reacoplamento.

1930 – Em seu 15º ano, a empresa adicionou uma página internacional em seu livro razão, incorporando uma subsidiária integral no México, a General Tire & Rubber Company, S.A., do México. Surgiu a filosofia diferenciada de seus negócios internacionais – investimento minoritário e taxas de gerenciamento baseadas nas vendas.

1931 – A aquisição participativa de 50% em uma operação que industrializa a produção de tecido de pneu em Aldora Mills, na Georgia, EUA, e a compra da titularidade plena, em 1973, sinalizou a expansão do investimento doméstico de pneus, exigido após uma quase inacreditável escalada nos registros de veículos por todo o país.

1933 – A General Tire adquire uma participação minoritária na reorganizada CIA Hulera “ El Popo” S.A., Cidade do México, com uma taxa de administração para operar a empresa e os pneus conhecidos por “General Popo”. A empresa desenvolveria outras relações internacionais ao longo dos anos, enquanto opera uma instalação de fabricação de pneus em Barrie, Ontário, no Canadá.

Década de 1940 – Em meados de 1940, o governo dos EUA enfrenta uma falta crítica de pneus, relacionada à 2ª guerra mundial. Eram necessárias mais plantas e outras empresas, como a General Tire, concordaram em ajudar. A empresa escolheu um local em Waco, no Texas, para a segunda instalação nos EUA. A produção de pneus começou em novembro de 1944. A fábrica mais moderna da indústria ficou obsoleta e a produção de pneus foi eliminada em 1986.

Década de 1950 – Em 1955, ocorre a entrada da General Tire na divisão do mercado de equipamentos originais para carros de passeio, primeiro como fornecedora da General Motors e depois para outra grande produtora de carro, o que trouxe uma urgente necessidade de expandir para plantas mais modernas e eficientes.

Década de 1960 – A General Tire coloca a terceira planta doméstica em produção no ano de 1960, em Mayfield, Kentucky, e adiciona, em 1967, sua quarta planta, uma instalação enorme de pneus em Bryan, Ohio, assim como uma instalação para pneus de automóveis e caminhões em Charlotte, Carolina do Norte. A sexta planta, equipada para a produção completa de pneus radiais, entra em operação em 1973 em Mt. Vernon, Illinois. E para garantia de qualidade, a maior pista de teste de pneu do mundo funcionava em Uvalde, Texas, desde 1959.

De muitas maneiras importantes, a ciência da General Tire ampliou os produtos de última geração na indústria da borracha. A empresa solucionou um problema de 40 anos da indústria, com a descoberta do princípio *masterbatch* de mistura de látex negro de carbono, em 1943, e a invenção de borracha estendida por óleo, em 1949 - uma borracha sintética de dez batidas, que foi patenteada em 1960.

O adesivo *Gen-Tac* foi a resposta para o cordão de pneu, além de receberem prêmios com patentes para o tecido de pneu *Nygen*, máquinas de construir pneus radiais e um método (e máquina) para melhorar as características de desempenho de pneus pneumáticos. Junto com o seu crescimento nos negócios de pneu, a General Tire também ramifica para áreas além dos pneus, incluindo aeronáutico e defesa, entretenimento e radiodifusão, produtos químicos/plásticos e produtos industriais.

1984 – A companhia GenCorp nasceu no dia 29 de março, quando os acionistas da The General Tire & Rubber Company aprovaram a proposta da empresa de mudar o nome e o estabelecimento da GenCorp Inc. como empresa controladora que supervisiona seu investimento e, em particular, as operações de seus quatro principais negócios que, de acordo com o plano, seriam subsidiárias incorporadas separadamente da GenCorp.

- Todas as subsidiárias são constituídas como sociedades anônimas em dezembro de 1984;
- DiversiTech General, Inc. une os produtos industriais da empresa, produtos químicos e plásticos;

- a RKO General é reestruturada para continuar a direcionar as atividades de radiodifusão, enquanto as atividades que não tinham a ver com transmissão - RKO Pictures, RKO Bottlers, RKO Hotels e ações na Frontier Airlines - são posicionadas sob a tutela da recém-formada subsidiária RKO.

A subsidiária Aerojet General continua a ser o braço de aeronáutica e defesa da GenCorp, com grandes envolvimento em três áreas de alta tecnologia - propulsão de foguete, eletrônica e artilharia. E a General Tire, Inc. é estabelecida como subsidiária separada, para englobar as operações mundiais de pneus.

1987 – Em 19 de março, uma tentativa de tomada agressiva é montada contra a GenCorp pela General Acquisition, Inc., afiliada da Wagener & Brown e da fabricante de produtos de vidro AFG Industries. A diretoria da GenCorp recomendou aos acionistas a rejeitarem a oferta da General Acquisition. Para afastar os especuladores, a GenCorp lança um enorme programa de reestruturação no dia 6 de abril, que incluiu a venda da General Tire. A jogada foi parte de um programa projetado para maximizar o crescimento potencial dos principais negócios da GenCorp, a Aerojet e a DiversiTech. A GenCorp também dá continuidade a um plano anterior de vender os ativos de radiodifusão da RKO e anuncia a decisão de vender as operações de engarrafamento da RKO.

ILUSTRAÇÃO 25 - REVISTA TIRE BUSINESS ANUNCIANDO A VENDA DA GENERAL TIRE (1987)



Fonte: Continental Pneus

No dia 23 de abril daquele ano, a Continental AG de Hanover mostra interesse na General Tire e começa a visitar as instalações da empresa. No dia 29 de junho, a GenCorp e a Continental assinam um acordo para a venda da General Tire. A Continental comprou a General Tire, incluindo as operações nacionais e internacionais vinculadas, por US\$ 628 milhões em dinheiro para a GenCorp. A venda foi finalizada no dia 30 de outubro de 1987.

3.4 EUZKADI

Registra-se a importação das tecnologias europeia e americana de pneus para o México, e surgimento de uma indústria mexicana de pneus (marcas: EUZKADI, General Popo, Firestone, Goodyear OXO, etc.).

1929 – Don Ángel Urzaiza cria a “Compañía Manufacturera de Artefactos de Hule EUZKADI, S.A.” e a EUZKADI rapidamente estabelece um nome no setor de pneus.

1931 – Sedes corporativas são abertas na Cidade do México: “Planta 1”.

Condições severas de importação e regulamentos técnicos levam a empresa a assinar um acordo para regular a produção mexicana de pneus. Tal acordo estipula que os pneus podem ser fabricados apenas com materiais específicos e de acordo com especificações supervisionadas pela BF Goodrich. A EUZKADI adquire máquinas e começa a produção de pneus.

1933 – Os primeiros pneus produzidos no México são fabricados sob os tamanhos 4-75-19.

1936 – A empresa se funde a outras e muda o nome para “Manufacturera de Productos de Hule EUZKADI”. A essa altura, controla 65% da empresa e a B.F. Goodrich, 35% e decide-se renomeá-la para “Compañía Hulera EUZKADI, S.A”.

A alta qualidade da EUZKADI a torna a líder do mercado mexicano.

1952 – Introdução da SELLOMATICA, o primeiro pneu sem câmara, que mais tarde se tornaria SOLOMOTICA e abriria o caminho para um grande sucesso.

1953 – Abertura da “Planta 2”, no Estado do México, para a produção de pisos vinílicos.

1954 – Abertura da “Planta 3”, na mesma localização, para produção de pneus de bicicleta e produtos industriais de borracha, como correias transportadoras, mangueiras, etc.

1970 – O primeiro pneu radial é fabricado e a EUZKADI é celebrada como a “primeira empresa de pneu radial”.

1971 – Com a construção de “Planta 4” em El Salto (Jalisco), a empresa se classifica a maior e mais importante fábrica de pneus do México.

1985 – Com uma mão de obra de 4.000 funcionários, a EUZKADI fez seu nome como fabricante de pneus tecnicamente sofisticados. A gama de produtos se divide em radiais para caminhões, 50 linhas com desenho esportivo e outros pneus de caminhão nas áreas industrial, agrícola, transporte e OTR. A EUZKADI visa estabelecer uma grande rede de vendas com revendedores que cobrissem todo o mercado mexicano.

1991 – O GRUPO CARSO (industrial/comunicações/negócios financeiros) assume a “Compañia Hulera EUZKADI, S.A.” e a absorve na corporação.

A EUZKADI busca a CONTINENTAL AG para apoio em pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e processos de produção.

1998 – A Continental AG assume a EUZKADI, para garantir, com o seu suporte tecnológico e financeiro, o crescimento dessa que acabara de ser incorporada.

3.5 SEMPERIT

A marca Semperit é secular. Compilamos um breve resumo dos seus marcos, desde a primeira fábrica de bens de borracha aos mais novos pneus de alta *performance*.

1850 – A produção começa em Wimpassing, na Áustria, com a primeira fábrica de bens de borracha do continente europeu.

1896 – A fábrica de bens de borracha Miskolczy & Co. OHG é criada em Traiskirchen, Áustria.

1900 – Começa a produção de pneus para automóveis.

1906 – O nome SEMPERIT é criado, originado do latim - *semper it*: “sempre funciona”.

1936 – A Semperit produz o ‘GOLIATH’ o seu primeiro pneu de inverno.

1956 – Começa a produção de pneus sem câmara e do pneu com as bordas brancas, que se tornou extremamente popular e marcou época.

1963 – O recém-lançado pneu cravado (M+S 181) é um sucesso instantâneo.

1966 – Desenvolvimento do pneu radial, que entraria em produção em 1967.

1985 – Integração com o Continental Group, fundindo o conhecimento dos dois maiores fabricantes de pneu europeu.

1988 – O primeiro pneu direcionalmente orientado M+S-H, o DIRECTION-GRIP M728, estabelece novo padrão.

1989 – O TOP-GRIP SLG M729 complementa o Direction-Grip e se torna o mais vendido do segmento pneu de inverno.

1995 – O novo DIRECTION-GRIP M828 imediatamente alcança o melhor resultado em testes.

1999 – O TOP-LIFE 2 M801, novo pneu de verão T-rated, é lançado.

2000 – O T-rated SPORT-LIFE M811, pneu de verão com alta *performance* de desempenho, é acrescentado à gama de produtos.

2001 – Lançamento do DIRECTION-SPORT, um interessante pneu de alta *performance*.

2001 – Lançamento do pneu de inverno dedicado SPORT-GRIP.

2002 – Lançamento do SPEED-COMFORT, pneu para carros de categoria médio superior - “Incrivelmente silencioso”.

2002 – Lançamento do WINTER-GRIP, pneu de inverno para carros compactos.

2008 – Lançamento do SPEED-LIFE, pneu de alta *performance* para carros de categoria médio superior e executivos

3.6 VIKING

1931 – A empresa Viking Askim A/S começa a produzir produtos de borracha, incluindo sapatos e pneus, em Askim, Noruega, a terra dos Vikings.

1970 – Com mais de 50% do mercado, a Viking é a líder de mercado na Noruega. Quase todo norueguês conhece e confia nos pneus da marca.

1970 – Torna-se uma marca internacionalmente reconhecida e fornece pneus de equipamentos originais para a VW, Opel, Ford e Volvo, comprovando de forma impressionante a qualidade dos produtos Viking.

Década de 1970 – A empresa se concentra nas competências principais, otimiza a sua gama de produtos e foca nos pneus de verão e inverno para carros.

1983 – Após o sucesso “em casa”, a Viking invade os mercados da Alemanha, Holanda, Áustria, Itália, Suíça e dos EUA.

Década de 1990 – A Continental AG adquire uma participação de 49% da Nivis AB, que detém as marcas de pneu Viking e Gislaved. Dois anos depois, ambas estão totalmente integradas e permanecem como importantes elementos para a estratégia multimarca de sucesso da Continental.

2008 – Agora firmemente estabelecida na Continental Corporation, a Viking expande a sua posição de mercado como fabricante de pneus de qualidade de verão e inverno, para carros e veículos de usos múltiplos. Cerca de um milhão de pneus Viking são vendidos anualmente pelo mundo.

ILUSTRAÇÃO 26 - LOGO MARCA VIKING, ASSOCIADO À CONTINENTAL



Fonte: Continental Pneus

4 CONCEITOS BÁSICOS

4.1 TIPOS DE VEÍCULOS DE PASSEIO

Os veículos rodoviários e seus reboques são classificados formalmente de acordo com a norma ABNT NBR 13776:2006, portaria 096/2015 do DENATRAN, SAE J1100_200911 e anexo I do Código Brasileiro de Trânsito, este último utilizado como referência.

Com o objetivo de deixar este material simples, prático e interessante, utilizaremos as classificações comerciais, com as quais o mercado e os profissionais estão mais familiarizados.

Automóveis

São os veículos comuns de passeio, que não demandam habilitação especial. A lei não permite o seu uso para transportes coletivos e limita a capacidade em até oito pessoas, além do condutor. Possuem aplicações e carrocerias diversas:

Veículos de passageiros: Veículo destinado ao transporte de pessoas e suas bagagens. Considera os carros de quatro rodas e suas mais diversas carrocerias: *sedans*, *hatchbacks*, *station wagons* (camionetas), *coupés*, conversíveis, *crossovers*, etc.

Os *crossovers* costumam ser confundidos com os SUVs, porém apresentam diferenças em sua construção: os *crossovers* são construídos nas mesmas plataformas de automóveis (monoblocos, mais leves e confortáveis) e não possuem *chassi* rígido. São focados para o uso *on road* e não são projetados para o trabalho. Muitos deles não possuem tração nas quatro rodas e não possuem grande capacidade de carga. Características:

- Construídos em monobloco (*unibody*);
- Nascem de projetos próprios ou de veículos menores;
- Tração dianteira e raramente tração 4x4 (sob demanda) sem caixas com reduzida;
- Capacidade de carga moderada;
- Mais dinâmicos e confortáveis na estrada.

Furgões: veículo de carga formado por carroceria única, composto por compartimento de carga separado do habitáculo dos ocupantes por um painel divisório, sendo o acesso ao compartimento de carga feito por porta lateral ou traseira. Possuem PBT muito inferior ao das *Vans*.

Utilitários: veículo misto caracterizado pela versatilidade do seu uso, inclusive fora de estrada. A categoria inclui os *Jipes* e veículos utilitários dotados de:

- Caixa de mudança múltipla e redutor;
- Tração nas quatro rodas;
- Guincho ou local apropriado para recebê-lo;
- Altura livre do solo mínima sob os eixos dianteiro e traseiro de 180 mm.

Light Trucks

Light Trucks (caminhões leves) são uma denominação utilizada nos Estados Unidos para veículos com PBT (peso bruto total) igual ou inferior a 3.855,5kg. Na Europa, a denominação utilizada para veículos similares é *light commercial vehicles* (veículos comerciais leves).

A rigor, *vans*, caminhonetes e SUVs (*sport utility vehicles*) são *light trucks*.

Para esses tipos de veículo, as normas vigentes estabelecem limites claros para cargas máximas (por eixo, líquida e bruta) e de reboque.

Vans: são veículos comerciais leves para transporte coletivo de pessoas ou produtos. Costumam ser classificadas comercialmente (não trata-se de uma classificação normatizada) de acordo com o peso bruto total (PBT).

A palavra *Van* deriva da palavra inglesa *caravan*, que originalmente *designava* as carruagens cobertas de tecido. Exemplos nacionais:

Vans Médias: PBT 2t < PBT < 3,5t

Exemplos: FIAT Ducato, Renault Master, Ford Transit.

Vans Grandes: PBT 3,5t < PBT < 5t

Exemplos: Mercedes Benz Sprinter, Iveco Daily.

SUVs: são veículos originados de caminhonetes (longarinas ou *frame*), portanto possuem grande capacidade de carga e reboque. Características:

- Uso de *chassi* (*body-on-frame*);

- Geralmente originado de camionetes ou veículos militares;
- Tração traseira e comumente com tração 4x4 acopladas em caixas com reduzidas;
- Grande capacidade de reboque e carga;
- Não tão dinâmicos e mais rígidos.

Caminhonetes (*pick-ups*): São veículos destinados ao transporte de carga com peso bruto total de até 3.500 kg, de acordo com o CTB. São caracterizados por uma cabine fechada, acoplada a um compartimento de carga aberto, com laterais baixas, e porta traseira.

4.2 TIPOS DE VEÍCULOS DE CARGA

Veículo de grande porte: chamados de veículos comerciais, são automotores destinados ao transporte de carga com peso bruto total máximo superior a 10t e de passageiros, superior a vinte passageiros.

Caminhão: veículo destinado ao transporte de carga, podendo transportar dois passageiros, exclusive o condutor. Possuem comprimento máximo de 14m e PBT de até 25,5t.

Geralmente os caminhões são chamados de sobre *chassis*, pois carregam seus implementos sobre seus *chassis*.

Caminhão Trator: veículo automotor destinado a tracionar ou arrastar outro. São os chamados cavalos-mecânicos.

Reboque: veículo destinado a ser engatado atrás de um veículo automotor.

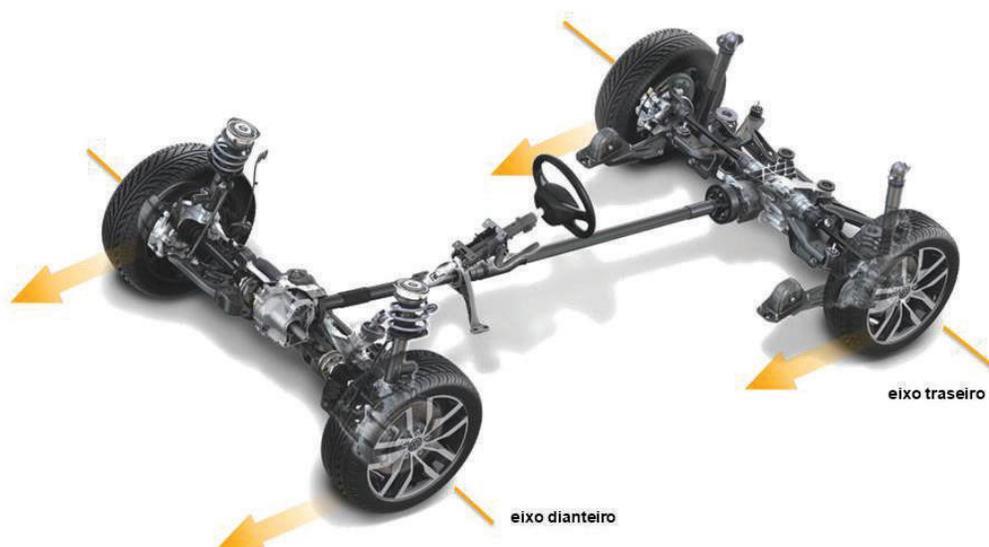
Semirreboque: veículo de um ou mais eixos que se apoia na sua unidade tratora ou à ela se conecta por meio de articulação.

Chamaremos os reboques e semirreboques pela denominação geral de *trailers*.

4.3 COMPONENTES

Eixo: Tecnicamente é a interface entre a roda e o *chassi* de um veículo.

ILUSTRAÇÃO 27 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE UM VEÍCULO 4X2



Fonte: Continental Pneus

Eixos de Tração: são eixos capazes de transmitir o movimento e a força gerada pelo motor às rodas, dando movimento ao veículo.

O número de eixos de tração montados em um veículo, seja ele passeio ou carga, é também utilizado para classificá-los, como segue:

Veículos 4x2: caminhões ou carros que possuem quatro pontas de eixos (dois eixos), sendo que somente duas pontas de eixo (ou um eixo) está conectada à transmissão do veículo para gerar tração;

Veículos 6x4: caminhões que possuem seis pontas de eixos (três eixos), sendo que somente quatro pontas de eixo (ou dois eixos) estão conectadas à transmissão do veículo para gerar tração;

Veículos 8x8: Caminhões de quatro eixos, todos eles trativos.

Note que a classificação não permite dizer qual dos eixos do veículo é o trativo.

4.4 PESOS

Peso Bruto Total (PBT): peso máximo que o veículo transmite ao pavimento, constituído da soma entre a tara e a lotação.

Peso Bruto Total Combinado (PBTC): peso máximo transmitido ao pavimento pela combinação entre um caminhão-trator e o seu semirreboque, ou entre o caminhão e o seu reboque (s).

Lotação: carga útil máxima, incluindo o condutor e os passageiros, expressa em quilogramas para os veículos de carga, ou número de pessoas para os veículos de passageiros.

Tara: peso próprio do veículo, acrescido dos pesos da carroceria e do equipamento, do combustível, das ferramentas e acessórios, da roda sobressalente, do extintor de incêndio e do fluido de arrefecimento, expresso em quilogramas. Em veículos de passeio, a tara costuma ser chamada de **peso em ordem de marcha**.

Capacidade Máxima de Tração (CMT): máximo peso que a unidade de tração é capaz de tracionar, indicado pelo fabricante, baseado em condições sobre as limitações de geração e multiplicação de momento de força e resistência dos elementos que compõem a transmissão.

Peso a Seco: peso aferido sem os fluídos necessários para o funcionamento. Portanto, será medido sem lubrificantes, líquido do sistema de refrigeração e combustível no tanque. Geralmente este peso é importante para transporte marítimo de veículos, que devem estar sem fluídos para serem transportados.

5 FUNÇÕES DOS PNEUS

Entender as funções principais é importante para escolher o pneu ideal para cada veículo e aplicação. São quatro principais funções:

Suportar a carga do veículo

- A carga é suportada pelo ar comprimido dentro da câmara hermética formada entre o pneu e a roda;
- Quanto mais alta é a pressão, mais carga é suportada;
- Câmaras de volumes maiores suportam maiores cargas, por conterem mais ar comprimido;

Prover conforto aos passageiros

- Esta foi a função que originou o desenvolvimento dos pneus;
- O pneu deve absorver impactos e imperfeições através da deformação e depois voltar à sua forma original, evitando movimentos desnecessários;

- A capacidade de absorção de choque deve ser entendida como uma característica que possui limitações, haja vista ser impossível criar um pneu resistente a todo o tipo de choque e impacto.

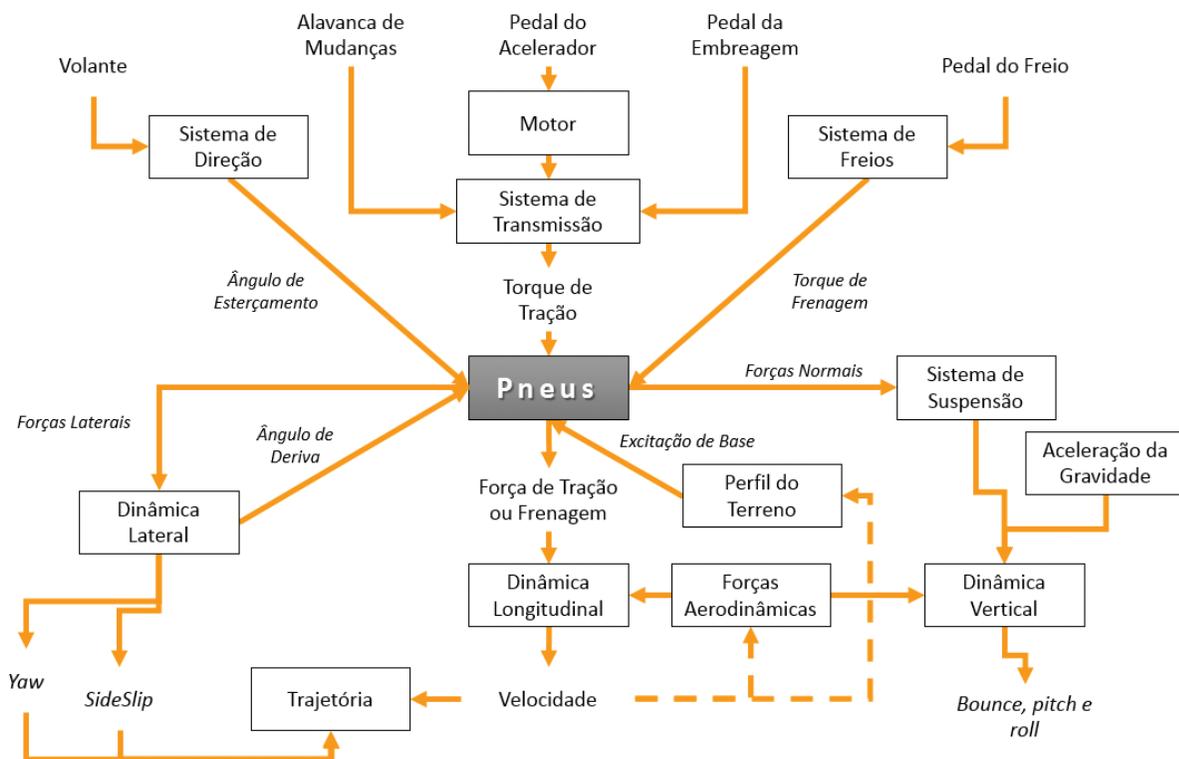
Transmitir as forças de tração e frenagem para a superfície da via

- Através do *footprint* (área de contato do pneu com o pavimento), que se conforma às irregularidades da via, proporcionando alta aderência.

Modificar e manter a trajetória do veículo

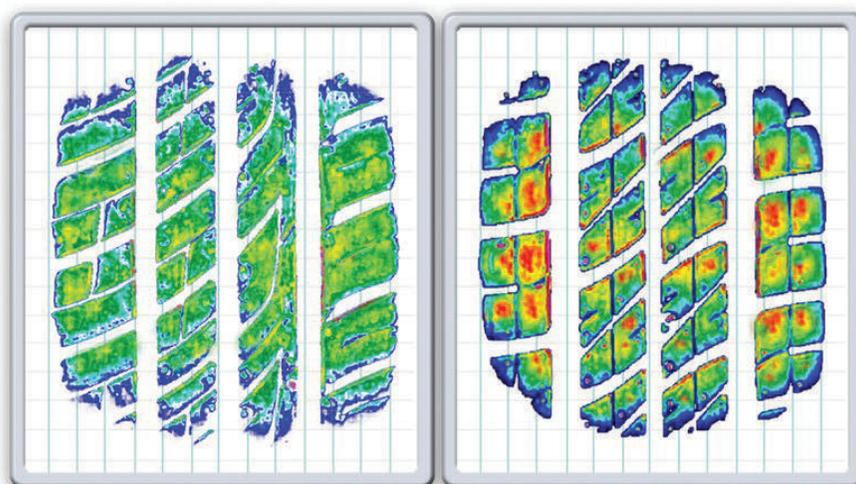
- Também através do *footprint*, o pneu deve apresentar aderência suficiente para manter a estabilidade direcional e transmitir as forças de tração em resposta aos *inputs* da direção.

ILUSTRAÇÃO 28 - ACOPLAMENTO DE PNEU À DINÂMICA DO VEÍCULO. ADAPTADO DE (SPINOLA, 2003)



Fonte: Continental Pneus

ILUSTRAÇÃO 29 - EXEMPLOS DE *FOOTPRINTS* (PEGADAS), MOSTRANDO A DISTRIBUIÇÃO DE TENSÕES



Fonte: Continental Pneus

6 CONCEPÇÃO DO PNEU MODERNO

Adaptado de (Specialty Equipment Market Association, 2016)

Ciente da necessidade de acompanhar a evolução natural dos mercados, a indústria mundial de pneus continua em constante movimento. Da influência das vendas pela *internet* à integração de novos materiais e processos de fabricação, e cruzando inevitavelmente pela entrada dos pneus asiáticos, vivenciamos um cenário de mais incertezas que definições claras do que seria o pneu do futuro.

Os pneus asiáticos têm remodelado o mercado mundial de pneus. Embora alguns fabricantes e importadores tenham recuado ou reduzido seus planos de venda de pneus chamados “baixo custo”, a demanda da população de baixa renda faz com que se tornem uma parte importante do mercado interno.

De uma maneira ainda mais forte, as vendas pela *Internet* têm revolucionado a indústria de pneus. Algumas estimativas apontam volumoso crescimento desse canal para o futuro. Para os especialistas, o que ainda garantirá a sobrevivência de lojas e revendas é o fato de ainda não termos a habilidade de trocar os pneus online. Caso contrário, teriam de seguir o mesmo caminho das livrarias e lojas de CD’s...

A maioria das empresas fabricantes de pneus já percebeu isso, e está usando todas as ferramentas de mídias sociais para aprimorar o *marketing* e atrair esse novo perfil de cliente. Por outro lado, existem empresas investindo nos chamados “instaladores móveis”, serviço através do qual compra-se o pneu online, agenda-se a montagem e o alinhamento dos pneus novos sem sair de casa.

A fabricação de pneus também tem sofrido mudanças evolutivas. Em pneus de passeio, vemos o aumento na oferta de modelos projetados para o rápido crescimento do mercado de veículos *crossover*; já na linha pesada, a tendência é pneu de caminhão leve com capacidades *off-road* que melhoram o comportamento na estrada. Além disso, muitos fabricantes mundiais continuam trabalhando em novos suprimentos sustentáveis de borracha natural, como os esforços da Cooper Tire & Rubber Co. para desenvolver borracha de arbustos do deserto de Guayule; e a tecnologia desenvolvida pela Continental Pneus, que visa extrair borracha a partir da flor dente-de-leão.

ILUSTRAÇÃO 30 - PNEU HD3 CONTINENTAL, PRODUZIDO COM BORRACHA EXTRAÍDA DA FLOR DENTE-DE-LEÃO (TARAXA GUM)



Fonte: Continental Pneus

Uma das maiores tendências do mercado é provavelmente a incorporação das propriedades de baixa resistência ao rolamento (LRR – do inglês, *Low Rolling Resistance*). Os principais fabricantes estão pressionando por regulamentos que padronizem a produção nesse sentido, já que a baixa resistência ao rolamento é uma grande preocupação para as montadoras, cada vez mais preocupadas com a economia de combustível para todos os carros novos.

Quando falamos em desenvolvimento de pneus e sua construção, os maiores avanços nos últimos anos devem ser creditados à engenharia de precisão, que apresentou melhores compostos de borracha, além da inserção de ferramentas e instrumentos de captação de dados, construídos diretamente no pneu. É o chamado “*i-Tire*”, o pneu inteligente. Embora ainda se pareçam com ficção científica, os pneus inteligentes podem ser projetados não apenas com base na categoria de veículos, mas para usos específicos, como maximizar a durabilidade ou o desempenho.

No que se refere à durabilidade do pneu, as pesquisas se direcionam para a manutenção do desempenho durante toda a sua vida útil. De fato, à medida que envelhecem, rapidamente perdem o controle na pista e tornam-se menos seguros. Novas tecnologias permitem que os sulcos da banda de rodagem se expandam e adquiram formas curvas que compensam o desgaste dos sulcos superficiais. Em certo sentido, os pneus tornam-se mais seguros à medida que envelhecem.

Os pneus auto-infláveis para o mercado consumidor já estão sendo explorados em veículos militares, por enquanto. Assim se dá o funcionamento: usam sensores que medem a pressão no pneu. Se for muito baixa, uma fonte de ar infla o pneu; se estiver muito alta, uma válvula de alívio de pressão permite a deflação.

Talvez menos revolucionário do que evolutivo, é certo que a maioria dos proprietários de automóveis não pode dizer com eficiência quando os pneus encerraram a vida útil. E para essa questão, alguns fabricantes têm trabalhado com as tecnologias dos compostos de borracha em diferentes cores, e quando o desgaste da banda de pneu atinge o nível mínimo legal, uma camada de borracha colorida aparece. É uma tecnologia simples, e que certamente denunciaria o cliente nas estradas, caso um dos pneus não apresentasse a sua cor preta original.

Do outro lado da tecnologia tradicional, temos os fabricantes que buscam quebrar as barreiras e reinventar o conceito universal do pneu. Desde 2011, a empresa coreana Hankook tem trabalhado em formas geométricas (em vez de ar) para oferecer as qualidades maleáveis e flexíveis de um pneu padrão. Sua última criação foi projetada para caber em qualquer roda, o que significa que os veículos atuais não precisarão ser adaptados para aplicar os pneus chamados “*iFlex*”. Quando testado e comparado a um pneu tradicional, quanto à durabilidade, dureza, estabilidade, e velocidade, o *iFlex Hankook* NPT (pneus não pneumáticos) não só reduziu o processo de construção de oito estágios a quatro, mas demonstrou que os seus materiais de construção podem ser reciclados com muito mais facilidade do que a borracha, o aço e os compostos químicos.

Os pneus sem ar (em inglês, “*Airless Tires*”) são outra consideração. Em 2005, a fabricante Michelin revelou um pneu feito de cubo sólido, raios de poliuretano flexíveis e uma faixa externa de banda de rodagem. Na prática, os raios internos absorvem a força da estrada durante a condução, semelhante aos pneus. Os benefícios para um pneu sem ar (além da falta de problemas relacionados a perfurações) se concentram na alta resistência lateral e na resistência a aquaplanagem. Além disso, a Michelin tem afirmado que seus pneus (“*tweel*”) durarão três vezes mais que um pneu tradicional, pois o cliente só teria que trocar a banda, e não a roda inteira. Esta tecnologia não está pronta para a aplicação geral do mercado, pois os pneus sem ar trabalham com mais fricção e, portanto, levam a vibrações mais intensas em altas velocidades.

ILUSTRAÇÃO 31 - MODELO DE PNEU “*TWEEL*”, DA MICHELIN, EM TESTES DE RESISTÊNCIA



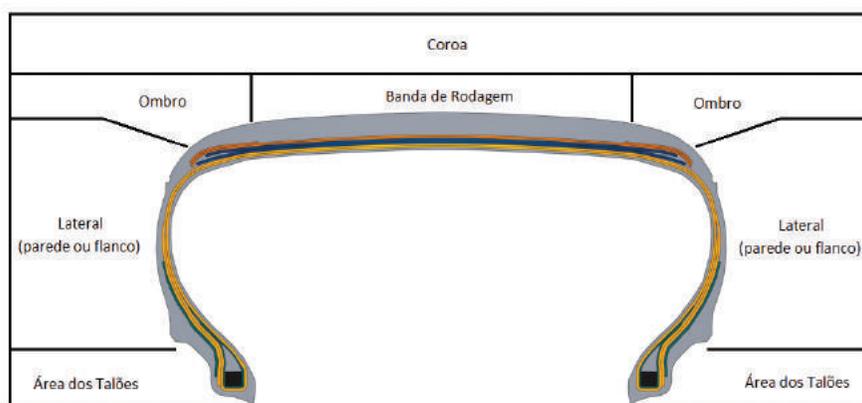
Fonte: Continental Pneus

É evidente, portanto, que as inovações terão seu espaço garantido na renovação dos pneus tradicionais. A realidade é que a indústria automotiva se move devagar. Não só os motores acionados por fontes de energia alternativa, também os sistemas de condução autônomos e os pneus inteligentes ainda têm árduo caminho para a produção em massa, mas isso não impedirá os fabricantes tradicionais de investirem recursos em Pesquisa & Desenvolvimento, na tentativa de “recriar a roda”. Avanços já surgem em várias frentes e, sem dúvida, veremos na próxima década, algumas dessas tecnologias se tornarem realidade.

7 PARTES E COMPONENTES DOS PNEUS

7.1 REGIÕES DOS PNEUS

ILUSTRAÇÃO 32 - MODELO DE PNEU “TWEEL”, DA MICHELIN, EM TESTES DE RESISTÊNCIA



Fonte: Continental Pneus

A **coroa** do pneu é a parte central da banda de rodagem, que inclui os sulcos mais largos, responsáveis pelo escoamento de água.

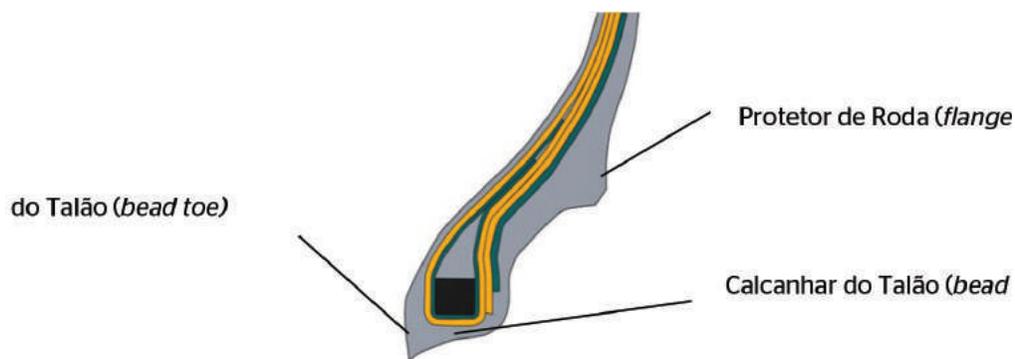
Os **ombros** são as regiões que separam a banda de rodagem dos flancos laterais, e incluem os blocos mais próximos das laterais. São os maiores responsáveis pela transmissão de força e as regiões com maiores níveis de tensão nos pneus.

As **laterais** (paredes ou ainda, flancos) são a parte “lisa” dos pneus, pois não carregam blocos ou sulcos. Elas trazem as inscrições das laterais e alguns efeitos estéticos.

A **região dos talões** é responsável por prender ou engastar o pneu nas rodas e apresenta grande atuação nas respostas à direção.

A ABNT NBR NM 225:2000 permite que reparos e consertos sejam realizados apenas na região da banda de rodagem do pneu. Nenhum outro tipo de conserto é recomendado.

ILUSTRAÇÃO 33 - DETALHE DA REGIÃO DOS TALÕES



Fonte: Continental Pneus

7.1.1 Detalhe da Região dos Talões

Unha de Talão (*Bead toe*): “ressalto” que ajuda a vedar a interface entre o pneu e a roda. Em pneus de *van* e em algumas aplicações de pneus de carga, o dedo do talão é removido, para facilitar a montagem do pneu.

Calcanhar do Talão (*Bead heel*): camada de borracha externa que repousa sobre a roda.

Protetor de Roda (*Flange rib*): “ressalto” de borracha que evita ou diminui os danos causados à roda pelo contato com obstáculos nas laterais dos pneus, como guias e meio-fio. Pneus de carga não apresentam protetores de rodas, porém possuem detalhes laterais que visam proteger os pneus desses contatos.

7.2 COMPONENTES DOS PNEUS - PNEUS DE PASSEIO

Mais de 200 matérias-primas são utilizadas para criar todos os componentes dos pneus, incluindo borracha natural e sintética, plastificantes, negro de fumo, sílica, agente de vulcanização, poliéster, poliamida, aço e diversos óleos. Veja na ilustração a seguir quais são os componentes de um pneu de passeio comum.

ILUSTRAÇÃO 34 - SEÇÃO ESQUEMÁTICA DE UM PNEU DE PASSEIO COMUM



1. Banda de Rodagem: oferece tração, drenagem de água. É projetada para resistir ao desgaste, à abrasão e calor;
2. *Caply*: camada de cabos de poliamida emborrachados e enrolados em espiral, que visa manter a forma do pneu e oferecer suporte à banda de rodagem, sob altas velocidades;
3. Flancos (laterais): protegem o pneu contra impactos e roçaduras;
4. Cintas: proporcionam sustentação e estabilidade à banda de rodagem. São produzidas com tecidos de aço mono ou multifilamento;
5. Lona de corpo: camada de tecido de poliéster, *Kevlar* ou *Rayon* que dá forma e garante integridade estrutural ao pneu;
6. *Innerliner*: utiliza borracha sintética (*halobutil*) para conter o ar em seu interior, sendo praticamente impermeável ao ar;
7. Talões: prendem o pneu firmemente à roda e garantem a estanqueidade. São compostos de fios de aço emborrachados;
8. *Apex*: o *apex* (cunha do talão ou enchimento do talão) é quem determina a velocidade de resposta ao volante do pneu. São produzidos com compostos de borracha rígida.

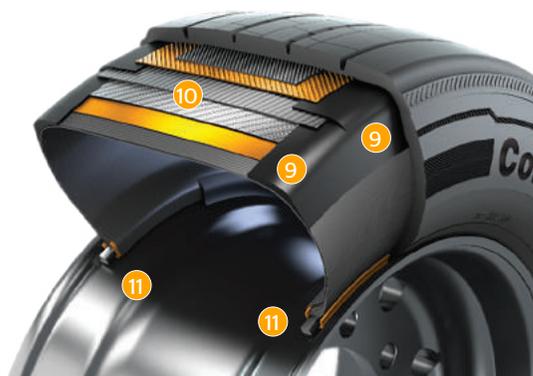
Fonte: Continental Pneus

7.3 COMPONENTES DOS PNEUS - PNEUS DE CARGA

Pneus de passeio e de carga carregam a mesma estrutura básica: lonas de corpo, cintas, talões, banda e laterais.

Pneus de carga costumam receber componentes adicionais, confira na ilustração a seguir.

ILUSTRAÇÃO 35 - SEÇÃO ESQUEMÁTICA DE UM PNEU DE CARGA COMUM



1. Inseros de Borracha: protegem e oferecem suporte às pontas das cintas, permitindo que a região da banda de rodagem fique plana;
2. Cintas de Aço: pneus de passeio costumam carregar duas cintas de aço, enquanto os de carga geralmente são construídos com quatro cintas estabilizadoras de aço;
IMPORTANTE: Pneus de carga não apresentam *caply*!
3. *Chafes*: protege o talão contra fricção (*chafing*) durante a montagem. É uma camada que envolve a base do talão e fica entre este e a roda.

Fonte: Continental Pneus

8 PNEUS PLT E CVT

Na Continental, usamos a composição da lona de corpo dos pneus para classificá-los em PLT ou CVT, da forma:

PLT: *Passenger and Light Truck* – Pneus que utilizam lona (s) de corpo produzidas com polímeros, como poliéster, *Kevlar* e *Rayon*;

CVT: *Commercial Vehicle Tires* – Pneus que utilizam lona (s) de corpo produzidas com tecido de aço.

QUADRO 1 - RESUMO DE ALGUMAS DIFERENÇAS DE CONSTRUÇÃO, PERFORMANCE E DESIGN DE PNEUS DE PASSEIO E DE CARGA COMUNS

	Pneus de Passeio	Pneus de Carga
Construção	Lona de corpo feita de fios de poliéster ou outro polímero. Geralmente possuem duas cintas estabilizadoras. Utilizam poucos reforços estruturais. Sem possibilidade de recapagem ou ressulcagem. Talões de aço ou de liga de alumínio. Pneus <i>tubeless</i> .	Lona de corpo feita de fios de aço. Geralmente possuem quatro cintas estabilizadoras. Utilizam muitos reforços estruturais. São projetados para serem recapados e/ou ressulcados. Talões de aço. Pneus <i>tubeless</i> e <i>tube type</i> .
Performance	Altos símbolos de velocidade. Baixos índices de carga, sem possibilidade de montagem em rodado duplo (exceção: pneus de <i>van</i>). Prioridades: Emissão sonora, poder de frenagem, resistência à aquaplanagem, dirigibilidade e etc.	Baixos símbolos de velocidade. Altos índices de carga, com possibilidade de montagem em rodado duplo e uso de <i>single point</i> . Prioridades: Rendimento quilométrico, resistência da carcaça e de componentes, resistência ao picotamento, tratividade e etc.
Desenho	Pneus com perfis baixos (altura de seção). Pneus assimétricos na maior parte dos casos. Aros 12” ou 13” a 24” (exceções de até 32”). Pneus com o mesmo desenho e modelo (escultura de banda de rodagem) em todos os eixos (medidas podem ser diferentes entre os eixos). Ombros arredondados para reduzir a resistência ao rolamento. Pressões de inflação da ordem de 30 psi.	Pneus com perfis altos (altura de seção). Pneus simétricos. 17,5”, 19,5”, 20”, 22”, 22,5”, 24,5”. Pneus geralmente têm desenhos e modelos diferentes entre os eixos (direcionais e trativos). Medidas podem ser diferentes entre os eixos também. Ombros quadrados para aumentar a tração. Pressões de inflação da ordem de 120 psi.

Fonte: Continental Pneus

9 PRODUÇÃO DE PNEUS

A produção de pneus envolve uma série de etapas dentro do complexo processo industrial, com muita tecnologia aplicada. Para se ter uma ideia, a produção mundial hoje chega a quase 5 milhões de toneladas, para um mercado que consome mais de 290 milhões de pneus por ano. (ETRMA, European Tyre and Rubber Industry Statistics, Edition 2016).

Como já vimos no capítulo 1, diversos equipamentos foram introduzidos no processo industrial de forma a acelerar a produção e melhorar o seu desempenho.

Mostraremos a seguir as principais etapas de um processo industrial para a produção de pneus. Sabemos que variações podem ocorrer de indústria para indústria, e que a introdução de novos métodos e equipamentos se faz em um ritmo cada vez mais acelerado, mas as etapas seguem uma lógica de construção que não se altera significativamente.

Misturação

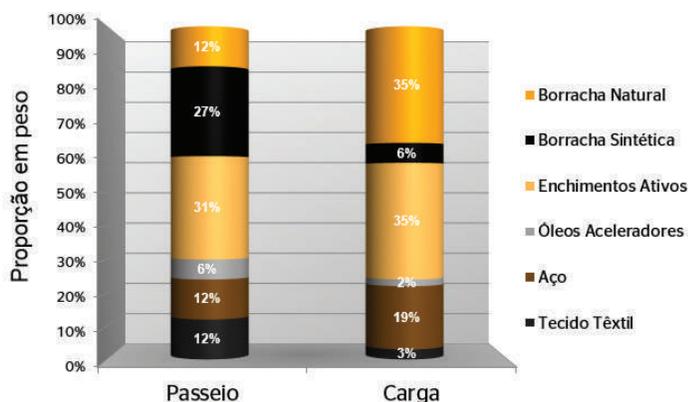
A primeira etapa ocorre na área de misturação de compostos, que produz basicamente duas misturas: uma chamada “*master*” e outra chamada “*final*”. A mistura *master* trabalha o composto-base, que será utilizado para os diversos compostos finais. Esse composto-base é misturado em máquinas chamadas *banburys*, em homenagem a Fernley H. Banbury, cidadão inglês que patenteou o misturador de borracha em 1916.

Os compostos finais são destinados às diferentes estruturas do pneu.

- produção de talões;
- área de calandras;
- área de parede (costado/ lateral);
- piso (rodagem/ banda);
- *innerliner* (estanque).

Normalmente, tem-se a ideia de que um pneu é construído a partir de borracha apenas. Porém, vários outros componentes se juntam nesse complexo processo para garantir não só a melhor qualidade no produto final, mas a fim de promover maior durabilidade, estanqueidade (vedação), boas condições de dirigibilidade e, principalmente, a segurança do condutor e passageiros.

ILUSTRAÇÃO 36 - PROPORÇÃO DOS MATERIAIS NO COMPOSTO DO PNEU



Fonte: Continental Pneus

Além da borracha natural (*látex*), uma proporção de borracha sintética é agregada ao composto, além de óleos, resinas e outros componentes (chamados “enchimentos”), que aceleram ou retardam o processo de vulcanização da borracha, para gerar aderência, capacidade de tração e outras especificações do pneu a ser fabricado.

Na construção, utilizamos também materiais metálicos, como fios de aço para a construção dos talões e cintas estabilizadoras; e têxteis, como *nylon*, *rayon* e *poliéster*, que serão aplicados às lonas dos pneus de passeio.

Processamento dos compostos

O processamento dos compostos pode ser dividido em etapas:

- Pesagem de componentes químicos menores, como enxofre, aceleradores, retardadores, auxiliares de processo em sacos específicos para uso nos *banburys*;
- O negro de fumo e a sílica são estocados em silos e adicionados ao processo, automaticamente, nos *banburys*;
- As borrachas (natural/ sintética) são pesadas pelos operadores da fábrica e adicionadas aos *banburys*, com o auxílio de esteiras;
- Os óleos para mistura ficam estocados em tanques com temperatura controlada, para que não solidifiquem na tubulação e depois, adicionados automaticamente nos *banbury's*;
- O composto misturado passa por um processo de laminação, através de moinhos de rolos e posterior resfriamento nos “*batch off*” (resfriadores de processo);

O composto é acondicionado em rampas de metal com aproximadamente 1000 Kg de

manta laminada, onde uma amostra passará por análise de laboratório e posterior aprovação à área destinada.

Calandragem

A área de calandragem é onde todos os materiais com compostos metálicos ou tecidos recebem laminação de composto de borracha (lonas). Antes de ser processado na calandra, o composto proveniente da área de misturação passa por uma extrusora, para melhorar a homogeneidade e a “quebra” (mistura) nos moinhos de rolos.

ILUSTRAÇÃO 37 - SALA DE PROCESSAMENTO DE FIOS METÁLICOS (CREEL)



Fonte: Continental Pneus

Próximo à área de calandragem fica uma sala de armazenamento e processamento dos fios metálicos, com temperatura e umidade controlados, que serão utilizados na produção dos materiais calandrados, como a construção das carcaças, por exemplo. Inúmeras bobinas são dispostas para a produção dos cabos metálicos, formados por diversos fios.

Extrusão

Em explicação mais teórica, a extrusão é um processo mecânico que produz componentes de forma contínua, onde o material é forçado através de uma matriz a adquirir uma forma pré-determinada. Na produção de pneus, todos os componentes extrusados são resfriados, cortados e medidos após o corte, um a um, pois sofrem grande variação devido ao encolhimento natural da borracha resfriada.

ILUSTRAÇÃO 38 - EXTRUSORA DE BORRACHA

Fonte: Continental Pneus

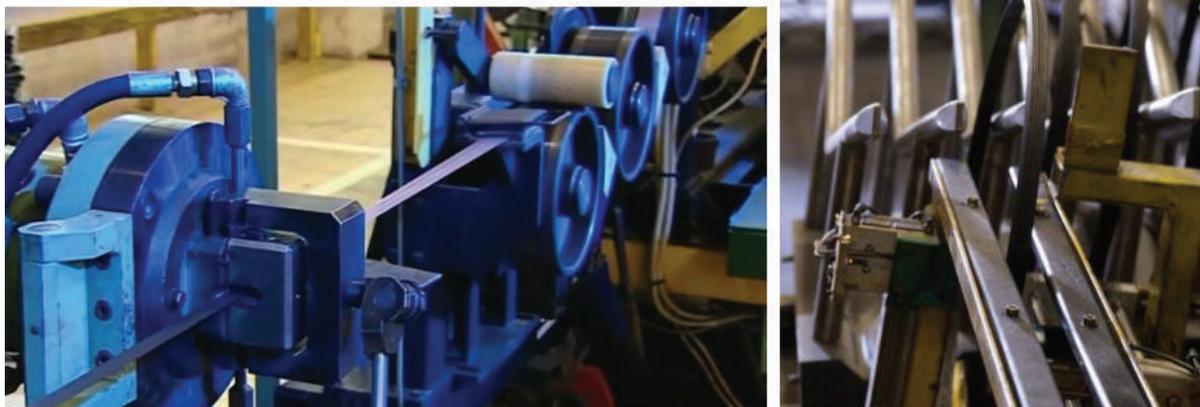
ILUSTRAÇÃO 39 - PERFILADORA DE BANDA DE RODAGEM

Fonte: Continental Pneus

Construção de talões

Inicia-se com a extrusão do composto de borracha proveniente da área de mistura. Este composto é aplicado sobre o arame, proveniente de bobina alocada na mesma área, e são enrolados em formas circulares. Depois de construídos, os talões recebem o “*apex*” e “*flipper*”, caso especificados, e são armazenados para serem transportados para a área de construção de pneus.

ILUSTRAÇÃO 40 - APLICAÇÃO DE BORRACHA NO TALÃO



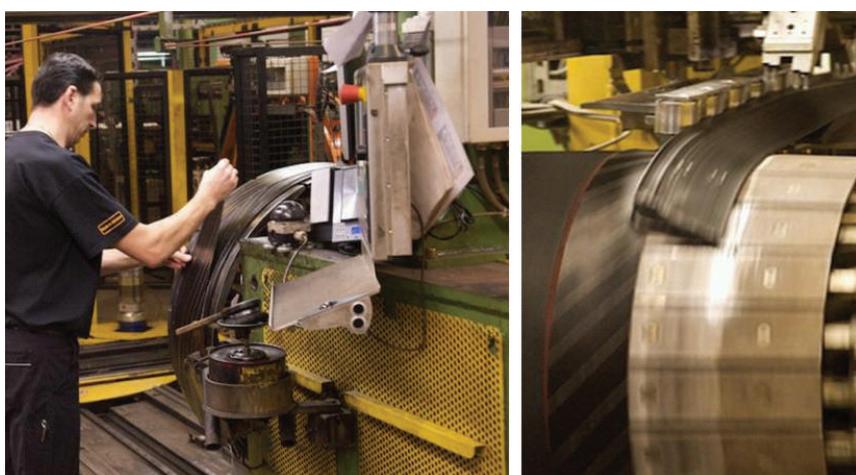
Fonte: Continental Pneus

Construção dos pneus - *Assembly*

Neste processo, ocorre a emenda dos componentes, em etapas manuais e automáticas. Os componentes são dispostos sobre um tambor, que se ajusta para cada especificação:

- O *innerliner*, formado por um composto butílico para estanque do ar, e que substitui a câmara de ar nos pneus modernos, é emendada nas paredes laterais;
- Com o auxílio de formas laterais, os talões são aplicados;
- Equipamentos auxiliares “ativam” a adesão da emenda chanfrada do piso (banda de rodagem), através do aquecimento parcial da região na esteira de aplicação de piso;
- Roletes são utilizados para garantir a retirada de ar preso entre componentes e também no processo de virada da lona de corpo sobre os talões;
- Quando todos os componentes estão colocados, temos o que se chama de “pneu cru” ou “pneu verde”, que é então enviado para a vulcanização.

ILUSTRAÇÃO 41 - CONSTRUÇÃO DOS PNEUS (ASSEMBLY)



Fonte: Continental Pneus

Vulcanização

O processo de vulcanização, método criado em 1839 por Charles Goodyear, consiste em “cozinhar” o pneu verde, a uma temperatura e pressão constantes, até que todos os elementos se fundam em estrutura única. O tempo de vulcanização varia de acordo com cada pneu, mas em média dura cerca de uma hora. Nas fábricas, a área de vulcanização consiste em várias prensas (ou moldes), que podem produzir até 90 pneus nesse mencionado ciclo horário. Os pneus que saem das prensas ficam parados sobre esteiras para resfriamento e posteriormente, seguem para a área de inspeção final.

ILUSTRAÇÃO 42 - PRENSAS DE VULCANIZAÇÃO

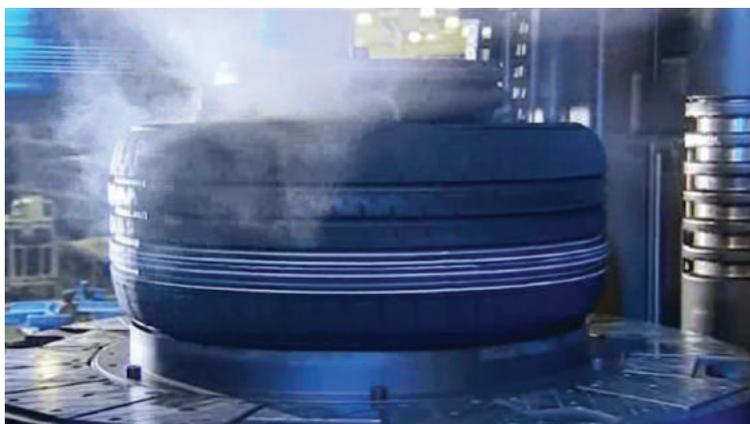


Fonte: Continental Pneus

Para que o processo ocorra adequadamente, o pneu verde recebe em seu interior uma solução aquosa de desmoldagem, e em seguida o *bladder* é acomodado, para só então seja encaminhado aos moldes de vulcanização.

O *bladder* – também chamado de saco de vulcanização – tem a função de transferir para o pneu verde toda a pressão e calor gerados pela emissão de vapor d'água em seu interior, pressionando-o para as paredes do molde, de forma que o pneu verde adquira os relevos do molde, e o processo de vulcanização se conclua. Um *bladder* pode ser reutilizado e em média dura até 400 vulcanizações.

ILUSTRAÇÃO 43 - PNEU JÁ VULCANIZADO, SAINDO DA PRENSA



Fonte: Continental Pneus

Inspeção final

Todos os pneus vulcanizados são transportados através de esteiras aéreas até a inspeção final, onde serão analisados e identificados possíveis defeitos.

A primeira etapa é a inspeção visual: o operador da fábrica usa um leitor que identifica o código de barras, para receber os dados adicionados durante todo o processo. Deve também retirar as rebarbas remanescentes nos pneus e fazer a classificação de acordo com o padrão estabelecido pelo fabricante. Se não apresentarem defeitos aparentes, os pneus são então encaminhados para a análise de raio x.

Nessa etapa, o operador observa, por exemplo, se não há espaçamento de cordoneis da carcaça, variações de processo (cintas, reforço de talões, virada de lonas, talões), contaminações (matéria estranha), etc. Se os pneus apresentarem defeitos passíveis de reparos, seguem para a área específica. Caso contrário, são descartados como sucata (*scrap*).

ILUSTRAÇÃO 44 - INSPEÇÃO FINAL - ETAPA MANUAL



Fonte: Continental Pneus

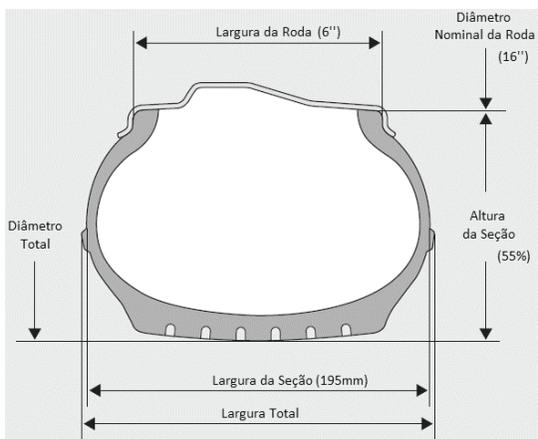
ILUSTRAÇÃO 45 - INSPEÇÃO FINAL (RAIO X)



Fonte: Continental Pneus

Dimensões Básicas dos Pneus

ILUSTRAÇÃO 46 - DIMENSÕES BÁSICAS DE UM PNEU COMUM



Fonte: Continental Pneus

Largura da Roda (*Rim Width*): Distância linear entre os flanges da roda, geralmente expressa em polegadas.

Exemplo: **6.0J x 16**

Cada medida e tipo de pneu pode ser montado em uma faixa de larguras de roda. Sempre há a largura padrão, utilizada como referência para medições e testes, assim como existem as larguras mínimas e máximas permitidas, que devem ser sempre observadas, uma vez que pneus montados em rodas de largura inadequada sofrem problemas como falta de aderência e desgaste irregular.

É importante observar que uma variação de 0.5” na largura da roda comumente resulta em uma variação de 5mm na largura da seção do pneu.

Altura da Seção (*Section Height/Aspect Ratio*): altura da seção do pneu (da roda até a banda) em termos de percentual da largura de seção. Esta medida também é chamada de “série” ou de “perfil”.

Exemplo: **195/55 R 16 87V**

Quanto mais alto o valor, mais alta será a parede lateral do pneu.

Na medida em questão, podemos calcular a altura da seção desta forma:

→ $195\text{mm} * 0,55 = 107,25\text{mm}$ ou 4,22”, quando convertida para polegadas.

Em casos muito raros, é possível encontrar especificações do tipo 195/620 R 16. Neste caso, 620 significa que o pneu tem 620mm de diâmetro teórico. Para descobrirmos qual seria a altura da seção em porcentagem, faz-se o cálculo:

- 195/620 R 16: Roda de diâmetro 16” ou 406mm;
- $620\text{mm} - 406\text{mm} = 214\text{mm}$ (subtrai-se o diâmetro da roda do diâmetro total);
- $214\text{mm} \div 2 = 107\text{mm}$ - divide-se por dois para encontrar-se a altura de uma seção;
- $107\text{mm} \div 195\text{mm}$ (largura da seção) = 0,548 (encontra-se a razão entre altura e largura);
- 0,548 pode ser arredondado para 55%, obtendo-se a medida: 195/55 R 16;

Os diâmetros citados são teóricos ou nominais. O diâmetro correto deve ser verificado nos catálogos técnicos dos fabricantes. Note que todas as medidas citadas são baseadas nas condições dos pneus montados em sua roda de largura padrão e inflados com a pressão padrão.

IMPORTANTE: Pneus e rodas de diâmetros milimétricos nunca devem ser combinados com rodas em polegadas. Pneus e rodas em polegadas também não devem ser combinados com rodas “meia polegada”.

Largura da Seção (*Section Width*): distância linear, em milímetros, nominal, entre as faces externas dos flancos, medidas com o pneu montado na roda padrão e inflado, mas sem carga, excluindo elevações devidas às inscrições laterais, estética e ressaltos de proteção.

Exemplo: **195/55 R 16 87V**

Em pneus de passeio a carga a medida costuma se apresentar em múltiplos de 5, enquanto nos pneus de motocicletas (2W) é mais comum em múltiplos de 10.

Largura Total (*Overall Width*): distância linear, em milímetros, entre as faces externas dos flancos, medidas com o pneu montado na roda padrão e inflado, mas sem carga, incluindo elevações devidas às inscrições laterais, decorações e ressaltos de proteção.

Diâmetro Total (*Overall Diameter*): diâmetro total do pneu quando montado na roda padrão e inflado com a pressão padrão, porém sem carga. Como referência, mede-se os pontos mais distantes da superfície da banda de rodagem.

Note que, com a variação de pressão, também há variação do diâmetro total do pneu.

Diâmetro Nominal da Roda (*Nominal Rim Diameter*): trata-se de um código de tamanho, para referência apenas, projetado para casar o diâmetro interno do pneu com o diâmetro da área de assentamento dos talões da roda, em polegadas.

Exemplo: **195/55 R 16 87V**

As medidas mais comuns são sempre expressas em polegadas, como: 13”, 14”, 15”, 16”, 20”, 24”, etc. E as menos comuns são as rodas chamadas “meia polegada”, como 15,5”, 16,5” e 22,5”, sendo esta última comum apenas em caminhões.

Rodas milimétricas se tornaram raras. Foram utilizadas durante os anos 70 e 80, com diâmetros como o 190/65 R 390.

Indicador de Desgaste da Banda de Rodagem (*Tread Wear Indicator – TWI*): a maior parte das legislações em vigor demanda que esses indicadores estejam presentes no fundo dos sulcos dos pneus, em seis posições equidistantes pelo perímetro da banda de rodagem. A altura dos indicadores TWI varia de acordo com a legislação do país, mas a grande maioria adota o valor de 1,6mm.

ILUSTRAÇÃO 47 - TWI - INDICADORES DE DESGASTE DA BANDA DE RODAGEM



Fonte: Continental Pneus

10 SISTEMAS DE DIMENSIONAMENTO DE PNEUS

10.1 SISTEMA DE DIMENSIONAMENTO DE PNEUS NUMÉRICO

O primeiro sistema padronizado de dimensionamento foi utilizado até o final dos anos 60, e fornecia apenas a largura da seção do pneu e o diâmetro da roda, em polegadas. Se a seção terminada em zero (como 7.00-14 ou 7.50-14), o pneu apresentava altura de seção de 92%, comum para a época. Para as seções não terminadas em zero (como 8.25-15), o pneu era considerado “perfil baixo” (*low profile*) e apresentava altura de seção com aproximadamente 82%.

Há tabelas que ajudam na conversão desse para os padrões mais atuais, utilizadas por restauradores de veículos e para isso, seria interessante pesquisar uma literatura específica.

7.75 - 14

10.2 SISTEMA DE DIMENSIONAMENTO DE PNEUS ALFANUMÉRICO

Em 1968, um novo conceito foi introduzido mundialmente (entenda-se TR&A e ETRTO), fruto de um sistema alfanumérico baseado na capacidade de carga do pneu, onde o *design* dos pneus é feito com base em sua capacidade de carga e altura de seção. A primeira letra é a relação entre carga e medida. Quanto menor a relação, menor seria a sua capacidade de carga.

FR70 - 14

- F – Classificação de carga
- R – Construção radial
- 70 – Altura da seção (%)
- 14 – Diâmetro da roda (polegadas)

10.3 SISTEMA DE DIMENSIONAMENTO “P-MÉTRICO”

Com o propósito de acomodar as medidas menores utilizadas pelos carros compactos, o sistema “*P-metric*” foi criado em 1976 pela TR&A dos Estados Unidos. A pressão máxima de inflação foi aumentada para melhorar a resistência ao rolamento. O “*p-metric*” ainda é padrão nos EUA e pode ser visto em carros importados oferecidos na América Latina.

P195/55 R 16

- P – Designação para pneu de passeio
- 195 – Largura da seção (mm)
- 55 – Altura da seção (%)
- R – Construção radial
- 16 – Diâmetro da roda (polegadas)

10.4 SISTEMA DE DIMENSIONAMENTO “MÉTRICO”

Procurando adaptar-se às novas demandas do mercado, assim como TR&A, a ETRTO desenvolveu um novo sistema de dimensionamento. Trata-se basicamente de uma evolução do sistema numérico. As larguras de seção são apresentadas em milímetros no lugar de polegadas. Originalmente, quando os pneus não traziam a identificação de altura de seção, como o caso do 205 R 16, esta era assumida como aproximadamente igual a 82%. Quando os perfis 60 e 70 surgiram, a relação entre largura e altura da seção foram adicionadas à nomenclatura, similar ao sistema “*P-metric*”.

195/55 R 16

- 195 – Largura da seção (mm)
- 55 – Altura da seção (%)
- R – Construção radial
- 16 – Diâmetro da roda (polegadas)

205 R 16

- 205 – Largura da seção (mm)
- R – Construção radial
- 16 – Diâmetro da roda (polegadas)

10.5 SISTEMA DE DIMENSIONAMENTO “ISO MÉTRICO”

A Organização Internacional de Padronização (ISO), estabeleceu uma ordenação que combina o sistema métrico com a descrição de serviço, e apresentou o índice de carga com o símbolo de velocidade do pneu.

ILUSTRAÇÃO 48 - EXEMPLO DE PNEU ISO MÉTRICO - PASSEIO

Fonte: Continental Pneus

195/55 R 16 87V

- 195 – Largura da seção (mm)
- 55 – Altura da seção (%)
- R – Construção radial
- 16 – Diâmetro da roda (polegadas)
- 87 – Índice de carga
- V – Símbolo de velocidade

Exemplo para pneus de carga:**385/65 R 22.5 160K**

- 385 – Largura da seção (mm)
- 65 – Altura da seção (%)
- R – Construção radial
- 22.5 – Diâmetro da roda (polegadas)
- 160 – Índice de carga
- K – Símbolo de velocidade

ILUSTRAÇÃO 49 - EXEMPLO DE PNEU ISO MÉTRICO - CARGA

Fonte: Continental Pneus

Este é o sistema mais utilizado atualmente no mundo. É importante ressaltar que o sistema “P-métrico” também apresenta a descrição de serviço dos pneus.

10.6 SISTEMA DE DIMENSIONAMENTO MILIMÉTRICO

É similar ao Sistema Métrico, com exceção do diâmetro da roda, que é apresentado em milímetros. Esses diâmetros de rodas são únicos e só podem ser combinados com pneus projetados para eles.

190/65 R 390

- 190 – Largura da seção (mm)
- 65 – Altura da seção (%)
- R – Construção radial
- 390 – Diâmetro da roda (mm)

No passado, medidas como 235/710 R 460A 104T foram produzidas nos EUA. Todas as dimensões eram expressas em milímetros (235 mm para a largura da seção, diâmetro total de 710 mm e 460A mm de diâmetro da roda, com a letra “A” demonstrando que estes pneus apresentavam talões assimétricos, o diâmetro do talão externo igual a 450 mm e do talão interno igual a 470 mm.

10.7 SISTEMA DE DIMENSIONAMENTO DE PNEUS *LIGHT TRUCK*

O dimensionamento envolve três sistemas similares, porém diferentes: “*Light Truck Numérico*”, “*Light Truck Métrico*” e “*High Flotation*”.

10.8 SISTEMA DE DIMENSIONAMENTO DE PNEUS *LIGHT TRUCK* NUMÉRICO

Similar ao Sistema Numérico de pneus de passeio, este apresenta a largura de seção em milímetros, o tipo de construção, o diâmetro da roda em polegadas, e a marcação “*light truck*”

7.50 R 15 LT

- 7.50 – Largura da seção (polegadas)
- R – Construção radial
- 15 – Diâmetro da roda (polegadas)
- LT – Especificação “*Light Truck*”

11 SISTEMA DE DIMENSIONAMENTO DE PNEUS *LIGHT TRUCK* MÉTRICO

Sistema similar ao “P-Métrico”, porém a letra P é substituída pela sigla LT (*Light Truck*). Apesar disso, pneus “P-Métricos” e “LT-Métricos” possuem construções diferentes.

LT215/75 R 15

- LT – Especificação “*Light Truck*”
- 215 – Largura da seção (mm)
- 75 – Altura da seção (%)
- R – Construção radial
- 15 – Diâmetro da roda (polegadas)

11.1 SISTEMA “HIGH FLOTATION” DE PNEUS “*LIGHT TRUCK*”

Possui estrutura similar ao Sistema “*Light Truck*” Numérico, com o diâmetro do pneu adicionado à parte anterior da especificação.

31x10.50 R 15LT

- 31 – Diâmetro do pneu (polegadas)
- 10.50 – Largura da seção (polegadas)
- R – Construção Radial
- 15 – Diâmetro da Roda (polegadas)
- LT – Especificação “*Light Truck*”

11.2 INTERPRETAÇÃO GRÁFICA: PNEUS “ISO MÉTRICOS” E PNEUS “ALFANUMÉRICOS”

ISO Métricos: 265/70 R 16

ILUSTRAÇÃO 50 - ESQUEMA DE DIMENSIONAMENTO DE UM PNEU ISO MÉTRICO



Fonte: Continental Pneus

Alfanuméricos: 31 x 10.50 R 15TT

ILUSTRAÇÃO 51 - ESQUEMA DE DIMENSIONAMENTO DE UM PNEU ALFA NUMÉRICO

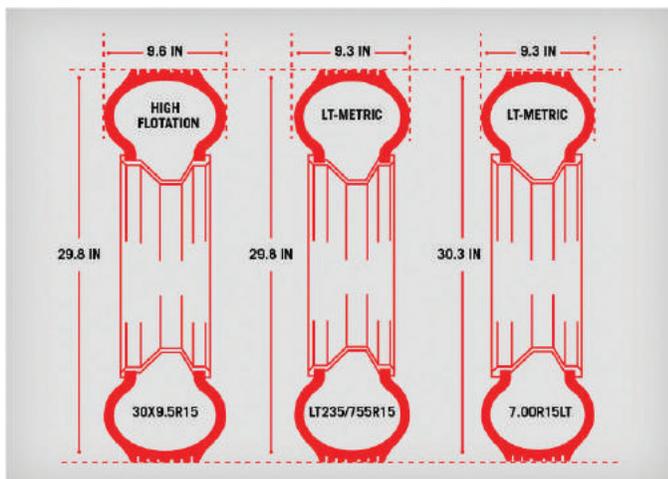


Fonte: Continental Pneus

11.3 HIGH FLOTATION VS. LT-MÉTRICO VS. LT-NUMÉRICO

Quanto maior a medida do pneu, as medidas *flotation* apresentarão larguras totais maiores do que os equivalentes LT-Métrico e LT-Numérico. Outra diferença é que as medidas *flotation* tipicamente requerem rodas mais largas que os equivalentes LT-Métrico e LT-Numérico.

ILUSTRAÇÃO 52 - COMPARATIVO DE MEDIDAS DE PNEUS EQUIVALENTES CONSTRUÍDOS SOB DIFERENTES NORMAS DE PROJETO



Fonte: Continental Pneus

TABELA 1 - MEDIDAS ESTÁTICAS BASEADAS EM RODAS 7.0”

	Especificação	Dimensões Reais (pol.) Diâmetro Total X Largura Total
<i>High Flotation</i>	30 X 9.5 R 15	29.8 X 9.6
LT-Métrico	LT235/75 R 15	29.2 X 9.3
LT-Numérico	7.00R15 LT	30.3 X 8.1

Fonte: Continental Pneus

12 TIPO DE SERVIÇO

Algumas medidas de pneus começam com uma ou mais letras que identificam o tipo de veículo ou serviço a que são destinadas. Essa é uma característica dos padrões de projeto da TR&A que foi assimilada, em partes, por outros órgãos de padronização.

As identificações mais comuns são:

P225/50 R 16 91S

P = Identifica um pneu do tipo “*P-metric*”, muito comum no mercado norte-americano, projetado de acordo com os padrões da TR&A e utilizado em carros de passeio, mini vans e SUVs. A letra “P” remete à aplicação: *passenger* (passageiro), de acordo com a nomenclatura local.

225/50 R 16 92S

Quando não há letras antes da especificação, é chamado de pneu “Métrico” ou “*Euro-metric*”, por ser uma *designação* originária da Europa. Estes pneus são projetados de acordo com os padrões da ETRTO. São dimensionalmente equivalentes aos “*P-metric*”, porém tipicamente possuem índices de carga diferentes, por seguirem normas de desenho diferentes.

É o padrão mais comum na América Latina, e por isso, basearemos o decorrer do curso sob o amparo dessa norma.

T125/90 D 16 98M

T = Especificações iniciadas com a letra “T” identificam pneus temporários ou “*Temporary Spare*” (“*space saver*” ou ainda “*mini spare*”). Possuem dimensões reduzidas em comparação aos rodantes e só devem ser utilizados por tempo limitado. Foram desenvolvidos para reduzir o espaço ocupado pelo pneu sobressalente dentro do porta-malas do veículo.

LT245/75 R 16 108/104S

LT = Especificações que começam com as letras “LT” (*Light Truck metric*) são utilizadas em pneus projetados para uso em veículos de carga ou reboque (rebocadores), do tipo *pick-up* ou SUV. Normalmente, têm capacidade de carga de 750 ou 1000kg líquidos e são projetados para capacidade de carga estendida.

7.50 R 16LT 112/107Q, 8.75 R 16.5LT 104/100Q ou 31x10.50 R 15LT 109Q

LT = Quando a dimensão do pneu termina com as letras “LT” significa que no passado, a medida foi projetada para ser um pneu *Numeric* (para veículos pesados e reboques), ou *Wide Base* (mais largos e que utilizavam rodas 16.5”) ou ainda super largos, chamados de *Flotation*, desenhados para permitir que o veículo se desloque sobre superfícies macias, como terra e areia.

195/70 R 15C 104/102R

C = Pneus destinados a veículos comerciais carregam a letra C de “*Commercial*” ao final da descrição. São destinados à *vans* e caminhões leves, urbanos em sua maioria. Normalmente, carregam descrições de serviço similares aos de pneus de carga, como capacidade de carga para rodado duplo e/ou descrição de serviço adicional (*single-point*). Pneus “C” possuem ainda o índice de carga igual ou inferior a 121 (1450 kg), para montagem simples.

ST225/75 R 15

ST = As letras “ST” são utilizadas em pneus “*Special Trailer Service*”, otimizados para o uso em veículos rebocados (não confundir com rebocadores). Este tipo de pneu não deve ser utilizado em carros, *vans* ou caminhões.

235/75 RF 17

F = Os padrões estabelecidos pela ETRTO permitem aos fabricantes identificarem os pneus dotados de tecnologias *run-flat* (roda vazio) com a letra “F” na descrição, após a letra que identifica o tipo de construção interna.

13 CONSTRUÇÃO INTERNA DO PNEU

13.1 DIAGONAL (BIAS)

“D” ou “-“ ou ainda com a letra omitida: a construção diagonal (ou *cross ply*) utiliza lonas de corpo que se estendem diagonalmente de talão a talão, comumente em ângulos que variam de 30 a 40 graus, com camadas sucessivas dispostas em ângulos opostos, formando um padrão cruzado, sobre o qual a banda de rodagem é aplicada. O projeto permite que toda carcaça do pneu flexione facilmente, proporcionando a principal vantagem desta construção: conforto em superfícies irregulares. Em pneus de carga, a construção diagonal costuma ser preferida nas aplicações canavieiras e *off-road*, já que o maior número de lonas nas laterais do pneu as deixam mais resistentes contra danos. A característica de amortecimento também gera as principais desvantagens de um pneu diagonal: aumento da resistência ao rolamento, menor controle e tração em velocidades mais altas e alteração do *footprint* do pneu durante frenagens e curvas. Originalmente, estas lonas eram produzidas com tecido de algodão.

13.2 DIAGONAL CINTADO (BELTED BIAS)

É composto de duas ou mais lonas diagonais, sobre as quais são aderidas cintas estabilizadoras diretamente sob a banda de rodagem. Essa construção favorece direção mais suave e confortável, similar ao pneu diagonal, ao mesmo tempo que oferece redução de resistência ao rolamento, graças a rigidez das cintas estabilizadoras.

Foi uma tecnologia temporária, que não conseguiu se manter no mercado. Apesar dos ganhos em relação ao pneu diagonal, a construção mostrou-se bastante pesada e ainda trouxe parte das desvantagens da construção diagonal.

13.3 RADIAL

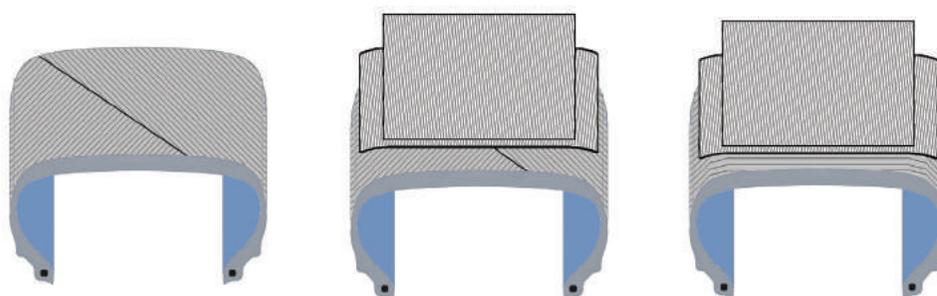
A construção radial utiliza lona (s) de corpo que se estende de talão a talão, ao longo da banda de rodagem, de tal forma que as cordas da lona ficam dispostas, perpendiculares, à linha da banda de rodagem, paralelas umas às outras, radialmente ao eixo imaginário do centro do pneu. Ela também conta com cintas estabilizadoras localizadas diretamente sob a

banda de rodagem. As vantagens dessa construção são muitas, incluindo maior durabilidade e quilometragem, melhor controle e estabilidade (pois o *footprint* permanece praticamente com a mesma área sob condições de frenagem e arraste lateral), menores chances de perda de pressão e menor resistência ao rolamento. As desvantagens são: direção menos confortável sob baixas velocidades e em ruas danificadas. Em terrenos *off-road*, essa construção apresenta menor capacidade de ejeção de pedras e menor aderência sob baixas velocidades.

A construção radial é a mais comum, encontrada em praticamente 100% das aplicações de passeio.

As lonas de corpo dos radiais são produzidas de polímeros como poliéster, Kevlar® (poliparafenileno tereftalamida) e Rayon® (fibra de celulose regenerada).

ILUSTRAÇÃO 53 - COMPARATIVO DE CONSTRUÇÕES DE PNEUS: DIAGONAL, DIAGONAL CINTADO E RADIAL



Fonte: Continental Pneus

13.4 RADIAL *RUN-FLAT* (PNEUS DE PASSEIO SOMENTE)

Os pneus *run-flat* são capazes de rodar com pressão de inflação igual a zero, sob determinadas condições. Possuem lonas de corpo idênticas aos radiais comuns. Dentre as tecnologias *run-flat*, a mais comum é a “*self-supporting*”, que se distingue das demais pelos enxertos de borracha rígida em suas laterais, que suportam a carga do veículo quando o pneu está sem pressão.

A ETRTO adotou padrões de identificação específicos para esta família de pneus, que permitem aos produtores identificarem seus pneus *run-flat* dentro da especificação da medida do pneu. Pneus do tipo “*self-supporting*” podem ser identificados pela letra “F” imediatamente após a letra que identifica a construção da carcaça do pneu (R neste caso).

Um exemplo dessa descrição é 225/45 RF 17 91Y. Para pneus do tipo “ZR”, a descrição ficaria como: 255/40 ZRF 20.

ILUSTRAÇÃO 54 - ILUSTRAÇÃO COMPARATIVA DE PNEUS RADIAIS COMUNS E RADIAIS RUNFLAT SSR, INFLADOS E SEM PRESSÃO



Fonte: Continental Pneus

14 DESCRIÇÃO DE SERVIÇO DOS PNEUS

Em pneus ISO Métricos, como 195/55 R 16 87V, a porção 87V é chamada de “Descrição de Serviço” do pneu, e mostra a relação entre carga e velocidade, das quais o pneu foi projetado para suportar. É a combinação do índice (s) de carga e do símbolo (s) de velocidade.

Desde 1991, a TR&A especifica a descrição de serviço dos pneus. A ETRTO adotou o conceito em 1993, para pneus aplicáveis sob velocidades superiores a 80km/h.

Note que o índice de carga e o símbolo de velocidade devem sempre ser vistos em conjunto, haja vista que um depende do outro.

14.1 ÍNDICE DE CARCA – IC (LOAD INDEX – LI)

Para veículos de passeio, a descrição de serviço é expressa através da combinação entre um número e uma letra, como no exemplo: **195/55 R 16 87V**, onde:

87: Trata-se do índice de carga do pneu. Deve-se utilizar a tabela de padrão de índice de carga para localizar-se a carga máxima suportada. Neste caso, 87 refere-se à carga de 240 kg.

V: Trata-se do índice de velocidade do pneu. Deve-se utilizar a tabela que retrata o padrão do índice de velocidade para localizar-se a máxima suportada. Neste caso, “V” refere-se à 240 km/h.

Os dois limites são estabelecidos sob uma pressão de referência (ou padrão), e nos testes, os pneus são montados na roda de largura padrão para a medida.

A capacidade de carga de um pneu é calculada com base em seu tamanho físico (volume de ar que pode armazenar) e a massa de ar que pode ser comprimida dentro dele (o quanto as moléculas de ar podem ser comprimidas). A fórmula muda ligeiramente de acordo com a norma de desenho utilizada (TR&A ou ETRTO) e ajustes ou arredondamentos manuais costumam ser necessários em ambas.

Pressão Padrão de Referência – Pneus “métricos” de passeio:

- Standard = 36 psi
- Reforçados ou Extra Load = 42 psi

14.1.1 Pneus Reforçados ou Extra Load (pneus de passeio somente)

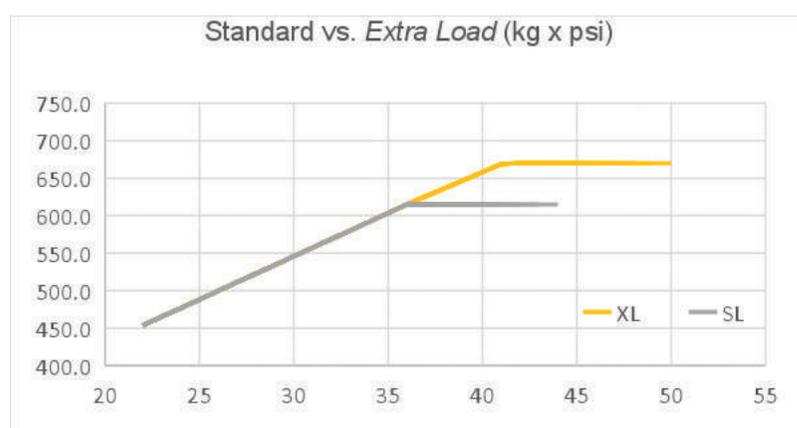
Carregam a inscrição “RF”, de reinforced (reforçado), ou “XL”, de extra load (carga extra) em sua lateral. São projetados para trabalhar com pressões mais altas e suportar mais carga à velocidade máxima. Exemplo:

Standard: 205/55 R 16 91V TL

Extra Load: 205/55 R 16 94V TL XL

14.1.2 Representação Gráfica: Pneus Standard e Extra Load

ILUSTRAÇÃO 55 - GRÁFICO CARGA (KG) X PRESSÃO DE INFLAÇÃO (PSI) DE UM PNEU 205/55 R 16 EM VERSÕES EXTRA-LOAD E STANDARD



Fonte: Continental Pneus

Pneus *standard* possuem capacidade de carga diretamente proporcional à pressão, até atingir 36 psi, onde a capacidade de carga não aumenta mais. A pressão máxima destes pneus alcança 44 psi, utilizada para talonamento e aumento da velocidade máxima.

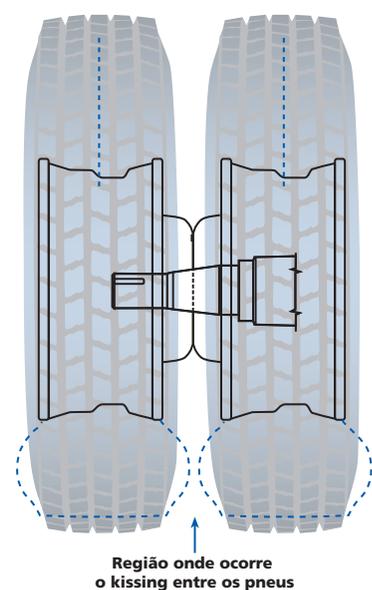
Pneus *extra load* possuem capacidade de carga diretamente proporcional à pressão, até atingir 42 psi, onde a capacidade de carga não aumenta mais. A pressão máxima destes pneus é de 52 psi, utilizada para talonamento e aumento da velocidade máxima.

14.2 DESCRIÇÃO DE SERVIÇO PARA PNEUS DE CARGA E VAN

Exemplo: 315/80R22.5 157/154L (154/150M)

Índice de Carga (156/154): Capacidade máxima de carga do pneu sob velocidade máxima, para montagem simples (156) ou em rodado duplo (154). Sempre sob a pressão padrão de inflação.

ILUSTRAÇÃO 56 - REGIÃO ONDE OCORRE O CONTATO ENTRE OS PNEUS DE UM RODADO DUPLO, CHAMADO DE “KISSING”



Fonte: Continental Pneus

Note que os valores de capacidade de carga são sempre reduzidos para a montagem em rodado duplo. Isso acontece por algumas razões: 1 – para evitar sobrecarga em um dos pneus do rodado, caso o outro venha a perder pressão, 2 – menor carga sobre o pneu reduz sua deformação, fazendo com que gerem menos calor, evitando assim a degradação da borracha e 3 – reduz a possibilidade de *kissing*, quando as laterais sob deformação começam a se tocar.

14.2.1 Descrição de Serviço Adicional (ou *Single Point*)

Descrições de Serviço Adicionais podem permitir a aplicação de carga adicional sobre os pneus, com redução da velocidade máxima permitida, em comparação com a descrição de serviço principal.

No exemplo:

- 157 / 154 L: 4125 kg (simples) / 3750 kg (rodado duplo) a 120 km/h
- (154 / 150 M): 3750 kg (simples) / 3350 kg (rodado duplo) a 130 km/h

Pneus de carga possuem diversas combinações de pressão/carga/velocidade, dependendo do tipo de caminhão, configuração, aplicação e roda utilizada. Há literatura específica para mais detalhes...

14.3 SÍMBOLO DE VELOCIDADE – SV (SPEED SYMBOL – SSY)

As classificações de velocidade são baseadas em testes de laboratório, onde os pneus são pressionados contra um rolo grande de metal, para simular a condição sob carga. Os pneus são rodados sob velocidades crescentes (incrementos de 10km/h, por 10 minutos) até que a velocidade requerida seja alcançada.

Para o desenvolvimento, os fabricantes costumam adotar procedimentos de testes mais rigorosos dos que os demandados pela norma como, por exemplo, a aplicação de um ângulo de *camber* no pneu para sobrecarregar um de seus ombros.

As classificações de velocidade são aplicáveis apenas aos pneus que não foram danificados, alterados, que rodaram sobrecarregados ou sub inflados.

Com o passar dos anos, os símbolos de velocidade receberam marcação em posições diferentes na denominação dos pneus, como abaixo:

225/50S R 16 225/50S R 16 89S ou 225/50 R 16 89S

Em 1991, o símbolo de velocidade foi adicionado à porção da descrição de serviço, sendo este o padrão utilizado até hoje: 225/50 R 16 89S.

14.4 TABELAS DE ÍNDICE DE CARGA E SÍMBOLO DE VELOCIDADE PARA PNEUS CVT (ETRTO – PNEUS MÉTRICOS)

TABELA 2 - ÍNDICE DE CARGA E SÍMBOLO DE VELOCIDADE PARA PNEUS CVT (ETRTO – PNEUS MÉTRICOS)

Índice de Velocidade	Velocidade Máxima	IC	Carga Máxima	IC	Carga Máxima	IC	Carga Máxima
D	65 km/h	125	1650 kg	146	3000 kg	167	5450 kg
F	80 km/h	126	1700 kg	147	3075 kg	168	5600 kg
G	90 km/h	127	1750 kg	148	3150 kg	169	5800 kg
J	100 km/h	128	1800 kg	149	3250 kg	170	6000 kg
K	110 km/h	129	1850 kg	150	3350 kg	171	6150 kg
L	120 km/h	130	1900 kg	151	3450 kg	172	6300 kg
M	130 km/h	131	1950 kg	152	3550 kg	173	6500 kg
N	140 km/h	132	2000 kg	153	3650 kg	174	6700 kg
P	150 km/h	133	2060 kg	154	3750 kg	175	6900 kg
Q	160 km/h	134	2120 kg	155	3875 kg	176	7100 kg
R	170 km/h	135	2180 kg	156	4000 kg	177	7300 kg
S	180 km/h	136	2240 kg	157	4125 kg	178	7500 kg
T	190 km/h	137	2300 kg	158	4250 kg	179	7750 kg
		138	2360 kg	159	4375 kg	180	8000 kg
		139	2430 kg	160	4500 kg	181	8250 kg
		140	2500 kg	161	4625 kg	182	8500 kg
		141	2575 kg	162	4750 kg	183	8750 kg
		142	2650 kg	163	4875 kg	184	9000 kg
		143	2725 kg	164	5000 kg	185	9250 kg
		144	2800 kg	165	5150 kg	186	9500 kg
		145	2900 kg	166	5300 kg	187	9750 kg

Fonte: Continental Pneus

14.5 TABELAS DE ÍNDICE DE CARGA E SÍMBOLO DE VELOCIDADE PARA PNEUS PLT (ETRTO – PNEUS MÉTRICOS)

TABELA 3 - ÍNDICE DE CARGA E SÍMBOLO DE VELOCIDADE PARA PNEUS PLT (ETRTO – PNEUS MÉTRICOS)

Índice de Velocidade	Velocidade Máxima	IC	Carga Máxima	IC	Carga Máxima	IC	Carga Máxima
L	120 km/h	69	325 kg	89	580 kg	109	1030 kg
M	130 km/h	70	335 kg	90	600 kg	110	1060 kg
N	140 km/h	71	345 kg	91	615 kg	111	1090 kg
P	150 km/h	72	355 kg	92	630 kg	112	1120 kg
Q	160 km/h	73	365 kg	93	650 kg	113	1150 kg
R	170 km/h	74	375 kg	94	670 kg	114	1180 kg
S	180 km/h	75	387 kg	95	690 kg	115	1215 kg
T	190 km/h	76	400 kg	96	710 kg	116	1250 kg
H	210 km/h	77	412 kg	97	730 kg	117	1285 kg
V	240 km/h	78	425 kg	98	750 kg	118	1320 kg
W	270 km/h	79	437 kg	99	775 kg	119	1360 kg
Y	300 km/h	80	450 kg	100	800 kg	120	1400 kg
		81	462 kg	101	825 kg	121	1450 kg
		82	475 kg	102	850 kg	122	1500 kg
		83	487 kg	103	875 kg	123	1550 kg
		84	500 kg	104	900 kg	124	1600 kg
		85	515 kg	105	925 kg	125	1650 kg
		86	530 kg	106	950 kg	126	1700 kg
		87	545 kg	107	975 kg	127	1750 kg
		88	560 kg	108	1000 kg	128	1800 kg
						129	1850 kg

Fonte: Continental Pneus

14.5.1 Pneus ZR, Y e (...Y) (pneus de passeio somente)

255/40 ZR 18

Pneus “ZR” apresentam capacidade de rodar a 240 km/h com 100% de carga. Sob velocidades superiores a 240km/h a relação carga-velocidade não é visível na descrição do pneu, e demandariam a necessidade de um certificado especial do fabricante para tal aplicação, que deverá indicar as condições do limite de uso.

Esses pneus foram amplamente utilizados por oficinas de *tunning*, já que muitos podiam ser aplicados a velocidades superiores a 300km/h sob 100% de carga. Desde novembro de 2014, o padrão europeu abandonou a marcação “ZR” e a substituiu pela marcação ZR (...Y).

255/40 ZR 18 XL (99Y)

Pneus ZR (...Y) cobrem os requisitos aplicados aos pneus “Y”. Acima de 300 km/h, as capacidades de carga e velocidade não são cobertas pela legislação, o que demanda indicação especial do fabricante para aplicar os pneus em tais condições.

14.5.2 Comportamento dos Pneus com Velocidades acima de 210 km/h

TABELA 4 -

Vel. Máx. (Km/h)	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300
Q	100														
	0.0														
R	100	100													
	0.0	1.0													
S	100	100	100												
	0.0	1.0	2.0												
T	100	100	100	100											
	0.0	1.0	2.0	3.0											
H	100	100	100	100	100	100									
	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0									
V	100	100	100	100	100	100	97	94	91						
	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0						
W	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	94	91			
	0.0	1.0	2.0	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0			
Y	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95	90	85
	0.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	7.5	7.5	7.5
(Y)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95	90	85
	0.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	7.5	7.5	7.5
Vel. Máx. (Mph)	100	106	112	118	124	130	136	143	149	155	161	168	174	180	186

Fonte: Continental Pneus

A tabela mostra o incremento necessário para a pressão padrão em velocidades acima de 210km/h.

Pneus (Y) cobrem os requisitos dos pneus “Y”, e podem ser, por vezes, aplicados a velocidades ainda superiores. A capacidade de carga (Y) deve ser confirmada pelo fabricante.

15 TSL – INSCRIÇÕES DAS PAREDES DOS PNEUS (*TIRE SIDEWALL LETTERING*)

Além da dimensão, tipo e descrição de serviço e de construção interna, há outras informações que formando o TSL. São eles:

15.1 CÓDIGO DOT - *DEPARTMENT OF TRANSPORTATION*

O código “DOT” na lateral certifica que o fabricante atende aos requisitos de segurança para pneus do Departamento de Transporte dos Estados Unidos (D.O.T.). Apesar de não ser mandatório em todos os países, é um código amplamente utilizado, dado o fácil entendimento.

ILUSTRAÇÃO 57 - CÓDIGO DOT NA LATERAL DE UM PNEU DE PASSEIO



Fonte: Continental Pneus

Na maioria dos pneus, o código completo, com a data de fabricação, só está estampado na parede externa, com sentido de direção ou lado de montagem.

Desde 2000, quatro números são utilizados para identificar a semana e o ano de produção. Antes dos anos 2000, eram utilizados três números: os primeiros dois identificam a semana e o último, o ano. Para identificar pneus produzidos nos anos 90, adicionou-se um triângulo ao final do código.

Exemplo de código DOT em uso atualmente:

65 CM TXBH 30 15

1 2 3 4 5 6

- Grupo 1: identifica a planta produtora;
- Grupo 2: identifica a medida;

- Grupo 3: grupo opcional para dados de manufatura;
- Grupo 4: grupo opcional para dados de manufatura;
- Grupo 5: dois dígitos que identificam a semana de produção;
- Grupo 6: dois dígitos que identificam o ano de produção.

IMPORTANTE: Nenhum código DOT possui a letra “O” para evitar confusão. Logo, caracteres redondos serão sempre o número “0”.

15.2 CLASSIFICAÇÃO UNIFORME DE QUALIDADE DE PNEUS (*UNIFORM TIRE QUALITY GRADING – UTQG*)

UTQG é a sigla em inglês para *Uniform Tire Quality Grading*, ou Classificação Uniforme de Qualidade de Pneus (considere-se livre tradução).

ILUSTRAÇÃO 58 - EXEMPLO DA CLASSIFICAÇÃO UTQG DE UM PNEU DE PASSEIO



Fonte: Continental Pneus

O *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA), dos Estados Unidos, estabeleceu os padrões do UTQG para ajudar os consumidores finais com informações úteis na hora da compra de pneus, com medições relativas de algumas de suas *performances*:

1. Desgaste da banda de rodagem – *Treadwear*,
2. Tração – *Traction*,
3. Temperatura – *Temperature*.

UTQG é uma forma de classificar os pneus de acordo com algumas de suas *performances*. A classificação foi criada por órgãos do governo americano (DOT e NHTSA) na tentativa de auxiliar os consumidores a escolher pneus com base em três parâmetros simples.

A classificação é obrigatória em todo o território norte-americano, mas não no Mercosul. Por ser um parâmetro com algum reconhecimento local, a maioria dos fabricantes também o aplica em pneus de produção local, porém não possui nenhuma força ou requerimento legal.

A classificação UTQG não é aplicável, de acordo com a lei americana, aos pneus especiais. Eis alguns exemplos:

- pneus de caminhões leves com grande profundidade de sulco;
- pneus de inverno ou neve;
- pneus temporários;
- pneus de reboques;
- pneus de diâmetro inferior a 12”.

Desgaste de Banda (*treadwear*): é uma classificação comparativa, com base na taxa de desgaste do pneu testado sob condições controladas em um campo de teste especificado pelo governo americano. O “pneu padrão“, chamado de SRTT (*Standard Reference Test Tires*), definido pelos órgãos governamentais, tem classificação igual a 100. As graduações são em múltiplos de 20. A taxa de desgaste de todos os pneus de ensaio é comparada com a do pneu padrão.

Isso quer dizer que um pneu com classificação “300”, deve ter vida útil, em termos de desgaste da banda de rodagem, três vezes maior que o pneu padrão.

Um pneu com *treadwear* igual a 480, como o encontrado em alguns pneus da linha ContiPowerContact, tem vida útil estimada em 4,8 vezes maior que o pneu padrão.

Na prática, não pensamos em termos de pneu padrão, mas fazemos uma comparação direta: Um pneu X com *treadwear* igual a 200 deve apresentar metade da durabilidade da banda de rodagem de um pneu Y com *treadwear* 400.

Procedimento de teste: um grupo de quatro veículos (máximo) equipados com os pneus de teste, percorrem o trajeto de teste especificado de 400 milhas (640 km) em comboio. As profundidades dos sulcos são medidas a cada 800 milhas. Os pneus são rodados por até 7.200 milhas (18 voltas pelo circuito) em um trajeto de ensaio majoritariamente de vias públicas. A vida total do pneu é projetada (estimada) utilizando as medições de profundidade de sulco obtidas durante o teste.

Aplicação de resultados do teste: apesar de ser uma ferramenta importante para o consumidor, os resultados de *treadwear* são obtidos sob condições de um teste controlado. As condições reais quase sempre vão variar muito entre aqueles usados no teste do UTQG. Fatores como o tipo de estrada, a pressão de inflação dos pneus, o alinhamento das rodas do veículo,

os hábitos de condução e as temperaturas da superfície de estrada podem afetar as taxas de desgaste da banda em reais condições de uso.

LEMBRE-SE: é um teste executado no exterior, com veículos americanos.

A classificação UTQG de *treadwear* é aberta à alguma interpretação por parte dos fabricantes de pneus, por que é atribuída após o pneu ter experimentado só um pouco de desgaste, uma vez que executa apenas 7.200 milhas. Isso significa que os fabricantes precisam extrapolar seus dados de desgaste para estimar a vida total. É sabido que a velocidade de desgaste de um pneu varia de acordo com a profundidade de sulco, por conta das variações do composto de borracha.

Normalmente, comparar os valores do desgaste de banda entre modelos da mesma marca é um pouco útil para fornecer algum indicativo. Já a tentativa de comparar notas entre diferentes marcas de pneu não é tão útil.

Tração (*traction*): a classificação se refere à tração em frenagem sobre superfície molhada, medida sob condições controladas, em superfícies de teste especificadas pelo governo americano, de concreto e de asfalto, ambas molhadas.

Há quatro classificações possíveis. Da maior para a menor: AA, A, B e C. Todos os pneus devem apresentar a classificação “C”, no mínimo, para serem vendidos em território americano. Lembre-se que a regra não é válida para o Brasil.

IMPORTANTE: o teste de tração do UTQG não avalia frenagem em pista seca, curvas em pista seca ou molhada, e tampouco resistência à aquaplanagem.

Procedimento de teste: dois pneus de teste são montados e inflados a 24psi. Os conjuntos são instalados em um reboque que possui um eixo instrumentado. Cada pneu é carregado com 492kg. O reboque é puxado sobre superfícies molhadas de concreto e asfalto, sob velocidade constante de 65km/h (40mph). A quantidade de água permanece constante, independente da superfície. O rebocador pode ser equipado com um tanque que aplique jato de água na frente dos pneus testados.

Os freios do reboque são acionados momentaneamente ao atingir-se a superfície molhada. Os pneus são arrastados sob esta condição e o coeficiente de atrito gerado é calculado através de uma relação entre as forças longitudinais e verticais geradas, medidas pelos sensores do eixo instrumentado. São feitas vinte medições em cada superfície e a média desses resultados é calculada.

O procedimento para classificação de tração do UTQG especifica que os coeficientes para concreto e asfalto devem ser calculados com o coeficiente de tração da roda travada (bloqueada), ou **coeficiente de atrito dinâmico**.

Mais especificamente, sob a aplicação dos freios, o pneu é submetido a forças de cisalhamento entre a banda de rodagem e a superfície de teste, quando a banda e seus blocos são deformados na direção da traseira do veículo. Isso gera uma força de tração oposta ao movimento do veículo. Com o aumento do torque de frenagem, o pneu se deforma mais e os elementos da banda de rodagem localizados na parte traseira da área de contato com a superfície começam a deslizar, ao invés de agarrar. O coeficiente de atrito rapidamente atinge um valor máximo próximo de 10-20% de escorregamento, e então são reduzidos quando o valor do escorregamento longitudinal aumenta até 100%, o que representa um pneu totalmente travado. O coeficiente máximo de atrito obtido na faixa de 0-100% de escorregamento é chamado de coeficiente de “pico”; e o coeficiente mais baixo para a roda totalmente travada é chamado de coeficiente de atrito de “escorregamento”. (*U.S. Department of Transportation - National Highway Traffic Safety Administration, 2011*).

Aplicação de resultados do teste: os testes de tração medem apenas as características de tração em pista molhada, sob frenagem, e em linha reta. Note ainda que os resultados são medidos com a roda travada, o que diminui bastante a influência do desenho da banda de rodagem e sua capacidade de drenagem da água, deixando mais pronunciada a influência do composto de borracha utilizado na banda.

TABELA 5 -

Níveis de Tração	Força-g no Asfalto	Força-g no Concreto
AA	> de 0.54	0.41
A	> de 0.47	0.35
B	> de 0.38	0.26
C	< de 0.38	0.26

Fonte: Continental Pneus

Temperatura (*temperature*): esta classificação denota a capacidade dos pneus para dissipar o calor gerado quando testados, sob condições controladas, em um rolo, dentro do laboratório. Há três níveis *temperature*, como há para *Traction*, com exceção da classificação “AA”: A, B e C.

Procedimento de teste: os pneus de teste são montados em rodas, carregados com a carga máxima e inflados com a pressão máxima indicada em suas laterais. Rodadas sucessivas de trinta minutos são feitas com incrementos de velocidade de 8 km/h (5mph), sendo a velocidade inicial igual a 120,7 km/h (75mph). Este procedimento é repetido até que o pneu falhe.

A catastrófica falha é ocasionada pelo aumento da temperatura do pneu e consequente, pela degradação dos componentes de borracha. Logo, quanto maior a capacidade de dissipar calor, maior será sua capacidade de resistir ao teste.

TABELA 6 -

Níveis de Temp.	Velocidade (mph)
A	> 150
B	100 – 150
C	80 – 100

Fonte: Continental Pneus

Aplicação de resultados do teste: a velocidade é a única variável neste teste. Em condições reais de uso, a curvatura da estrada, o alinhamento das rodas e a dinâmica veicular são alguns fatores que também afetarão a quantidade de calor que um pneu terá de dissipar.

A classificação de velocidade do pneu (índice de velocidade) é uma maneira muito mais específica de expressar a capacidade de dissipar o calor em comparação com a classificação de temperatura UTQG.

15.3 M+S E O THREE-PEAK-MOUNTAIN WITH SNOWFLAKE

O símbolo “Alpino”, ou a “montanha de três picos com o floco de neve” (*three-peak-mountain with snowflake*, abreviado para “3PMSF”) foi implementado em novembro de 2012 sob a regulamentação europeia 661/2009. A 3PMSF somente pode ser aplicada se o pneu atingir o nível mínimo requerido de *performance* na neve, chamado de índice de aderência na neve (*snow grip index*).

“Lama e Neve” (*Mud and Snow*, também marcado como M+S, M.S ou M&S) tem sido utilizado para identificar pneus de inverno por muitos anos. Apesar da classificação M+S possuir um requisito legal para ser utilizada, não possui relação com os requisitos de *performance* na neve. Ainda assim, é muito utilizada. A marcação M+S permanece em uso, porém, enquanto os pneus M+S apresentam níveis de tração e aderência na neve superiores aos normais, não necessariamente passam pelo teste do 3PMSF.

ILUSTRAÇÃO 59 - EXEMPLO DE MARCAÇÃO M+S

Fonte: Continental Pneus

15.4 COMPOSIÇÃO DAS LONAS E MATERIAIS UTILIZADOS

Informações sobre a (s) lona (s) posicionadas abaixo da banda de rodagem ou sobre a (s) lona (s) localizadas nas laterais, incluindo quantidade e material utilizado, devem ser identificadas nas laterais dos pneus.

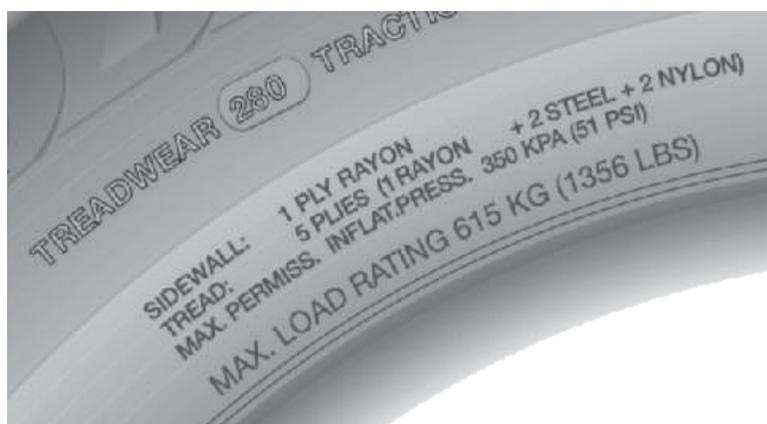
Exemplo:

Tread: 5 plies (1 rayon + 2 steel + 2 polyamide)

Sidewall: 1 ply rayon

1. Neste exemplo há cinco camadas de lona na região da coroa do pneu:
 - a. Uma lona de *rayon* – lona de corpo;
 - b. Duas lonas de aço – duas cintas estabilizadoras;
 - c. Duas lonas de poliamida – o *capply*.
2. Nas paredes do pneu, há apenas uma lona de *rayon*; a lona de corpo do pneu.

ILUSTRAÇÃO 60 - DESCRIÇÃO DE COMPONENTES DA CARÇAÇA DE UM PNEU



Fonte: Continental Pneus

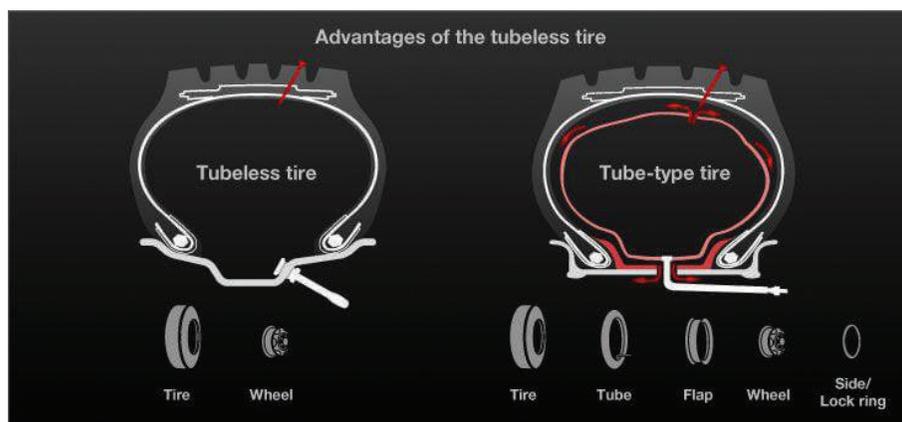
15.5 TUBE TYPE E TUBELESS (COM E SEM CÂMARA)

Pneus sem câmara (*tubeless*) dispensam o uso de câmaras de ar, por serem dotados da camada estanque chamada de innerliner, virtualmente impermeável ao ar, e de desenho específico da região do talão que, pela pressão do ar, é pressionada contra os flanges da roda, tornando o pneu estanque.

Pneus com câmara, (*tube type*) mais suscetíveis a uma série de danos causados pela montagem incorreta (o que gera calor em excesso por atrito e perfurações) são cada vez menos utilizados na indústria. Em aplicações para veículos de carga, pneus *tube type* ainda apresentam a necessidade de componentes adicionais, como protetores e rodas multicomponentes, o que torna sua manutenção ainda mais difícil.

A principal desvantagem dos pneus *tube type* está no fato de que os talões e a roda não apresentam uma vedação hermética. Isso faz com que qualquer perfuração na câmara de ar gere uma perda súbita de pressão através dos flanges da roda e da conexão com a válvula, enquanto nos pneus *tubeless*, a perda de pressão tende a ser gradual.

ILUSTRAÇÃO 61 - DIFERENÇAS ENTRE PNEUS *TUBELESS* E *TUBE TYPE* AO SEREM PERFURADOS



Fonte: Continental Pneus

15.6 MARCAÇÕES ADICIONAIS ESPECÍFICAS PARA PNEUS DE CARGA E VAN

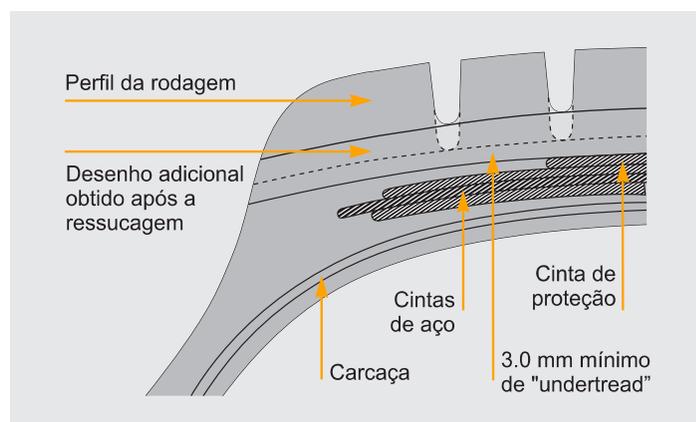
15.6.1 *Regroovable* (Ressulcável)

Alguns pneus são projetados para serem ressulcados. Os ressulcáveis possuem uma camada mais espessa de borracha sobre sua cinta mais externa, o que permite ao material do fundo dos sulcos ser removido para estender a vida do pneu. Geralmente, remove-se os detalhes do fundo dos sulcos e os ejetores de pedra para aprofundar o sulco.

Cada modelo de pneu possui recomendações específicas para ressulcagem, geralmente dispostas nos manuais técnicos dos fabricantes.

Geralmente, pneus *regroovable* podem ser ressulcados até a espessura de 2 ou 3mm acima da última cinta estabilizadora.

ILUSTRAÇÃO 62 - ESQUEMA DE RESSUCAGEM DE UM PNEU DE CARGA



Fonte: Continental Pneus

Os pneus de carga da Continental ainda contam com recomendações para recapagem na lateral conforme ilustração a seguir.

ILUSTRAÇÃO 63 - RECOMENDAÇÕES PARA RECAPAGEM MARCADAS NA LATERAL DO PNEU DE CARGA



Fonte: Continental Pneus

15.6.2 Sentido de Rotação ou Lado de Montagem

Alguns pneus possuem sentido específico de rotação ou lado de montagem, dependendo do desenho de sua banda de rodagem. Neste caso, podem ser identificados de duas formas:

Setas (→): indicam o sentido de rotação do pneu;

Indicação do lado de montagem: geralmente identificados como “SFO” (*Side Facing Outwards*), “Outer”, “Outside”, ou “External”, para o lado externo, e SFI (*Side Facing Inwards*), “Inner”, “Inside”, ou “Internal”, para o lado interno (lado da caixa de roda do veículo).

15.6.3 Designação de Carga TR&A

A norma americana demanda que a descrição de capacidade de carga, para montagem simples e dupla, junto com a pressão de referência, seja exposta da seguinte forma na lateral do pneu:

Max. Load Single 4000kg (8820 LB) at 900 KPA (130 PSI) COLD

Max. Load Dual 3350kg (7385 LB) at 860 KPA (125 PSI) COLD

ILUSTRAÇÃO 64 - DESIGNAÇÃO TR&A DE CARGA E PRESSÃO PARA UM PNEU DE CARGA COMUM

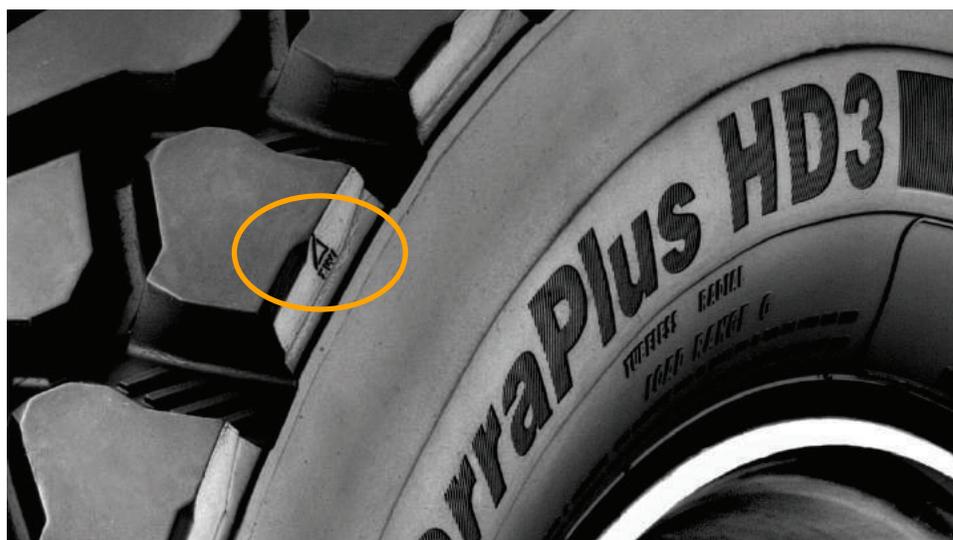


Fonte: Continental Pneus

15.6.4 TWI – Indicador de Desgaste de Banda de Rodagem (*Tread Wear Indicator*)

As letras “TWI” ficam localizadas nas laterais do pneu, próximas à banda de rodagem, para facilitar a localização.

ILUSTRAÇÃO 65 - EXEMPLO DE MARCADOR TWI NA LATERAL / OMBRO DO PNEU



Fonte: Continental Pneus

15.6.5 *Ply Rating* (PR)

É a classificação internacional da capacidade de carga. No passado, era o padrão adotado para todos os pneus.

A origem deriva dos antigos pneus diagonais, produzidos com lonas de corpo de algodão.

A classificação se refere à capacidade de carga e não à quantidade de lonas que realmente são utilizadas na construção. Nos pneus modernos de *van*, são utilizadas apenas uma ou duas lonas de corpo na construção. A referência a 6, 8 ou 10 lonas se refere a uma construção diagonal antiga, há muito fora de uso.

A capacidade de carga do pneu, de acordo com a antiga classificação do número de lonas, conhecida como *ply rate* (PR), será encontrada na descrição ou no *Data Book* de pneus. Exemplos:

- 225/75 R 16C 116/114N 8PR
- 225/75 R 16C 118/116R 10PR

Quando temos a descrição “8PR” significa que o pneu possui capacidade de carga equivalente a 8 lonas, enquanto “10PR”, 10 lonas.

Para uma especificação mais exata, é sempre recomendado que se faça referência ao índice de carga e não ao número de lonas. Note que nos manuais dos veículos, as montadoras apontam o índice de carga correto do pneu e não o número de lonas.

A classificação “PR” não é eficaz para comparar pneus de medidas diferentes. O correto é sempre utilizar o índice de carga. Exemplos:

- 175/70 R15C 97/95T 8PR
- 225/75 R16C 116/114N 8PR

Apesar de apresentarem o mesmo *ply rate*, é nítido que esses pneus possuem capacidades de carga bem diferente e a classificação PR só funciona para distinguir pneus de uma mesma medida:

- 175/70 R15C 97/95 PR 8
- 195/70 R15C 100/98 PR 6
- 195/70 R15C 104/102 PR 8

15.6.6 *Load Range* (LR)

A classificação é similar a anterior *ply rating* e ambas estão correlacionadas. Por esta razão, possuem a mesma limitação recém apresentada. Veja tabela de correlação a seguir.

TABELA 7 -

<i>Load Range</i>	<i>Ply Rating</i>
A	2
B	4
C	6
D	8
E	10
F	12
G	14
H	16
J	18
L	20
M	22
N	24

Fonte: Continental Pneus

IMPORTANTE: utilizando-se PR ou LR, não é possível calcular a capacidade de carga em kg do pneu ou do eixo.

16.1 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA: TSL DE PNEUS CVT

ILUSTRAÇÃO 67 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA TSL (TIRE SIDEWALL LABELLING) - PNEU DE CARGA CVT



- | | |
|--|--|
| 1. Dimensão do pneu | 8. Designação de carga TR&A (EUA) |
| 2. Descrição de serviço | a. <i>Load range</i> |
| 3. Descrição de serviço adicional (<i>single point</i>) | 9. Composição das lonas e materiais utilizados |
| 4. Recomendação de uso | 10. Código DOT - <i>Department of Transportation</i> |
| 5. Ressuscitável (<i>regroovable</i>) | 11. Avisos de segurança |
| 6. <i>Tube type / tubeless</i> e tipo de construção (radial) | |
| 7. Certificação INMETRO | |

Fonte: Continental Pneus

16.3 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA: TSL DE PNEUS PLT

ILUSTRAÇÃO 69 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA TSL (*TIRE SIDEWALL LABELLING*) - PNEU DE PASSEIO



- | | |
|--|---|
| 1. Dimensão do pneu | 5. Composição das lonas e materiais utilizados |
| 2. Descrição de serviço | 6. Código DOT - <i>Department of Transportation</i> |
| 3. <i>Tube type / tubeless</i> e tipo de construção (radial) | 7. Avisos de segurança |
| 4. Designação de carga TR&A (EUA) | |
| a. <i>Load range</i> | |

Fonte: Continental Pneus

16.4 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA: TSL DE PNEUS PLT

ILUSTRAÇÃO 70 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA TSL (*TIRE SIDEWALL LETTERING*) - PNEU DE PASSEIO



- | | |
|--|---|
| 1. Dimensão do pneu | 5. Composição das lonas e materiais utilizados |
| 2. Classificação UTQG | 6. Código DOT - <i>Department of Transportation</i> |
| 3. <i>Tube type / tubeless</i> e tipo de construção (radial) | 7. Avisos de segurança |
| 4. Designação de carga TR&A (EUA) | |
| a. <i>Load range</i> | |

Fonte: Continental Pneus

17 TIPOS DE ESCULTURAS DE BANDA DE RODAGEM

O componente mais importante de um pneu é sua banda de rodagem. Esses elementos são esculpidos, ou desenhados de acordo com alguns conceitos básicos e podem ser classificados conforme o estilo do desenho da banda de rodagem.

Entre as possíveis bandas de rodagem, suas vantagens e desvantagens, vamos apresentar os tipos de desenho.

Os exemplos dados a seguir são de pneus de passeio, mas os conceitos, intercambiáveis a todos os tipos, inclusive para aos pneus de carga.

ILUSTRAÇÃO 71 - TIPOS DE ESCULTURAS DE BANDA DE RODAGEM

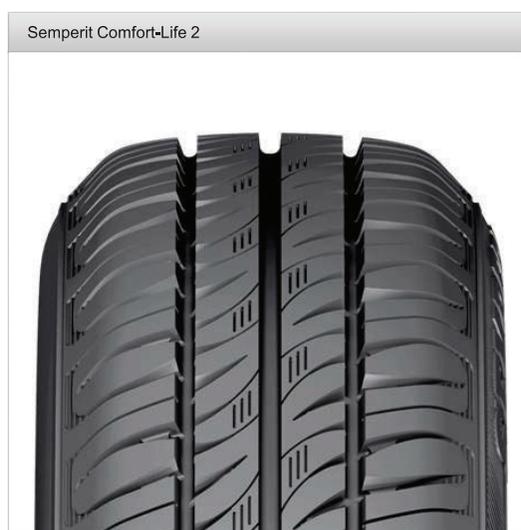


Fonte: Continental Pneus

17.1 DESENHO SIMÉTRICO OU MULTIDIRECIONAL

Os simétricos ou multidirecionais possuem a escultura da banda de rodagem que permite a montagem em qualquer sentido na roda e em qualquer posição no veículo. Por conta disso, é a escultura preferida para pneus de carga e de *van*, pois facilita o manuseio e controle dos pneus dentro da frota.

ILUSTRAÇÃO 72 - DESENHO SIMÉTRICO. BANDA DE RODAGEM É ESPELHADA. O MAIS USUAL EM PNEUS DE CARGA E VAN



Fonte: Continental Pneus

- Vantagens
 - o Pode ser montado em qualquer posição no veículo, sem precisar verificar o lado de montagem;
 - o Bom nível de desempenho global.
- Desvantagens
 - o *Performance* em emissão sonora pode ser comprometida;
 - o Menor proteção contra aquaplanagem.

17.2 DESENHO DIRECIONAL

Pneus direcionais possuem a banda desenhada para apenas um sentido de rotação. O padrão dos sulcos geralmente se assemelha à ponta de uma seta.

ILUSTRAÇÃO 73 - DESENHO DIRECIONAL - O DESENHO EM “V” É MUITO EFICIENTE PARA DRENAGEM DE ÁGUA



Fonte: Continental Pneus

- Vantagens
 - o Alta proteção contra aquaplanagem, por conta do desenho em “V”;
 - o Boa estabilidade direcional;
 - o Visual atraente.
- Desvantagens
 - o Montagem mais complexa, sendo que o sentido de rotação deve casar com o lado correto do veículo, gerando limitações às combinações de rodízio;
 - o Geralmente apresentam elevado nível de emissão sonora.

17.3 DESENHO COMPOSTO PARA APLICAÇÕES ESPECIAIS

Pneus compostos são pneus direcionais e assimétricos ao mesmo tempo. Este desenho de banda traz as vantagens dos direcionais e assimétricos.

ILUSTRAÇÃO 74 - DESENHO COMPOSTO - UTILIZADO PRINCIPALMENTE PARA APLICAÇÕES ESPECIAIS, EM VEÍCULOS DE ALTO DESEMPENHO.



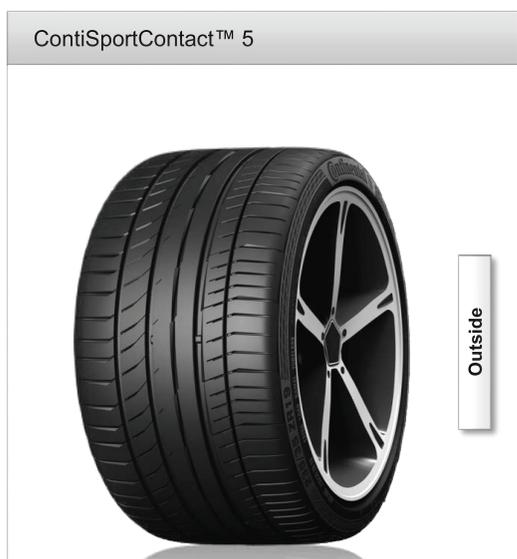
Fonte: Continental Pneus

- Vantagens
 - o Dirigibilidade otimizada em pista seca e molhada;
 - o Boa estabilidade direcional;
 - o Boa proteção contra aquaplanagem.
- Desvantagens
 - o São necessários dois modelos: um para o lado esquerdo e outro para o direito do veículo;
 - o Montagem mais complexa, sendo que o sentido de rotação deve casar com o lado correto do veículo, gerando limitações nas combinações de rodízio.

17.4 DESENHO ASSIMÉTRICO

Pneus assimétricos possuem desenho de banda diferente entre os ombros internos e externos. O lado externo possui maior área de contato, enquanto o interno, uma área mais aberta.

ILUSTRAÇÃO 75 - DESENHO ASSIMÉTRICO - O MAIS USUAL EM PNEUS DE PASSEIO



Fonte: Continental Pneus

- Vantagens
 - o Maior adaptação às condições da rodovia e de direção;
 - o Dirigibilidade é otimizada em pista seca e molhada;
 - o Permite desgaste mais nivelado e uniforme.
- Desvantagens
 - o Possui lado de montagem, que deve ser observado;
 - o Pode apresentar uma leve perda de proteção contra aquaplanagem, quando comparado com o desenho direcional (dependendo do desenho assimétrico).

17.5 RODÍZIO

A figura a seguir mostra a relação entre escultura da banda de rodagem e esquemas de rodízio.

ILUSTRAÇÃO 76 - RELAÇÃO ENTRE ESCULTURA DE BANDA DE RODAGEM X ESQUEMAS DE RODÍZIO

Simétrico	Sim	Sim	Sim	Sim
Direcional	Não	Sim	Não	Não
Composto	Não	Sim	Não	Não
Assimétrico	Sim	Sim	Sim	Sim

Fonte: Continental Pneus

Notas

Se um pneu direcional é montado na roda sobressalente (estepe) há uma chance, em caso de furo, que este tenha de ser montado da forma errada – sentido de rotação invertido.

Se um pneu direcional precisa ser montado da forma errada, então só deve ser usado a uma velocidade moderada, e consertado na primeira oportunidade.

18 CLASSIFICAÇÃO DOS PNEUS

A diversidade dos pneus, tanto de passeio quanto de carga, se explica porque o avanço dos anos demandou a criação de pneus específicos para cada aplicação.

Algumas classificações cumprem quesitos padronizados e, por vezes, internacionais, porém outras são puramente comerciais.

18.1 PNEUS DE PASSEIO

- De acordo com a estação ou clima
 - o *Summer* (Verão)
 - o *All Seasons* (Todas as estações)

- o *Winter* (Inverno)
- o *Nordic* (Gelo)

- De acordo com o veículo
 - o *Economic* (econômico)
 - o *Touring* (turismo)
 - o UHP – *Ultra High Performance* (Desempenho Ultra Alto)
 - o U-UHP – *Ultra Ultra High Performance* (Desempenho Ultra Ultra Alto)
 - o *Off-Road* (fora de estrada)
 - o *Van*
 - o *Light Truck* (caminhões leves)
 - o *Racing* (corrida)

18.1.1 Pneus de Passeio: Classificação de acordo com a estação ou clima

Ao final dos anos 70, a classificação de acordo com a estação do ano ou clima da região onde o pneu é aplicado começou a ser utilizada com mais frequência para criação de novos produtos. Na maioria dos países da América Latina, esta classificação faz muito sentido, haja vista que o clima tropical na grande parte do território faz com que o mercado demande apenas pneus *Summer* (verão), porém a presença de diversos veículos importados montados com tipos diferentes de pneus torna o estudo desta classificação válido.

- Pneus *Summer* (verão): *summer*, *performance* ou comuns, são os mais comuns em nosso mercado, projetados para oferecer alto desempenho em dirigibilidade, frenagem e aderência em vias asfaltadas. Pneus *summer* são capazes de entregar toda a sua *performance* quando a temperatura ambiente é igual ou superior a 7°C. Abaixo dessa temperatura, o composto da banda de rodagem passa a sentir os efeitos da transição vítrea, quando seus elastômeros perdem elasticidade, tornam-se mais rígidos e frágeis.

A escultura da banda de rodagem é mais sólida, com poucos *sipes*.

Este tipo de pneu não apresenta níveis de tração suficientes para serem utilizados em pistas cobertas de neve ou gelo;

- *All-Seasons* (Todas as estações): são projetados para entregar *performances* aceitáveis em pistas secas, molhadas ou cobertas por neve. Apesar de funcionarem bem a temperaturas mais altas, oferecem menos aderência do que pneus *summer*, o que sacrifica suas *performances* de frenagem e dirigibilidade. Estes pneus apresentam profundidade de sulco geralmente maiores do que as encontradas em pneus *summer*, porém sua escultura de banda de rodagem, com mais sulcos e *sipes*, os deixam mais sensíveis a arrancamento. Pneus *all-seasons* são muito utilizados em países da América do Norte, que possuem invernos com neve e períodos de verão com altas temperaturas.

A RMA (*Rubber Manufacturers Association*) define critérios de teste e *performance* mínima a ser atingida, para que o pneu possa ser considerado *all-seasons* e receba a marcação “M+S” em sua lateral;

- *Winter* (Inverno): são projetados para utilização sob condições mais rigorosas de inverno, com temperaturas mais baixas e pistas com alto volume de neve. Possuem compostos que os mantêm macios e flexíveis a baixas temperaturas e possuem muitos sulcos que se ajudam para promover a aderência na neve.

A RMA (*Rubber Manufacturers Association*) define critérios de teste e *performance* mínima, que deve ser atingida para que um pneu possa ser chamado de *winter* e receba a marcação “3PMSF” em sua lateral;

- *Nordic* (Gelo): Na realidade, são pneus *winter* adaptados para rodar sobre pistas cobertas de gelo maciço e não neve. Pneus *nordic* são dotados de hastes pontiagudas de metal (*studs*) em sua banda de rodagem, que penetram na camada de gelo, gerando aderência.

ILUSTRAÇÃO 77 - EXEMPLOS DE PNEUS *SUMMER*, *ALL SEASONS*, *WINTER* E *NORDIC*



Fonte: Continental Pneus

Exemplos:

- *Summer*: PowerContact, SportContact 5, ForceContact,
- *All-Seasons*: ProContact TX, ExtremeContact DWS,
- *Winter*: WinterContact TS 860
- *Nordic*: IceContact 2

18.1.2 Pneus de Passeio: Classificação de acordo com a aplicação

Esta classificação não segue nenhum critério legal ou padronizado. A atribuição ocorre por cada fabricante, que a insere em seus produtos. Trata-se de um critério definido majoritariamente pelo foco em cada linha de produto, porém, para fins didáticos, utilizaremos uma gama de medidas de aros.

- *Eco* (Econômicos): são pneus, geralmente, de aros 12” até 14”, que focam majoritariamente em quilometragem e preço. Costumam apresentar equilíbrio de *performance* aceitável;
- *Touring* (Turismo): *touring* ou HP (*high performance*) são pneus de aros entre 15” e 17” que apresentam foco em conforto e segurança, principalmente na pista molhada;
- *UHP* (*Ultra High Performance*, Desempenho Ultra Alto): são pneus de aros entre 17” e 18” com foco em dirigibilidade, porém sem sacrificar, de forma significativa, o conforto de dirigir;
- *U-UHP* (*Ultra - Ultra High Performance*, Desempenho Ultra - Ultra Alto): com aros entre 19” e 23”, têm foco em dirigibilidade, esportividade e frenagem que, por sua geometria e características construtivas, acabam por sacrificar o conforto e a quilometragem para apresentar alta resposta de direção e velocidade;
- *Off-Road* (Fora-de-Estrada): também chamados de “mistos”, possuem grandes larguras de seção e alturas de seção, com diâmetros internos de 14” a 16”, para serem aplicados a terrenos não pavimentados ou parcialmente pavimentados. Também possuem grandes blocos em sua banda de rodagem, para proporcionar maior aderência sobre superfícies sem pavimento;

Pneus *off-road* costumam receber uma subclassificação comercial, de acordo com a porcentagem do tempo em que são aplicados em percursos *on-road* e *off-road*, pois dificilmente este tipo de veículo roda em 100% do tempo *off-road*. Por exemplo: O veículo roda 70% do tempo em percurso asfaltado e 30% fora de estrada:

→ Utilizamos para este veículo pneus mistos 70/30.

Pneus mistos também são chamados de AT, A/T ou ATR (*All Terrain*), STR (*Stability Traction Rating*), MT/R (*Maximum Traction / Reinforced*), M/T (*Mud Traction*), entre outras denominações.

- *Van*: pneus com grandes alturas de seção, para proporcionar altura ao veículo e conforto aos passageiros. São dotados de reforços laterais resistência aos contatos com o meio-fio e ombros reforçados para resistir às altas cargas. Recebem diversos reforços estruturais e, por vezes, mais de uma lona de corpo, para suportarem mais carga. Pneus de *van* apresentam índices de carga de até 121 e geralmente podem ser montados em rodados duplos e ressulcados;
- *Light Truck*: são semelhantes aos pneus *off-road*, porém com banda de rodagem mais adaptada às vias asfaltadas;
- *Racing*: pneus de competição ou *track-day* (competição amadora) possuem compostos super macios e na maioria das vezes, diferentes na banda de rodagem e nos ombros, para a máxima aderência ao asfalto. Apresentam baixíssimas alturas de seção, profundidade de sulco reduzida (ou sem sulcos), o que fazem com que apresentem baixos rendimentos quilométricos e nenhuma preocupação com conforto.

Exemplos:

- Eco: PowerContact, EcoContact 5,
- *Touring*: PremiumContact 5, ExtremeContact DW,
- UHP: SportContact 3, SportContact 5,
- U-UHP: SportContact 6,
- *Off-road*: CrossContact AT,
- *Van*: VanContact 100, VanContact AP,
- *Light Truck*: CrossContact LX2,
- *Racing*: Hossier, ForceContact.

ILUSTRAÇÃO 78 - EXEMPLOS DE PNEUS ECO, *TOURING*, UHP E U-UHP

Fonte: Continental Pneus

ILUSTRAÇÃO 79 - EXEMPLOS DE PNEUS *OFF-ROAD*, *VAN* E *LIGHT TRUCK*

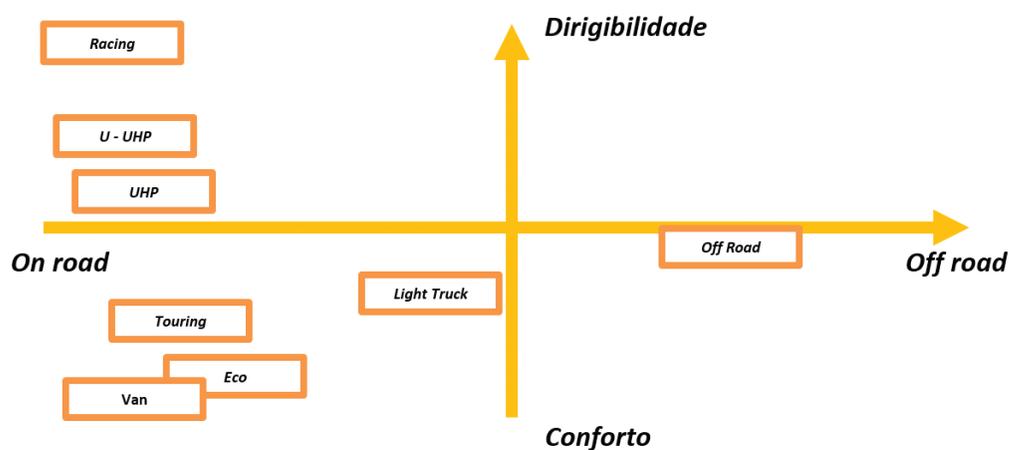
Fonte: Continental Pneus

ILUSTRAÇÃO 80 - EXEMPLO DE PNEU *TRACK DAY*

Fonte: Continental Pneus

Como é de se esperar, ambas as classificações se aplicam, simultaneamente, sobre os mesmos pneus. Logo, encontram-se no mercado pneus de *van all-seasons*, *van winter*, *UHP all-seasons*, *UHP summer* e até combinações mais inusitadas, como pneus *U-UHP winter*.

ILUSTRAÇÃO 81 - POSICIONAMENTO DE PNEUS DE ACORDO COM SUA UTILIZAÇÃO E COMPORTAMENTO



Fonte: Continental Pneus

18.2 PNEUS DE CARGA

A classificação dos pneus de carga é muito menos dependente do clima da região por onde o veículo trafega, e mais conectada ao tipo de trabalho que o veículo desempenha, bem como o tipo de configuração do veículo ou composição. Isso se dá porque os veículos de carga tendem a ser muito mais específicos em seu trabalho e rota; por isso é possível aplicar-se pneus bem mais adaptados às necessidades:

- De acordo com a posição no veículo
 - o Direcional
 - o Trativo
 - o *Trailer*
- De acordo com a aplicação ou tipo de serviço
 - o Regional
 - o Longa Distância
 - o Construção ou Misto

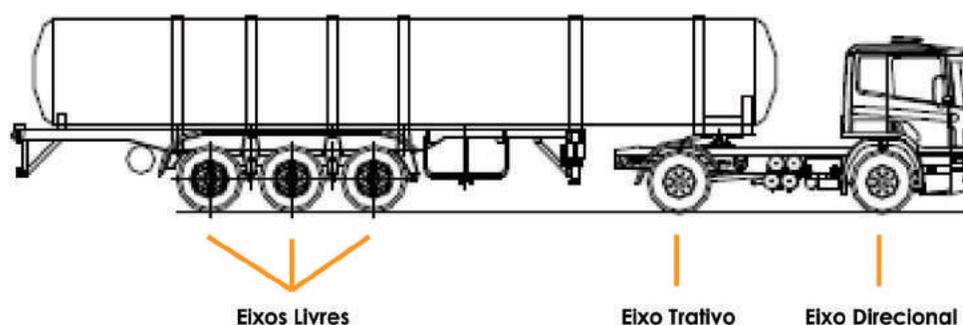
- o *Off-Road*
- o Urbano
- o Militar

18.2.1 Pneus de Carga: Classificação de acordo com a posição no veículo

Há diversas configurações entre os veículos de carga: 4x2, 4x4, 6x2, 6x4, 6x6, 8x8 e assim por diante. De acordo com a configuração, devemos utilizar pneus desenvolvidos especificamente para cada um desses eixos.

Exemplo: cavalo mecânico 4x2 (quatro pontas de eixo, das quais duas ligadas à transmissão e geradoras de movimento) e um semirreboque 6x0 (seis pontas de eixo, todas elas “livres”).

ILUSTRAÇÃO 82 - POSICIONAMENTO DOS EIXOS EM UM CAMINHÃO



Fonte: Continental Pneus

Eixo Direcional: está ligado à caixa de direção, responsável por dar direção ao veículo.

Eixo Trativo: ou eixos trativos, são responsáveis por transmitir a força do motor para o solo.

Eixos Livres: esses eixos giram livres, são rebocados pelo cavalo mecânico e apenas suportam a carga sobre eles.

- Pneus Direcionais: também chamados de “pneus lisos” ou “*all-position*”, são montados no (s) eixo (s) direcional (is) do veículo. Apresentam ombros mais sólidos e menor quantidade de *sipes* na escultura da banda de rodagem. São projetados para apresentar boa resposta à direção.

Também podem ser montados em eixos loucos e em eixos trativos de veículo, que não demandam elevados níveis de tração, como ônibus.

- Pneus Trativos: também conhecidos como “pneus borrachudos”, são montados no (s) eixo (s) trativo (s) do veículo. Apresentam grande quantidade de blocos na banda de rodagem e maior profundidade de sulcos, para oferecer grande aderência,
- Pneus *Trailer*: são a versão simplificada dos pneus direcionais. Possuem escultura de banda de rodagem similar, porém a construção carrega menos componentes, como os responsáveis por aumentar a velocidade de resposta à direção. Também apresentam menor profundidade de sulco, para evitar desgastes irregulares e menor custo.

Por serem similares aos direcionais e apresentarem menor custo, não é incomum encontrá-los montados em eixos direcionais. O resultado é menor velocidade de resposta à direção e, em caso de sinistro, a negativa de cobertura pelas companhias de seguro.

ILUSTRAÇÃO 83 - EXEMPLOS DE PNEU LISO (HYBRID HS3), TRATIVO (HYBRID HD3) E TRAILER (HYBRID HT3)



Fonte: Continental Pneus

Alguns, como os 215/75R17.5, normalmente não possuem modelos lisos e borrachudos, então são utilizados os mesmos pneus em todos os eixos.

Caminhões 6x2 são comumente chamados de trucados. No eixo louco do cavalo mecânico deve-se montar pneus direcionais ou trailer, levando-se em conta a diferença de raio estático carregado dos pneus. Caminhões 6x4 são chamados popularmente de traçados e devem receber pneus trativos nos dois eixos de tração.

Uma maneira simples de distingui-los é observar o número de diferenciais instalados nos eixos traseiros do caminhão: trucados possuem um diferencial e traçados, dois.

18.2.2 Pneus de Carga: Classificação de acordo com a aplicação ou tipo de serviço

Em pneus de carga, é essencial entender exatamente qual é o tipo de serviço que o veículo irá desempenhar, a rota pretendida de trabalho e os tipos de pavimento que irá enfrentar. Tudo isso define o tipo de serviço do veículo, de acordo com o qual definiremos uma família de pneus direcionais, trativos e trailer que deverão ser aplicados.

- **Pneus Regionais:** são os mais comuns e versáteis disponíveis, utilizados em rodovias com desníveis, serras, curvas e percursos retilíneos. Também devem ser utilizados em veículos que fazem muitas paradas de carga e descarga dentro do perímetro urbano. Na Continental, os pneus regionais pertencem à família Hybrid: Hybrid HS3, Hybrid HD3 e Hybrid HT3.
- **Pneus Longa Distância (*Long Haul*):** utilizados em rodovias predominantemente retilíneas, em que o veículo permanece a maior parte do tempo em velocidade alta e constante, sem muitas paradas. Apresentam construção mais leve para reduzir a resistência ao rolamento e evitar superaquecimento. Na Continental, os pneus *long haul* pertencem à família EcoPlus: EcoPlus HS3, EcoPlus HD3 e EcoPlus HT3.
- **Pneus Construção (mistos):** aplicados geralmente em veículos que atuam nos terrenos em construção, em florestas, canaviais, e serviços auxiliares à mineração, mas que também devem rodar por rodovias asfaltadas. Possuem carcaças reforçadas com cintas mais espessas para evitar a penetração de objetos. A escultura da banda de rodagem conta com blocos e sipes para melhorar a tração em terrenos macios. Na Continental, os pneus mistos pertencem à família HxC: HSC, HDC e, em alguns mercados, HTC.
- **Pneus *Off-road*:** aplicados em veículos que atuam em 100% do tempo nos terrenos em construção pesada ou mineração. Possuem carcaças reforçadas com cintas mais espessas para evitar a penetração de objetos. A escultura da banda de rodagem conta com grandes blocos e não possuem *sipes*, para melhorar a tração em terrenos macios e proteger contra arrancamentos de partes da banda de rodagem. Na Continental, os pneus *off-road* pertencem à família HxO: HSO e HDO.

Pneus *off-road* podem apresentar diferentes capacidades máximas de carga e pressão, recomendadas conforme o terreno a que são aplicados: asfalto, misto ou *off-road*.

- **Pneus Urbanos:** possuem reforços na região dos talões para suportarem o calor gerado pelos freios do veículo, que são acionados constantemente no perímetro urbano, e uma camada adicional de borracha nas laterais para protegê-los dos contatos contra o meio-fio. A escultura da banda de rodagem se assemelha a da dos pneus regionais. São aplicados majoritariamente em ônibus coletivos intermunicipais e caminhões de entrega. Na Continental, os pneus urbanos pertencem à família Conti Gol Urbano.

- Pneus Militares: são bastante similares aos *off-road* em construção e desenho, mas apresentam medidas especiais adaptadas aos veículos militares. Na Continental, o pneu militar disponível é o 13R22.5 HSO *Military*.
- Pneus *Winter* (inverno): pneus de carga de inverno possuem a escultura da banda de rodagem com muitos blocos e grande quantidade de *sipes*. Têm ainda compostos que os mantêm macios e flexíveis a baixas temperaturas. Na Continental, os pneus *winter* pertencem à família Conti Scandinavia: Conti Scandinavia HS3, HD3 e HT3.

ILUSTRAÇÃO 84 - EXEMPLOS DE PNEUS LISOS PARA APLICAÇÕES REGIONAIS (HYBRID HS3), LONGA DISTÂNCIA (ECOPLUS HS3) E CONSTRUÇÃO (HSC)



Fonte: Continental Pneus

ILUSTRAÇÃO 85 - EXEMPLOS DE PNEUS OFF ROAD (MPT80), URBANO (URBAN HA3) E MILITAR (HSO MIL)



Fonte: Continental Pneus

ILUSTRAÇÃO 86 - EXEMPLO DE PNEU LISO *WINTER* - SCANDINAVIA HS3



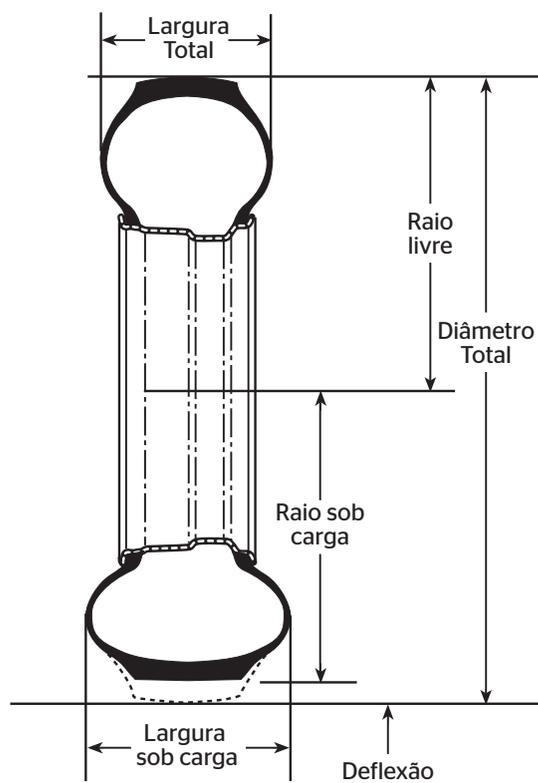
Fonte: Continental Pneus

19 DIMENSÕES DOS PNEUS – AVANÇADO

Compreender melhor como os pneus se comportam dinamicamente é um exercício de análise que requer familiaridade com mais algumas dimensões associadas.

19.1 RAIOS ESTÁTICO SOB CARGA, RAIOS DINÂMICO SOB CARGA E DEFLEXÃO

ILUSTRAÇÃO 87 - DIMENSÕES DE UM PNEU COMUM CARREGADO



Fonte: Continental Pneus

Deflexão: pneus montados em rodas de qualquer largura e inflados com qualquer valor de pressão, uma vez submetidos à carga, tendem a deformar a partir da deflexão das paredes laterais. Em princípio, esta deflexão é proporcional à carga aplicada, quando o valor de pressão é mantido; e deixa de ser proporcional sob cargas mais elevadas.

A **Deflexão** é oriunda de uma propriedade chamada Taxa de Elasticidade Estática (*Static Spring Rate – SSR*) que mede a resistência do pneu à deflexão por distância (deformação) em N/mm, sob determinada pressão.

Largura Total e Largura sob Carga: a deflexão faz com que os pneus tenham a largura da região próxima ao solo aumentada. Esta largura é, em princípio, proporcional à carga aplicada quando o valor de pressão é mantido; e deixa de ser proporcional sob cargas mais elevadas.

A **Largura sob Carga** é um parâmetro especialmente importante para montagem de rodados duplos.

Raio Estático sob Carga e Raio Livre: a deflexão faz com que o raio do pneu, medido do centro da roda até o solo, fique reduzido em relação ao Raio Livre, que é a medida do centro da roda até a superfície superior do pneu.

O **Raio Estático sob Carga** é uma das dimensões mais importantes do pneu, pois atua na distância livre entre o veículo e o solo. A tradução livre vem do inglês *Static Loaded Radius – SLR* – e pode ser alterado pela pressão aplicada ao pneu, além de ser dependente do tipo de construção de cada pneu. Matematicamente, pode ser definido como:

Raio Livre – Deflexão = Raio Estático sob Carga

Na prática, cada modelo de pneu apresenta um SLR específico e estes valores não são calculados, mas sim medidos. Os valores de SLR podem ser encontrados no manual técnico dos fabricantes, medidos sob a roda e pressão padrão para a medida específica.

O **Raio Dinâmico sob Carga** (*Dynamic Loaded Radius – DLR*) possui o mesmo conceito do SLR, porém é medido com o pneu em rolagem, à velocidade equivalente ao veículo num movimento de 80km/h.

Os parâmetros listados são vastamente utilizados em simulações numéricas do comportamento dinâmico de veículos, e são todos dependentes da construção dos componentes e materiais aplicados aos componentes dos pneus.

20 MONTAGEM DE PNEUS DE CARGA E COMERCIAIS (PNEUS DE CARGA E VAN SOMENTE)

Veículos de carga e de transporte coletivo demandam pneus específicos para cada eixo. De acordo com o eixo e a aplicação, podem ser necessárias montagens especiais ou pneus de medidas especiais.

20.1 RODADOS SIMPLES E DUPLOS

As legislações de trânsito em vigor nos países da América Latina limitam a carga máxima por eixo, de acordo com a configuração do veículo, e com o tipo da montagem de pneus que é aplicada.

Para aumentar a capacidade de carga de um eixo, o recurso mais utilizado é a montagem com rodado duplo (*DRW - dual rear wheel*). Essa montagem, que prevê quatro pneus no mesmo eixo, é comum em caminhões, ônibus e vans.

ILUSTRAÇÃO 88 - PARTE POSTERIOR DE UM CAMINHÃO 6X2 MONTADO COM RODADOS DUPLOS

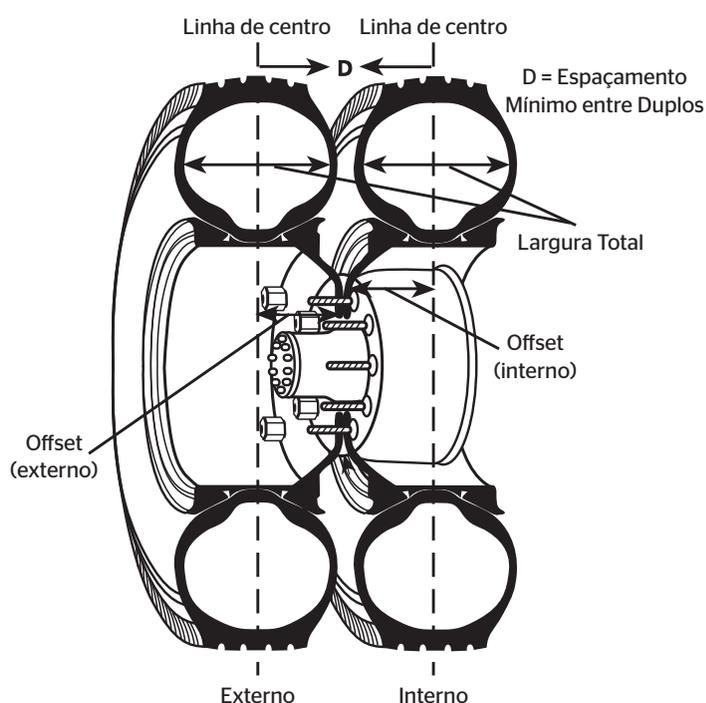


Fonte: Continental Pneus

Em comparação com os veículos de rodados simples (*SRW - single rear wheel*), veículos com eixos traseiros montados com rodados duplos apresentam maior capacidade de carga, menor oscilação da carroceria, o que é interessante para manter-se o conforto em veículos de transporte de pessoas, e custos menores, pois montar mais pneus no mesmo eixo é mais barato do que instalar vários eixos em um veículo.

Na montagem de rodados duplos, é importante garantir que a distância mínima entre os pneus seja mantida, para evitar *kissing*, superaquecimento e retenção de pedras.

ILUSTRAÇÃO 89 - DIMENSÕES DE UM RODADO DUPLO



Fonte: Continental Pneus

Rodados duplos só são viáveis em eixos de tração e eixos loucos, pois a montagem em eixos direcionais dificultaria a direção do veículo, com excesso de arrasto, por conta da grande área de contato e pela de compensação entre as rodas (geometria Ackermann).

20.2 PNEUS EXTRALARGOS (*SUPER-SINGLES*)

Uma opção ao rodado duplo aplicada a caminhões são os pneus extralargos, ou *super-singles*, aqueles com largura de seção nominal igual ou maior que 355mm, como por exemplo:

- 355/50 R 22.5 156K TL
- 425/65 R 22.5 165K TL
- 385/65 R 22.5 160K (158L) TL
- 385/65 R 22.5 160K TL

Note que, por não ser possível montar pneus extralargos em rodas duplos, a descrição de serviço do pneu não contempla o índice de carga para esta condição.

As vantagens destes pneus são:

- Menor resistência ao rolamento, por conta do peso reduzido e da melhor distribuição de tensão no *footprint*;

- Menor peso, por apresentar conjunto roda/pneus/válvula mais simples;
- Maior estabilidade, pela maior área de contato com o solo;
- Facilidade de manuseio e manutenção, pois cada eixo apresenta apenas dois pneus, facilitando rodízio e reduzindo o tempo de montagem e desmontagem.

Entre as desvantagens estão:

- Custo unitário mais alto;
- Impossibilidade do uso de pneus direcionais recapados nos eixos da carreta;
- Maior peso para manipulação quando o conjunto está desmontado, o que dificulta muito a troca do pneu fora da garagem;
- Necessidade da utilização de rodas especiais.

Infelizmente, a substituição de rodados duplos para extralargos geralmente demanda a troca completa do eixo.

ILUSTRAÇÃO 90 - EXEMPLO DE PNEUS EXTRALARGO



Fonte: Continental Pneus

21 O CONCEITO DE CPK (CUSTO POR QUILÔMETRO)

O fator mais importante para avaliação do desempenho de um pneu de carga ou de *van*, e que é utilizado na maioria das vezes como fator decisivo de compra, é o CPK = Custo por Quilômetro, ou *Cost per Kilometer*, obtido com a utilização do pneu.

Para o cálculo do CPK é importante calcular o custo e o rendimento total do pneu durante toda a sua vida:

$$\text{CPK} = \frac{\text{Custo do Pneu Novo} + \text{Custo da 1ª Recapagem} + \text{Custo da 2ª Recapagem...}}{\text{Km obtido na 1ª vida} + \text{km obtido na 2ª vida} + \text{km obtido na 3ª vida...}}$$

Para o cálculo do CPK é importante calcular o custo e o rendimento total do pneu durante toda a sua vida:

$$\text{CPK} = \frac{\text{Custo do Pneu Novo} + \text{Custo da 1ª Recapagem} + \text{Custo da 2ª Recapagem...}}{\text{Km obtido na 1ª vida} + \text{km obtido na 2ª vida} + \text{km obtido na 3ª vida...}}$$

Note:

- Pneu quando novo = 1ª vida
- Pneu após a 1ª recapagem = 2ª vida
- Pneu após a 2ª recapagem = 3ª vida
- Pneu após a 3ª recapagem = 4ª vida...

21.1 CPK E CONSUMO DE COMBUSTÍVEL

Para uma análise mais completa, é importante considerar ainda a influência dos pneus no consumo de combustível do caminhão e os gastos com reparos na carcaça:

$$\text{CPK} = \frac{\text{Custo do Pneu Novo} + \text{Custo da 1ª Recapagem} + \text{Custo da 2ª Recapagem...} + \text{Custo do Combustível} + \text{Custo de Reparos}}{\text{Km obtido na 1ª vida} + \text{km obtido na 2ª vida} + \text{km obtido na 3ª vida...}}$$

O resultado do CPK é dado em R\$/km.

22 LEI DA BALANÇA (BRASIL SOMENTE, VEÍCULOS DE CARGA)

O Código de Transito Brasileiro dá competência ao CONTRAN para definir os requisitos necessários à circulação, bem como definir limites de dimensão e peso para os veículos rodoviários de carga, que o faz através da:

- Resolução nº 210 de 13 de Novembro de 2006: Estabelece os limites de peso e dimensões para veículos que transitem por vias terrestres e dá outras providências.
- Resolução nº 211 de 13 de Novembro de 2006: Requisitos necessários à circulação de Combinações de Veículos de Carga – CVC, a que se referem os artigos 97, 99 e 314 do Código de Trânsito Brasileiro - CTB.

22.1 TERMINOLOGIA RELACIONADA AOS SEMIRREBOQUES (ABNT, CONTRAN)

- Reboque: Veículo destinado a ser engatado atrás de um veículo automotor com eixo dianteiro e traseiro.
- Semirreboque: Veículo de um ou mais eixos traseiros e suportes verticais dianteiros que se apoia na sua unidade tratora ou é a ela ligado por meio de articulação.
- PBT: Peso Bruto Total.
- PBTC: Peso Bruto Total Combinado (PBT do implemento + PBT do cavalo).
- CMT: Capacidade Máxima de Tração.
- CVC: Combinação Veicular de Carga.
- Tara Total: Tara do implemento + Tara do cavalo.
- Lotação do Conjunto: PBTC – Tara Total.
- Eixo: Tecnicamente é a interface entre a roda e o *chassi* de um veículo.
- Veículo rodoviário de carga: Veículo utilizado para trânsito nas vias de rolamento, destinado ao transporte geral de cargas, sejam gases, líquidos ou sólidos.
- Caminhão-trator: Veículo automotor equipado com quinta-roda destinado a tracionar um implemento rodoviário.
- Caminhão: Veículo automotor complementado com equipamento veicular que o torna apto a desempenhar os trabalhos de transporte a que se destina.
- Implemento rodoviário: Veículo rebocado acoplável a caminhão-trator ou equipamento veicular complemento de veículo automotor incompleto.
- Rebocado: Implemento rodoviário semirreboque que se move tracionado por caminhão-trator, reboque tracionado por caminhão através de dispositivo de engate para lança com olhal ou rebocado completo leve tracionado por automóvel.
- Rebocado incompleto (base): Veículo rebocado dependente de complementação por equipamento veicular.
- Rebocado semi-completo: Veículo rebocado incompleto (base) tracionado por veículo trator acrescido de dispositivo de acoplamento que permita tracionar outro veículo rebocado ou contêiner.

- Dolly: Veículo rebocado semi-completo intermediário entre dois implementos rodoviários, funcionando como distribuidor de peso.

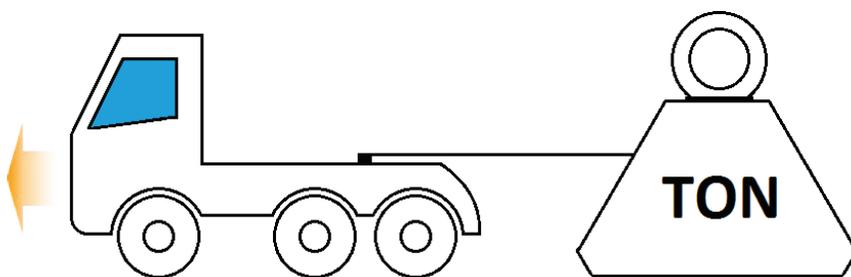
22.2 CONCEITOS

22.2.1 Capacidade Máxima de Tração (CMT)

Capacidade Máxima de Tração (CMT) é o peso (massa) máximo, indicado pelo fabricante, que a unidade de tração é capaz de tracionar.

A diferença entre o CMT e o PBTC está no fato de que o PBTC expressa o limite legal da composição, enquanto o CMT define a máxima capacidade técnica do veículo, especificada pela montadora com respeito aos limites dos componentes.

ILUSTRAÇÃO 91 - ESQUEMA ILUSTRATIVO DE CMT



Fonte: Continental Pneus

22.2.2 Relação Potência / Peso

Os pesos que caminhões transportam ou tracionam são limitados pela potência dos motores a uma razão de 5,71 CV/t (4,2 kW/t).

Isso significa que para tracionar 45 toneladas de PBTC, um veículo deve ter o mínimo de 257 cv ou 189 kW de potência. É importante que não se confunda potência com torque.

A portaria de 1997 do INMETRO fixou em 4,2 kWh/t (5,71 CV Din/t) a relação mínima de potência/peso para caminhões. Para ônibus urbanos, esta relação é de 10,06 CV/t, chegando a 12,24 CV/t para ônibus rodoviários.

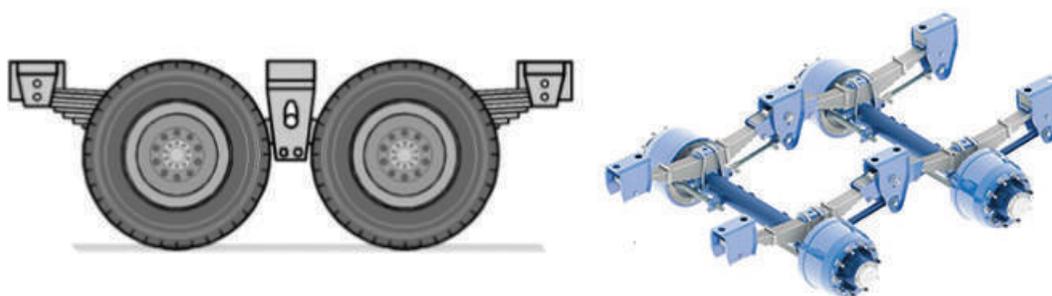
Na prática, os veículos atuais oferecem uma relação de potência/peso muito superior ao demandado pela legislação, por vezes, quase o dobro do requerido.

22.2.3 Tipos de Suspensão Traseira

Tandem: Considera-se eixos em tandem dois ou mais eixos que constituam um conjunto integral de suspensão, podendo qualquer deles ser ou não motriz. A indústria automotiva desenvolveu vários tipos de suspensão a molas que são considerados em tandem.

Tandem Tipo Balancim: é o mais utilizado quando se faz a adaptação de terceiro eixo auxiliar em veículos originalmente produzidos na configuração 4x2. Ele é constituído por dois feixes de molas interligados de forma a possibilitar a transferência de carga entre os eixos.

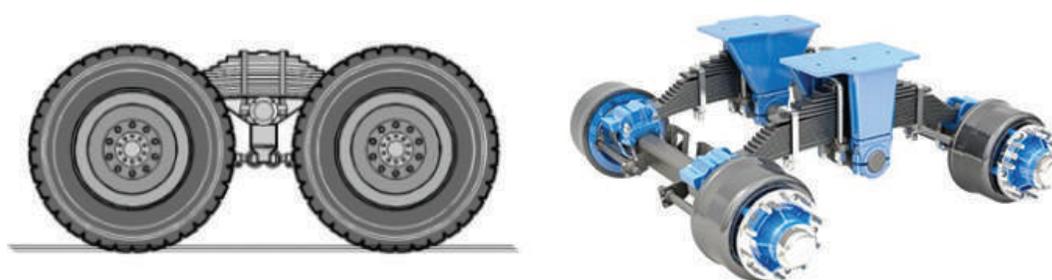
ILUSTRAÇÃO 92 - SUSPENSÃO DO TIPO BALANCIM



Fonte: Continental Pneus

Tandem Tipo Bogie: é constituído por um único feixe de molas em posição invertida, sendo os eixos apoiados em cada uma das suas extremidades. Esse sistema possibilita a transferência de carga em ângulo superior ao balancim. Por essa característica, é utilizado em configurações 6x4.

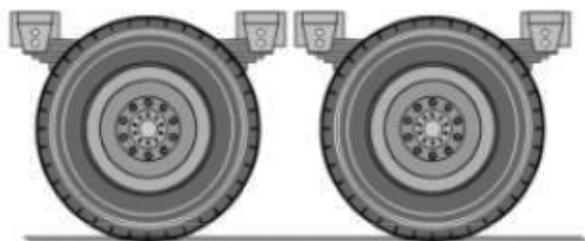
ILUSTRAÇÃO 93 - SUSPENSÃO DO TIPO BOGIE



Fonte: Continental Pneus

Não Tandem: composta por eixos independentes.

ILUSTRAÇÃO 94 - SUSPENSÃO NÃO TANDEM: EIXOS DESCONECTADOS



Fonte: Continental Pneus

Suspensão a Ar: usada também para caminhões, é considerada em Tandem, desde que as câmaras de ar-comprimido sejam interligadas. Nos caminhões, pode ser instalada por terceiros.

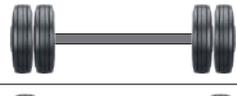
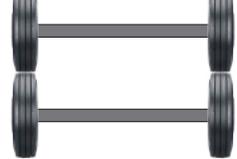
ILUSTRAÇÃO 95 - SUSPENSÃO PNEUMÁTICA DA SUSPENSYS



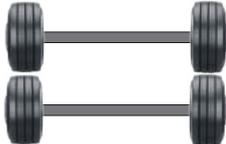
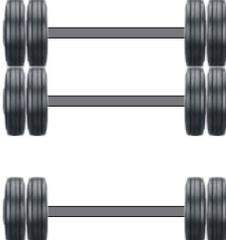
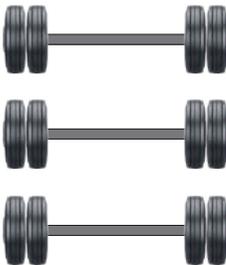
Fonte: Continental Pneus

22.2.4 Tipos de Eixos e Pesos Máximos Permitidos

QUADRO 2 - TIPOS DE EIXOS E PESOS MÁXIMOS PERMITIDOS

Configuração	Tipo de Eixo	Carga Máx. Permitida	Observação
	Eixo simples com rodagem simples (2 pneus)	6t	Ou a capacidade declarada pelo fabricante dos pneus.
	Eixos simples com rodagem dupla (4 pneus)	10t	-
	Eixo duplo direcional com rodagem simples (4 pneus)	12t	1,20 < d ≤ 2,4m, sendo “d” a distância entre os centros das rodas.

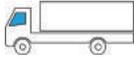
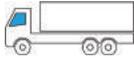
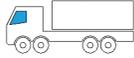
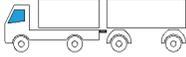
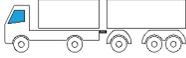
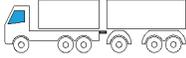
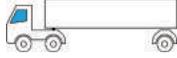
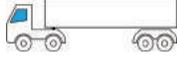
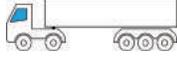
Fonte: Continental Pneus

Configuração	Tipo de Eixo	Carga Máx. Permitida	Observação
	Eixo duplo com rodagem simples (4 pneus do tipo extralargo)	17t	Montagem considerando pneus <i>supersingle</i> .
	Eixo duplo sendo um com rodagem dupla (6 pneus)	9t	$d \leq 1,2m$
	Eixo duplo sendo um com rodagem dupla (6 pneus) - tandem	13,5t	$1,20 < d \leq 2,4m$.
	Eixo duplo com rodagem dupla (8 pneus) - NÃO tandem	15t	$1,20 < d \leq 2,4m$
	Eixo duplo com rodagem dupla (8 pneus) - tandem	17t	$1,20 < d \leq 2,4m$.
	Eixo duplo com rodagem dupla (8 pneus) - tandem	20t	$d > 2,4m$
	Eixo triplo com rodagens duplas (12 pneus) - tandem	25,5t	$1,20 < d \leq 2,4m$
	Eixo triplo sendo uma rodagem simples e duas duplas (12 pneus), está em tandem, estando o primeiro eixo distanciado a mais de 2,40m.	27t	
	Eixo triplo com rodagens duplas (12 pneus) – tandem.	30t	$d > 2,4m$

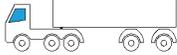
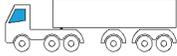
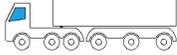
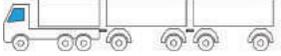
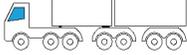
Fonte: Continental Pneus

22.3 LIMITES PARA AS PRINCIPAIS CONFIGURAÇÕES

TABELA 8 - LIMITES PARA AS PRINCIPAIS CONFIGURAÇÕES

		PBT	PBT	CMT Mínima	Lotação	Compr. Mínimo	Compr. Máximo
Caminhão		6+10	16t	16.8t	8t	-	14m
Caminhão Trucado (6x2)		6+17	23t	24.15t	14t	-	14m
Caminhão Simples		6+25,5	31,5t	33.075t	8t	-	14m
Duplo Direcional Trucado		6+6+17	29t	30.45t	8t	-	14m
Caminhão + Reboque		6+10+17	33t	34.65t	-	Nota 2	19,8m
Caminhão Trucado + Reboque		6+10+10+17	43t	45.15t	-	Nota 2	19,8m
Romeu e Julieta		6+17+10+17	50t	52.5t	-	17,5m Nota 2	19,8m
Caminhão Trator + Semirreboque		6+17+10+17	50t	52.5t	-	17,5m Nota 2	19,8m
Caminhão Trator + Semirreboque		6+10+10	26t Nota 1	27.3t	-	-	18,6m
Caminhão Trator + Semirreboque		6+10+17	33t Nota 1	34.65t	-	-	18,6m
Caminhão Trator + Semirreboque		6+10+25,5	41,5t Nota 1	43,575t	-	-	18,6m

Fonte: Continental Pneus

		PBT	PBT	CMT Mínima	Lotação	Compr. Mínimo	Compr. Máximo
Caminhão Trator + Semirreboque		6+10+20 Nota 10	36t Nota 1	37.8t	-	-	18,6m
Caminhão Trator + Semirreboque		6+10+10+17 Nota 10	43t	45.15t	-	-	18,6m
Caminhão Trator + Semirreboque		6+10+10+10+10 Nota 10	46t	48.3t	-	16m Nota 1	18,6m
Caminhão Trucado + Semirreboque		6+17+10	33t	34,65t	-	-	18,6m
Caminhão Tr. Trucado + Semirreboque		6+17+17	40t	42t	-	-	18,6m
Caminhão Trator + Semirreboque		6+17+25,5	48.5t	50,925t	-	16m	18,6m
Caminhão Trator + Semirreboque		6+17+10+10	43t	45.15t	-	-	18,6m
Caminhão Trator + Semirreboque		6+17+10+17 Nota 10	50t	52,5t	-	16m	18,6m
Caminhão Trator + Semirreboque		6+17+10+10+10 Nota 10	53t	55.65t	-	16m	18,6m
Treminhão		6+17+10+10+10+10	63t	66,15t	-	25m Nota 2	30m
Bitrem de 17,5 a 19,8m		6+17+17+17	57t	59.85t	36t	17,5m	19,8m
Bitrem de 19,8 a 30m		6+17+17+17	57t	59,85t	36t	19,8m Nota 4	30m

Fonte: Continental Pneus

		PBT	PBT	CMT Mínima	Lotação	Compr. Mínimo	Compr. Máximo
Rodotrem de 19,8 a 25m		6+17+17+17+17	74t	77,7t	48t	19,8m Notas 6 e 7	25m
Tritrem		6+17+17+17+17	74t	77,7t	48t	25m	30m
Rodotrem de 25 a 30m		6+17+17+17+17	74t	77,7t	-	25m	30m
Bitrem de 8 eixos		6+17+17+25,5	65,5t	68,775t	-	25m	30m
Bitrem de 9 eixos (Bitrenzão)		6+17+25,5+25,5	74t	77,7t	48t	25m	30m

Fonte: Continental Pneus

Notas

As combinações do tipo caminhão trator + semirreboque com comprimento inferior a 16,00m ficam limitadas ao PBT máximo de 45,0t.;

As combinações entre veículos com duas unidades, do tipo caminhão e reboque, e comprimento inferior a 17,50m, ficam limitadas ao PBT máximo de 45,0t.;

As combinações entre veículos com duas unidades, do tipo caminhão e reboque, e comprimento igual ou superior a 17,50 m, ficam limitadas ao PBT máximo de 57,0t.;

É permitida a circulação de Combinações de Veículos de Carga com PBTC igual ou inferior a 57t e comprimento superior a 19,80m e máximo de 30,00m, mediante obtenção de AET;

Nas Combinações com Peso Bruto Total Combinado - PBTC inferior a 57t, o cavalo mecânico poderá ser de tração simples e equipado com 3º eixo;

Permanece garantida, mediante obtenção de AET, a circulação das combinações entre veículos de carga com Peso Bruto Total Combinado - PBTC até 74 (setenta e quatro) toneladas e comprimento inferior a 25 metros, registradas até 03 de fevereiro de 2006;

No estado de São Paulo, em face da Portaria SUP/DER-012-21/03/2006 do DER/SP, a circulação de CVCs com PBTC superior a 57 toneladas e comprimento inferior a 25 metros continua proibida;

O bitrem de 9 eixos continua sendo considerado nova composição, mas deve ter a circulação autorizada por Portaria que o DENATRAN promete editar em 90 dias, ou seja até 22/02/2007;

O CTB - Código de Trânsito Brasileiro, em seu artigo 100, determina que nenhum veículo poderá transitar com peso bruto total superior ao fixado pelo fabricante, nem ultrapassar a capacidade máxima de tração da unidade tratora;

A partir de 22/05/2007, os semirreboques das combinações com um ou mais eixos distanciados, somente poderão ser homologados e/ou registrados se equipados com suspensão pneumática e eixo auto direcional em pelo menos um dos eixos. Fica, contudo, assegurado o direito de circulação até o sucateamento dos semirreboques que não atendam essa condição, desde que homologados e/ ou registrados até 22/05/2007;

As Combinações de Veículos de Carga-CVC de 57t serão dotadas obrigatoriamente de tração dupla do tipo 6X4 (seis por quatro), a partir de 21 de outubro de 2010;

Fica assegurado o direito de circulação das Combinações de Veículos de Carga – CVC com mais de duas unidades, sete eixos e Peso Bruto Total Combinado – PBTC de no máximo 57 toneladas, equipadas com unidade tratora de tração simples, dotado de 3º eixo, desde que respeitados os limites regulamentares, registradas e licenciadas até 5 (cinco) anos contados a partir de 21/10/2005;

Verifique sempre os detalhes da legislação e atente-se às restrições estaduais específicas.

23 UNIFORMIDADE DE PNEUS

Os pneus possuem variações estruturais pelo seu perímetro, como regiões de emenda de cintas e lonas, variações de espessura, forma e geometria. Isso acontece pelo próprio processo de fabricação dos pneus, que consiste no enrolamento de lonas ao redor de um eixo e por variações normais do processo, como pequenas variações de espessura nos componentes ou até deslocamentos.

Essas variações fazem com que os pneus tenham respostas diferentes às forças aplicadas, dependendo da região que está em contato com o solo, o que causa reações como tendências direcionais e vibrações.

É importante controlar e medir esse conjunto de forças, chamado de uniformidade de pneus. Um pneu de alta qualidade não é só aquele que entrega ótimas *performances* dinâmicas, mas o que também apresenta baixas variações de respostas mecânicas durante a rolagem.

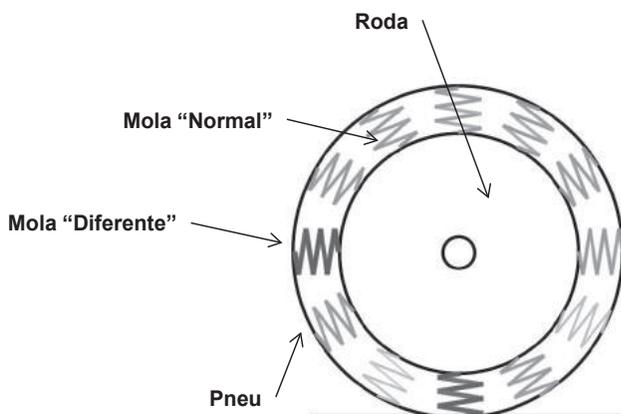
23.1 CONCEITOS SOBRE VARIAÇÃO DE FORÇA

Matematicamente, quando se elabora um modelo de pneu, imagina-se que este é composto por várias molas.

Para imaginarmos como funciona e quais são os efeitos da variação de uniformidade, basta imaginarmos que temos algumas molas, dentre as que compõem o pneu, com propriedades diferentes, sendo umas mais rígidas do que outras.

Uniformidade de pneus se refere às propriedades mecânicas dos pneumáticos, estritamente definidas por medições padronizadas e condições de teste globalmente aceitas por fabricantes de veículos e de pneus.

ILUSTRAÇÃO 96 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO MODELO MATEMÁTICO DE COMPORTAMENTO DE UM PNEU



Fonte: Continental Pneus

Esses padrões de medição incluem parâmetros conectados a Variação de Força Radial, Variação de Força Lateral, Conicidade, *Ply Steer*, Batimento Radial, Batimento Lateral e Depressões/Ressaltos Laterais.

Eixos de Medição: para classificarmos as variações de força, a SAE (*Society of Automotive Engineers*) definiu um padrão para a nomenclatura dos eixos de medição.

- Variações nas Forças Verticais: causam principalmente vibrações e também ruídos;
- Variações nas Forças Laterais: causam tendências direcionais e vibrações;
- Variações nas Forças Longitudinais: causam principalmente vibrações.

ILUSTRAÇÃO 97 - EIXOS DE REFERÊNCIA



Fonte: Continental Pneus

23.2 VARIAÇÕES DE FORÇA

Variações de Força Radial (*Radial Force Variation*) - RFV

A força radial age verticalmente para suportar o veículo. A Variação de Força Radial descreve alterações na intensidade desta força, enquanto o pneu rola pela superfície.

Durante a rolagem do pneu, as molas imaginárias, com constantes de mola diferentes, entram e saem da área de contato do pneu, variando esta força. Isso acontece porque os pneus são compostos por diversos componentes que, por sua vez, têm emendas que deixam uma certa porção do pneu mais rígida, devido à sobreposição de material.

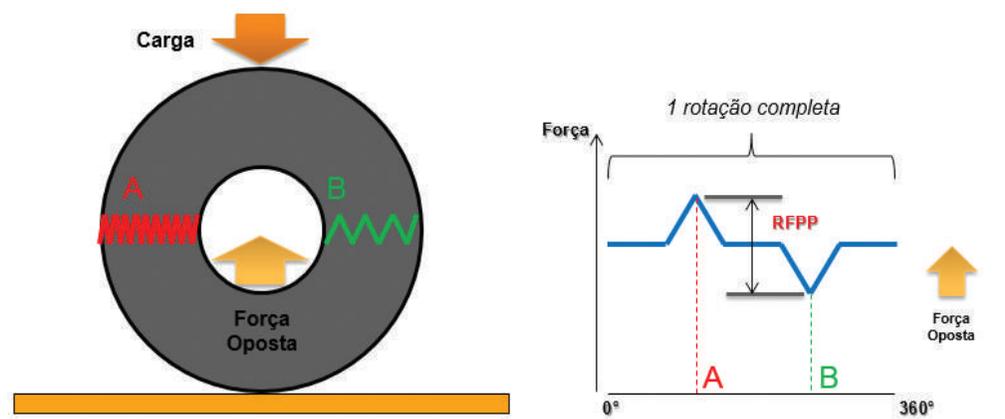
Da mesma forma, nas regiões dos pneus livres da presença de emendas, este fica mais flexível.

A variação de força é normal; sempre vai existir nos pneus radiais e diagonais. É importante que fique dentro de limites pré-estabelecidos, evitando o surgimento de vibrações no veículo.

Considere-se um pneu que vá suportar a carga de 1.000 kg e rode sobre uma superfície perfeitamente plana e lisa. A reação esperada é que a força varie entre o valor mínimo e o valor máximo (como 997 kg e 1003 kg, por exemplo).

RFV pode ser expressada como um valor de pico-a-pico (RFPP), que é o valor resultante da força máxima, menos a força mínima.

ILUSTRAÇÃO 98 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA VARIAÇÃO DE FORÇA RADIAL



Fonte: Continental Pneus

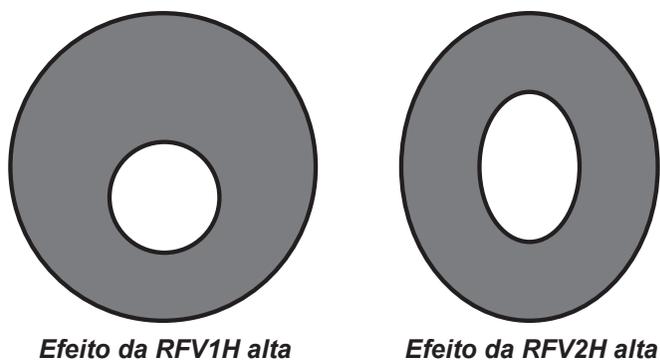
Primeira e Segunda Harmônicas Radiais (*Radial Force Variation 1st/2nd Harmonic*) - RFV1H e RFV2H

A RFV, assim como as demais medições de variação de força, podem ser expressas como ondas. Através da transformada de *Fourier*, essas ondas podem ser expressas de acordo com as suas harmônicas.

A primeira harmônica radial (RFV1H) descreve a magnitude de uma variação de força radial, que exerce um pulso sobre o veículo durante a rotação completa do pneu.

A segunda harmônica radial (RFV2H) descreve a magnitude de uma variação de força radial, que exerce um pulso sobre o veículo duas vezes durante a rotação completa do pneu, e assim por diante.

ILUSTRAÇÃO 99 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS HARMÔNICAS



Fonte: Continental Pneus

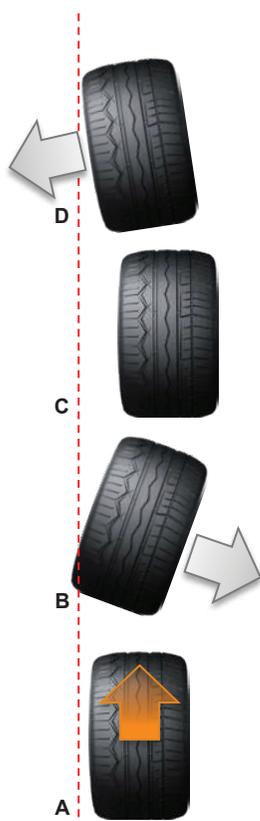
Variações de Força Lateral (*Lateral Force Variation*) - LFV

A variação de força lateral age no sentido do comprimento de eixo do veículo. Durante sua rolagem, o pneu exerce força lateral, geralmente da ordem de 10 kg, gerando tendência direcional no veículo (volante puxando para um lado).

A LFV pode ser expressa como um valor de pico-a-pico (LFPP), que é o valor resultante da força máxima, menos a força mínima, ou um valor de harmônica.

Tipicamente, o valor de LFV varia para cima e para baixo. Por exemplo: 9 kg para um lado e 12 kg para o lado oposto, gerando um valor de LFPP de 3 kg.

ILUSTRAÇÃO 100 - POSIÇÃO DOS PNEUS RESULTANTE DA VARIAÇÃO DE FORÇAS



Fonte: Continental Pneus

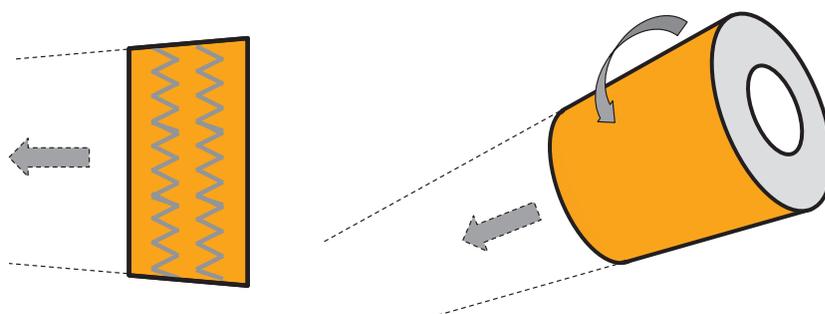
Conicidade (*Conicity*) - CON

A conicidade também é um parâmetro baseado no comportamento das forças laterais, e descreve o comportamento do pneu, que tende a girar como um cone.

O comportamento pode afetar a capacidade do veículo de seguir em linha reta.

Para determinar a CON, as forças laterais devem ser medidas com o pneu rolando, no sentido horário e anti-horário.

ILUSTRAÇÃO 101 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE UM PNEU CÔNICO



Fonte: Continental Pneus

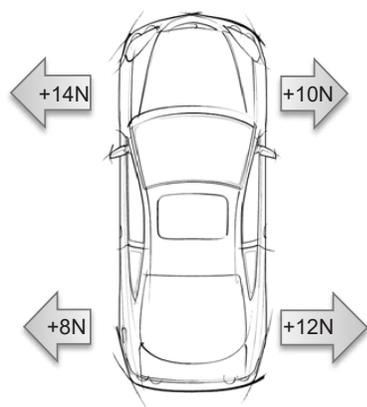
A conicidade é calculada como metade da diferença dos valores obtidos em rotação horária e anti-horária:

$$CON = [Força Lateral (HOR) + Força Lateral (ANTI-HOR)] / 2$$

Atribuímos sinais, positivo ou negativo, para a COM, de acordo com o sentido de sua força. Esses sinais são aleatórios, mas geralmente dizemos que os pneus com conicidade positiva tendem a rolar para fora do veículo, enquanto pneus com conicidade negativa tendem a rolar para dentro do veículo.

As montadoras costumam exigir a marcação de sentido de CON na lateral dos pneus, através de pontos coloridos, para montarem um conjunto que reduza a força resultante final. Veja lustração a seguir.

ILUSTRAÇÃO 102 - ESQUEMA DE MONTAGEM PARA REDUÇÃO DO EFEITO DA CONICIDADE



Fonte: Continental Pneus

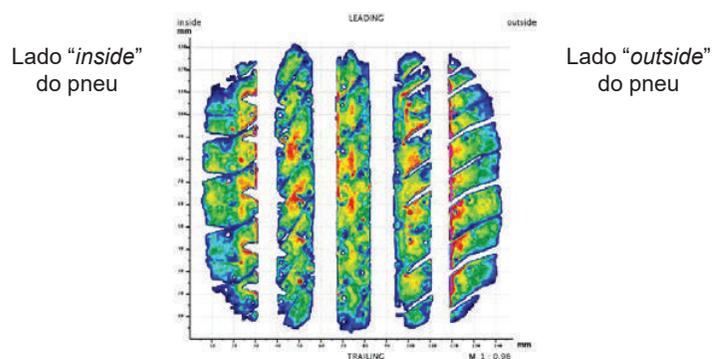
Ply Steer

O *ply steer* também é uma variação de forças laterais, bem parecido com a conicidade. A diferença principal é que a conicidade faz os pneus se deslocarem lateralmente, rolando como um cone, enquanto o *ply steer* provoca um deslocamento lateral linear, também conhecido como “andar de caranguejo”.

A conicidade é causada por uma alteração na forma do pneu, que fica cônico, com diâmetros levemente diferentes nos ombros.

O *ply steer* é causado porque se altera a distribuição de pressão na área de contato (*footprint*), quando há maior pressão aplicada em um lado do *footprint* (mais próximo de um ombro) do que de outro. A variação na distribuição é causada pelo layout das cintas utilizadas na carcaça dos pneus.

ILUSTRAÇÃO 103 - EXEMPLO DE *FOOTPRINT*, MOSTRANDO SEUS LADOS INTERNO E EXTERNO



Fonte: Continental Pneus

23.3 VARIAÇÕES DE GEOMETRIA

Batimento Radial (*Radial Run-out*) – RRO

Os batimentos (*run-out*, em inglês) são termos comuns na mecânica, muito usados em controle de peças torneadas. Em termos gerais, medem quanto uma peça cilíndrica se desvia da forma de um cilindro perfeito. O excesso de batimento radial gera vibração na suspensão.

ILUSTRAÇÃO 104 - REPRESENTAÇÃO DA VIBRAÇÃO CAUSADA PELO RRO

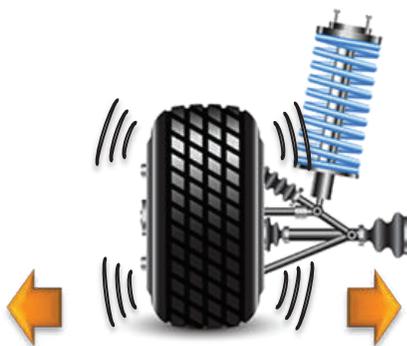


Fonte: Continental Pneus

Batimento Lateral (*Lateral Run-out*) - LRO

De forma análoga, o batimento lateral (*lateral run-out*), quando em excesso, gera vibração na direção do veículo (e não na suspensão). Os batimentos não são medidos em unidades de força, mas em milímetros.

ILUSTRAÇÃO 105 - REPRESENTAÇÃO DA VIBRAÇÃO CAUSADA PELO LRO



Fonte: Continental Pneus

Ressaltos e Depressões das Paredes

Dado que o pneu é uma montagem de vários componentes curados num molde, existem muitas variações do processo que causam imperfeições na superfície do produto.

Protuberâncias e depressões na parede lateral são exemplos. A protuberância é um ponto fraco na parede lateral que se expande quando o pneu é inflado. A depressão (ou indentação) é um ponto forte que não se expande em igual medida como a área circundante.

Ambas são consideradas defeitos visuais, se ultrapassam os limites de aceitação. No processo produtivo, esses parâmetros são controlados por um feixe de luz, que mede as variações na superfície do pneu.

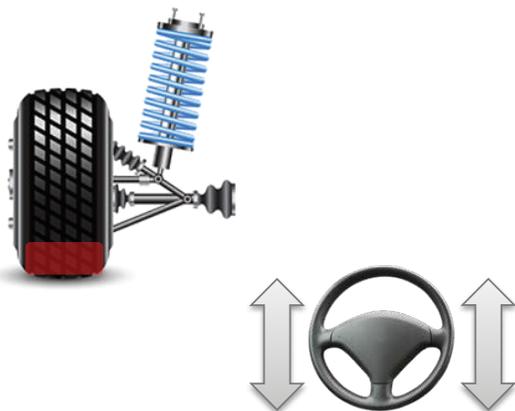
Note que a pressão aplicada ao pneu atua diretamente no surgimento e na intensidade dessas deformações, por isso a pressão de medição deve estar definida e controlada.

23.4 VARIAÇÕES DE MASSA

Desbalanceamento Estático (*Static Unbalance*)

É o desbalanceamento causado pela concentração de massa em um só ponto do corpo girante. Em nosso caso, excesso de borracha, chumbo, aço; em determinado ponto, como mostrado na figura. No caso das rodas, o resultado é uma vibração vertical, dando a impressão de roda quadrada.

ILUSTRAÇÃO 106 - REPRESENTAÇÃO DA VIBRAÇÃO CAUSADA PELO DESBALANCEAMENTO ESTÁTICO

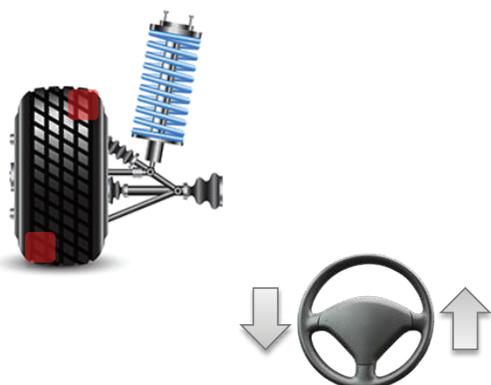


Fonte: Continental Pneus

Desbalanceamento Dinâmico (*Dynamic Unbalance*)

É um desbalanceamento causado pela concentração de massa em dois pontos de lados opostos, invertida em 180° e de mesma intensidade, como mostrado na figura. Nas rodas, a tendência é de “shimi”, que faz o volante vibrar de um lado a outro.

ILUSTRAÇÃO 107 - REPRESENTAÇÃO DA VIBRAÇÃO CAUSADA PELO DESBALANCEAMENTO DINÂMICO



Fonte: Continental Pneus

Na prática, dificilmente se encontra um desses desbalanceamentos na forma pura.

Ambos são encontrados misturados, exigindo contrapesos diferentes nos lados interno e externo, em posições também diferentes de 180°.

Desbalanceamento com tendência a estático são mais encontrados em rodas estreitas e suspensões mais rígidas. Já o desbalanceamento com tendência a dinâmico são mais encontrados em rodas largas ou suspensões leves e sensíveis.

23.5 OUT-OF-YIELD (DOWNSTREAM)

23.5.1 Yield e Out-of-Yield

As montadoras costumam definir tolerâncias para os parâmetros de uniformidade visando reduzir ao máximo o risco do veículo experimentar vibrações ou emissões sonoras, além de reduzir a quantidade de material utilizado para balancear o conjunto roda-pneu, o que contribui esteticamente para o veículo.

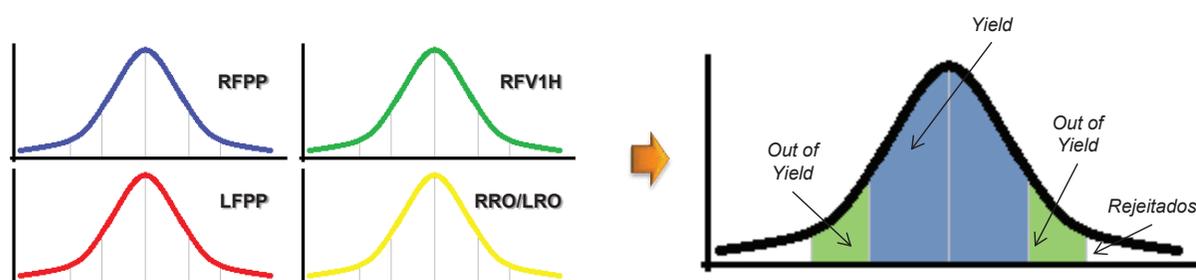
Normalmente, as montadoras utilizam limites mais estreitos do que os utilizados para os pneus de reposição, haja vista que veículos zero quilômetro costumam ser mais sensíveis às vibrações, e que determinados projetos/plataformas sofrem mais com algum parâmetro de uniformidade em especial. Isso faz com que tenhamos uma curva normal (bicaudal) de distribuição dos valores de uniformidade obtidos em um processo produtivo.

A medição minuciosa em cada parâmetro de uniformidade gera uma curva normal. O valor médio é geralmente zero, ou seja, a condição perfeita.

O conjunto de pneus que apresenta todos os seus parâmetros de uniformidade dentro da faixa especificada pela montadora é chamado de *Yield*. Pneus que são classificados fora desta área são chamados de *out-of-yield*.

Cada especificação de pneus OE (Equipamento Original) vai ter um campo *Yield* específico. Em alguns casos, as montadoras podem ainda utilizar aqueles que trazem as mesmas especificações dos pneus de reposição.

ILUSTRAÇÃO 108 -



Fonte: Continental Pneus

24 RECOMENDAÇÕES PARA ESTOCAGEM E MONTAGEM DE PNEUS

24.1 ESTOCAGEM

As recomendações a seguir são elementares e se baseiam nas recomendações da ETRTO e da ALAPA.

Quando armazenados em condições desfavoráveis, ou manuseados de forma incorreta, as propriedades físicas dos pneus são alteradas. Isso pode acarretar vida útil mais curta, causar deterioração e tornar os pneus inutilizáveis. As condições ideais de armazenagem são definidas na ISO 2230:2002.

Introdução

Umidade, temperatura e luz são conhecidos fatores de envelhecimento. Então, é indispensável estocar os produtos no interior de um local. Estejam ou não montados em uma roda, os pneus devem ser estocados em um local limpo, protegido da luz solar ou fonte artificial, do calor, de fontes de ozônio (máquinas elétricas) e de hidrocarbonetos (derivados de petróleo).

ILUSTRAÇÃO 109 - LOCAL IDEAL

Frio

15°C a 25°C

Protegido contra fontes de calor. Distância mínima de superfícies aquecidas.

Seco

Evitar a condensação. Pneus não devem ter contato com óleo, graxa, tinta ou combustíveis.

Escuro

Protegido da luz solar direta e de luzes artificiais que possuam UV

Moderadamente Ventilado

Oxigênio e ozônio são particularmente prejudiciais.

Fonte: Continental Pneus

Umidade

O local deve sempre estar fresco, seco e com ventilação natural. É necessário evitar a presença de umidade e condensação. Pneus novos ou usados destinados a reparação ou reformados, deverão ser previamente limpos e secos. Se armazenados em áreas externas, deverão estar cobertos. Uma lona opaca e impermeável oferece boa proteção. O pneu deve estar abrigado de água e umidade. Se possível, montados e inflados à pressão de ~15psi. Em seguida, estocados verticalmente e cobertos com a ajuda de uma lona.

Luminosidade

É necessário proteger os produtos da luz do sol e da luz artificial com raios ultravioleta. A luz com lâmpadas incandescentes é preferível no lugar das de tubos fluorescentes.

Temperatura

A temperatura de estocagem deve ser inferior à 35°C, e de preferência inferior à 25°C. Temperaturas acima de 50°C desencadeiam certas formas de deterioração que podem ser aceleradas, suficientemente, para ter influência na duração de vida em serviço. É necessário evitar todo contato direto com tubulação e radiadores de aquecimento. Mesmo que temperaturas baixas no local de estocagem não sejam necessariamente prejudiciais, as mesmas podem, às vezes, provocar enrijecimento da borracha. Com essas temperaturas, é necessário então evitar deformações na manipulação e montagem.

Contaminantes

Os pneus devem ser armazenados longe de graxa, óleos, tintas, solventes, combustíveis, ácidos e bases.

Oxigênio, Ozônio e Agentes Químicos

O ozônio é particularmente nocivo. É necessário evitar a presença dos aparelhos geradores de ozônio no local, tais como: lâmpadas fluorescentes, lâmpadas a vapor de mercúrio, máquinas elétricas e qualquer agente que possa provocar faíscas ou descargas elétricas. Gases e vapores de combustão que podem produzir ozônio por processo fotoquímico deverão igualmente ser retirados do local. Solventes, combustíveis, lubrificantes, produtos químicos, ácidos desinfetantes, dissoluções de borracha deverão ser estocados em um ambiente isolado. É necessário, sobretudo, respeitar as normas e regulamentos administrativos com relação ao estoque e manipulação de líquidos inflamáveis.

Deformação

A fim de evitar qualquer risco de rachaduras ou alterações permanentes, os produtos não deverão sofrer nenhuma deformação por tensão ou amassamento.

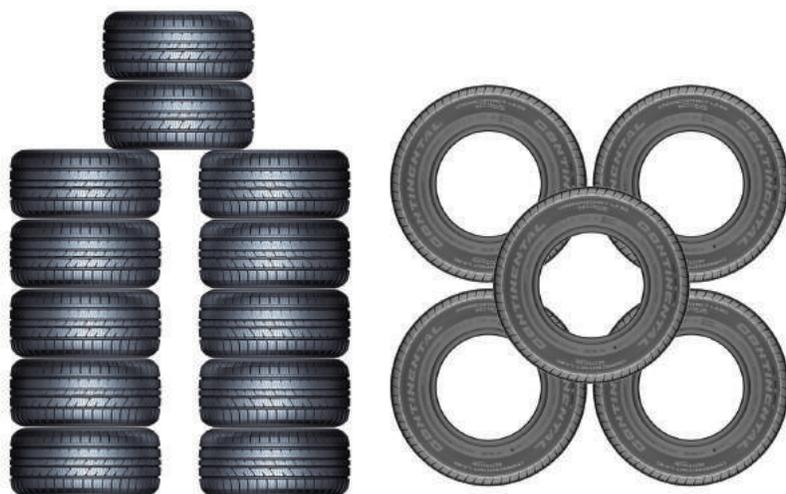
Rotação do Estoque

Para reduzir a duração do estoque ao mínimo, é necessário organizá-lo para que os pneus estocados primeiro sejam os primeiros a sair para uso (a técnica é conhecida como “primeiro que entra, primeiro que sai”, ou *First In, First Out* - FIFO).

Estocagem Curto Prazo

Ao curto prazo (até 4 semanas) os pneus podem ser empilhados uns sobre os outros, de preferência sobre paletes, contanto que não sejam de madeira. A altura das pilhas não deve ultrapassar 1,20m. Após 4 semanas, será necessário refazer as pilhas e inverter a ordem dos pneus. Quando estiverem montados em rodas, devem ser estocados inflados, em posição vertical, em prateleiras.

ILUSTRAÇÃO 110 - ESQUEMA DE EMPILHAMENTO DE PNEUS PARA ESTOCAGEM DE CURTO PRAZO

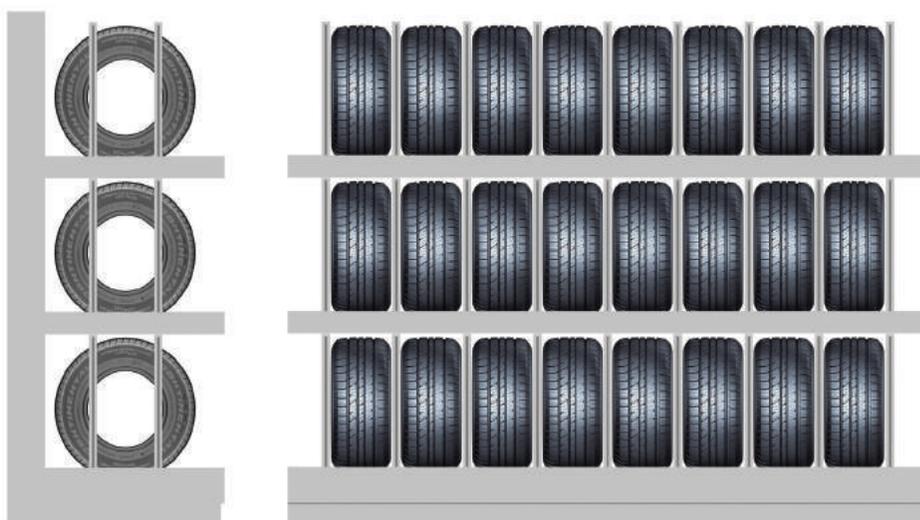


Fonte: Continental Pneus

Estocagem Longo Prazo

Os pneus devem ser estocados verticalmente em prateleiras distantes, no mínimo, a 10cm do solo. Para evitar que se deformem, é aconselhável efetuar rotações uma vez por mês. Recomenda-se ainda o tempo de estocagem máxima, que prevê cinco anos após data de fabricação (vide código DOT).

ILUSTRAÇÃO 111 - ESQUEMA DE EMPILHAMENTO DE PNEUS PARA ESTOCAGEM DE LONGO PRAZO

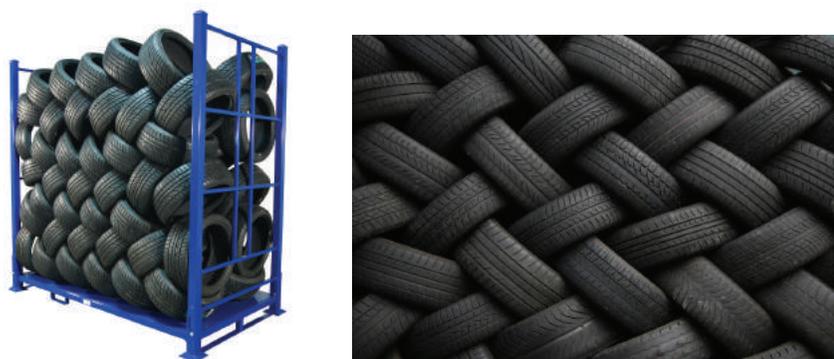


Fonte: Continental Pneus

Transporte

Os pneus não devem ser amarrados com cordas para transporte, mas entrelaçados dentro do veículo, como demonstrado na ilustração a seguir.

ILUSTRAÇÃO 112 - PNEUS ENTRELAÇADOS PARA TRANSPORTE



Fonte: Continental Pneus

24.2 MONTAGEM

Montagem e desmontagem são procedimentos que só podem ser realizados por técnicos capacitados. As ferramentas e equipamentos utilizados devem ser próprios e adequados. Improvisações são proibidas. Enquanto isso tudo observado, a proteção humana não deve ser ignorada. Certifique-se de usar os EPIs adequados.

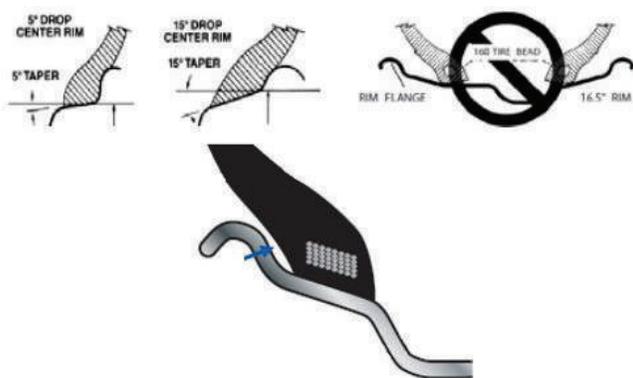
Um processo seguro e eficaz de montagem de pneus é baseado em três pilares: boa lubrificação, bom posicionamento dos talões e segurança.

- Lubrificação: é essencial para evitar que os pneus sejam danificados pelo contato com os aros;
- Posicionamento dos talões: devem ser posicionados perfeitamente dentro do rebaixo da roda (*drop-center*) em todas as etapas do processo, para evitar esforços excessivos;
- Segurança: todos os procedimentos devem ser seguidos. As pressões máximas e as boas condições dos componentes precisam ser observadas.

Durante o processo de montagem, observe os seguintes pontos:

- a. Assegure-se que a roda é adequada ao pneu que será montado. Verifique: O diâmetro nominal da roda, sua largura e o formato da área de assentamento dos talões (*taper*);

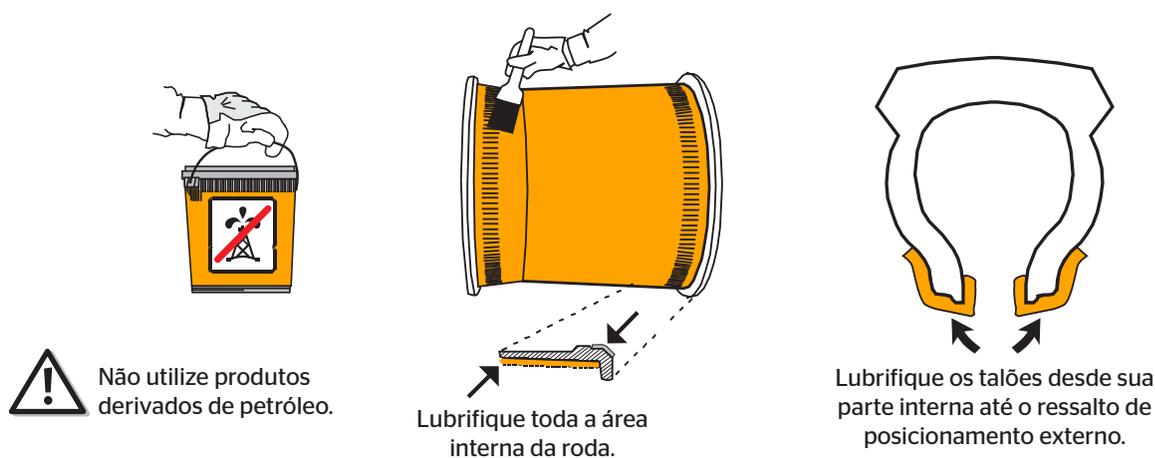
ILUSTRAÇÃO 113 - EXEMPLOS DE TALÕES COM PROBLEMAS DE ASSENTAMENTO



Fonte: Continental Pneus

- b. Elimine da roda eventuais resíduos de óleo, graxa, oxidação, pasta de montagem e sujeira. Inspeção a roda cuidadosamente. Se estiver rachada ou deformada, deverá ser substituída. Verifique cuidadosamente a cavidade do furo da válvula. Do lado interno, a borda do furo de válvula deve estar arredondada ou chanfrada e rebarbada. Do lado externo, exposta às intempéries, o furo não deverá apresentar nenhuma rebarba que possa danificar o corpo da válvula;
- c. Lubrifique os talões do pneu, especialmente os *tubeless* (sem câmara), principalmente os que são montados sobre rodas com bordas de segurança. Lubrifique toda a área central da roda (*drop center*), de flange a flange. Negligenciar esses pontos importantes pode acarretar danos aos talões dos pneus e eventualmente, ruptura dos aros no momento da montagem. Utilize sempre pastas adequadas. Evite os géis de montagem. Misturas à base de hidrocarbonetos (óleo, graxa e vaselinas) estão proibidas e invalidam a garantia dos pneus. Dê preferência à pasta de alto desempenho Continental;

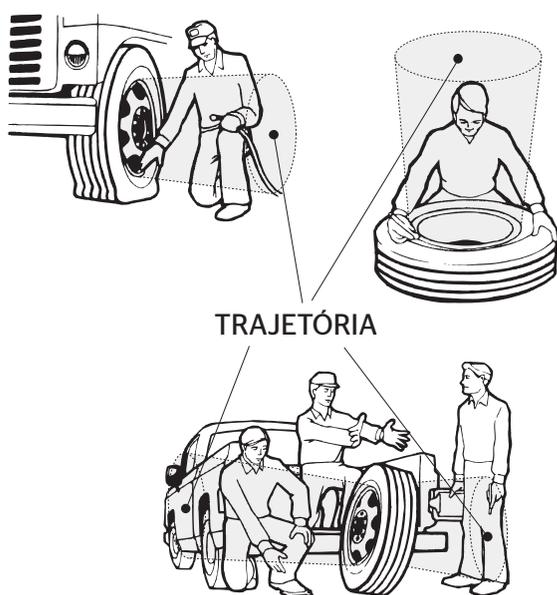
ILUSTRAÇÃO 114 - PROCEDIMENTO DE LUBRIFICAÇÃO DE RODA E TALÕES PARA MONTAGEM DE PNEUS DE PASSEIO E CARGA



Fonte: Continental Pneus

- d. Com o pneu posicionado na roda, inicie a inflagem para que os talões se posicionem corretamente sobre a área do assentamento de talões das rodas. **Não se debruce, apoie, pise ou fique próximo ao pneu durante a inflagem.** Verifique, após a inflação, se os talões se acomodaram corretamente contra os rebordos da roda. Se as medidas indicadas não forem respeitadas, existe o risco de avarias do pneu em serviço. Se o pneu não talonar ao atingir-se a pressão máxima, desmonte o pneu do aro, lubrifique-os novamente e repita a operação;
- e. **Não use combustíveis para talonar o pneu.** O fogo e a temperatura podem causar danos irreversíveis ao pneu e à roda;
- f. Se houver vazamento em uma roda para pneus sem câmara, pode ser decorrente de trincas. Caso seja constatado o problema, a roda deve ser retirada de uso e substituída. De outra forma, não se pode reparar a trinca e nem colocar câmara para conter o problema. Rodas ou aros com trincas podem causar acidentes graves ou fatais;
- g. Durante todo o processo fique fora da trajetória de projeção dos componentes das rodas;

ILUSTRAÇÃO 115 - AO EXAMINAR, MONTAR, DESMONTAR OU INFLAR PNEUS, FIQUE FORA DA ÁREA DE PROJEÇÃO



Fonte: Continental Pneus

- h. Garanta que a mangueira de ar comprimido, fixada na válvula, possua comprimento suficiente entre a válvula e o manômetro, para que o operador se encontre fora da trajetória de eventuais projeções. Por vezes, para efetuar corretamente a montagem de um pneu de passeio, é necessário utilizar uma pressão de inflação superior à

pressão de utilização. Por razões evidentes de segurança, os fabricantes de pneus e rodas devem ser consultados para conhecer as pressões máximas admissíveis. Esta informação geralmente está estampada na lateral dos pneus;

- i. **Pneus de Carga:** Coloque o conjunto ao chão, com a face externa para cima, e infle o pneu com 5psi para posicionar os talões. Leve o conjunto para dentro de uma gaiola de segurança e aumente a pressão para 20psi;

ILUSTRAÇÃO 116 - PROCEDIMENTO DE INFLAGEM DE PNEUS DE CARGA



Fonte: Continental Pneus

- j. **Pneus de Carga:** Inspeccione o conjunto à procura de deformações, distorções e avarias. Se nenhuma anormalidade for encontrada, termine de inflar o pneu até a pressão de trabalho;
- k. **Pneus de Carga:** Pneus suspeitos de esconderem danos internos devem permanecer dentro da gaiola por 20 minutos antes de serem manipulados;
- l. Por razões de segurança, deve-se sempre utilizar uma câmara de ar nova em um pneu novo *tube type* (com câmara) e uma válvula nova, na ocasião da montagem de um pneu *tubeless* (sem câmara) novo;
- m. Todo pneu *tubeless* (sem câmara) deverá ser montado em roda estanque. Os pneus *tubeless* (sem câmara) de estrutura radial, devem ser montados unicamente em rodas de perfil antidetalonamento (aros com ressaltos - *humps*);
- n. As práticas variam sensivelmente de um país ao outro no que se refere a montagem de uma câmara de ar em pneus *tubeless* (sem câmara). Será necessário verificar as recomendações nacionais. De toda maneira, o fabricante do pneu deverá ser consultado.

24.3 FOLGAS E ESPAÇAMENTOS

Em nenhuma situação, os pneus devem tocar as partes fixas do veículo, incluindo componentes de suspensão e lataria. Todas as folgas e espaçamentos ao redor do pneu devem ser verificadas da seguinte forma:

- Do pneu até o ponto fixo do veículo mais próximo, como partes que não são afetadas por flexão das molas e do mecanismo de direção;
- Do pneu até o ponto móvel do veículo mais próximo, como os componentes que são afetados pela flexão das molas e do mecanismo de direção.

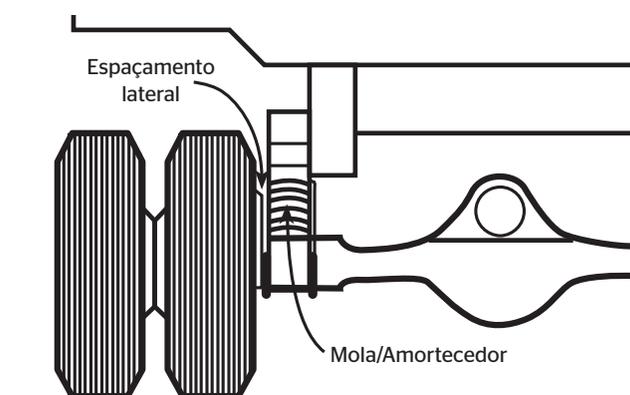
As distâncias mínimas permitidas são:

- Do pneu até o ponto fixo mais próximo: 15 mm;
- Do pneu até o ponto móvel mais próximo: 25 mm.

Os detalhes a seguir são especialmente importantes na montagem em veículos de carga, mas podem e devem ser observados também em veículos de passeio, *vans* e *light-truck*.

Espaçamento lateral é a menor distância lateralmente entre o pneu e o ponto fixo do veículo mais próximo. Um aumento do *offset* da roda interna, somado a um aumento na largura de seção do pneu, reduz o espaçamento lateral.

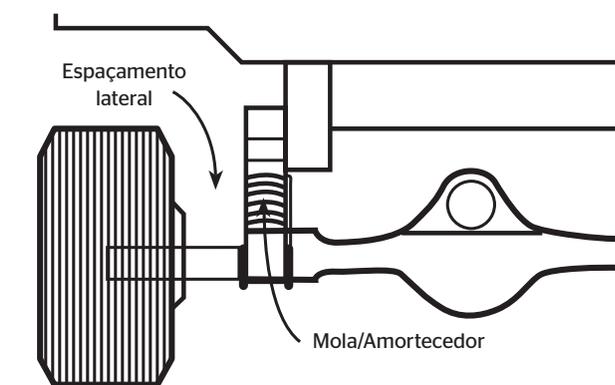
ILUSTRAÇÃO 117 - ESPAÇAMENTO LATERAL



Fonte: Continental Pneus

Os extralargos (*super single*) devem ser montados de forma que o pneu fique mais afastado da suspensão, similar a um pneu externo de rodado duplo. Dessa forma, o espaço lateral será maximizado.

ILUSTRAÇÃO 118 - ESPAÇAMENTO LATERAL COM PNEUS EXTRALARGOS



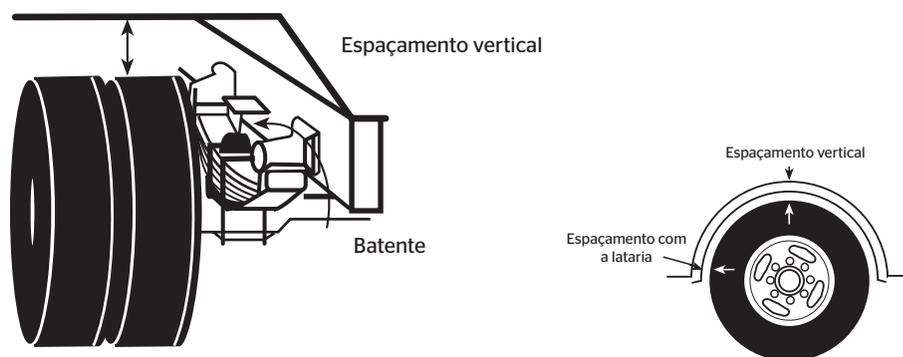
Fonte: Continental Pneus

Espaçamento Vertical

Um certo espaçamento vertical existe ou deve existir entre o topo da banda de rodagem e a parte fixa do veículo imediatamente sobre ela, geralmente um para-lama. Esse espaçamento varia de acordo com a operação da mola do conjunto de suspensão. Os movimentos verticais do eixo completo, em relação ao *chassi*, são normalmente limitados pelo batente do eixo.

Ao medir o espaçamento vertical, assegure-se de considerar também a distância até o batente do eixo. Verifique se há parafusos ou outros elementos de fixação abaixo dos para-lamas, que podem acabar tocando nos pneus durante a operação.

ILUSTRAÇÃO 119 - ESPAÇAMENTO VERTICAL



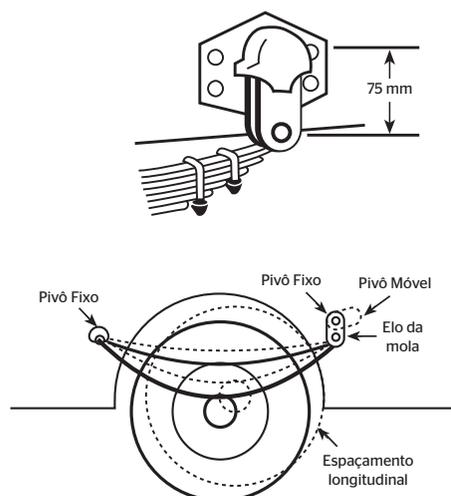
Fonte: Continental Pneus

Espaçamentos Longitudinais

Feixes de molas permitem que ao eixo se movimentar longitudinalmente para trás e verticalmente, como um efeito da flexão das molas.

Como referência, o movimento longitudinal para trás máximo pode ser considerado como um terço da distância entre os pinos centrais do pivô.

ILUSTRAÇÃO 120 - ESPAÇAMENTO LONGITUDINAL

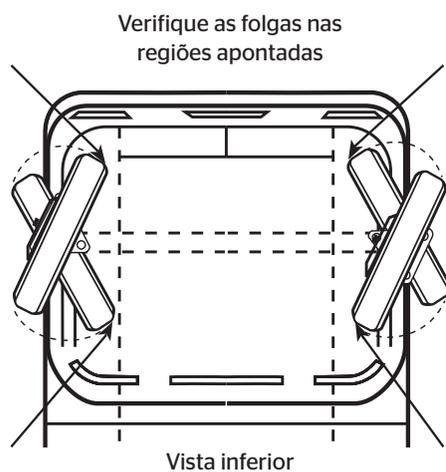


Fonte: Continental Pneus

Espaçamentos nos Eixos Direcionais

Os espaçamentos em eixos direcionais e auto direcionais devem ser medidos em ambas as posições até o batente.

ILUSTRAÇÃO 121 - VISTA INFERIOR DE UM VEÍCULO, MOSTRANDO AS POSIÇÕES EM QUE AS RODAS DEVEM ESTAR PARA AVALIAR SE OS ESPAÇAMENTOS NOS EIXOS DIRECIONAIS



Fonte: Continental Pneus

24.4 DESMONTAGEM

- a. Antes de proceder a desmontagem de um pneu, assegure-se que não apresente nenhum risco de explosão (cortes, danos, fios ou cabos da carcaça expostos);
- b. A fim de evitar perigo no descolamento dos talões, retire o núcleo da válvula antes da desmontagem para assegurar que o pneu esteja totalmente desinflado. As operações de montagem e desmontagem deverão ser sempre confiadas aos especialistas, que precisarão respeitar as medidas adotadas pelos fabricantes de pneus e construtores de veículos.

24.5 DESCARTE DE PNEUS USADOS

Pneus que serão descartados devem ter seu código DOT removido da lateral, ou cortados, de forma a impedir que sejam recuperados e reutilizados.

Os pneus inservíveis devem ser descartados corretamente, através dos pontos de coleta disponíveis no *site*: <<http://www.reciclanip.org.br>>.

25 RODÍZIO DE PNEUS

O procedimento de rodízio é essencial para igualar a velocidade do desgaste dos pneus em relação aos eixos onde foram montados, maximizando sua vida útil.

O rodízio não serve para corrigir desgastes irregulares, mas sim, evitá-los. Logo, é essencialmente preventivo e não corretivo.

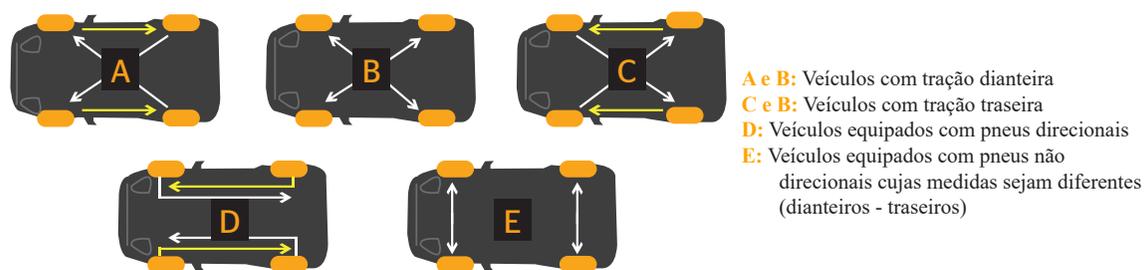
25.1 VEÍCULOS DE PASSEIO

É recomendável que seja efetuado a cada 5.000 ou 10.000 km (mesmo se os pneus não apresentarem sinais de desgaste irregular), ou quando o usuário perceber alguma diferença na uniformidade do desgaste dos pneus.

Dependendo o tipo de tração do veículo (4x2, 4x4, dianteira, traseira) e dos pneus montados nos eixos, é preciso adotar um esquema de rodízio diferente. É de extrema importância checar o manual do proprietário para encontrar, em maiores detalhes, qual método de rodízio é recomendado pelo fabricante do veículo.

Apresentamos os cinco possíveis esquemas que podem ser adotados com a ilustração a seguir.

ILUSTRAÇÃO 122 - ESQUEMAS DE RODÍZIOS EM VEÍCULOS DE PASSEIO



Fonte: Continental Pneus

25.2 VEÍCULOS DE CARGA – CAVALOS MECÂNICOS

O recomendado é que seja efetuado a cada 10.000 km, ou durante as paradas para manutenção do equipamento. Para iniciar o procedimento de rodízio dos pneus em cavalos mecânicos, é preciso identificá-los adequadamente. Com um giz, anote a posição original do pneu em sua lateral, como segue:

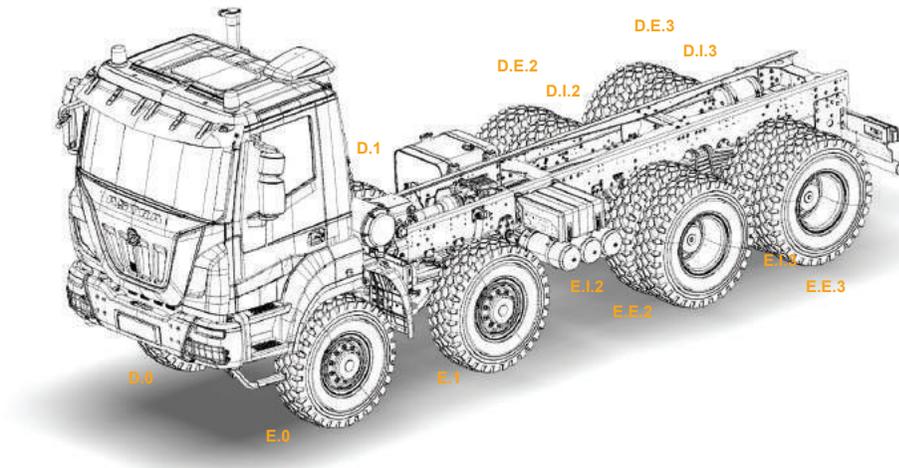
D.0 – Lado (esq./dir.) Eixo direcional (sempre 0)

E.I.1 – Lado (esq./dir.) Posição (int/ext.). Eixo 1

Exemplos

- Pneu Lado Direito Eixo Direcional → D.0D
- Pneu Lado Esquerdo Eixo Direcional → E.0D
- Pneu Int. Lado Direito Eixo 1 Trativo → D.I.1T
- Pneu Ext. Lado Direito Eixo 1 Trativo → D.E.1T
- Pneu Int. Lado Esquerdo Eixo 1 Trativo → E.I.1T
- Pneu Ext. Lado Esquerdo Eixo 1 Trativo → E.E.1T

ILUSTRAÇÃO 123 - NOMENCLATURA DOS PNEUS DE UM CAVALO MECÂNICO PARA RODÍZIO. VEÍCULO DO DESENHO: IVECO ASTRA HDD9



Fonte: Continental Pneus

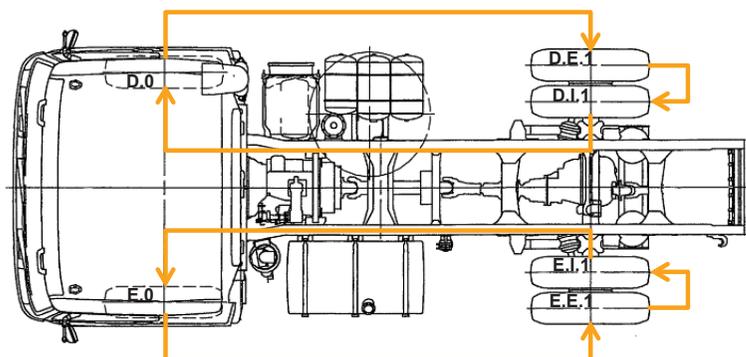
25.2.1 Veículos 4x2: Todos os Pneus Lisos

TABELA 9 -

Origem	Destino
D.0	D.E.1
D.E.1	D.I.1
D.I.1	D.0
E.0	E.E.1
E.E.1	E.I.1
E.I.1	E.0

Fonte: Continental Pneus

ILUSTRAÇÃO 124 - NOMENCLATURA DOS PNEUS DE UM CAVALO MECÂNICO PARA RODÍZIO (TODOS OS PNEUS LISOS)



Fonte: Continental Pneus

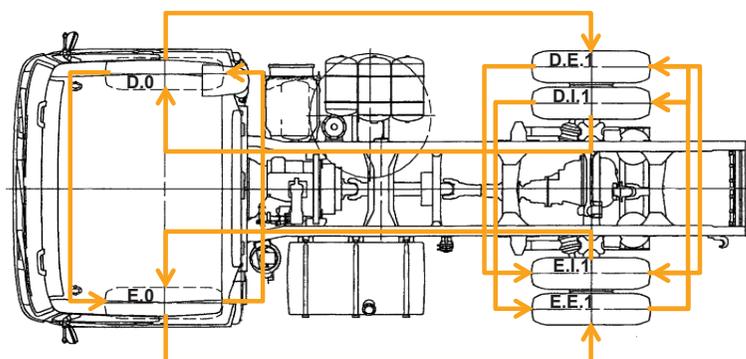
25.2.2 Veículos 4x2: Pneus Lisos e Tratados

TABELA 10 -

Origem	Destino
D.0	E.0
E.0	D.0
D.E.1	E.I.1
D.I.1	E.E.1
E.I.1	D.E.1
E.E.1	D.I.1

Fonte: Continental Pneus

ILUSTRAÇÃO 125 - NOMENCLATURA DOS PNEUS DE UM CAVALO MECÂNICO PARA RODÍZIO (PNEUS LISOS E TRATIVOS)



Fonte: Continental Pneus

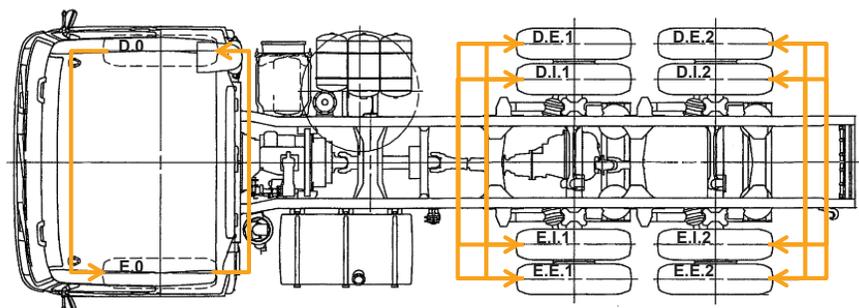
25.2.3 Veículos 6x2

TABELA 11 -

Origem	Destino
D.0	E.0
E.0	D.0
D.E.1	E.I.1
D.I.1	E.E.1
E.I.1	D.E.1
E.E.1	D.I.1
D.E.2	E.I.2
D.I.2	E.E.2
E.I.2	D.E.2
E.E.2	D.I.2

Fonte: Continental Pneus

ILUSTRAÇÃO 126 - NOMENCLATURA DOS PNEUS DE UM CAVALO MECÂNICO PARA RODÍZIO(VEÍCULOS 6X2)



Fonte: Continental Pneus

25.2.4 Veículos 6x4

TABELA 12 - NOMENCLATURA DOS PNEUS DE UM CAVALO MECÂNICO PARA RODÍZIO (VEÍCULOS 6X4)

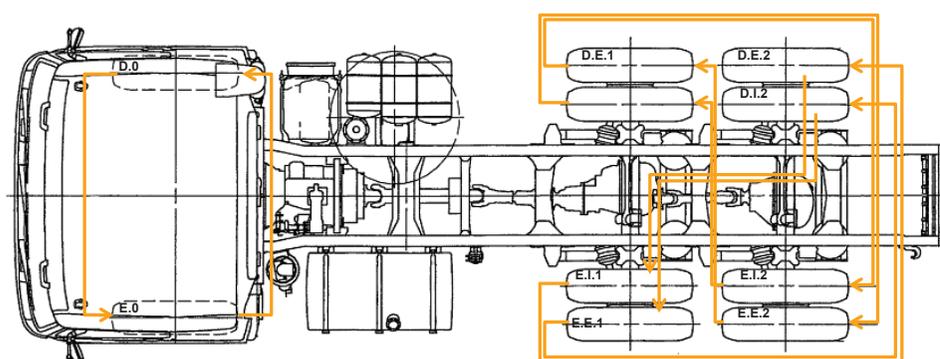
Origem	Destino
D.0	E.0
E.0	D.0
D.E.1	E.I.2

Fonte: Continental Pneus

Origem	Destino
D.I.1	E.E.2
E.I.1	D.E.2
E.E.1	D.I.2
D.E.2	E.I.1
D.I.2	E.E.1
E.I.2	D.E.1
E.E.2	D.I.1

Fonte: Continental Pneus

ILUSTRAÇÃO 127 -



Fonte: Continental Pneus

25.2.5 Veículos 8x4: Eixo 1 Direcional

TABELA 13 -

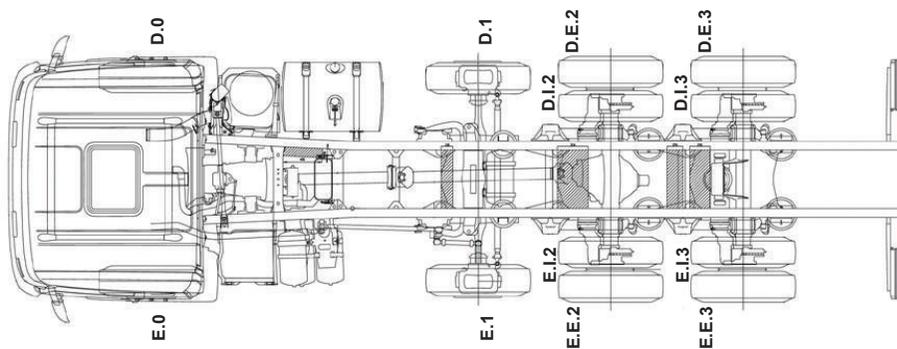
Origem	Destino
D.0	E.1
E.0	D.1
D.1	E.0
E.1	D.0
D.E.2	E.I.3
D.I.2	E.E.3
E.I.2	D.E.3
E.E.2	D.I.3
D.E.3	E.I.2
D.I.3	E.E.2

Fonte: Continental Pneus

Origem	Destino
E.I.3	D.E.2
E.E.3	D.I.2

Fonte: Continental Pneus

ILUSTRAÇÃO 128 - NOMENCLATURA DOS PNEUS DE UM CAVALO MECÂNICO PARA RODÍZIO (VEÍCULOS 8X4 – EIXO DIRECIONAL)



Fonte: Continental Pneus

25.2.6 Veículos 8x4: Eixo 1 Trativo

TABELA 14 -

Origem	Destino
D.0	E.1
E.0	D.1
D.E.1	E.I.2
D.I.1	E.E.2
E.I.1	D.E.2
E.E.1	D.I.2
D.E.2	E.I.3
D.I.2	E.E.3
E.I.2	D.E.3
E.E.2	D.I.3
D.E.3	E.I.1
D.I.3	E.E.1
E.I.3	D.E.1
E.E.3	D.I.1

Fonte: Continental Pneus

26 PERFORMANCES DE PNEUS

De acordo com o dicionário Michaelis, *performance* é: [...] “o ato ou processo de realizar algo; [...] atuação, desempenho”.

Há diversas avaliações e ensaios (testes) aos quais a *performance* dos pneus é submetida, e muitos desses são comuns em pneus de passeio e de carga.

Basicamente, as avaliações são divididas em objetivas e subjetivas.

26.1 PERFORMANCES OBJETIVAS

Performances objetivas são aquelas que podem ser mensuradas e independem da opinião do avaliador, já que são fundadas no objeto, em observação imparcial, portanto independentes das preferências individuais.

Geralmente, as *performances* objetivas são divididas em “Básicas” e “Adicionais”.

26.1.1 *Performances* Objetivas: Básicas

As *performances* básicas estão relacionadas mais intimamente à integridade estrutural dos pneus e aos quesitos de segurança. Por isso, são testes geralmente destrutivos.

Estes são os testes mínimos necessários para liberar um produto à produção ou os testes executados antes mesmo dos testes de *performances* adicionais, para garantir a segurança dos produtos.

Os órgãos regulatórios determinam que sejam realizados certos ensaios para que um pneu seja comercializado. Os detalhes sobre tais procedimentos podem ser encontrados nas FMVSS (*Federal Motor Vehicle Safety Standards*) 139, 119 e 109.

Alta Velocidade (*Hi-Speed*): *Hi-speed* é o ensaio realizado em laboratório para validar o símbolo de velocidade do pneu. As normas variam sobre o procedimento específico do teste e, normalmente, montadoras e fabricantes de pneus definem procedimentos com parâmetros mais exigentes, para não terem problemas de atingir níveis mínimos demandados pelos órgãos de padronização.

Apesar disso, o conceito do teste é o mesmo: o pneu deve rodar pressionado contra um rolo de aço com cerca de 85% da carga máxima e com pressão definida pela norma, por determinados períodos de tempo, em intervalos de velocidade crescentes que são determinados pelo símbolo de velocidade do pneu. Exemplo para um pneu “85H”:

- Etapa 1: 170 km/h 30min 412kg,

- Etapa 2: 180 km/h 30min 412kg,
- Etapa 3: 190 km/h 30min 412kg,
- Etapa 4: 200 km/h 30min 412kg,
- **Etapa 5: 210 km/h 30min 412kg,**
- Etapa 6: 220 km/h 30min 412kg,
- Etapa 7: 230 km/h 10,4min 412kg.

O teste não é iniciado em velocidade mínimas, mas a uma velocidade ligeiramente inferior a nominal, geralmente igual à velocidade nominal, menos 40km/h.

O relatório do ensaio apresenta o resultado do exame após a etapa na velocidade máxima nominal e o tempo que o pneu resistiu rodar em etapas de velocidade superiores às nominais máximas.

As normas definem também períodos de acondicionamento pré-teste para o conjunto pneu-roda-válvula, períodos de “amaciamento”, intervalos de resfriamento e procedimento de exame do corpo de prova, após cada etapa.

Resistência (*Endurance*): O ensaio de *endurance* é utilizado para validar a capacidade de carga (IC) dos pneus. *Endurance* e *high-speed*, entre os mínimos testes necessários, são os mais difíceis.

Nesse teste, o pneu ensaiado é pressionado contra um cilindro de metal de 1,7m de diâmetro, após ser condicionado por três ou quatro horas, de acordo com a norma utilizada.

Para os pneus sem o 3PMSF, a velocidade de teste é igual a 120 km/h. Para os pneus com a marcação de inverno, a velocidade de teste é igual a 110 km/h. O pneu deve rodar ininterruptamente por três etapas:

- Etapa 1: 120 km/h 4h 85% da carga máxima;
- Etapa 2: 120 km/h 6h 90% da carga máxima;
- Etapa 3: 120 km/h 24h 100% da carga máxima.

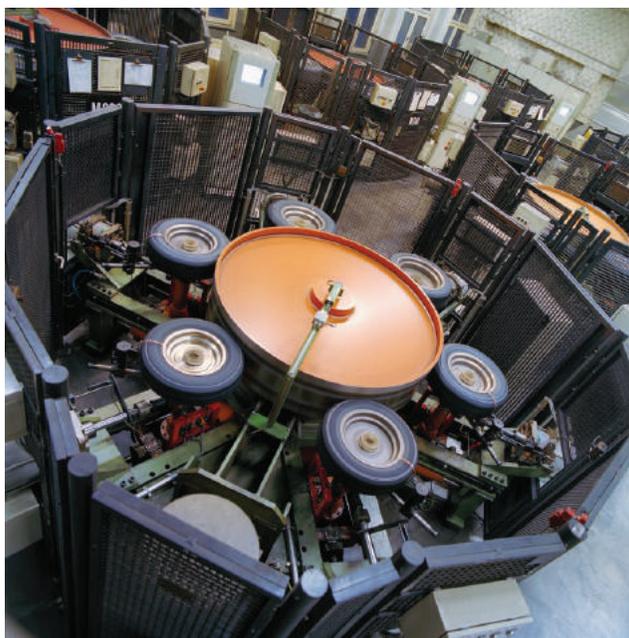
Total: 34 horas ininterruptas de testes.

Algumas montadoras ou fabricantes de pneus ainda executam uma quarta e adicional etapa, totalizando 82 horas de teste:

- Etapa 4: 120 km/h 48h 130% da carga máxima.

Note que tanto o ensaio de *endurance* quanto o ensaio de *high-speed* têm parâmetros determinados pela descrição de serviço do pneu, ou seja, pelo índice de carga e pelo símbolo de velocidade. Isso mostra a relação íntima entre as duas características dos pneus e, por isso, não podem ser vistas como coisas distintas.

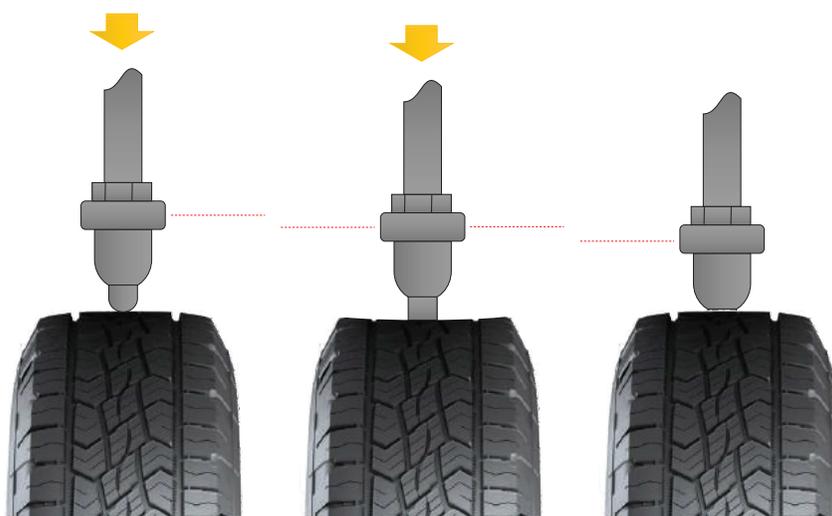
ILUSTRAÇÃO 129 - EQUIPAMENTO DE ENDURANCE



Fonte: Continental Pneus

Êmbolo (Plunger): o ensaio do êmbolo (*plunger energy*), ou resistência estática (*static strength*) avalia a resistência à ruptura (ou penetração) na região da banda de rodagem. O resultado é apresentado como distância percorrida pelo êmbolo até a penetração e a força necessária.

ILUSTRAÇÃO 130 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO ENSAIO DE *PLUNGER*



Fonte: Continental Pneus

As regulamentações FMVSS 109 e 119 definem os parâmetros do teste. É preciso fazer o acondicionamento adequado do conjunto pneu-roda-válvula antes do ensaio.

O regulamento também determina pressão específica e dimensões do êmbolo a ser utilizado.

Não é incomum o pneu ensaiado resistir à força máxima sem se romper. Neste caso, geralmente a última medição é levada ao limite: rompendo-se o pneu ou com o êmbolo fazendo a parte interna do pneu encostar na superfície da roda.

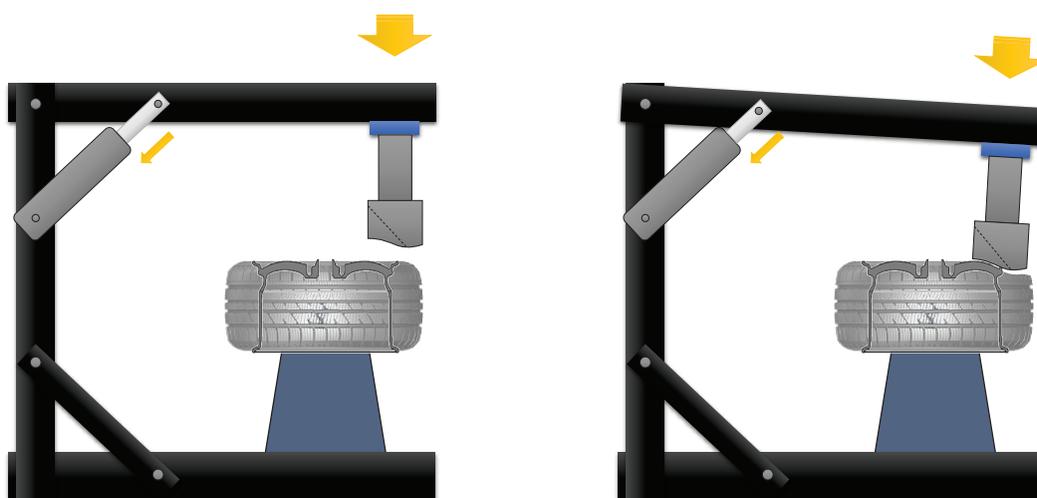
Dimensional: As dimensões básicas dos pneus devem ser levantadas e confrontadas com os limites das normas de desenho. As dimensões mínimas necessárias são:

- Diâmetro externo;
- Largura de seção;
- Largura total.

Os ensaios legais devem ser feitos com o pneu montado em sua roda padrão e inflado com pressão padrão. A temperatura de acondicionamento e do laboratório de ensaio são cruciais nestes casos. Montadoras podem demandar medições em condições especiais, como em rodas de larguras diferentes sob pressões diferentes do padrão, para avaliar as condições reais de utilização do produto.

Detalonamento (*Bead Unseat*): durante o ensaio de detalonamento, a lateral do pneu é continuamente comprimida por uma grande cunha que visa detalonar um de seus talões, afim de medir a força necessária para isso; na tentativa de avaliar a capacidade do talão se manter montado na roda.

ILUSTRAÇÃO 131 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO ENSAIO DE DETALONAMENTO



Fonte: Continental Pneus

Performance sob Baixa Pressão (Low Inflation Performance): após o ensaio de **Endurance**, caso o pneu ensaiado seja aprovado, é enviado para um segundo ensaio, onde será testado com baixa pressão de inflação. Neste ensaio, há apenas uma etapa:

- Etapa 1: 120 km/h 90min 100% da carga máxima.

Para os pneus 3PMSF, a velocidade de teste é igual a 110 km/h.

A grande diferença entre os ensaios *Endurance* e *Performance* sob Baixa Pressão é justamente a pressão de inflação utilizada. Para os pneus de passeio (p-métricos ou métricos), veja tabela a seguir.

TABELA 15 -

	<i>Endurance</i> kPa (psi)	Perf. Baixa Pressão kPa (psi)
<i>Standard</i>	180 (26.1)	140 (20.3)
<i>Extra Load</i>	220 (31.9)	160 (23.2)

Fonte: Continental Pneus

26.1.2 Performances Objetivas: Adicionais

As avaliações adicionais visam medir vários aspectos de *performance*, como conforto proporcionado aos ocupantes, comportamento dinâmico, uniformidade e durabilidade, para garantir que todas as *performances* estão equilibradas, obtendo-se assim uma *performance* global equilibrada e satisfatória do pneu.

Algumas *performances* possuem normas específicas de medição, porém o mais comum é encontrarmos procedimentos diferentes para cada fabricante de veículo e de pneu, baseados na experiência de cada empresa no desenvolvimento de seus produtos.

As *performances* objetivas adicionais, em grande parte, são avaliadas de forma comparativa, sempre com um pneu de referência contra o protótipo.

Há inúmeros tipos de ensaios, cada um com muitas variantes. A seguir, apresentaremos apenas o conceito de alguns ensaios.

Frenagem: A frenagem realizada no veículo objetiva medir a distância percorrida a partir do acionamento dos freios até a parada total, em pista seca e em pista molhada. É observado também o equilíbrio e a estabilidade durante a frenagem, sendo que não pode apresentar mudanças de direção ou instabilidade em um ou nos dois eixos.

Os procedimentos variam muito de acordo com cada fabricante. Em linhas gerais, o veículo é instrumentado com um aparelho de localização GPS para medir seu deslocamento,

capaz de identificar o acionamento do pedal do freio para iniciar a medição de deslocamento. Também são monitoradas as temperaturas das pinças e dos discos de freios com termopares.

As velocidades de ensaio também variam de acordo com o procedimento adotado. Algumas montadoras realizam em apenas uma velocidade, como 100km/h até a parada total em pista seca e 60km/h até a parada total em pista molhada. Outras optam por várias medições em velocidades diferentes, como no exemplo:

Pista Seca

1. 80km/h até 0
2. 100km/h até 0
3. 120km/h até 0

Pista Molhada

1. 60km/h até 0
2. 80km/h até 0

Geralmente, realiza-se de 5 a 15 medições (iterações) para chegar-se a um valor médio de espaço de frenagem. Os veículos costumam ser testados em ordem-de-marcha, com o veículo totalmente carregado, motorista e instrumentação.

Nesses ensaios, são adotados cuidados especiais com a fase pré-teste, chamada de aquecimento ou amaciamento dos pneus (*break-in*), que visa eliminar a camada mais superficial de borracha da banda de rodagem. Por vezes, centenas de quilômetros devem ser percorridos em circuito fechado nesta etapa. Contudo, as etapas entre as iterações, destinadas ao resfriamento do sistema de freio e dos pneus, também são muito importantes.

Como este ensaio é fortemente dependente da rugosidade e da temperatura da pista e, no caso de frenagem em pista molhada, da espessura do filme de água e da temperatura da água, realize-se sempre o teste comparativo, quando o pneu protótipo é comparado ao pneu de referência. No passado, era comum testar-se os pneus utilizando veículos equipados com e sem freios ABS. Atualmente, os ensaios em veículos sem freios ABS estão praticamente extintos.

Ao final do teste, o aspecto dos pneus ensaiados também é analisado.

Resistência ao Rolamento: também conhecida como resistência à rolagem, é a energia mecânica de um pneu em rolamento que é transformada em calor por unidade de distância, como resultado da rotação e da deformação do pneu.

Como a resistência ao rolamento está diretamente ligada ao consumo de combustível do veículo e os requisitos de eficiência energética estão cada vez mais exigentes, o ensaio de

resistência ao rolamento é um dos mais demandados, além de ponto decisivo para que se aprove uma especificação de construção de pneus. A norma mais utilizada para este teste na Europa é a ISO 28580:2009, que define um procedimento para o ensaio de pneus de passeio e carga.

Uma montagem pneu-roda é ligada a um eixo louco, e pressionada contra um tambor de aço liso. Ao atingir o ponto de medição (velocidade, carga e pressão de enchimento), o torque necessário para rolar o pneu livre é medido. A força de resistência ao rolamento resulta do torque de acionamento do tambor dividido pelo raio deste (as perdas por atrito são consideradas).

A velocidade de ensaio é igual a 80km/h e 80% da carga máxima para pneus de passeio. Para pneus de carga, a velocidade é igual 80km/h e 85% da carga máxima (60km/h para pneus de carga com $SV \leq J$). As pressões são de 210/250kPa para os pneus de passeio; e os para pneus de carga, a pressão varia de acordo com a carga aplicada.

Montadoras e fabricantes de pneus americanos optam pela norma SAE J2452, aplicável para pneus de passeio apenas. A diferença entre os dois conceitos é a variação de velocidade e, por consequência, a variação de temperatura. Enquanto a norma ISO 28580 avalia o pneu sob velocidade constante (perda de calor constante), a norma SAE J2452 avalia o pneu sob a condição *coast down* (desaceleração), quando o pneu experimenta um transiente de velocidades, de 115km/h até 15km/h. Apesar do transiente, o teste é rápido o suficiente para ser considerado isotérmico.

ILUSTRAÇÃO 132 - EQUIPAMENTO PARA MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA AO ROLAMENTO COM DOIS CARROS (DUAS POSIÇÕES DE TESTE)



Fonte: Continental Pneus

Força e Momento: o teste de força e momento (*force and moment*) é executado em um equipamento desenhado na década de 80 para este tipo de ensaio. A empresa MTS produz os equipamentos chamados de *Flat-Track*, que simulam condições de rodagem, aplicando carga e velocidade aos pneus, combinados com ângulos (simulando mudanças de direção) e inclinações (simulando rolagem da carroceria) para simular condições reais de rodagem e avaliar o desempenho dos pneus em diversos cenários.

Os ensaios podem ser feitos com o pneu parado e/ou em rolagem e são especialmente importantes para levantar os parâmetros de comportamento do pneu protótipo, que servirão como base para as simulações computacionais (CAE) do comportamento dinâmico do veículo.

Como cada fabricante de veículo possui os próprios algoritmos e sistemas de simulação numérica virtual, os ensaios de força e momento possuem procedimentos específicos.

ILUSTRAÇÃO 133 - EQUIPAMENTO FLAT TRAC DA MTS



Fonte: Continental Pneus

ILUSTRAÇÃO 134 - À ESQUERDA, UM PNEU DE PASSEIO SENDO TESTADO EM UM EQUIPAMENTO DE FORÇA E MOMENTO. À DIREITA, UM PNEU DE CARGA SENDO SUBMETIDO AO MESMO TESTE



Fonte: Continental Pneus

Aquaplanagem: ou hidroplanagem, é definida como a situação em que um pneu não pode mais transmitir as forças necessárias para uma manobra de condução (frenagem, aceleração ou curva) para a pista, por haver uma película de água na pista, reduzindo a transmissão de forças pista/pneu em comparação com uma condição de pista seca ou molhada.

O teste é realizado em campo de provas, sob duas condições: longitudinal e lateral.

Aquaplanagem Longitudinal: o veículo de teste é guiado por um trilho e corre com os pneus do lado esquerdo, dentro de um reservatório de água de 8mm. O carro é acelerado ao máximo, com uma velocidade inicial de 60 km/h.

Os valores medidos são o escorregamento da roda dianteira esquerda e a velocidade do veículo. O resultado final ocorre quando se atinge 15% de escorregamento.

O teste pode ser feito com veículos de tração dianteira e traseira, mas a posição de medição é sempre a mesma.

ILUSTRAÇÃO 135 - PISTA DE TESTE DE AQUAPLANAGEM LONGITUDINAL DO CONTIDROM



Fonte: Continental Pneus

Aquaplanagem Lateral: O veículo faz uma curva de 200m de diâmetro, onde há um reservatório de 20m de comprimento e 5mm de profundidade. O carro mantém a velocidade constante, com uma velocidade inicial de 60 km/h e incrementos de 5km/h.

Avaliação: aceleração lateral remanescente, a cada etapa, dentro do reservatório;

Cálculo: aceleração lateral média, entre 65 km/h e 95 km/h, após as curvas.

ILUSTRAÇÃO 136 - PISTA DE TESTE DE AQUAPLANAGEM LATERAL



Fonte: Continental Pneus

Taxa de Elasticidade do Talão (*Bead Spring Rate*): A força necessária para expandir os talões do pneu protótipo é importante para evitar que os talões fiquem rígidos demais, dificultando ou impossibilitando a montagem do pneu, ou que fiquem dúcteis demais, permitindo que o pneu gire na roda durante uma frenagem, por exemplo.

A máquina de medição da elasticidade do talão é composta por oito segmentos que se prendem aos talões do pneu. No início do teste, os seguimentos se expandem até aumentar o diâmetro interno do pneu em 0,8mm, simulando a montagem do pneu e seu talonamento. Depois, os segmentos se contraem até o valor $d - 0,29\text{mm}$, sendo “d” o valor do diâmetro nominal do talão, quando a força aplicada em cada talão é medida individualmente. Na sequência, os segmentos voltam a se expandir até o valor de $d + 0,38\text{mm}$, quando a força aplicada volta a ser medida.

O resultado é apresentado como a média dos valores obtidos em quatro segmentos que ficam em posições opostas.

Flatspot: Veículos que permanecem parados por longos períodos de tempo costumam experimentar uma deformação no *footprint* dos pneus, que geralmente é temporária, mas pode acabar sendo permanente.

O teste de *flatspot* não avalia a sensibilidade da construção do pneu à formação do *flatspot*, mas sim o tempo necessário para o produto voltar à sua condição normal.

Em laboratório, os pneus são pressionados contra uma superfície plana por um período de tempo que varia de acordo com o tipo de teste: O *flatspot* curto (*shor-term flatspot*) simula a deformação sofrida pelo pneu após o período de uma noite (*overnight*), ou flatspot longo (*long-term flatspot*) que simula, sob temperaturas elevadas, o período de um mês.

Os resultados apresentados baseiam-se nas medições da RFV1H (primeira harmônica radial), medidas antes e depois do período em que o pneu é submetido à deformação.

ILUSTRAÇÃO 137 - EXEMPLO DE PNEU COM SINAIS DE *FLATSPOT*



Fonte: Continental Pneus

Dimensional Estático e Dinâmico: para o projeto da suspensão e simulação do comportamento dinâmico do veículo, é importante medir algumas dimensões estáticas e dinâmicas dos pneus, como a Taxa de Elasticidade Estáticas (*Static Spring Rate – SSR*), o Raio Estático sob Carga (*Static Loaded Radius – SLR*), o Raio Dinâmico sob Carga (*Dynamic Loaded Radius – DLR*) e a pegada (*footprint*) do pneu. Para calibração dos instrumentos do veículo, mede-se o número de Revoluções por Milha ou por Quilômetro (*Revolutions per Mile – RPM, Revolutions per Kilometer – RPK*).

Essas medições são feitas em laboratório, geralmente por meio de equipamentos do tipo *Flat Trac*, com os pneus montados nas rodas que serão utilizadas e com as pressões que serão aplicadas aos pneus do veículo.

Massa: avaliar a massa do pneu é importante para dimensionamentos de armazenagem e transporte, além das análises de custo. O levantamento da massa também é interessante para avaliar a massa total do conjunto pneu-roda-válvula, que influencia no dimensionamento dos componentes da suspensão veicular.

Mais interessante que a massa do pneu individual é o levantamento da massa de um lote inteiro de produção, ou um lote de pré-produção (piloto). A dispersão dos valores de massa medidos permite avaliar a capacidade do processo produtivo.

Torque de Alinhamento Residual do Plysteer (*Plysteer Residual Aligning Torque - PRAT*): ao contrário dos outros parâmetros de uniformidade, o PRAT depende da construção do pneu, dos ângulos das cintas utilizadas, com maior influência da cinta mais externa, do que das variações no processo de produção propriamente ditas. Por conta disso, o PRAT não é medido e controlado no processo de produção dos pneus, mas durante o desenvolvimento da nova especificação.

O PRAT é medido em equipamentos *Flat Trac*, sob várias condições de carga, geralmente a velocidades da ordem de 100km/h, em sentido horário e anti-horário. A ideia por trás do conceito é avaliar a magnitude da força lateral gerada pela rotação do pneu (RAT) sob as condições de uso do veículo; vazio, carregado e parcialmente carregado.

Envelhecimento Acelerado: O teste de envelhecimento (*aging test*) acontece em laboratório, onde o pneu protótipo inflado com uma mistura de N₂ e O₂ (50/50) é colocado em uma câmara aquecida a 65° com atmosfera composta de N₂ e O₂, também na proporção de 50/50, por um período de 56 dias. Monitora-se o aparecimento de trincas e alterações de cor nas laterais dos pneus.

Após os 56 dias, o pneu é submetido a um teste de *high-speed*.

A ASTM (*American Society for Testing and Materials*) também define metodologias para testes em campo aberto, porém menos praticadas por conta dos custos mais elevados.

ILUSTRAÇÃO 138 - EXEMPLO DE PNEU COM SINAIS DE FLATSPOT



Fonte: Continental Pneus

Resistência ao Ozônio: o teste de resistência ao ozônio também é similar ao teste de envelhecimento acelerado. A câmara é abastecida com O₃ (50 pphm) a 25°. A amostra de borracha é submetida a um movimento repetido de distensão e relaxamento por 96h. Ao final do teste, a amostra não deve apresentar trincas ou alterações significantes em sua superfície.

Escape da Roda (*Rim Roll Off*): o teste visa avaliar a capacidade do pneu permanecer montado em seu aro, mesmo em condições de alta carga e baixa pressão.

O veículo deve girar em um círculo, que em geral tem 50m de diâmetro, com a carga máxima. A pressão deve ser reduzida gradativamente, até que se atinja a pressão de 12psi.

Para que seja aprovado, o pneu não pode perder pressão, não pode detalonar e a roda não pode ter contato com o solo.

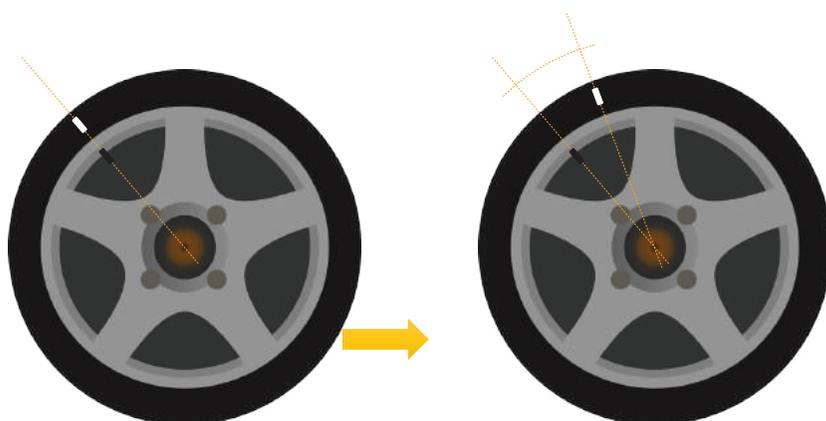
ILUSTRAÇÃO 139 - TESTE DE RIM ROLL OFF



Fonte: Continental Pneus

Escorregamento na Roda (*Rim Slippage*): o ensaio de *slippage* visa avaliar a capacidade dos talões prenderem o pneu à roda, impedindo o movimento relativo do pneu sobre esta. Geralmente, o deslocamento do pneu é de poucos graus ou não há movimento relativo. O uso de vaselina de petróleo na montagem dos pneus acarreta em resultados piores neste ensaio, pois a vaselina não seca, mantendo uma lubrificação constante sob os talões.

ILUSTRAÇÃO 140 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE UM PNEU QUE SOFREU MOVIMENTO RELATIVO SOBRE A RODA

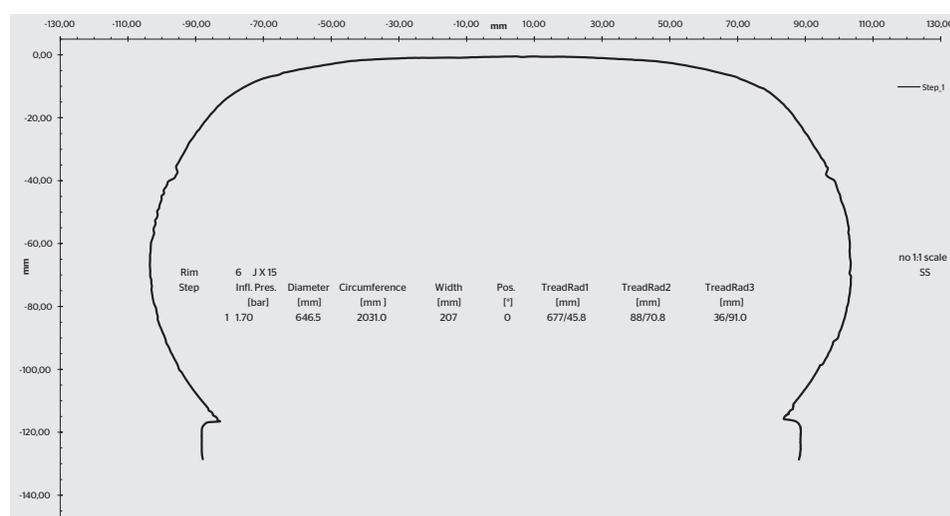


Fonte: Continental Pneus

Contorno Laser: para obter-se o perfil do pneu montado em larguras de rodas e pressões específicas, geralmente diferentes das larguras e pressões padronizadas, realiza-se o teste de contorno laser, onde o pneu é medido por um equipamento dotado deste sistema de medição.

Pode-se ainda obter valores de diâmetro, circunferência, largura e raios da banda de rodagem.

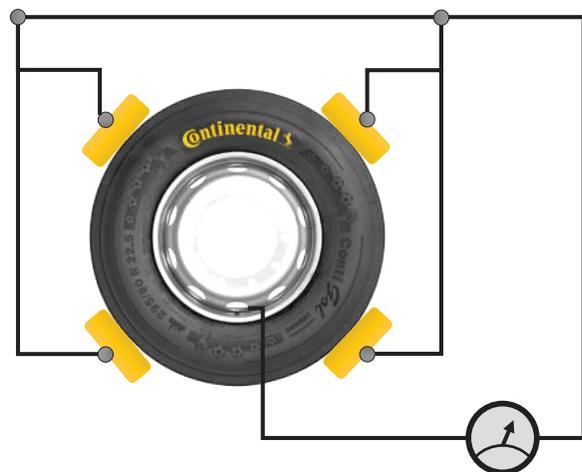
ILUSTRAÇÃO 141 - EXEMPLO DE RESULTADO DE MEDIÇÃO DE CONTORNO LASER



Fonte: Continental Pneus

Resistência Elétrica: os pneus devem ter a resistência elétrica controlada para evitar que sua resistividade fique acima de determinados valores, geralmente da ordem de 108 Ohms. Pneus com resistividade alta não permitem que a eletricidade estática do veículo seja descarregada no solo. Um dispositivo simples de medição de resistividade em quatro pontos de contato é esquematizado na lustração a seguir.

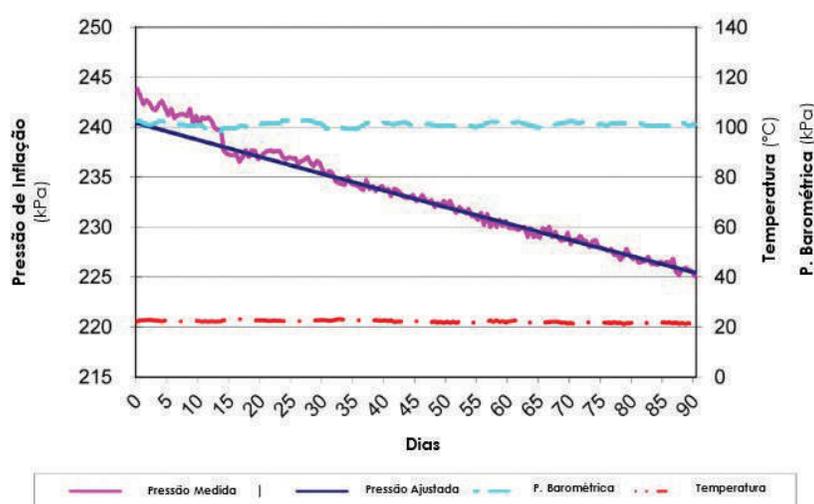
ILUSTRAÇÃO 142 - REPRESENTAÇÃO DE UM ENSAIO DE RESISTÊNCIA ELÉTRICA



Fonte: Continental Pneus

Permeabilidade ao ar: o teste é um ensaio bastante simples, cujo procedimento varia bastante de acordo com a entidade que o realiza. O mais comum é um ensaio de 90 dias, em que o pneu permanece estático e sua pressão é medida diariamente, juntamente com a pressão atmosférica e a temperatura ambiente. O resultado é dado como a porcentagem de pressão perdida por mês, através da equação obtida pela regressão linear à curva de perda de pressão.

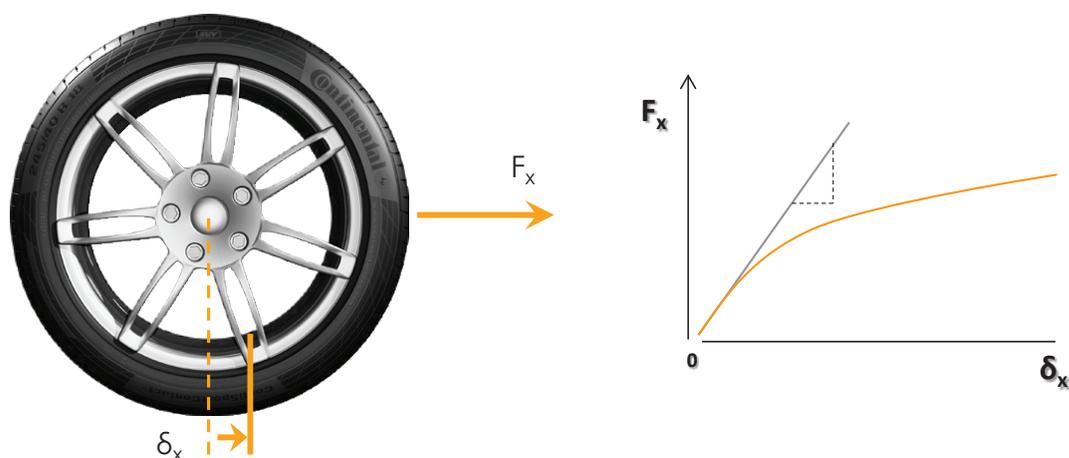
ILUSTRAÇÃO 143 - EXEMPLO E RELATÓRIO DE PERMEABILIDADE AO AR



Fonte: Continental Pneus

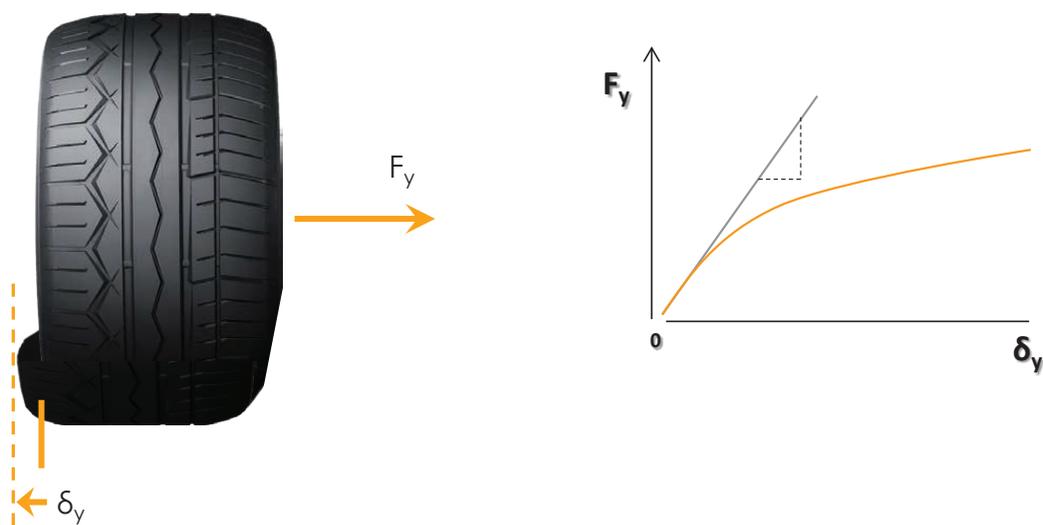
Taxa de Elasticidade Longitudinal (Longitudinal Spring Rate), Torcional (Torsional Spring Rate) e Tangencial (Tangencial Spring Rate): as taxas de elasticidade (ou rigidez) do pneu estático fornecem informações importantes para alimentar o modelo matemático que simula o comportamento dinâmico dos pneus e do veículo. Todas as medições são realizadas em equipamentos do tipo *Flat Trac*.

ILUSTRAÇÃO 144 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO LOS



Fonte: Continental Pneus

ILUSTRAÇÃO 145 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO TAS



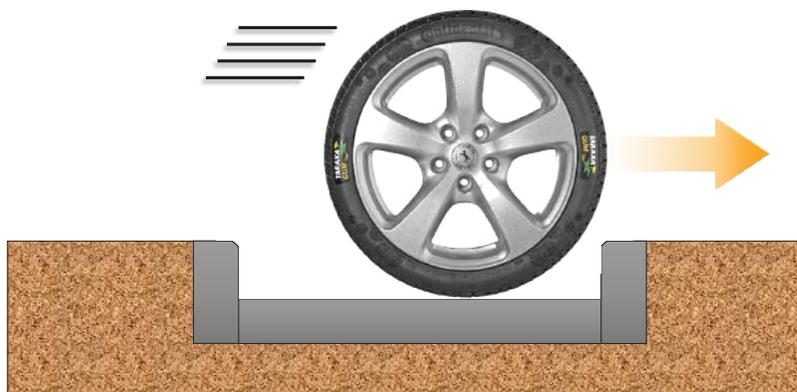
Fonte: Continental Pneus

ILUSTRAÇÃO 146 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO TOS



Fonte: Continental Pneus

Buraco (Pothole): O ensaio de pothole foi desenvolvido para simular as situações de impacto que pneus e rodas enfrentam quando sofrem choques contra buracos nas vias. Há diversos procedimentos para esse tipo de teste, que acontece com o veículo a velocidades de 40 a 50km/h. Um esquema de *pothole* com dimensões ilustrativas é mostrado a seguir.

ILUSTRAÇÃO 147 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE UM ENSAIO DE POTHOLE

Fonte: Continental Pneus

ILUSTRAÇÃO 148 - RODA DE UM VEÍCULO SUBMETIDO AO TESTE DE POTHOLE DANIFICADA PELO IMPACTO

Fonte: Continental Pneus

Teste da Calçada (Curb Test): costuma ser uma opção ao teste *pothole*, utilizada para teste de pneus, rodas e sensores de acionamento dos *airbags*. A barra utilizada tem entre 8 e 9 cm de altura e os danos começam a ser visíveis em velocidades da ordem de 40km/h.

ILUSTRAÇÃO 149 - BARRA UTILIZADA NO ENSAIO DE CURB



Fonte: Continental Pneus

Vibração, Ruído e Aspereza (*Noise Vibration and Harshness – NVH*): NVH é o estudo e manipulação das características de emissão sonora e vibração de componentes e veículos. Em pneus, a vibração gerada e o ruído emitido podem ser medidos de forma objetiva, enquanto a aspereza é avaliada de forma subjetiva.

As técnicas para manipulação das características de vibração e ruído não atuam somente na redução das emissões, mas em sua qualidade. Dois sons com a mesma intensidade sonora não são igualmente incômodos, ou não causam a mesma sensação no ouvido. Por vezes, é necessário acrescentar ou retirar harmônicas para deixar o som mais agradável, não necessariamente reduzindo a intensidade sonora.

Há diversos tipos de testes e procedimentos, onde os mais importantes são:

Teste em Laboratório – superfícies lisas e rugosas: os pneus são analisados em laboratório, sobre um rolo de metal liso ou de superfície texturizada, em diversas faixas de velocidade e carga constante. A disposição dos microfones varia de acordo o procedimento do teste. Podem ser montados dois ou quatro microfones próximos à área de contato do pneu com o rolo ou faz-se uso da gaiola de microfones.

O ensaio é amplamente utilizado no desenvolvimento das novas esculturas de banda de rodagem.

Ruído de Passagem (*Pass-by-Noise ISO 13325:2003*): é o padrão de ensaio adotado pela normatização ISO, também utilizado para medição da *performance* dos pneus para os programas de etiquetagem.

Neste ensaio, a emissão sonora dos pneus é medida durante a passagem do veículo por um microfone fixado em um ponto da pista de testes. Trata-se de um teste comparativo, onde os sons oriundos do motor e demais sistemas do veículo são filtrados através de *software*, após as medições.

Ruído dentro do veículo (cabeça artificial): o teste de cabeça artificial procura reproduzir as condições experimentadas pelo condutor e pelos passageiros. A cabeça de um manequim tem microfones instalados na posição dos ouvidos, é presa ao banco do motorista do veículo, que roda dentro de uma pista de testes ou em laboratório. As medições podem ser feitas com os vidros abertos ou fechados. O teste não é muito comum na medição de NVH de pneus.

Teste Subjetivo: é o mais comum, rápido e barato para desenvolver especificações de pneus para projetos de montadoras. O comportamento do pneu é avaliado por um especialista que dirige o veículo de ensaio por uma pista ou trajeto urbano, fazendo com que os pneus passem por obstáculos e superfícies diferentes. O comportamento é avaliado de forma subjetiva contra um pneu de referência.

ILUSTRAÇÃO 150 - MEDIÇÃO DE EMISSÃO SONORA EM LABORATÓRIO



Fonte: Continental Pneus

Tomografia Computadorizada: a tomografia é a única forma de avaliar a disposição dos componentes da carcaça do pneu com ele montado, inflado e, se necessário, sob carga. Permite colher imagens detalhadas e em três dimensões dos componentes separados, avaliar a posição e o ângulo dos cordões que compõem as lonas individualmente.

ILUSTRAÇÃO 151 - EQUIPAMENTO DE TOMOGRÁFICA COMPUTADORIZADA



Fonte: Continental Pneus

26.2 PERFORMANCES SUBJETIVAS

São aquelas avaliadas de acordo com a opinião de um especialista, ou seja, dependem do posicionamento de um avaliador.

Em sua maioria, são testes comparativos, em que os pneus de teste ou protótipos são comparados ao pneu de referência. O avaliador deve medir as *performances* do protótipo em termos de porcentagem da *performance* do pneu referência.

Dirigibilidade em Pista Seca (*Dry Handling*): o ensaio de *handling* é talvez o mais importante no desenvolvimento de especificações de pneus para projetos de montadoras. Tenciona avaliar as respostas dinâmicas dos pneus em velocidades médias e altas, durante manobras de emergência, e sua influência no comportamento do veículo. Os pneus e o veículo devem ser levados aos limites para reproduzir as condições mais severas de utilização.

A grande importância do para o desenvolvimento de novos veículos se dá por sua capacidade de avaliar como serão as primeiras experiências do condutor com o veículo, durante um test-drive na concessionária, ou logo após a aquisição.

Veículos com apelo esportivo devem ser montados com pneus de alta resposta de direção e alta aderência. Veículos de luxo devem ter pneus altamente confortáveis e estáveis. Cavalos mecânicos devem ser montados com pneus que ofereçam conforto, estabilidade e altos níveis de aderência e tração. O engenheiro de testes deve garantir que o comportamento dos pneus esteja alinhado com as expectativas para o comportamento do veículo.

Em um ensaio comum, os itens principais são avaliados:

- Comportamento de Direção
 - o Precisão de direção;
 - o Demanda de ângulo de direção;
 - o Linearidade e taxa de aumento de força lateral.
- Dinâmica Lateral
 - o Estabilidade em curvas;
 - o Balanço entre eixos traseiros e dianteiros;
 - o Comportamento em transição;
 - o Comportamento em curvas com aceleração e desaceleração;
- Aceleração
 - o Tração em linha reta;
 - o Estabilidade durante a tração;
- Frenagem
 - o Potencial de desaceleração;
 - o Estabilidade durante a frenagem.
- Tempo de volta

Tais testes podem ser executados em veículos de passeio e carga. Normalmente, avalia-se o comportamento dos veículos carregados e vazios.

O teste de dirigibilidade no seco é sempre realizado dentro de campo de provas adequado, devido às altas velocidades envolvidas e ao risco das manobras executadas.

Durante o ensaio, o engenheiro de teste executa diversas manobras com o veículo. Dentre elas, as mais conhecidas são:

- Teste do Alce (*elk test ou moose test*): o teste de Manobra Evasiva ou Teste do Alce é padronizado pela norma ISO 3888-2. O ensaio avalia o comportamento do veículo durante uma alteração repentina de trajetória, simulando o aparecimento de um obstáculo repentino, e uma segunda alteração repentina de trajetória, simulando o desvio do tráfego contrário.

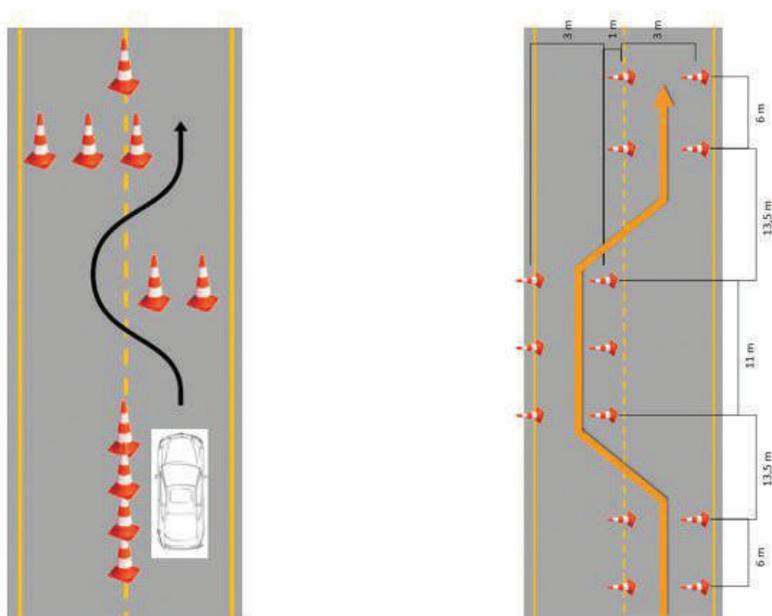
- *Slalom*: o teste de slalom consiste em manobrar o veículo em ziguezague por uma fileira de cones. Durante o movimento, é possível observar como os pneus se comportam diante da constante transferência de massa, a estabilidade e a concordância entre os eixos, bem como a variação de comportamento a partir do aumento da temperatura.

ILUSTRAÇÃO 152 - PISTA DE DIRIGIBILIDADE EM PISTA SECA DO CONTIDROM



Fonte: Continental Pneus

ILUSTRAÇÃO 153 - ESQUEMA DO TESTE DE ALCE



Fonte: Continental Pneus

ILUSTRAÇÃO 154 - ESQUEMA DO ENSAIO DE *SLALOM*

Fonte: Continental Pneus

Dirigibilidade em Pista Molhada (*Wet Handling*): o teste é conduzido em pista projetada para este propósito, capaz de gerar e manter estável uma lâmina de água acumulada com cerca de 3mm sobre a pista. O teste acontece em velocidades da ordem de 60km/h e os critérios avaliados são semelhantes aos considerados na dirigibilidade em pista seca.

O ensaio de dirigibilidade em pista molhada lida com um ponto crucial e muito importante das *performances* de um pneu, onde muitas especificações acabam por serem reprovadas. Construir uma especificação de pneus com ótimo desempenho em pista molhada, sem que haja detrimento significativo das demais características, é uma tarefa difícil.

Um dos critérios avaliados que melhor descreve o desempenho de uma especificação de pneu em pista molhada é o tempo de volta (*lap time*). Pneus com bons níveis de desempenho permitem ao engenheiro de testes o desenvolvimento de velocidades mais altas e frenagens mais precisas, reduzindo sensivelmente o tempo de volta.

Durante o teste, é imprescindível o controle preciso de três variáveis:

- Temperatura da água, que altera o comportamento dos pneus;
- Espessura da lâmina de água, que têm influência decisiva na *performance*;
- Velocidade do vento. Rajadas fortes de vento arrastam a água e alteram a espessura da lâmina.

ILUSTRAÇÃO 155 - PISTA DE DIRIGIBILIDADE EM PISTA MOLHADA DO CONTIDROM



Fonte: Continental Pneus

Conforto (Subjetivo): o teste de conforto foi comentado na seção de NVH, pois trata-se de um ensaio de NVH em sua essência.

Este ensaio costuma ser executado juntamente com o ensaio de dirigibilidade no seco. Pode-se utilizar uma pista especialmente projetada para isso, com diferentes tipos de pavimentos e superfícies, capazes de gerar variados *inputs*, como asfalto liso e rugoso, agregado grosso e paralelepípedos (*cobblestone*). O teste também pode ser executado em perímetro urbano e vias públicas, utilizando-se as diferentes superfícies encontradas nas vias e pequenos catadióptricos, para gerar *inputs* mais intensos na suspensão.

Os critérios de avaliação costumam ser divididos em conforto acústico, relacionado com as respostas sonoras e as características da pista (ligado à parte de *noise* e *vibration* do NVH) e conforto de direção, relacionado aos impactos, solavancos e sensações táteis, relacionadas com as áreas de *vibration* e *harshness* do NVH).

ILUSTRAÇÃO 156 - PISTAS DE TESTE DE CONFORTO



Fonte: Continental Pneus

Ruído quando gasto (*Worn Noise*): trata-se de um teste simples de conforto acústico, realizado quando a banda de rodagem do pneu já ultrapassou 50% ou 70% de desgaste. Um pneu gasto, geralmente oriundo de um teste de quilometragem, é ensaiado subjetivamente contra um pneu novo de mesma especificação. O objetivo é obter uma redução controlada e pouco significativa na capacidade de absorção de impactos e vibrações. O pneu gasto também precisa manter-se em nível similar de emissão sonora, se comparado ao pneu quando novo.

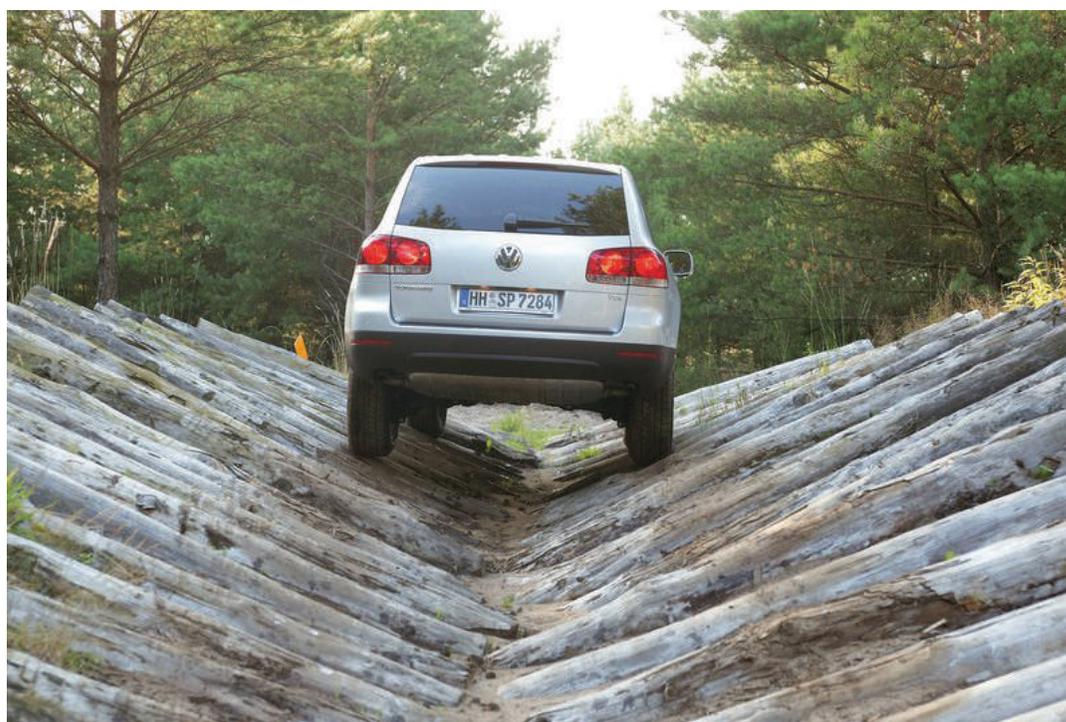
Comportamento em Fora de Estrada (*Off-road*): o ensaio de comportamento em fora de estrada é realizado em pistas projetadas para este fim. Não há um padrão de construção para este tipo de pista e tampouco, para o correspondente tipo de ensaio. Montadoras e produtores de pneus procuram reproduzir condições severas de utilização em seus percursos de ensaio.

Trata-se de um teste adicional aos outros já citados, específico para pneus e veículos de uso misto e tração nas quatro rodas. O objetivo é analisar comportamento e resistência do pneu, subjetivamente, quando exposto a superfícies irregulares e cortantes, como pedras e cascalho.

Aspectos importantes quem merecem ser observados:

- Nível de tração dos pneus sobre superfícies diferentes;
- Conforto oferecido aos passageiros;
- Resistência a arrancamentos e picotamentos na banda de rodagem dos pneus (também avaliado subjetivamente).

ILUSTRAÇÃO 157 - PISTA DE TESTE PARA COMPORTAMENTO EM *OFF-ROAD*

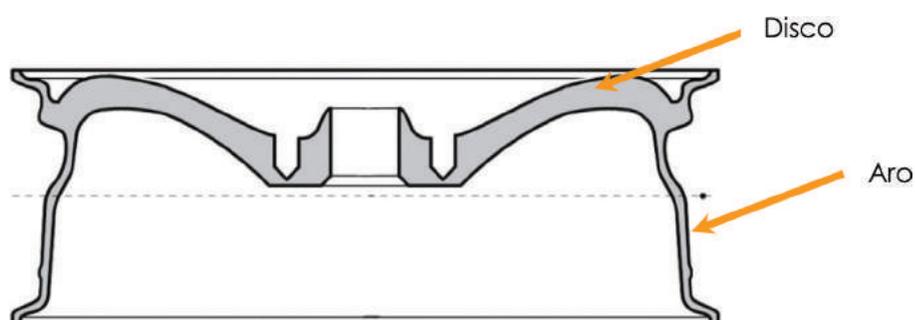


Fonte: Continental Pneus

27 RODAS PARA PNEUS SEM CÂMARA PARA VEÍCULO LEVE

Roda disco é um conjunto formado de aro e disco fixo, servindo de elemento intermediário entre o pneu e o veículo. Portanto, aro é o elemento anelar onde o pneu é montado e disco, o elemento central que permite a fixação da roda ao cubo do veículo.

ILUSTRAÇÃO 158 - IDENTIFICAÇÃO DAS PARTES PRINCIPAIS DE UMA RODA PARA PNEUS SEM CÂMARA COMUM



Fonte: Continental Pneus

27.1 ESPECIFICAÇÃO DIMENSIONAL DE UMA RODA

A especificação dimensional de uma roda comum é composta por seis informações, como mostrado no exemplo:

6J x 14 H2 ET45

- 6 – Largura da área de assentamento dos talões, em polegadas;
- J – Código da forma da área de assentamento dos talões;
- 14 – Diâmetro da área de assentamento dos talões, em polegadas;
- H2 – Tipo de ressaltos (humps) da roda;
- ET45 – ET é oriundo da palavra alemã “einpresstiefe”, que significa profundidade da inserção. É o chamado offset da roda, que é a distância, em milímetros, entre a face de montagem e a linha central da roda.

28 RODAS PARA PNEUS COM E SEM CÂMARA PARA VEÍCULO DE CARGA

Para veículos de carga, o conjunto roda e disco pode ser um pouco diferente, formado de aro e disco fixo ou não, servindo de elemento intermediário entre o pneu e o veículo, veja a seguir um exemplo de aro e disco fixo e outro, de roda e disco acoplados, para veículos de carga.

ILUSTRAÇÃO 159 - ARO E DISCO FIXO SEM CÂMARA

Fonte: Continental Pneus

ILUSTRAÇÃO 160 - ARO E DISCO ACOPLADO COM FIXAÇÃO ATRAVÉS DE CASTANHAS

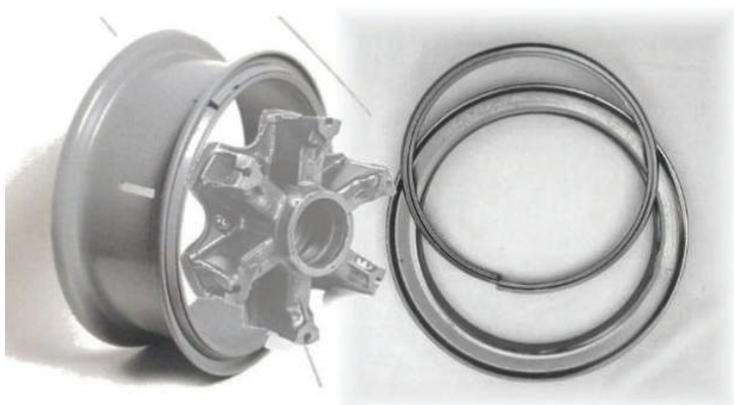
Fonte: Continental Pneus

Para as rodas de veículos de carga, deve-se tomar muito cuidado ao inflar, utilizando sempre a gaiola de proteção.

ILUSTRAÇÃO 161 - ARO E DISCO FIXO, COM FIXAÇÃO REMOVÍVEL COM CÂMARA

Fonte: Continental Pneus

ILUSTRAÇÃO 162 - ARO E DISCO ACOPLADO COM DOIS ANÉIS DE FIXAÇÃO REMOVÍVEIS

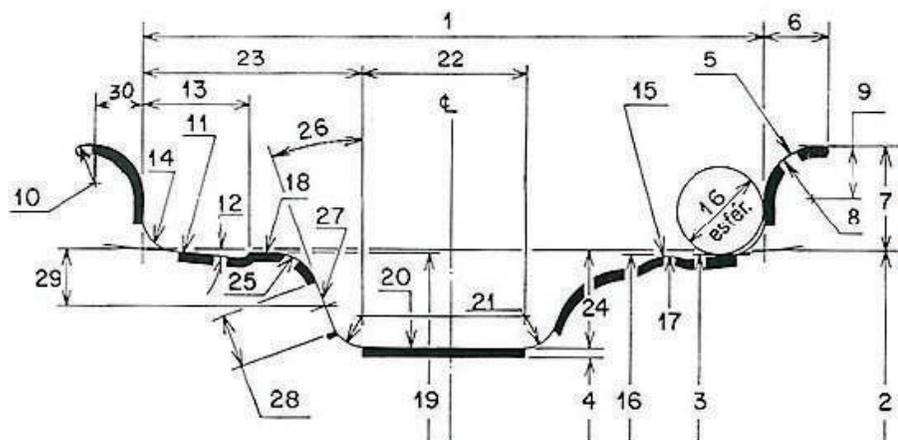


Fonte: Continental Pneus

28.1 AROS

28.1.1 Nomenclatura e Dimensões Básicas para Aros

ILUSTRAÇÃO 163 - NOMENCLATURAS E DIMENSÕES BÁSICAS PARA AROS



- | | |
|---|--|
| 1. Largura do aro ou distância entre flanges (L), | 16. Diâmetro do <i>hump</i> redondo (DR), |
| 2. Diâmetro nominal do ano (D), | 17. Raio do <i>hump</i> (RU), |
| 3. Diâmetro de inspeção (DI), | 18. <i>Hump</i> plano (FH), |
| 4. Diâmetro interno do aro (DL), | 19. Diâmetro do <i>hump</i> plano (DF), |
| 5. Flange do aro, | 20. Rebaixo do aro, |
| 6. Largura do flange (LF), | 21. Raio inferior do rebaixo (RI), |
| 7. Altura do flange (AF), | 22. Largura do rebaixo (LR), |
| 8. Raio do flange (RF), | 23. Local do rebaixo (B), |
| 9. Local do raio do flange (AR), | 24. Profundidade do rebaixo (PR), |
| 10. Raio superior do flange (RS), | 25. Raio superior do rebaixo (RR), |
| 11. Assento cônico, | 26. Ângulo do rebaixo (RA), |
| 12. Ângulo do assento cônico, | 27. Furo ou rasgo para válvula, |
| 13. Largura do assento cônico (LT), | 28. Diâmetro do furo para válvula (DV), |
| 14. Raio do assento cônico (RT), | 29. Local do furo para válvula (V), |
| 15. <i>Hump</i> redondo (RH), | 30. Local do raio superior do flange (LS). |

Fonte: Continental Pneus

- a) Os itens 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 21, 27, 28 e 30 são para ambos os lados do aro.
- b) Os itens 16, 18, 23, 25 e 26 são apenas para o lado de montagem do pneu.

28.1.2 Definições

Perfil do Aro: é a linha do contorno externo do aro, determinado por sua seção transversal;

Ressalto (*hump*): saliência que pode existir no perfil do aro, em toda sua circunferência, na região do assento cônico, que dificulta o detalonamento dos talões do pneu.

QUADRO 3 - DESIGNAÇÃO DOS TIPOS DE *HUMP*

Denominação	Contorno do Assentamento		Marcação
	Externo	Interno	
Ressalto (<i>Hump</i>)	<i>Hump</i>	Normal	H
Ressalto Duplo (<i>Double Hump</i>)	<i>Hump</i>	<i>Hump</i>	H2
Ressalto Plano (<i>Flat Hump</i>)	<i>Flat Hump</i>	Normal	FH
Ressalto Plano Duplo (<i>Double Flat Hump</i>)	<i>Flat Hump</i>	<i>Flat Hump</i>	FH2
Ressalto Combinado (<i>Combination Hump</i>)	<i>Flat Hump</i>	<i>Hump</i>	CH
Ressalto Estendido (<i>Extended Hump</i>)	<i>Extended Hump</i>	<i>Extended Hump</i>	EH2
Ressalto Estendido 2+ (<i>Extended Hump 2+</i>)	<i>Extended Hump 2+</i>	<i>Extended Hump 2+</i>	EH2 +

Fonte: Continental Pneus

Friso: extremidade do contorno do aro-base, sobre o qual são montados os anéis;

Flanges: partes do aro que determinam as extremidades de seu contorno, sobre as quais se assentam lateralmente os talões do pneu, podendo ser removível no caso de aros de centro plano e centro semi-rebaixado (SDC). Podem ter os formatos J, JJ, K, JK, B, P e D;

Aro de Medição: indicado nas várias tabelas de dimensões, é o aro recomendado para uso normal de pneu;

Aros Admitidos: além de recomendados, aparecem nas tabelas de aros admitidos para cada tamanho de pneu e podem ser usados opcionalmente.

28.2 DISCOS

28.2.1 *Offset*

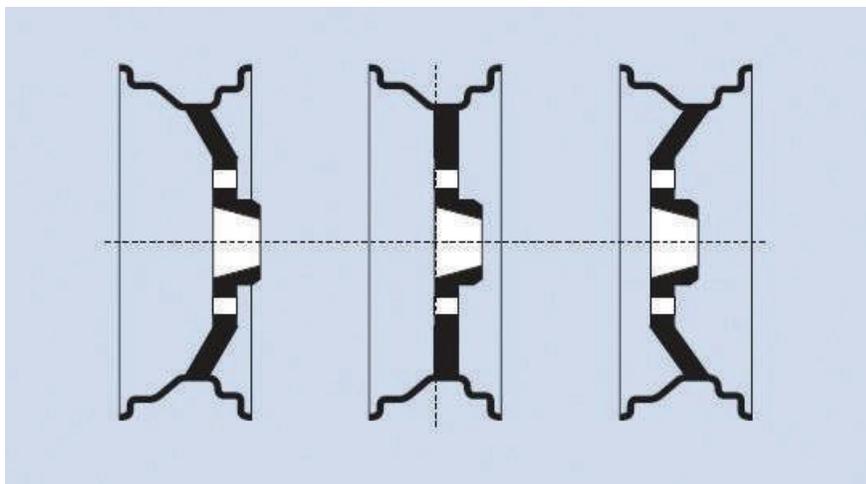
O *offset* é a distância entre a face de fixação da roda no cubo e a linha de centro imaginária. Pode-se ter *offset* positivo (também chamado de *inset*), *offset* negativo (também chamado de *outset*) e neutro.

A grosso modo, o *offset* dita a posição da roda em relação à suspensão. *Offset* positivo aproxima o conjunto roda/pneu do sistema de suspensão, posicionando a roda mais para dentro da caixa de roda do veículo. *Offset* negativo distancia o conjunto roda/pneu do sistema de suspensão, deixando a roda mais para fora da caixa de roda do veículo.

O *offset* tem grande influência na capacidade de auto alinhamento da direção. Valores de *offset* inadequados geram três possíveis consequências:

- que os pneus passem a tocar partes fixas do veículo;
- que não haja espaço suficiente para os discos e as pinças de freios;
- que sobrecarregue rolamentos e demais componentes da suspensão.

ILUSTRAÇÃO 164 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS TIPOS DE *OFFSET*



Fonte: Continental Pneus

28.2.2 Furação de Fixação ($PCD = Pitch Center Diameter$)

O número de furações da roda para os parafusos de fixação e sua posição costuma ser expresso da forma 5x110. Essa denominação informa que no disco da roda há cinco furações, posicionadas de forma equidistante, por um diâmetro de 110mm.

Note que a denominação não traz informações sobre o tipo de alojamento dos parafusos ou das porcas, ou qualquer informação sobre os parafusos que devem ser utilizados.

28.2.3 Furação Central (*Centerbore*)

A furação central da roda é utilizada para o seu posicionamento durante a montagem do conjunto. O espião do cubo da roda deve encaixar perfeitamente na furação para centralizá-la antes do aperto dos parafusos. Este desenho é chamado de *hub-centric*.

Algumas rodas utilizarão o desenho chamado de *lug-centric*, que faz a centralização da roda no cubo durante o aperto dos parafusos.

28.3 MANUTENÇÃO E CUIDADOS

É necessário verificar regularmente o estado das rodas e assegurar que não apresentam bordas (flange/aba do aro) deformadas. Na eventualidade de desgaste ou danos na borda das rodas, é recomendado eliminar todas as rebarbas agudas e afiadas, para evitar deterioração do pneu, por ocasião da montagem ou utilização.

Rodas deterioradas, deformadas, apresentando bossagens dos furos de fixação trincados ou deformados, não poderão ser reparadas ou recolocadas em serviço e deverão ser substituídas por uma peça nova.

A roda é considerada item de segurança de primeira importância em um veículo. Dimensões fora das especificações originais, assim como defeitos provocados pelo uso, podem comprometer seriamente a segurança do veículo, de seus ocupantes e de terceiros.

Para correta fixação da roda ao cubo, é necessária perfeita concordância entre as dimensões das porcas ou parafusos com os furos de fixação do disco da roda, que podem ser esféricos ou cônicos.

Ocasionalmente, os parafusos do veículo devem ser substituídos para a colocação de rodas de alumínio. O fabricante da roda deve ser consultado para maiores informações...

Em caso de rachaduras ou quaisquer imperfeições, como deformações, ovalizações, empenamento da roda ou componentes, não deverão ser utilizados em serviços, pois comprometerão seriamente a segurança do veículo e do usuário. Ao contrário disso, devem ser substituídos imediatamente.

Ferrugem e corrosão podem reduzir a espessura do material de superfície. Nesse caso, substituir a roda quando houver corrosão ou excesso de oxidação é o caminho.

Nas rodas para pneus sem câmara, é preciso verificar atentamente se o aro utilizado é recomendado para o uso. Além disso, esse aro deve ser mantido limpo antes da montagem de pneus.

Quando uma roda amassar, seja ela de aço ou alumínio, não é aconselhável o “desamassamento”. A utilização de martelos, torneamento e soldas alteram as características físicas originais das peças, afetando a segurança do veículo e de seus ocupantes.

As rodas não devem ser reparadas ou recuperadas sob quaisquer hipóteses. Na dúvida, que se consulte o fabricante para maiores esclarecimentos.

ATENÇÃO: é fundamental observar atentamente as recomendações sobre aros e rodas, para preservar a segurança e evitar acidentes, que podem ser graves e até mesmo fatais.

IMPORTANTE: a maioria dos problemas ligados às rodas estão relacionados com sobrecarga e manutenção impróprias.

As rodas danificadas, assim como as que possuem os assentos dos furos de fixação rachados, deformados ou desgastados, ou mesmo as rodas que apresentarem quaisquer tipos de rachaduras, não devem ser consertadas, nem reutilizadas, sob riscos de acidentes graves ou fatais.

Da mesma forma, os aros danificados ou trincados jamais deverão ser soldados, porque no local da solda, as tensões residuais provocarão novas rachaduras que tenderão a aumentar rapidamente com o uso, o que pode resultar em acidentes graves ou fatais.

Para evitar corrosão, a pintura anticorrosiva das rodas deve ser sempre verificada na montagem dos pneus e renovada, se necessário, retirando-se antes toda a ferrugem encontrada.

Outra necessidade é verificar a existência e as condições das porcas e parafusos, para providenciar os mesmos, no caso de eventual falta, ou substituí-los quando em estado comprometido.

Na eventual quebra de parafuso, que se substitua também os parafusos vizinhos. Se dois ou mais estiverem quebrados, todos os parafusos devem ser trocados.

Os parafusos ou porcas para fixação da roda devem ser mantidos isentos de óleo.

É importante checar se o torque aplicado corresponde ao indicado pelo fabricante do veículo. Excesso ou falta de torque gera problema no parafuso e/ou rodas, comprometendo a segurança do conjunto.

É comum a utilização de equipamento automático no aperto das porcas ou parafusos. Nesse caso, precisam estar sempre regulados com o torque correto.

Recomenda-se efetuar o controle de aperto das rodas, pelo menos, a cada 2000 km rodados, utilizando-se o torquímetro.

O ar comprimido utilizado para inflar pneus deve estar isento de qualquer umidade, sob pena de desequilíbrio no conjunto rodante e corrosão. No caso de corrosão ou oxidação acentuada, a roda deve ser retirada de uso.

Outro ponto é verificar a existência de tampinhas nas válvulas, e providenciar as faltantes.

A pressão de inflação dos pneus deve obedecer aquela que é recomendada pelo fabricante do veículo para a carga transportada, sob a pena de comprometer a segurança da operação, a vida útil da roda e do pneu.

29 GLOSSÁRIO

Termo	O que é?	Significado	Descrição
Bias (diagonal)	Componente	<i>Bias</i>	Construção diagonal
Footprint	Componente	<i>Footprint</i>	Área de contato do pneu com o solo
SFI, Inner ou Internal	Componente	<i>Side Facing Inwards</i>	Lado do pneu que deve ser montado para “dentro” da caixa de rodas
SFO, Outer ou External	Componente	<i>Side Facing Outwards</i>	Lado do pneu que deve ser montado para “fora” da caixa de rodas
SW	Componente	<i>Sidewall</i>	Parede ou flanco do pneu
TSL	Componente	<i>Tire Sidewall Lettering</i>	Conjunto de inscrições das laterais do pneu
C	Descrição de Serviço	<i>Commercial</i>	Pneus destinados à vans e caminhões leves.
IC	Descrição de Serviço	Índice de Carga	Índice de carga
LI	Descrição de Serviço	<i>Load Index</i>	Índice de carga
LL	Descrição de Serviço	<i>Light Load</i>	Pneus projetados para trabalhar com cargas menores do que pneus SL. Geralmente, p-métricos com perfil 45% ou menor
LR	Descrição de Serviço	<i>Load Range</i>	Classifica antiga para capacidade de carga
LT	Descrição de Serviço	<i>Light Truck metric</i>	Design de pneu destinado a caminhões leves
PR	Descrição de Serviço	<i>Ply Rating</i>	Classifica antiga para capacidade de carga
RF	Descrição de Serviço	<i>Reinforced</i>	Pneus Extra Load
SI	Descrição de Serviço	Símbolo de Velocidade	Símbolo de Velocidade

Termo	O que é?	Significado	Descrição
SL	Descrição de Serviço	<i>Standard Load</i>	Faixa de capacidade de carga padrão para pneus de passeio
SSY	Descrição de Serviço	<i>Speed Symbol</i>	Símbolo de Velocidade
ST	Descrição de Serviço	<i>Special Trailer Service</i>	Pneus destinados a reboques
T	Descrição de Serviço	<i>Temporary Spare</i>	Pneus temporários
XL	Descrição de Serviço	<i>Extra Load</i>	Pneus projetados para trabalhar com cargas maiores do que pneus SL
* (Estrela)	Marcação OE	BMW/Mini Original	Marcação de pneus OE
AM8, AM9, AMP, AMS, AMX	Marcação OE	Aston Martin Original	Marcação de pneus OE
AO, AO1, AO2	Marcação OE	Audi Original	Marcação de pneus OE
AOE	Marcação OE	Audi Original	Marcação de pneus OE
B, B1, BC, BL	Marcação OE	Bentley Original	Marcação de pneus OE
F	Marcação OE	Ferrari Original	Marcação de pneus OE
J	Marcação OE	Jaguar Original	Marcação de pneus OE
K1, KA, K, K2	Marcação OE	Ferrari / Maserati Original	Marcação de pneus OE
L	Marcação OE	Lamborghini Original	Marcação de pneus OE
LR	Marcação OE	Land Rover Original	Marcação de pneus OE
LS	Marcação OE	Lotus Original	Marcação de pneus OE
M3	Marcação OE	BMW M3 Original	Marcação de pneus OE
MC, MC1	Marcação OE	McLaren Original	Marcação de pneus OE
MGT	Marcação OE	Maserati Original	Marcação de pneus OE
MO, MO1, MO2	Marcação OE	Mercedes-Benz Original	Marcação de pneus OE
MOE	Marcação OE	Mercedes-Benz Original Extended	Marcação de pneus OE
N0, N1, N2	Marcação OE	Porsche Original	Marcação de pneus OE
RO1, RO2	Marcação OE	Audi Original	Marcação de pneus OE
RSC	Marcação OE	BMW Original Extended	Marcação de pneus OE
TO, TO1, TO2	Marcação OE	Tesla Original	Marcação de pneus OE
TPC	Marcação OE	GM Original	Marcação de pneus OE

Termo	O que é?	Significado	Descrição
3PMSF	Marcação Regulamentar	<i>Three-peak-mountain with snowflake</i>	Pneus de inverno que atendem aos requisitos da RMA e da RAC de serviço na neve.
D.O.T.	Marcação Regulamentar	<i>Department of Transportation</i>	Código de certificação do DOT
M+S, M.S, M&S	Marcação Regulamentar	<i>Mud and Snow</i>	Pneus de que atendem aos requisitos da RMA e da RAC de serviço na sob condições all-season
Made in...	Marcação Regulamentar	<i>Made in...</i>	País de produção do pneu
TT/TL	Marcação Regulamentar	<i>Tube / Tubeless</i>	Designação para pneus com e sem câmara
TWI	Marcação Regulamentar	<i>Tread Wear Indicator</i>	Indicador regulamentar de desgaste da banda de rodagem (1.6mm)
UTQG	Marcação Regulamentar	<i>Uniform Tire Quality Grading</i>	Classificação de performance de pneus
CVT	Nomenclatura Comercial	<i>Commercial Vehicle Tires</i>	Pneus para veículos de carga
M+T, ou M&T	Nomenclatura Comercial	<i>Mud and Terrain</i>	Projetado para andar em lama ou outro terreno que requer tração adicional, como em rochas, neve mais profunda e cascalho solto
Off-Road	Nomenclatura Comercial	<i>Off the road</i>	Vias sem pavimentação
PLT	Nomenclatura Comercial	<i>Passenger and Light Truck</i>	Pneus para veículos de passeio e vans
SUV	Nomenclatura Comercial	<i>Sport Utility Vehicle</i>	Veículos utilitários esportivos
WWI	Nomenclatura Comercial	<i>Wet Wear Indicator</i>	Indicador de performance mínima em pistas molhadas da Continental
ABNT	Órgão Regulador/ Legislador	Associação Brasileira de Normas Técnicas	Associação Brasileira de Normas Técnicas
DOT	Órgão Regulador/ Legislador	<i>Department of Transportation</i>	Departamento de Transportes (EUA)
ETRTO	Órgão Regulador/ Legislador	<i>European Tyre and Rim Technical Organization</i>	Associação de Pneus e Aros (UE)
ISO	Órgão Regulador/ Legislador	<i>International Organization for Standardization</i>	Organização Internacional de Padronização
NHTSA	Órgão Regulador/ Legislador	<i>National Highway Traffic Safety Administration</i>	Administração de Segurança do Tráfego (EUA)
TR&A	Órgão Regulador/ Legislador	<i>The Tire and Rim Association</i>	Associação de Pneus e Aros (USA)
RFT	Tecnologia	<i>Run-Flat Tire</i>	Pneus projetados para rodar com pressão de inflação igual a zero sob determinadas condições

Termo	O que é?	Significado	Descrição
SSR	Tecnologia	<i>Self-Supporting Run-Flat</i>	Pneus projetados para rodar com pressão de inflação igual a zero sob determinadas condições
BSW	Tipo de acabamento de lateral de pneus	<i>Black Sidewall</i>	Lateral na cor natural do pneu
OBL	Tipo de acabamento de lateral de pneus	<i>Outlined Black Lettering</i>	Lateral com letras em contorno
OWL	Tipo de acabamento de lateral de pneus	<i>Outlined White Lettering</i>	Lateral com letras com contorno em cor branca
PW	Tipo de acabamento de lateral de pneus	<i>Pinstripe Whitewall</i>	Lateral com uma fina risca branca
SBL	Tipo de acabamento de lateral de pneus	<i>Serrated Black Lettering</i>	Lateral com letras pretas chanfradas
SRL	Tipo de acabamento de lateral de pneus	<i>Serrated Red Lettering</i>	Lateral com letras vermelhas chanfradas
WW/WSW	Tipo de acabamento de lateral de pneus	<i>White Sidewall</i>	Lateral com faixa branca, usada em pneus vintage

30 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2CarPros. (2016, Junho 14). **Steering Wheel Shakes**. Retrieved Novembro 21, 2016, from www.2carpros.com: <<https://www.2carpros.com/articles/steering-wheel-shakes-when-accelerating-or-braking>>

5 Ball, Inc. (n.d.). **Difference Between a Radial, Bias, and Bias Belted Tire**. Retrieved Novembro 03, 2016, from www.bikernet.com: <http://www.bikernet.com/pages/Difference_Between_a_Radial_Bias_and_Bias_Belted_Tire.aspx>

A.L.A.P.A. - Associação Latino Americana de Pneus e Aros. (2005). **Manual de Normas Técnicas 2005-2006 (1ª ed.)**. São Paulo, São Paulo, Brasil: A.L.A.P.A.

A.L.A.P.A. - Associação Latino Americana de Pneus e Aros. (2006). **Manual de Recomendações e Segurança – Automóveis e Camionetas (1ª ed.)**. São Paulo, São Paulo, Brasil: A.L.A.P.A. Retrieved Novembro 08, 2016, from <<http://www.alapa.com.br/alapav01/portugues/manuais/recomendacoes.pdf>>

- A.L.A.P.A. - Associação Latino Americana de Pneus e Aros. (n.d.). **Pneus, Câmaras de Ar, Protetores, Aros, Rodas e Válvulas para Caminhões e Ônibus: Recomendações e Segurança (1ª ed.)**. São Paulo, São Paulo, Brasil: A.L.A.P.A. Retrieved Novembro 08, 2016, from <http://www.alapa.com.br/alapav01/portugues/manuais/manual_seg_caminhoes1.pdf>
- American Tire Depot, Inc. (n.d.). **Tire Sizing Systems**. Retrieved Novembro 02, 2016, from www.americantiredepot.com: <<http://www.americantiredepot.com/page/tire-sizing-systems.html>>
- ASTM International. (n.d.). **Standard Test Method for Outdoor Evaluation of Tire Sidewall Component Cracking Resistance**. (A. International, Ed.) doi:10.1520/F0724-94AR16
- ASTM International. (n.d.). **Standard Test Methods for Rubber Deterioration—Cracking in an Ozone Controlled Environment**. (A. International, Ed.) doi:10.1520/D1149-16
- Barry's Tire Tech. (n.d.). **Vibration - Balance, Runout, and Uniformity**. Retrieved Novembro 09, 2016, from <www.barrystiretech.com: <http://www.barrystiretech.com/unifandbal.html>>
- BOLZ, G. (2007). **Tread Pattern Mechanics**. Apresentação, Continental AG, Product Line Development – Tread Pattern Technology, Hanover. Retrieved Julho 26, 2010
- Bridgestone Americas Tire Operations, LLC. (n.d.). **Summer Tires vs. All-Season Tires**. Retrieved Novembro 05, 2016, from <http://www.bridgestonetire.com>: <<http://www.bridgestonetire.com/tread-and-trend/drivers-ed/summer-tires-vs-all-season-tires>>
- Calspan, Inc. (n.d.). **Truck & Aircraft Tire Testing**. Retrieved Novembro 21, 2016, from www.calspan.com: <<http://www.calspan.com/services/tire-performance-testing/truck-aircraft-high-load-testing/>>
- Casa Civil - Subchefia para Assuntos Jurídicos. (1997, Setembro 23). **Lei Nº 9.503, DE 23 DE SETEMBRO DE 1997**. Retrieved Novembro 10, 2016, from <www.planalto.gov.br: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9503Compilado.htm>
- CHOWATTUKUNNEL, C. (2010, Maio 19). **Z-speed rated tires. Where have they gone? No worries; they're still here**. Retrieved Novembro 04, 2016, from blog.tirerack.com: <<http://blog.tirerack.com/blog/roll-on/z-speed-rated-tires-where-have-they-gone-no-worries-theyre-still-here>>

- Committee for the National Tire Efficiency Study. (2006). **Tires and Passenger Vehicle Fuel Economy: Informing Consumers, Improving Performance.** Washington, D. C.: Transportation Research Board. Retrieved from <<http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/sr/sr286.pdf>>
- Continental AG. (2016). **Brand Stories.** Hannover, Alemanha: Continental AG. Retrieved Novembro 2014, 2016, from <http://brand-house-inside.conti.de/bms/servlet/segment/brand_house/our_brands/brand_stories/>
- Continental Tire the Americas, LLC. (n.d.). **Reading Your Sidewall.** Retrieved Novembro 08, 2016, from www.continentaltire.com: <<http://www.continentaltire.com/content/reading-your-sidewall>>
- Continental Tire the Americas, LLC. (n.d.). 2016 **Tire Data Guide Commercial Vehicle Tires.** Retrieved Novembro 08, 2016, from www.continental-tires.com: <<http://blobs.continental-tires.com/www8/servlet/blob/717704/dec60bd838256604d3b8511b595a53a0/ct-clc-dataguide-data.pdf>>
- CP REIFEN TRADING GmbH. (n.d.). **What is the Difference between R and ZR Tyres?** Retrieved Novembro 04, 2016, from www.tyreleader.co.uk: <<https://www.tyreleader.co.uk/tyres-advice/tyre-zr-or-r>>
- Crain Communications, Inc. (2003, Setembro 2003). **Evolution of Today's Pneumatic Tire.** (S. J. MIKOLAJCZYK, Ed.) Retrieved Novembro 08, 2016, from www.tirebusiness.com: <<http://www.tirebusiness.com/article/20030922/ISSUE/309229952/evolution-of-today-s-pneumatic-tire-part-1-of-2>>
- DEMERE, M. (2012, Junho 12). **Know Your Tires: All-Season vs Summer.** Retrieved Novembro 01, 2016, from www.popularmechanics.com: <<http://www.popularmechanics.com/cars/how-to/a7760/know-your-tires-all-season-vs-summer-9647443>>
- E.T.R.T.O. – The European Tire and Rim Technical Organization. (2005). **Engineering Design Information.** Bruxelas, Bélgica: E.T.R.T.O.
- E.T.R.T.O. – The European Tire and Rim Technical Organization. (2007). **Standards Manual.** (J.-C. NOIRHOMME, Ed.) Bruxelas, Bélgica: E.T.R.T.O.
- EMELDA, M. (2011, Abril 24). **Difference Between Rayon and Viscose.** Retrieved Novembro 06, 2016, from [differencebetween.net](http://www.differencebetween.net): <<http://www.differencebetween.net/object/difference-between-rayon-and-viscose/>>
- Genuine is Best. (2015, Outubro 26). **Fake Wheels Fails The Safety Test.** Retrieved Novembro 21, 2016, from <www.genuineisbest.com.au: <http://www.genuineisbest.com.au/news/fake-wheels-fail-the-safety-test/>>

- Goodyear Dunlop Tires Europe B.V. (n.d.). **How to Recognize a True Winter Tire**. Retrieved Novembro 08, 2016, from <www.goodyear.eu: http://www.goodyear.eu/corporate_emea/our-responsibilities/road-safety/winter-tire-recognition.jsp>
- Hankook Tire Co., Ltd. (n.d.). **Functions of Tires**. Retrieved Novembro 02, 2016, from <www.hankooktire.com: <http://www.hankooktire.com/global/tires-services/tire-guide/functions-of-tires.html>>
- Hunter Engineering Company. (n.d.). **Technical Information**. Retrieved Novembro 09, 2016, from <www.gsp9700.com: <http://www.gsp9700.com/technical/>>
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. (n.d.). **Glossário de Terminologias Técnicas Utilizadas nos RTQ para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos**. Retrieved Outubro 20, 2016, from <www.inmetro.gov.br: <http://www.inmetro.gov.br/rtac/pdf/RTAC00092413.pdf>>
- LONGHURST, C. (n.d.). **The Wheel & Tyre Bible**. Retrieved Janeiro 12, 2016, from <www.carbibles.com: http://www.carbibles.com/tyre_bible_pg4.html>
- Maxxis International–USA. (n.d.). **How is a Tire Made**. Retrieved Novembro 08, 2016, from <www.maxxis.com: <http://www.maxxis.com/other-automotive-information/how-a-tire-is-made>>
- Michelin North America, Inc. (n.d.). **How is a tire made?** Retrieved Novembro 08, 2016, from <www.michelinman.com: <http://www.michelinman.com/US/en/help/how-is-a-tire-made.html>>
- Motorera. (n.d.). **Dictionary of Automotive Terms**. Retrieved Novembro 08, 2016, from <www.motorera.com: <http://www.motorera.com/dictionary/ti.htm>>
- MTS Systems Corporation. (2014). **Tire Rolling Resistance Measurement System**. Retrieved Novembro 21, 2016, from <www.mts.com: http://www.mts.com/cs/groups/public/documents/library/dev_002230.pdf>
- MTS Systems Corporation. (n.d.). **Flat-Trac® Tire Testing Systems**. Retrieved Novembro 21, 2016, from <www.mts.com: <https://www.mts.com/en/products/producttype/test-systems/simulation-systems/tire/flat-trac/index.htm>>
- NETO, C. A. (2006). **Estágio Realizado na Continental Mabor Indústria de Pneus S.A. no Âmbito do Programa POCI 2010**. Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia. Porto: Universidade do Porto. Retrieved Novembro 21, 2016, from <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60940/1/000135890.pdf>>

- O'DONNELL, D. (2001, Junho 20). **Know How Catalogue Rolling Resistance**. Retrieved Novembro 21, 2016, from Know How Catalogues.
- PACEJKA, H. B. (2012). **Tire and Vehicle Dynamics (3^a ed.)**. Delft: Butterworth-Heinemann.
- PARKER, D., & SCRIBNER, D. (2000). **Tire Uniformity Tester for Automotive Service Industry**. Retrieved Novembro 09, 2016, from <www.gsp9700.com: <http://www.gsp9700.com/technical/4693t/4693t.htm>>
- Portal Guia do Transportador. (n.d.). **Quadro Resumo da Legislação de Pesos e Dimensões**. Retrieved Novembro 09, 2016, from <www.guiadotrc.com.br: <http://www.guiadotrc.com.br/lei/qresumof.asp>>
- Quatro Rodas. (2016, Junho 26). **Qual a Diferença entre Peso a Seco e em Ordem de Marcha?** (P. CAMPO GRANDE, P. MALHEIROS, U. CAVALCANTE, & L. NISHIBATA, Eds.) Retrieved Novembro 10, 2016, from <www.quatrorodas.abril.com.br: <http://quatrorodas.abril.com.br/materia/qual-a-diferenca-entre-peso-a-seco-e-em-ordem-de-marcha>>
- Racing-Reference.info. (n.d.). **A More Radical Proposal**. Retrieved Novembro 08, 2016, from <www.racing-reference.info: <http://racing-reference.info/showblog?id=2025>>
- SAE International. (2008, Agosto 22). **Stepwise Coastdown Methodology for Measuring Tire Rolling Resistance**. Retrieved Novembro 21, 2016, from <www.standards.sae.org: <http://standards.sae.org/wip/j2452/>>
- Sonsio, Inc. (n.d.). **Tire Diagram & Sample Photos**. Retrieved Novembro 08, 2016, from <www.sonsio.com: <http://www.sonsio.com/resources/tire-diagram>>
- Specialty Equipment Market Association. (2016, Fevereiro 2016). **SEMA Essentials**. (S. J. MIKOLAJCZYK, Ed.) Retrieved Novembro 08, 2016, from <www.sema.org: <https://www.sema.org/sema-news/2016/02>>
- SPIELVOGEL, A. (2000). **Steel Belted Tires: Production, Testing and Characteristics**. Hannover, Alemanha: Continental AG.
- SPINOLA, A. L. (2003). **Modelagem e Controle Não Linear da Direção de um Veículo Terrestre**. Dissertação de Mestrado: Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica (PUC RJ). Rio de Janeiro, RJ.
- Sumitomo Rubber Industries, Ltd. (n.d.). **Pattern Digest 2013**. Retrieved Novembro 08, 2016, from <www.llantax.com: <http://www.llantax.com/media/pdfs/e2618a105544d2f3b4b8040ba25cc84c/e2618a105544d2f3b4b8040ba25cc84c.pdf>>

- Tenneco. (n.d.). **Understanding Vehicle Dynamics**. Retrieved Novembro 01, 2016, from <www.monroe-sea.com: <http://www.monroe-sea.com/support/vehicle-dynamics.html>>
- The Goodyear Tire & Rubber Company. (n.d.). **Commercial Truck Tires and Definitions of Terms**. Retrieved Novembro 06, 2016, from <www.goodyeartrucktires.com: https://www.goodyeartrucktires.com/pdf/resources/publications/2010_loadinflation.pdf>
- The Reinalt-Thomas Corporation. (n.d.). **Reading the Sidewall of a Tire**. Retrieved Novembro 02, 2016, from <www.discounttire.com: <http://www.discounttire.com/dtcs/infoSidewall.do>>
- The Wikimedia Foundation. (n.d.). **SAE J2452**. Retrieved Novembro 21, 2016, from <en.wikipedia.org: https://en.wikipedia.org/wiki/SAE_J2452>
- The Wikimedia Foundation. (n.d.). **Tire**. Retrieved November 2016, 2016, from <en.wikipedia.org: <https://en.wikipedia.org/wiki/Tire>>
- The Wikipedia Foundation. (n.d.). **Commercial Vehicle**. Retrieved Novembro 10, 2016, from <en.wikipedia.org: https://en.wikipedia.org/wiki/Commercial_vehicle>
- The Wikipedia Foundation. (n.d.). **Light Truck**. Retrieved Novembro 10, 2016, from <en.wikipedia.org: https://en.wikipedia.org/wiki/Light_truck>
- The Wikipedia Foundation. (n.d.). **Noise, vibration, and harshness**. Retrieved Janeiro 12, 2016, from <en.wikipedia.org: https://en.wikipedia.org/wiki/Noise,_vibration,_and_harshness>
- The Wikipedia Foundation. (n.d.). **Pickup Truck**. Retrieved Novembro 10, 2016, from <en.wikipedia.org: https://en.wikipedia.org/wiki/Pickup_truck>
- The Wikipedia Foundation. (n.d.). **Tire Code**. Retrieved Novembro 02, 2016, from <en.wikipedia.org: https://en.wikipedia.org/wiki/Tire_code>
- The Wikipedia Foundation. (n.d.). **Tire Uniformity**. Retrieved Novembro 09, 2016, from <en.wikipedia.org: https://en.wikipedia.org/wiki/Tire_uniformity>
- The Wikipedia Foundation. (n.d.). **Van**. Retrieved Novembro 10, 2016, from <en.wikipedia.org: <https://en.wikipedia.org/wiki/Van>>
- The Wikipedia Foundation. (n.d.). **Wheel sizing**. Retrieved Janeiro 12, 2016, from <en.wikipedia.org: https://en.wikipedia.org/wiki/Wheel_sizing>
- The Yokohama Rubber Co.,Ltd. (n.d.). **Sidewall Branding for Truck and Bus Tire**. Retrieved Novembro 08, 2016, from <global.yokohamatire.net: http://global.yokohamatire.net/learn/knowledge/sidewall_branding_truck.html>

The-Crankshaft Publishing. (n.d.). **Tyre Construction (Automobile)**. Retrieved November 08, 2016, from <www.what-when-how.com: <http://what-when-how.com/automobile/tyre-construction-automobile/>>

Tire Guides, Inc. (n.d.). **Adjustment Treadware Chart**. Retrieved November 02, 2016, from <www.tireguides.com: <https://tireguides.com/TireTips/TireDocument/7>>

Tire Guides, Inc. (n.d.). **Alpha-Numeric Conversion Chart**. Retrieved November 02, 2016, from <www.tireguides.com: <https://tireguides.com/TireTips/TireDocument/4>>

Tire Guides, Inc. (n.d.). **Functions of Pneumatic Tire**. Retrieved November 02, 2016, from <www.tireguides.com: <https://tireguides.com/TireTips/TireDocument/13>>

Tire Guides, Inc. (n.d.). **How to Read a Tire Sidewall (European Metric)**. Retrieved November 02, 2016, from <www.tireguides.com: <https://tireguides.com/TireTips/TireDocument/18>>

Tire Guides, Inc. (n.d.). **Parts of the High Performance Radial Tire**. Retrieved November 02, 2016, from <www.tireguides.com: <https://tireguides.com/TireTips/TireDocument/15>>

Tire Guides, Inc. (n.d.). **Passenger Tire Conversion Chart '65-'75**. Retrieved November 02, 2016, from <www.tireguides.com: <https://tireguides.com/TireTips/TireDocument/5>>

Tire Guides, Inc. (n.d.). **Tire Dimensions and Measurement Definitions**. Retrieved November 02, 2016, from <www.tireguides.com: <https://tireguides.com/TireTips/TireDocument/9>>

Tire Guides, Inc. (n.d.). **Tire Speed Rating System**. Retrieved November 02, 2016, from <www.tireguides.com: <https://tireguides.com/TireTips/TireDocument/1>>

Tire Guides, Inc. (n.d.). **Tire Terms**. Retrieved November 02, 2016, from <www.tireguides.com: <https://tireguides.com/TireTips/TireDocument/8>>

Tire Guides, Inc. (n.d.). **Uniform Tire Quality Grading**. Retrieved November 02, 2016, from <www.tireguides.com: <https://tireguides.com/TireTips/TireDocument/3>>

Tire Rack, Inc. (n.d.). **Calculating Approximate Tire Dimensions**. Retrieved November 08, 2016, from <www.tirerack.com: <http://www.tirerack.com/tires/tiretech/techpage.jsp?techid=7>>

Tire Rack, Inc. (n.d.). **How to Read Speed Rating, Load Index & Service Descriptions**. Retrieved November 2, 2016, from <www.tirerack.com: <http://www.tirerack.com/tires/tiretech/techpage.jsp?techid=35>>

- Tire Rack, Inc. (n.d.). **Load Range / Ply Rating Identification**. Retrieved Novembro 02, 2016, from <www.tirerack.com: <http://www.tirerack.com/tires/tiretech/techpage.jsp?techid=55>>
- Tire Rack, Inc. (n.d.). **Sidewall Markings**. Retrieved Novembro 02, 2016, from <www.tirerack.com: <http://www.tirerack.com/tires/tiretech/techpage.jsp?techid=33>>
- Tire Rack, Inc. (n.d.). **Tire Size Conversion Chart**. Retrieved Novembro 08, 2016, from <www.tirerack.com.br: <http://www.tirerack.com/tires/tiretech/techpage.jsp?techid=45>>
- Tire Rack, Inc. (n.d.). **Tire Size Guide**. Retrieved Novembro 08, 2016, from <www.tirerack.com: <http://www.tirerack.com/tires/tiretech/techpage.jsp?techid=46>>
- Tire Rack, Inc. (n.d.). **Uniform Tire Quality Grade (UTQG) Standards**. Retrieved Novembro 02, 2016, from <www.tirerack.com: <http://www.tirerack.com/tires/tiretech/techpage.jsp?techid=48>>
- Tirecraft Canada, Inc. (n.d.). **What's The Difference Between Summer and All Season Tires**. Retrieved Novembro 04, 2016, from <www.tirecraft.com: <https://tirecraft.com/resource/whats-difference-summer-all-season-tires>>
- Tirecraft Canada, Inc. (n.d.). **When Were Winter Tires Invented?** Retrieved Novembro 05, 2016, from <www.tirecraft.com: <https://tirecraft.com/resource/winter-tires-invented>>
- Toyo Tire Canada Inc. (n.d.). **Guidelines for the Application of Load and Inflation Tables**. Retrieved Novembro 08, 2016, from <www.toyotires.ca: <http://www.toyotires.ca/sites/default/files/loadinflationtable.pdf>>
- TURKLETON, T. (2015, Julho 30). **What Does “ZR” Mean?** Retrieved Novembro 04, 2016, from <blog.tirerack.com: <http://blog.tirerack.com/blog/turk-t/what-does-zr-mean>>
- U.S. Department of Transportation - National Highway Traffic Safety Administration. (2006, Janeiro 06). **Laboratory Test Procedure for FMVSS No. 139**. Retrieved Novembro 17, 2016, from <www.nhtsa.gov: <https://www.nhtsa.gov/DOT/NHTSA/Vehicle%20Safety/Test%20Procedures/Associated%20Files/TP-139-02.pdf>>
- U.S. Department of Transportation - National Highway Traffic Safety Administration. (2011, Outubro 01). **49 CFR 575.104 - Uniform tire quality grading standards**. (U. S. Office, Ed.) Retrieved Novembro 16, 2016, from GPO's Federal Digital System (www.gpo.gov): <<https://www.gpo.gov/fdsys/granule/CFR-2011-title49-vol7/CFR-2011-title49-vol7-sec575-104>>

WILSON, K. A. (2014, Agosto 07). **Absolutely Everything You Need to Know About Run-Flat Tires**. Retrieved Novembro 08, 2016, from <www.popularmechanics.com:
<http://www.popularmechanics.com/cars/how-to/a13001/absolutely-everything-you-need-to-know-about-run-flat-tires-17069881>>

Yokohama Tire Corporation. (n.d.). **Aspect Ratio**. Retrieved Novembro 08, 2016, from
<www.yokohamatire.com: <https://www.yokohamatire.com/tires-101/basic-information/reading-your-tire/aspect-ratio>>

Equipe Responsável

Autores

Rafael Schroll Astolfi

Gerente do Technical Customer Services Mercosul

Continental do Brasil Produtos Automotivos Ltda.

Rogério Felix

Supervisor de Treinamento Técnico Comercial PLT - TCS Mercosul (2015 – 2017)

Continental do Brasil Produtos Automotivos Ltda.

Edelronald Sousa

Especialista de Treinamento Técnico Comercial PLT - TCS Mercosul

Continental do Brasil Produtos Automotivos Ltda.

Revisão

Maria Amélia Ferrato

Especialista de Treinamento Técnico Comercial PLT - TCS Mercosul (2015 – 2017)

Continental do Brasil Produtos Automotivos Ltda.

Lucas Capizzani

Especialista de Treinamento Técnico Comercial PLT - TCS Mercosul

Continental do Brasil Produtos Automotivos Ltda.

Aline Avanci

Supervisora de Treinamento Técnico Comercial PLT - TCS Mercosul (2015 – 2017)

Continental do Brasil Produtos Automotivos Ltda.

Arte & Sucesso Desenvolvimento Humano

www.revisaoartistica.com.br

Histórico

26/10/2016: Primeira versão

25/11/2016: Segunda versão

22/06/2017: Terceira versão

22/12/2017: Quarta versão

28/02/2018: Primeira edição



Continental Tires Mercosur

Rua Hilda del Nero Bisquolo, 102 - 20º andar - Jd. Flórida
13208-703 - Jundiaí - SP - Brasil

Atendimento exclusivo aos clientes finais:
0800-170061

Canal de atendimento à rede de distribuidores:
(11) 4583-6190

www.conti.com.br
facebook.com/continentalpneusbrasil