

A INFLUÊNCIA DA PRESSÃO DO AR NOS PNEUS DAS VIATURAS NAS EMPRESAS DE TRANSPORTE

Fernando Manuel Conceição Rocha

Provas destinadas à obtenção do grau de Mestre em Gestão Integrada da
Qualidade, Ambiente e Segurança



Instituto Superior de Educação e Ciências

Abril de 2012

INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS

Escola de Ciências e Tecnologias

Provas no âmbito do 2º Ciclo de Estudos em Gestão Integrada da
Qualidade, Ambiente e Segurança

**A INFLUÊNCIA DA PRESSÃO DO AR NOS PNEUS DAS VIATURAS NAS
EMPRESAS DE TRANSPORTES**

Autor: **Fernando Manuel Conceição Rocha**

Orientador: **João Vizinha**

Abril de 2012

Agradecimentos

Ao Engenheiro João Vizinha pela sua importante ajuda, orientação e atenção prestada.

À minha esposa Paulina pelo permanente incentivo e compreensão.

As minhas filhas Tânia e Vera, pelos apoios e colaboração no *abstract* e na revisão ortográfica.

A todos que, directa ou indirectamente, colaboraram para a execução deste trabalho.

Resumo

O presente trabalho visa desenvolver e aprofundar o conhecimento geral sobre pneus para viaturas de carga e analisar os factores mais importantes para a sua correcta utilização.

Os pneus nas empresas de transportes são de grande importância, por se relacionarem com a Qualidade, o Ambiente, a Segurança e o Custo. Assim, a implementação de um Sistema Integrado de Gestão da Qualidade, Ambiente e Segurança deve ser uma meta empresarial, no sentido de garantir a qualidade dos seus produtos e serviços, a preservação do meio ambiente e a segurança e saúde dos seus colaboradores.

A influência dos pneus nos custos de exploração vai muito além da diminuição do consumo de combustível, da maior durabilidade dos mesmos, é basilar para a imagem e produtividade da empresa. As variáveis das quais o desempenho ideal dos pneus depende são várias e nem sempre totalmente conhecidas pelos gestores, passando pelo tipo de piso num determinado eixo até a pressão de enchimento e a auto-pressurização, impedindo a sua correcta utilização.

Se analisados em pormenor, estes factores são fulcrais, pois é no somatório final de pequenas economias de energia (combustível) e de consumíveis (pneus) que se pode encontrar, na maioria dos casos, a diferença entre uma empresa económica e ambientalmente saudável e outra sempre à beira da falência e sem futuro.

Alargar o Saber sobre as falhas mais comuns dos pneus e suas causas é outro dos propósitos deste trabalho.

Concluimos com a apresentação de propostas de minimização da problemática em causa e o estudo económico na vertente do retorno do investimento.

Abstract

The present work intends to develop and to deepen the general knowledge about cargo vehicles tires and to analyze the most important factors concerning its correct use.

For transportation companies, tires are of great importance once they influence factors as Quality, Environment, Safety and Costs. Thus, the implementation of an Integrated System of Quality, Environment and Safety Management should be a commercial goal, aiming to guarantee the quality of their products and services, environmental conservation, as well as the employees' health and safety.

The influence of the correct use of tires goes beyond the decrease of fuel consumption and their durability; it is a main factor for productivity and for the company image. The tire's ideal performance depends on several variables, mostly unknown by companies' managers. Those go from floor characteristics on a particular drive shaft to the filling pressure and the self-pressurization, enabling the correct use of tires.

If deeply analyzed, these factors become essential, once the total sum of small spare money with energy (fuel) and consumables (tires) can make a difference between an environmental and economically healthy company and a company without future and near bankruptcy.

To extend the knowledge of the most common failures of the tires and what causes them is another purpose of this work.

The presentation of proposals to minimize the established problems and the economical study in the investment return slope concludes this work.

Índice

Agradecimentos	V
Resumo	VI
<i>Abstract</i>	VII
Lista de Figuras	X
Lista de Tabelas	XI
Lista de Gráficos.....	XI
Abreviaturas e Siglas	XI
Introdução.....	1
Relevância e justificação	1
Objectivo do trabalho	2
PARTE I. Enquadramento teórico.....	3
1.1 Função do pneu.....	3
1.2 Partes que constituem o pneu	5
1.2.1 Carcaça	5
1.2.2 Talões.....	6
1.2.3 Paredes laterais	6
1.2.4 Coroa ou banda de rodagem	7
1.3 Funções de todas as partes de pneu de camião	8
1.4 Tipos de estrutura interna	10
1.5 Processo de fabrico do pneu	13
1.6 Armazenamento de pneus.....	21
1.6.1 Humidade.....	21
1.6.2 Luminosidade	21
1.6.3 Temperatura.....	21
1.6.4 Oxigénio, ozono e agentes químicos	22
1.6.5 Deformação	22
1.6.6 Rotação do stock.....	22
1.6.7 Armazenamento a curto prazo	22
1.6.8 Armazenamento a longo prazo	23
1.6.9 Câmaras-de-ar.....	24
1.6.10 Válvulas	24
1.7 Ciclo de vida do pneu	25
1.8 Inscrições de informação na parede lateral do pneu.....	28
1.9 Índices de carga e velocidade	30
1.10 <i>Treadwear</i> , Tracção e Temperatura.....	31
1.11 Medidas de pneus, sua colocação na viatura e tipos de piso	33
1.12 Pressão e carga.....	35
1.13 Velocidade e calor	37
1.14 Ruído do pneu/pavimento.....	39
1.15 Influencia no consumo.....	40
1.15.1 Perfil topográfico.....	40
1.15.2 Estilo de condução.....	40
1.15.3 Aerodinâmica do veículo.....	40
1.15.4 Resistência ao rolamento (RR)	41
1.16 Modos e causa prováveis de falha	45
1.16.1 Desgaste Regular Rápido.....	45
1.16.2 Desgaste Anormal Rápido	46
1.16.3 Desgaste crescente de um lado a outro	47
1.16.4 Desgaste arredondado nas bordas do pneu	48

1.16.5 Desgaste central.....	49
1.16.6 Desgaste localizado provocado por bloqueio do pneu (Travagem)	50
1.16.7 Desgaste em onda, oblíquo e faceta.....	51
1.16.8 Separação entre lonas na banda de rodagem	52
1.16.9 Deterioração da borracha.....	53
1.16.10 Bolsa de Ar Aberta ou Não – Flanco ou Talão.....	54
1.16.11 Corte no Flanco	55
1.16.12 Ruptura por Choque.....	56
1.16.13 Deterioração da Carcaça.....	57
1.16.14 Deterioração dos talões durante a montagem ou desmontagem.....	58
1.17 As consequências da pressão incorrecta na segurança rodoviária.....	59
1.18 Impacto da Directiva da Comissão Europeia IP/08/786.....	60
PARTE II. Metodologia	61
Descrição total	61
PARTE III. Resultados e discussão.....	63
Propostas para minimização	66
Método 1 – Utilização da monitorização da pressão informativa.	67
Método 2 – Utilização da auto-pressurização.....	69
Estudo económico das propostas.....	72
Considerações finais	77
Limitações	77
Perspectivas Futuras	77
Conclusão	78
Referências bibliográficas	79
Anexo 1 - NP 1682 de 1980	85
Anexo 2 - Directiva da Comissão Europeia IP/08/786.....	91
Anexo 3 - Normas Internacionais	97
DOT.....	97
ETRTO	97
JATMA.....	97
INMETRO.....	97
Anexo 4 - Unidades de pressão e Factores de conversão	101
Anexo 5 - Pressões de enchimento para pneus de camião	105
Anexo 6 - Consulta para recolha de preços	115

Lista de Figuras

Figura 1 - Carcaça.....	5
Figura 2 - Talões.....	6
Figura 3 - Parede lateral.....	6
Figura 4 - Coroa ou banda de rodagem	7
Figura 5 - Partes principais do pneu	8
Figura 6 - Diferenças na estrutura interna	10
Figura 7 - Diagrama do processo de fabricação dos pneus.	14
Figura 8 - Processo de mistura e extrusão [8]	15
Figura 9 - Confeção dos talões [8].....	16
Figura 10 - Confeção das lonas [8].....	16
Figura 11 - Montagem do pneu [9].....	18
Figura 12 - Processo de vulcanização [9].....	19
Figura 13 - Processo de inspeção final [9].....	20
Figura 14 - Armazenamento a curto prazo	23
Figura 15 - Armazenamento a longo prazo	23
Figura 16 - Indicações para reescultura	25
Figura 17 - Operação de reescultura.....	25
Figura 18 - Inscrições de informação gravada na parede do pneu	28
Figura 19 - Localização das inscrições.....	30
Figura 20 - <i>Treadwear</i> , Tracção e Temperatura [2]	31
Figura 21 - Tipo de montagem e de pneus a utilizar nos diferentes eixos [construída pelo autor].....	34
Figura 22 - Pegada do pneu	36
Figura 23 - Transformação de energia cinética em calor por partes do pneu.....	38
Figura 24 - Aerodinâmica do veículo [construída pelo autor].....	41
Figura 25 - Desgaste anormal rápido [10]	46
Figura 26 - Desgaste crescente de um lado a outro [10]	47
Figura 27 - Desgaste arredondado nas bordas do pneu [10].....	48
Figura 28 - Desgaste central [10]	49
Figura 29 - Desgaste localizado provocado por bloqueio do pneu (Travagem) [10]	50
Figura 30 - Desgaste em onda, oblíquo e faceta [10]	51
Figura 31 - Separação entre lonas na banda de rodagem [10].....	52
Figura 32 - Deterioração da borracha [10]	53
Figura 33 - Bolsa de ar aberta ou não – flanco ou talão [10]	54
Figura 34 - Corte no flanco [10].....	55
Figura 35 - Ruptura por choque [10]	56
Figura 36 - Deterioração da carcaça [10]	57
Figura 37 - Deterioração dos talões durante a montagem ou desmontagem [10]	58
Figura 38 - <i>Tire Pressure LED</i> [27]	67
Figura 39 - TPMS (<i>Tire Pressure Monitoring System</i>) [28]	68
Figura 40 - Sistema de auto-pressurização externa [29].....	69
Figura 41 - Sistema de auto-pressurização interna [29]	69
Figura 42 - Sistema de auto-pressurização externa em autocarros [29]	70
Figura 43 - Diagrama de funcionamento do sistema Vigia [29]	70
Figura 44 - Resultados para veículo articulado de carga geral de 40 ton. Peso Bruto I.	73
Figura 45 - Resultados para veículo articulado de carga geral de 40 ton. Peso Bruto II	75

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Materiais e funções das partes do pneu	8
Tabela 2 - Comparação das características [5] entre o Pneu de construção Diagonal e Pneu de construção Radial.....	12
Tabela 3 - Índices de carga e velocidade	30
Tabela 4 - Índice de tracção de um pneu [2]	32
Tabela 5 - Dados sobre o transporte rodoviário de mercadorias em Portugal.....	63
Tabela 6 - Valores de acréscimos em combustíveis e CO ₂	65
Tabela 7 - Comparação sem recauchutagem	74
Tabela 8 - Tempo de retorno do investimento.....	74
Tabela 9 - Comparação de custos com 1ª recauchutagem.....	76
Tabela 10 -Tempo de retorno do investimento com 1ª recauchutagem	76

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Efeito da pressão na vida do pneu.....	36
Gráfico 2 - Temperatura em função da velocidade [14].....	37
Gráfico 3 - Estudo sobre a pressão dos pneus dos camiões realizado na Alemanha [22]	42
Gráfico 4 - Influência da pressão no consumo de combustíveis [23].....	43
Gráfico 5 - Comparação de Custos sem Recauchutagem.....	74
Gráfico 6 - Comparação de Custos com 1ª Recauchutagem	76

Abreviaturas e Siglas

INE -Instituto Nacional de Estatística

ALAPA - Associação Latina Americana de Pneus e Aros

FIFO - *First In First Out* (o primeiro a entrar é o primeiro a sair)

TRA - *Tire and Rim Association*

ETRTO - *European Tyre and Rim Technical Organization*

RR - Resistência ao Rolamento

TPL - *Tire Pressure LED*

TPMS - *Tire Pressure Monitoring System*

DOT - *United State Department of Transportation*

JATMA - *Japan Automobile Tire Manufactures Association*

INMETRO - *Instituto Nacional de Metodologia, Normalização e Qualidade Industrial*

NHTSA - *National Highway Traffic Safety Administration*

UTQG - *Uniform Tire Quality Grade Standards*

IEA - *International Energy Agency*

Introdução

Relevância e justificação

Os custos energéticos, bem como as preocupações ambientais, são actualmente motivo de cuidada atenção por parte da Sociedade em geral, assumindo particular relevância nas áreas produtivas.

A grande competitividade no mercado dos transportes rodoviários faz do detalhe, a diferença entre lucrar e amargar prejuízos. Os pneus são itens de primordial importância na qualidade, ambiente e segurança dos veículos, não apenas quanto aos custos operacionais directos, como também em relação à durabilidade dos mesmos e sua possível utilização numa segunda fase, depois de recauchutados, com uma redução substancial nos custos ambientais.

Este estudo propõe-se a abordar as vantagens económicas, de qualidade do serviço, os benefícios ambientais e de segurança, em relação à manutenção da pressão correcta nos pneus dos camiões, no sector dos transportes rodoviários.

O combustível continua a ser um dos pontos de maior importância nos custos de qualquer transportador, chegando a atingir em alguns tipos de transportes e percursos, 50 % da estrutura de custos variáveis, sendo os pneus o segundo maior custo variável.

Está provado que uma pressão muito elevada causa ruído, desconforto e aumento da distância de travagem. Por outro lado, pressão baixa aumenta a resistência ao rolamento, logo um maior consumo de combustível e menor vida do pneu. Ambos os casos provocam o desgaste acelerado da banda de rodagem e prejudicam de forma sensível a dirigibilidade e a segurança do veículo.

Segundo Directiva da Comissão Europeia IP/08/786 (Anexo 2), os pneus com pressão insuficiente podem levar a um aumento de 4% do consumo de combustível e a uma redução de 45% da vida útil dos pneus, sendo que estes podem perder 3-6% da pressão num mês, sem que o condutor se aperceba, principalmente nos pneus dos camiões.

A mesma directiva afirma que está provado que a pressão insuficiente é uma das causas mais importantes dos acidentes rodoviários.

Objectivo do trabalho

Por desconhecimento desta problemática, a grande maioria dos camiões e autocarros circulam com a pressão de pneus abaixo do valor estipulado pelos fabricantes.

A verificação da calibragem deve ser feita diariamente, mas essa não é uma prática comum nas empresas, o máximo que é feito, é bater nos pneus com um maço de madeira, método este que só detecta pneus completamente vazios.

Por conseguinte, são objectivos deste trabalho:

1. Aumentar os conhecimentos gerais sobre as funções do pneu, as partes que o constituem e tipos de estrutura interna;
2. Contribuir para o conhecimento do estado da arte da fabricação;
3. Ajudar a interpretar todas as informações gravadas no pneu;
4. Fornecer informação sobre armazenamento, medidas de pneus e tipos de piso a utilizar;
5. Aprofundar conhecimentos sobre vectores muito importantes como a pressão e a carga, a velocidade e calor, o ruído e a sua influência no consumo de combustível;
6. Informar sobre as principais falhas e suas causas;
7. Apresentar propostas de resolução para o problema.

Para cumprir estes objectivos, estruturamos este trabalho do seguinte modo:

Parte I. Enquadramento teórico.

Parte II. Metodologia.

Parte III. Resultados e discussão.

Considerações finais.

Conclusão.

PARTE I. Enquadramento teórico

1.1 Função do pneu

O pneu é o único ponto de contacto entre o veículo e o solo, desempenhando várias funções no conjunto mecânico de um veículo automóvel.

Segundo a Michelin [1] essas funções são:

- Suportar a carga
- Amortecer
- Direcctionar
- Transmitir esforços (tracção e travagem)
- Rodar
- Durar

Na função de suporte da carga, o pneu tem o papel de “embalagem”, pois é o ar sob pressão dentro dele, que sustenta todo o peso do veículo e da carga. No caso de perda de pressão por perfuração ou vazamento, o pneu por si só, não irá suportar o peso e se continuar a rolar, destruir-se-á em pouco tempo.

Outra função é o amortecimento das irregularidades do piso, auxiliando o trabalho da suspensão. A principal característica do pneu é a sua grande flexibilidade, nomeadamente no sentido vertical. A grande compressibilidade do ar contido no pneu permite-lhe suportar as deformações provocadas pelos obstáculos e as irregularidades do solo. A pressão correcta permite, portanto, obter um bom nível de conforto.

A terceira função é a de manter a condução recta ou na direcção desejada. Para isso, o desenho dos pisos, os compostos utilizados na sua fabricação e a estrutura de construção são os factores que influenciam o comportamento.

A quarta função dos pneus é a de transmitir as forças de tracção e travagem, em qualquer tipo de piso e qualquer condição de uso. Os desenhos e compostos tem influência directa neste comportamento, onde um pneu mais “duro” e de desenho mais “aberto” será menos eficiente na transmissão de potência e travagem do que outro de desenho “fechado” e/ou composto mais “macio”.

A função rolar é uma das mais importantes funções, sendo a resistência ao rolamento, a que mais influencia o consumo de combustível.

A durabilidade é a conservação das características ao longo do tempo. O desgaste do pneu depende das suas condições de utilização (carga, velocidade, estado do revestimento do solo, estado do veículo e estilo de condução) e sobretudo da qualidade do contacto com o solo. A pressão exerce portanto um papel de máxima importância.

É a pressão interna do pneu que actua sobre:

- A dimensão e a forma da área de contacto (pegada do pneu);
- A repartição dos esforços sobre os diferentes pontos do pneu em contacto com o solo.

1.2 Partes que constituem o pneu

Segundo Loeffler [2], de entre todas as partes que constituem um pneu, as principais são: carcaça, talões, flancos e banda de rodagem.

1.2.1 Carcaça

A carcaça é uma estrutura formada por cabos normalmente de *polyester*, e podemos dizer que é o esqueleto do pneu. Os seus materiais e quantidades irão definir no pneu características como a velocidade e carga suportadas. Também tem como funções reter o ar sob pressão e participar no conforto e estabilidade do veículo.

Somente nos pneus de autocarros e camiões a estrutura da carcaça é composta por cabos de aço, devido à maior exigência de carga dos veículos pesados. Na estrutura da carcaça também estarão ligados o “*innerliner*”, camada interior que actua como câmara-de-ar nos pneus tipo *tubeless* (sem câmara), cintas de reforço e lonas de corpo, variando o seu tipo e quantidade conforme a especificação do pneu.



Magnum tire [3]

Figura 1 - Carcaça

1.2.2 Talões

Os talões têm como funções fixar o pneu à jante, realizar a estanquicidade entre o pneu e a jante e assegurar a transmissão dos esforços de aceleração e travagem. São elementos muito importantes na segurança.



Magnum tire [3]

Figura 2 - Talões

1.2.3 Paredes laterais

As funções das paredes laterais ou flancos são as de proporcionar conforto no interior do habitáculo, apoiar o trabalho da suspensão do veículo, suportando as flexões e resistindo a impactos. Quando se menciona resistência a impactos, é importante salientar que um pneu não é indestrutível, sendo que possui um limite, de acordo com as características de construção, visando um equilíbrio entre o conforto e a resistência. É na parede lateral que são gravadas todas as informações referentes ao pneu, como a data de fabricação, o tipo de construção, informações de carga e pressão máxima, país de origem, etc.



Magnum tire [3]

Figura 3 - Parede lateral

1.2.4 Coroa ou banda de rodagem

A coroa, a parte mais visível do pneu, tem como funções oferecer um bom desempenho em piso seco e molhado, transmitir uma boa dirigibilidade, ter baixa resistência ao rolamento e baixo nível de ruídos, além de uma estética agradável. Desenhos dos mais diversos tipos são estudados matematicamente para bombear o máximo possível de água, sem perder as suas características de tracção, travagem e conforto em piso seco.

Basicamente, quanto menos “ranhuras” e “subsulcos” um desenho de banda tiver, de mais aderência e tracção dispõe, porém é maior o nível de ruídos e menor dissipação de calor. Outro ponto importante é a altura dos blocos, quanto menores estes forem, melhor será a tracção.

Em relação à resistência ao rolamento, quanto menor esta for, menor será o esforço do conjunto mecânico para colocar uma viatura em movimento e mantê-lo, baixando conseqüentemente os níveis de consumo de combustível e poluição ambiental.

Alguns compostos como a sílica diminuem a resistência ao rolamento.



Magnum tire [3]

Figura 4 - Coroa ou banda de rodagem

1.3 Funções de todas as partes de pneu de caminhão



Pneus Continental [4]

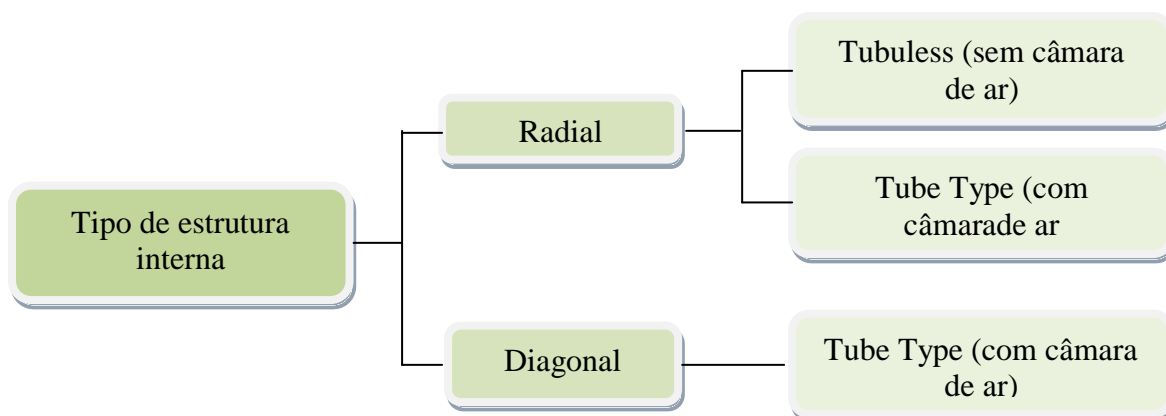
Figura 5 - Partes principais do pneu

Tabela 1 – Materiais e funções das partes do pneu

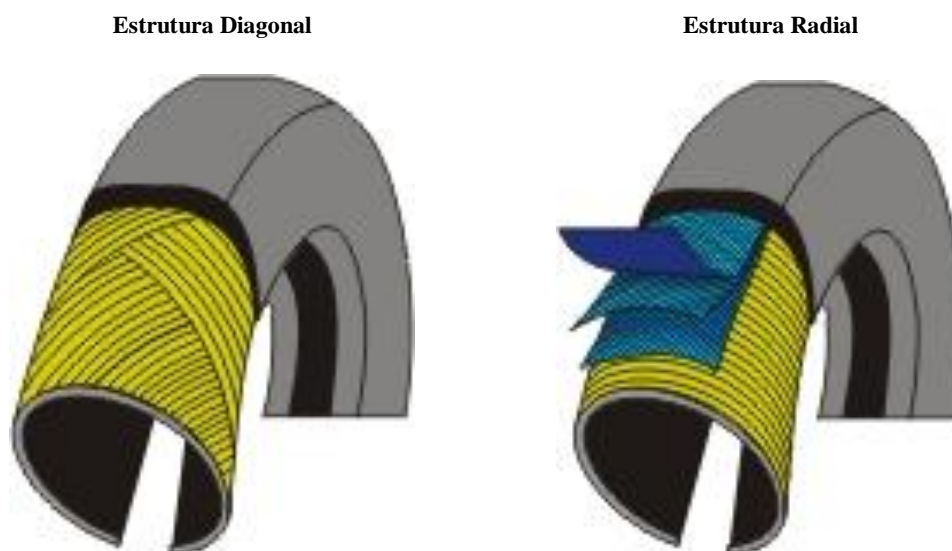
Nº	Descrição	Material	Função
1	Banda de rodagem ou Piso	Composto de borracha	A banda de rodagem tem de proporcionar alta resistência ao desgaste e boa aderência em qualquer tipo de estrada. Por vezes, a banda de rodagem combina dois materiais (tampa e base), quando assim é, a base minimiza a temperatura do piso e a resistência ao rolamento.

2	Cintas de aço de varias telas	Cordas de aço revestidas com um composto de borracha	Melhora a estabilidade da condução, reduz a resistência ao rolamento e prolonga a vida útil do pneu. Restringe a dilatação da carcaça e aumenta a resistência estrutural do pneu.
3	Carcaça de aço	Cordas de aço	Proporciona ao pneu rigidez estrutural e características de suspensão, melhorando substancialmente o conforto da condução.
4	Camada interior	Composto de borracha	Impede a difusão de ar e de humidade nos pneus sem câmara-de-ar
5	Parede lateral	Composto de borracha	Protege contra contactos e raspagens laterais e efeitos do tempo
6	Reforço do talão	Nylon, aramida (<i>kevlar</i>) e corda de aço	Segura a extremidade da carcaça ao núcleo do talão. Reforça o talão contra forças cortantes elevadas.
7	Núcleo do talão	Cabo de aço revestido com um composto de borracha	Garante o ajuste firme do pneu na jante.

1.4 Tipos de estrutura interna



A principal diferença da estrutura interna entre um pneu diagonal e um radial está na sua carcaça: o pneu diagonal (convencional) possui uma carcaça constituída por lonas têxteis cruzadas umas em relação às outras e, a do pneu radial é constituída por uma ou mais lonas em paralelo e no sentido radial e por cintas de aço sob a banda de rodagem, para estabilizar essa estrutura.



Braziltires [5]

Figura 6 – Diferenças na estrutura interna

Segundo Reimpell [6], a única desvantagem dos pneus radiais em comparação com os diagonais é a sua maior susceptibilidade a danos nas paredes laterais. Já as vantagens dos radiais em relação aos diagonais podem ser enumeradas:

- Maior durabilidade;
- Maior capacidade de carga aliada a um pneu mais leve;
- Menor resistência ao rolamento;
- Melhores propriedades de hidroplanagem;
- Melhor comportamento na travagem em pisos molhados;
- Suporta maiores forças laterais com a mesma pressão de enchimento;
- Confere maior conforto em estrada a velocidades altas;
- Permite maior economia de combustível;
- Apresenta desempenho e durabilidade superiores;
- Pegada “*footprint*” é maior, originando maior aderência.

Os pneus de construção diagonal são utilizados basicamente na agricultura (tratores agrícolas) e na aviação.

Os pneus de construção radial são utilizados em todas as viaturas ligeiras e pesadas, por isso é este tipo de pneu, o enfoque deste estudo.

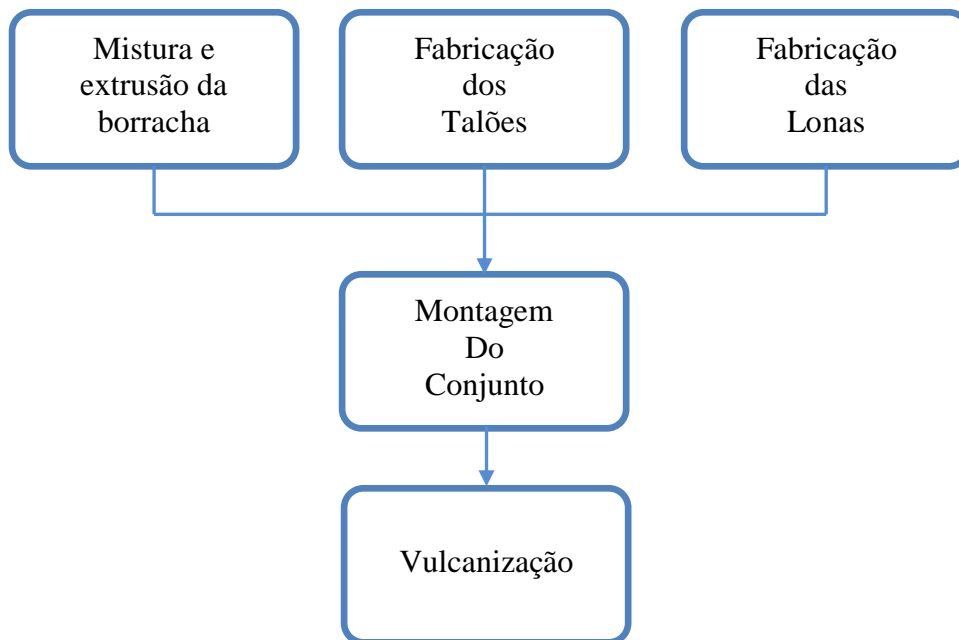
1.5 Processo de fabrico do pneu

Podemos dizer que processo de fabricação dos pneus é uma manufactura, em virtude de não existir uma máquina única para o seu fabrico.

O processo de fabrico inicial divide-se em três fases:

- Mistura e extrusão da borracha
- Fabricação dos talões
- Fabricação das lonas

Após o processo inicial procede-se à montagem do conjunto e vulcanização do mesmo.



Processo de Produção de Pneus

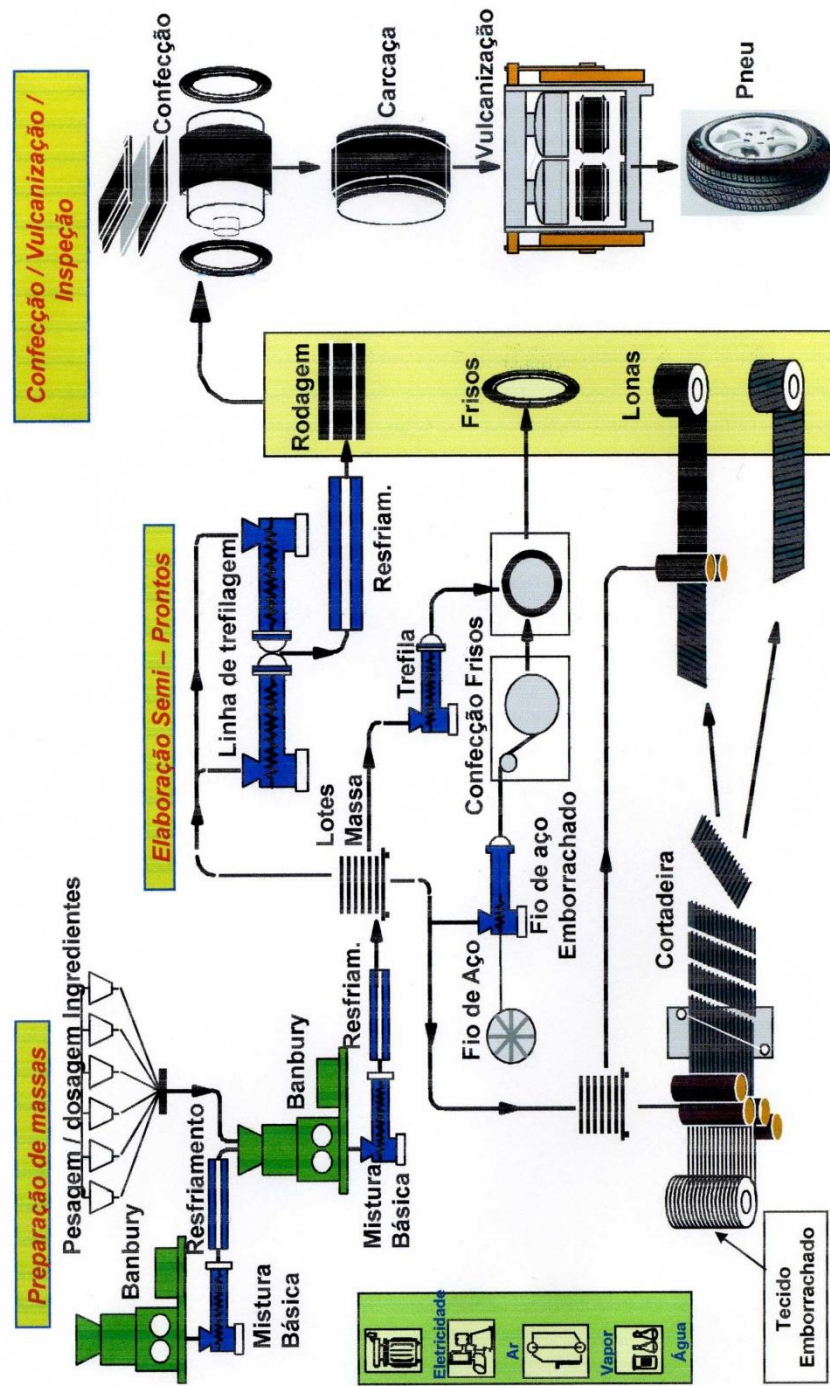


Figura 7 - Diagrama do processo de fabricação dos pneus.

Pirelli [7]

Na primeira fase, a borracha natural e todos os outros componentes e aditivos tais como borrachas sintéticas (estirenobutadieno e polibutadieno), enxofre, óxido de zinco, ácido esteárico, óleos especiais, negro de fumo, sílica, aditivos químicos antioxidantes, desmoldantes e aceleradores, pigmentos, entre outros, são misturados mecanicamente, para cada parte específica de um pneu, numa máquina chamada “Misturador *Banbury*”, que irá transformar toda a matéria-prima numa mistura homogénea com a consistência da borracha.

Essa mistura dos componentes envolve aquecimento e, após a mistura estar completamente homogeneizada, as mantas ficam em descanso e arrefecimento até à próxima etapa.

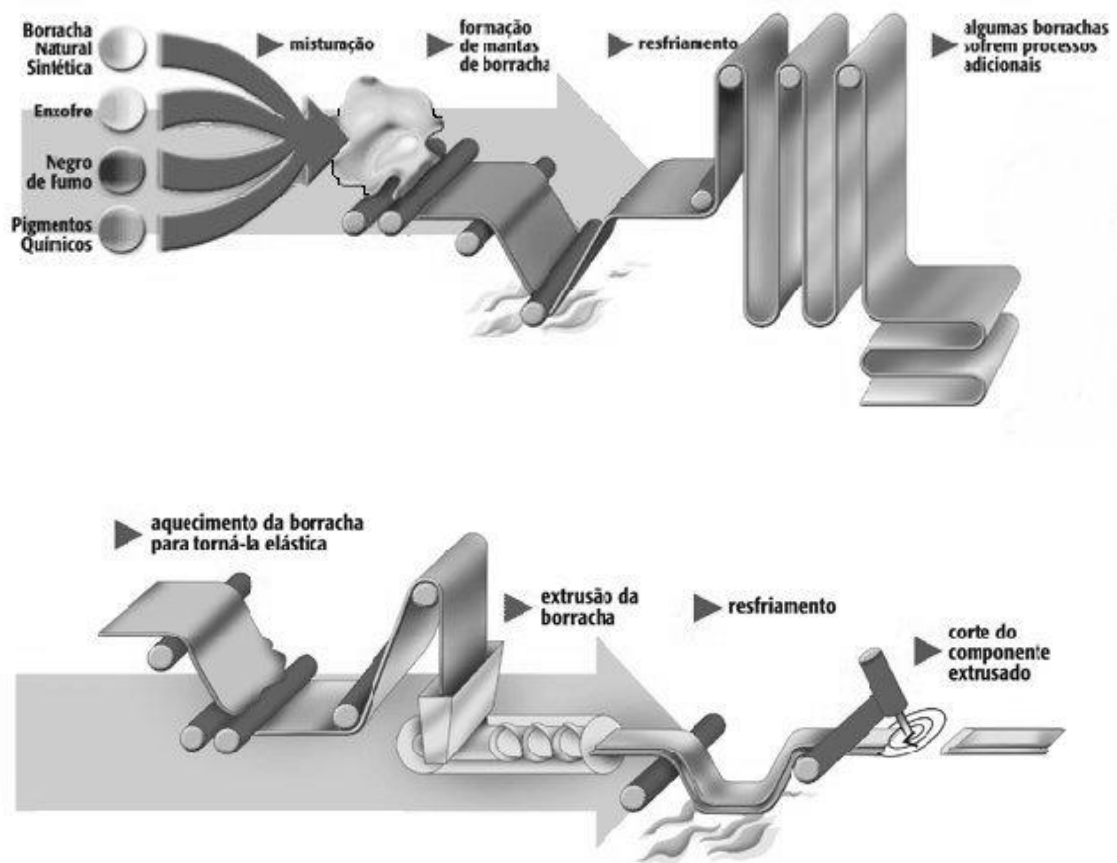


Figura 8 - Processo de mistura e extrusão [8]

A fase seguinte é a preparação dos talões, responsáveis pelo assentamento e estanquicidade dos pneus.

Os talões são anéis formados por fios de aço de alta resistência, são recobertos por uma borracha muito resistente e flexível, própria para este fim. Na figura seguinte

podem observar-se quatro carretéis de cabo de aço, mas na realidade são diversos, de acordo com o tipo do pneu.

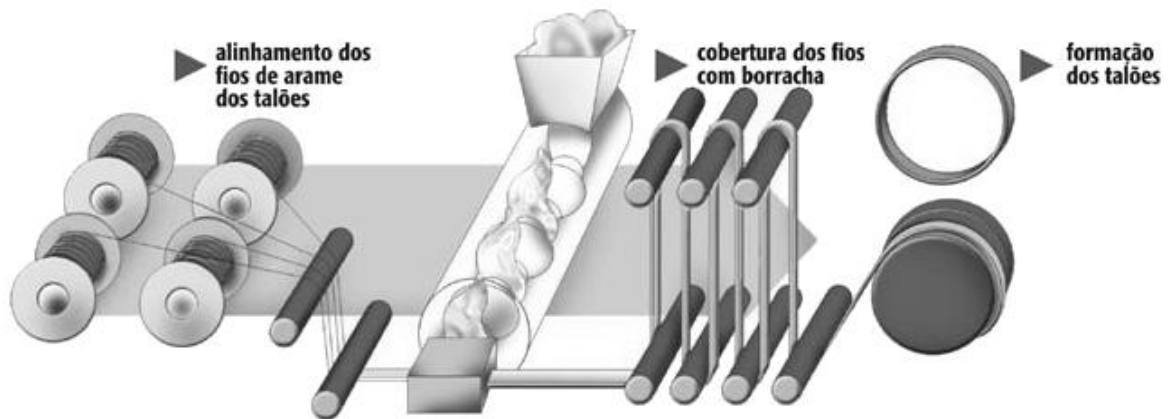


Figura 9 - Confeção dos talões [8]

A última fase do processo inicial é a preparação das lonas de corpo.

Diversos carretéis de aço, poliéster ou *nylon*, formam uma trama perfeitamente alinhada e que será fundida nas camadas de borracha próprias para estas partes do pneu. Nunca serão encontrados todos os materiais numa mesma camada, apenas *nylon* ou aço ou poliéster. Cada estrutura de pneu poderá utilizar uma ou mais camadas de cada material, conforme a necessidade da aplicação. A informação com o tipo de estrutura de corpo, encontrada nos flancos dos pneus, será abordada detalhadamente mais à frente.

Na figura abaixo estão representados doze carretéis, mas são diversos, de acordo com a estrutura que está sob construção.



Figura 10 - Confeção das lonas [8]

Até à montagem, quase não há envolvimento humano, a totalidade do processo é automatizada. Porém, a montagem do pneu é totalmente manual.

Os pneus são montados a partir da primeira camada chamada “*innerliner*”, que desempenhará a função de câmara-de-ar nos pneus “*Tubeless*”, e sobre ela é montada a carcaça.

Essa estrutura é apoiada num tambor, onde se fará também a junção dos anéis dos talões à carcaça, permitindo ao montador iniciar o processo a partir de então. Todos os pneus de carros possuem a carcaça formada por cabos de fibras têxteis. Os pneus de caminhão possuem aço na carcaça.

A carcaça é o “esqueleto” do pneu e será responsável por sustentar a carga e velocidade do veículo onde for aplicado.

Sobre a carcaça, o montador aplica as lonas de corpo, uma a uma conforme a necessidade e também reforços de estrutura. Estas lonas são coladas inicialmente, até que realmente se fundam na vulcanização, Sendo também cortadas e emendadas, até fecharem totalmente a circunferência, o ângulo do corte influencia também a resistência da estrutura.

Após a colocação de todas as lonas de corpo e os flancos, a última camada é aplicada e será a mais visível: a banda de rodagem. Até este momento, a banda de rodagem não passa de uma camada de borracha lisa, sem absolutamente nenhuma marca a não ser a numeração do fabricante que identifica qual será o desenho daquela estrutura e composto.

O resultado de toda a operação é denominado “pneu verde”, chamado assim por ainda estar cru, e nesta fase o pneu, não possui ainda nem a resistência e nem o formato real como conhecemos, parecendo mais um barril mole de borracha.

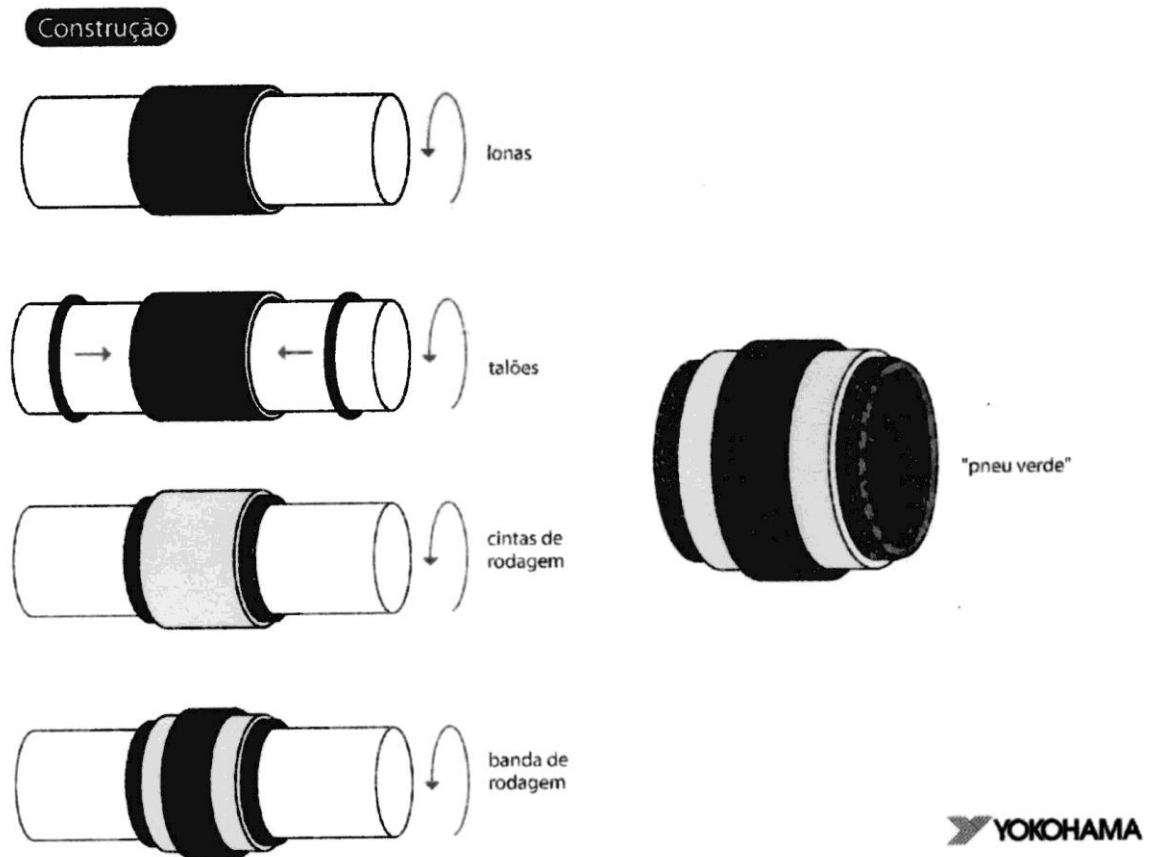


Figura 11 - Montagem do pneu [9]

Na próxima operação o pneu “verde” ou não curado, será colocado num molde para ser vulcanizado.

Neste processo todos os componentes serão ligados e curados. Nesta fase, o pneu recebe todas as inscrições laterais e o desenho da banda, pois todas as informações estão nas paredes internas do molde. No meio do molde há uma espécie de “câmara”, semelhante a uma câmara-de-ar, que vai ser preenchida com água quente, pressionando o pneu verde contra as paredes do molde, sendo sujeito a uma alta pressão e temperatura que pode atingir os 200°C, com uma duração de até 20 minutos. O tempo e a temperatura que podem variar de acordo com o tipo do pneu.

Vulcanização

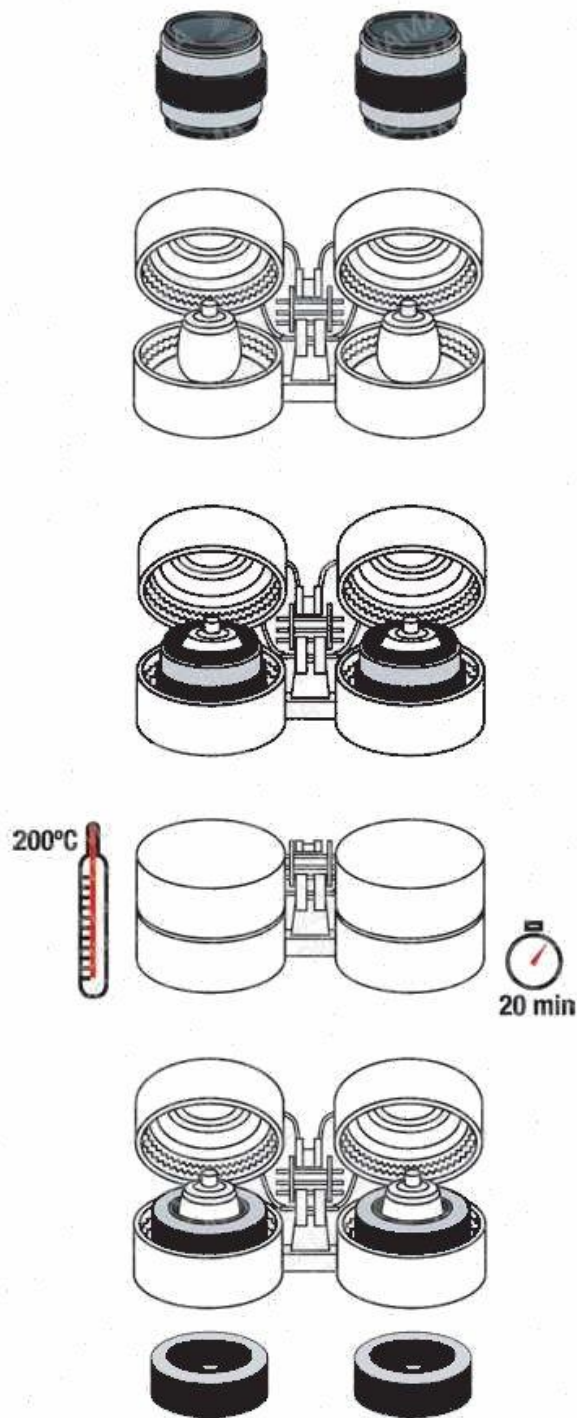


Figura 12 - Processo de vulcanização [9]

Após o processo de vulcanização, o pneu que agora já tem o formato e consistência conhecidos, ficará num período de descanso e arrefecimento, onde pneus de viaturas ligeiras, ficam cerca de 1 hora, e os pneus maiores, como os de camiões, ficam entre 2 e 3 horas.

Após este período, os pneus passam por uma série de exames que indicarão se estão ou não aprovados para venda.

Cada fabricante reserva os seus métodos para exame, mas a grande maioria inicia-o com uma inspecção visual, testes de balanceamento em todos os pneus e por amostragem a outros, testes de raio-X, força e momento, ruptura e testes destrutivos.

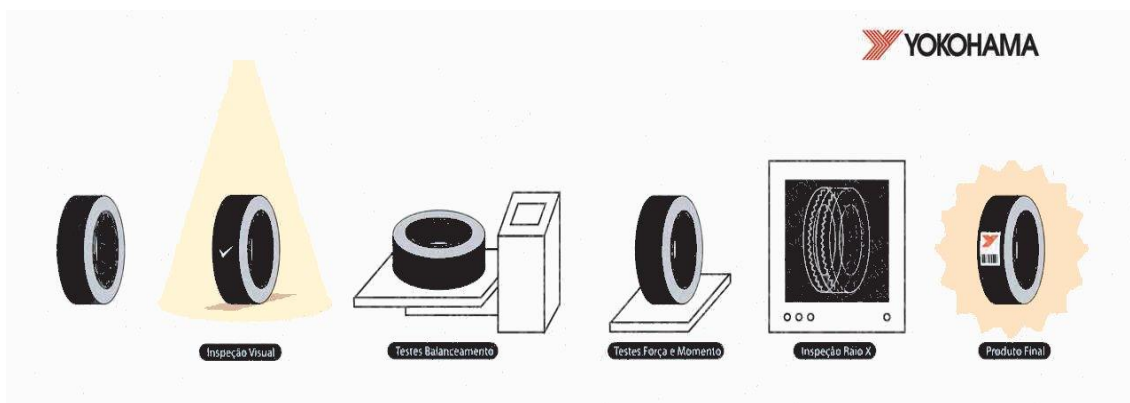


Figura 13 - Processo de inspeção final [9]

Apesar de parecer simples e contar ainda com um processo manual de fabricação, é necessário muito investimento em tecnologia e investigação, principalmente nos compostos de borracha e outros materiais a utilizar no futuro, no desenho dos pisos e na resistência ao rolamento. Os principais fabricantes procuram fornecer ao utilizador mais segurança, conforto e uma diminuição do ruído e do consumo, isto porque o pneu é o responsável directo pelo comportamento do veículo e as suas características define os níveis de conforto e desempenho que têm de ser atingidos.

1.6 Armazenamento de pneus

Segundo as recomendações sobre o uso e manutenção da ALAPA - Associação Latina Americana de Pneus e Aros, a humidade, temperatura, luz são factores conhecidos de envelhecimento dos pneus portanto é indispensável um armazenamento no interior.

Estando ou não montados em jantes (roda pronta), os pneus devem ser armazenados num local limpo, protegido da luz solar ou de fonte artificial, do calor, de fontes de ozono e de hidrocarbonetos.

Factores importantes no armazenamento.

1.6.1 Humidade

O local deve ser fresco, seco e com ventilação natural. É necessário evitar a presença de humidade e condensação.

Os pneus novos ou usados destinados a reparação ou reutilização, deverão ser previamente limpos e secos.

Se os pneus estiverem armazenados no exterior, deverão estar cobertos com ma lona opaca e impermeável. Sempre que possível, armazena-los montados e cheios com pressão de aproximadamente 15 psi na vertical.

1.6.2 Luminosidade

É necessário proteger os pneus da luz do sol e da luz artificial com raios ultravioleta. A luz com lâmpadas incandescentes é preferível no lugar das de tubos fluorescentes.

1.6.3 Temperatura

No local de armazenagem a temperatura deve ser inferior a 35°C, temperaturas superiores a 50°C desencadeiam deterioração nos pneus que influenciam a duração da sua vida.

As temperaturas baixas no local de armazenamento não são prejudiciais, mas podem, por vezes provocar enrijamento da borracha (plastificação). É necessário então, evitar deformações na manipulação e montagem.

1.6.4 Oxigénio, ozono e agentes químicos

O ozono é particularmente nocivo. É necessário evitar a presença de aparelhos geradores de ozono no local, tais como: lâmpadas fluorescentes, lâmpadas a vapor de mercúrio, máquinas eléctricas e qualquer outro agente que possa provocar faíscas ou descargas eléctricas.

Gases e vapores de combustão que podem produzir o ozono por processo de fotoquímica deverão igualmente ser retirados do local.

Solventes, combustíveis, lubrificantes, produtos químicos, ácidos desinfectantes devem ser armazenados noutra local.

1.6.5 Deformação

A fim de evitar qualquer risco de fissuras ou alterações permanentes, os produtos não deverão sofrer nenhuma deformação devido à tensão ou peso.

1.6.6 Rotação do stock

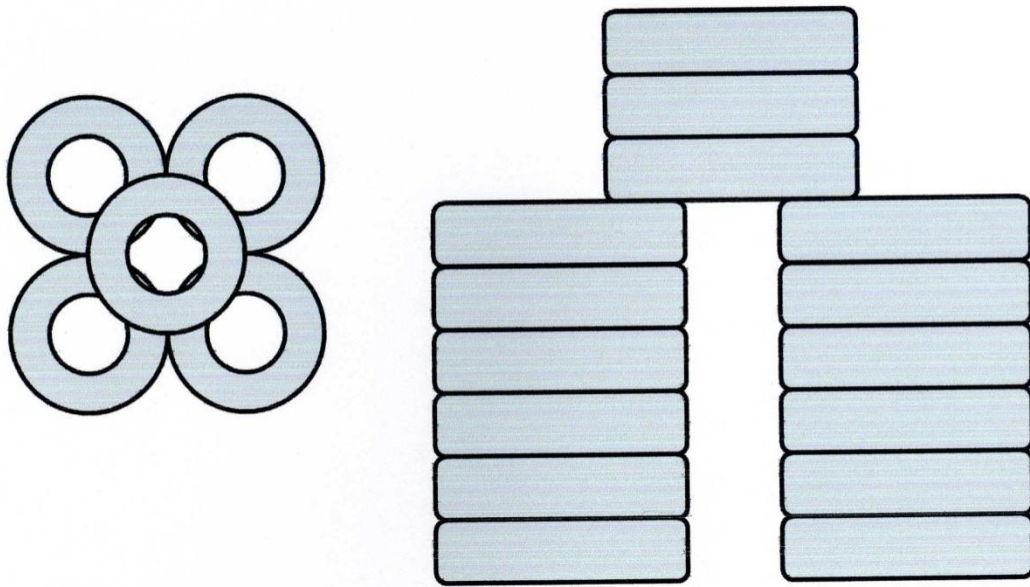
A fim de reduzir a duração do stock ao mínimo, é necessário organizá-lo para que os primeiros pneus armazenados sejam os primeiros a serem utilizados (FIFO).

1.6.7 Armazenamento a curto prazo

A curto prazo (até 4 semanas) os pneus podem ser empilhados uns sobre os outros de preferência sobre paletes. A altura das pilhas não deve ultrapassar 1,20m.

Após 4 semanas, será necessário refazer as pilhas invertendo a ordem dos pneumáticos.

Quando estiverem montados em rodas, os pneumáticos devem ser armazenados cheios como foi referido anteriormente, em posição vertical e em prateleiras.

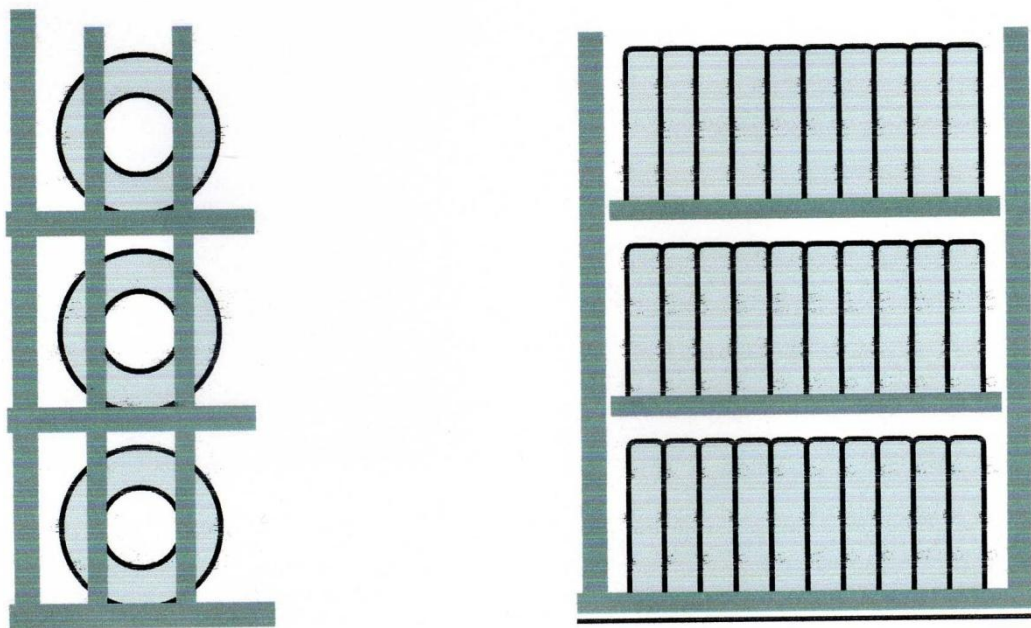


ALAPA [10]

Figura 14 - Armazenamento a curto prazo

1.6.8 Armazenamento a longo prazo

A longo prazo, os pneumáticos devem ser armazenados verticalmente em prateleiras, no mínimo, a 10cm do solo. A fim de evitar que eles se deformem, é aconselhável efectuar rotações uma vez por mês.



ALAPA [10]

Figura 15 - Armazenamento a longo prazo

1.6.9 Câmaras-de-ar

As câmaras-de-ar devem ser, ligeiramente cheias de ar, com talco e colocadas nos pneumáticos. Se as câmaras forem fornecidas em caixas ou embaladas em filmes, é preferível deixá-las dessa forma, assim serão protegidas da poeira, oxigénio e da humidade.

1.6.10 Válvulas

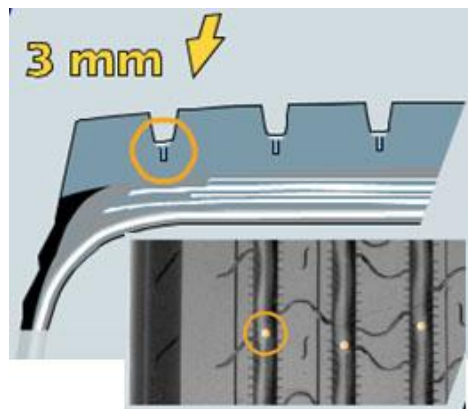
As válvulas deverão ser mantidas de preferência na própria embalagem, evitando-se a humidade e o contacto com quaisquer produtos que possam danificá-las e armazenadas em local limpo, fresco e seco. Recomenda-se a troca de válvulas sempre que os pneus forem substituídos.

1.7 Ciclo de vida do pneu

Podemos dividir o ciclo de vida dum pneu em três partes: primeira vida, segunda vida e reciclagem.

A primeira vida compreende o pneu novo e a possível abertura de piso em determinados tipos de pneu (reesculturar).

Nos pneus que têm marcado na sua parede lateral a palavra “*REGROOVABLE*”, esta indica que o pneu foi construído de modo a que se possa aumentar a profundidade dos sulcos do pneu



Michelin [2]

Figura 16 - Indicações para reescultura

Para esta operação, é necessário equipamento apropriado e pessoal especializado.



Michelin [2]

Figura 17 - Operação de reescultura

A segunda vida, compreende o processo de reutilização dos pneus, processo este que pode ter três vertentes:

- Remoldagem “*Remould*”
- Recapagem
- Recauchutagem

A remoldagem é um processo em que é retirada toda a borracha do piso e das paredes laterais, permanecendo só a carcaça do pneu.

A carcaça é analisada e se necessário, reparada. Posteriormente é recoberta por uma camada de borracha idêntica à da fase de construção, tornando-se um pneu verde, seguindo-se a vulcanizado, em condições idênticas às da fabricação.

Se este processo for realizado por uma empresa idónea, o pneu remoldado tem característica e durabilidade muito idênticas ao de um novo.

A recapagem é uma operação em que é retirado só o piso e é colocada uma nova camada de borracha na banda de rodagem pré-moldada.

A recauchutagem é um processo em que a banda de rodagem e os ombros do pneu são retiradas e substituídos, o processo a frio e o mais comumente utilizado.

Segundo a Bandague [11], o seu processo de fabrico consiste em:

- Etapa 1 - Inspeção Inicial - A visão e o tacto avaliam a futura fiabilidade e segurança da carcaça, seleccionando-a para a aplicação mais apropriada
- Etapa 2 - Inspeção Não Destrutiva - Para detectar defeitos invisíveis na estrutura da carcaça, as carcaças são seleccionadas para uma performance máxima. Um pneu Bandag é tão seguro como um pneu novo
- Etapa 3 – Raspagem – uma raspadora automática de alta precisão, retira toda a borracha desnecessária e restabelece completamente a dinâmica de rolamento, possibilitando uma condução suave, reduzindo assim a manutenção do veículo. A textura da superfície preparada funciona como fundação e também como superfície de ligação para o novo piso
- Etapa 4 - Preparação e Reparação - A carcaça é revitalizada até atingir praticamente as características de um pneu novo. A preparação e reparação efectuadas prolongam a vida do pneu. As reparações numa carcaça Bandag nunca representam um ponto fraco. Todos os procedimentos de reparação fazem parte do processo Bandag, aumentando-se assim o índice de aproveitamento das carcaças
- Etapa 5 - Aplicação do Piso - O piso e a goma de ligação são aplicados directa e homogeneamente na carcaça com precisão electrónica. A união torna-se uma das partes mais fortes do pneu. A goma de ligação Bandag

é uma borracha rica em componentes de aderência concebidos especificamente para unir a forte borracha do piso Bandag a uma carcaça rigorosamente preparada

- Etapa 6 - Envelopagem e Vulcanização - A vulcanização Bandag tem lugar num envelope flexível a uma pressão e temperatura moderadas, mantendo a integridade da carcaça. Baixa temperatura de vulcanização (aproximadamente 96° C), inexistência de calor excessivo e moldes metálicos salvaguardam a carcaça da tensão associada a outros processos de recauchutagem
- Etapa 7 - Inspeção Final - A Inspeção Final assegura que os exigentes requisitos Bandag são respeitados. Inspeccionamos meticulosamente a carcaça antes da sua entrega e, caso seja necessário, o pneu volta novamente à Etapa 2.

Convém frisar que só é possível utilizar os pneus nesta longa vida útil e economicamente muito viável, se a pressão de enchimento for a adequada em toda a sua vida útil, caso contrário, estes terão um envelhecimento ou mesmo a destruição prematura.

A última fase da vida útil é a reciclagem: nesta são retiradas as matérias-primas, fundamentalmente a borracha vulcanizada e o aço.

Os pneus podem ser triturados e usados como combustível complementar ou alternativo para o fabrico de cimento, para a produção de electricidade e vapor em unidades de co-geração, devido ao seu elevado poder calorífico, que ronda os 5.700 kcal/kg, ligeiramente inferior ao do carvão que é de 6.800 kcal/kg.

1.8 Inscrições de informação na parede lateral do pneu



Magnum tires [3]

Figura 18 – Inscrições de informação gravada na parede do pneu

Legenda

1. **MAGNUM TIRE** - Nome do Fabricante
2. **215/45 R 17** - Medidas do pneu.
 - 215 - Indica a largura do pneu em mm.
 - 45 - Indica a relação entre a altura e a largura nominal do pneu.
 - R - Indica que o pneu é de construção Radial.
 - 17 - Indica o diâmetro interno do pneu e a respectiva medida da jante em polegadas.

3. **87H** - Índice de carga e velocidade

87 - Indica o peso que o pneu é capaz de suportar (índice de carga).

H - Indica a velocidade máxima em que o pneu poderá rodar com total segurança.

4. **TUBELESS** - Pneu para utilizar sem câmara-de-ar.

5. **ROTATION** - Sentido de rotação.

6. **MAX. PRESS. 36 PSI (250 KPA)** - Pressão máxima de enchimento do pneu.

7. **MAX LOAD 545KG (1201 LBS)** - Carga máxima suportada pelo pneu.

8. **MADE IN BRAZIL** - Identificação do país de origem.

9. **DOT (0107)** - DOT Certificação do Departamento de Transportes dos EUA.

0107 Data de fabricação (1ª semana do ano 2007).

10. **TW1** - Indicador do limite de profundidade mínima do piso.

11. **RADIAL STEEL BELTED** - Tipo de componentes utilizados na construção.

12. **TIRE PORT** - Modelo ou denominação comercial.

13. **SIMBOLO INMETRO** - Símbolo de aprovação.

14. **SIDEWALL 1 POLYESTER** - Estrutura de construção da lateral do pneu.

15. **TREAD 1 POLYESTER + 2 STEEL + 1 NYLON** - Estrutura de construção da carcaça.

1.9 Índices de carga e velocidade



Michelin [1]

Figura 19 - Localização das inscrições

Tabela 3 - Índices de carga e velocidade

Códigos de velocidade		Índices de capacidade de carga					
SI	km/h	LI	kg	LI	kg	LI	kg
D	65	115	1215	138	2360	161	4625
E	70	116	1250	139	2430	162	4750
F	80	117	1285	140	2500	163	4875
G	90	118	1320	141	2575	164	5000
J	100	119	1360	142	2650	165	5150
K	110	120	1400	143	2725	166	5300
L	120	121	1450	144	2800	167	5450
M	130	122	1500	145	2900	168	5600
N	140	123	1550	146	3000	169	5800
P	150	124	1600	147	3075	170	6000
		125	1650	148	3150	171	6150
		126	1700	149	3250	172	6300
		127	1750	150	3350	173	6500
		128	1800	151	3450	174	6700
		129	1850	152	3550	175	6900
		130	1900	153	3650		
		131	1950	154	3750		
		132	2000	155	3875		
		133	2060	156	4000		
		134	2120	157	4125		
		135	2180	158	4250		
		136	2240	159	4375		
		137	2300	160	4500		

Michelin [1]

Exemplo: A inscrição 154/150 significa que este pneu suporta como carga máxima 3.750 kg em montagem simples e 3.350 kg em montagem dupla.

1.10 *Treadwear*, Tracção e Temperatura



Figura 20 - *Treadwear*, Tracção e Temperatura [2]

Dentro do USDOT, duas outras secretarias cuidam de assuntos relacionados com pneus para os EUA. São elas o NHTSA (*National Highway Traffic Safety Administration's*) e UTQG (*Uniform Tire Quality Grade standards*), que têm como objectivo fornecer dados adicionais para ajudar os consumidores a escolher um pneu com base no desgaste, tracção e temperatura.

A regra definida pelos americanos diz que, para um pneu receber um índice de *Treadwear*, ele deve passar por teste padrão definido pelo governo americano e ser comparado a um pneu “X” que foi usado como pneu padrão.

Segundo Loeffler [2], esse teste consiste em rodar numa rota específica, percorrendo 3 voltas e 400 milhas (644 km) na região de *San Angelo, Texas*, EUA, num total rodado de 7.200 milhas (11.900 km). Um carro “Y” definido pelo governo iria percorrer o trajecto e monitorar o desgaste a cada 800 milhas (6 voltas e 1.287 km), onde nesse intervalo era inspeccionado o alinhamento, a pressão e feita a rotação dos pneus. No final era feita a projecção da quilometragem estimada, e foi definido o valor de 30.000 milhas (48.279 Km) como valor 100%, ou *Treadwear* 100, sendo a escala com múltiplos de 20.

Os outros 2 índices, Tracção e Temperatura, seguem testes específicos.

Os índices de Tracção definem a capacidade de travagem em pista molhada em asfalto e betão (diversas estradas nos EUA são em betão) sob condições controladas, onde um pneu AA trava melhor e em menor espaço que um A, B ou C, nessa ordem.

O teste consiste em montar o pneu a ser testado num “*skid trailer*”, com equipamentos de medição, pressurizado a 24 psi e carregado com 492 kg. Esse *trailer* é rebocado em pista de testes molhada a 40Mph (65 km/h) e, então ao entrar na zona de medição, a roda de testes é travada. O pneu é arrastado dentro da área de teste e a fricção gerada é medida e definida da seguinte forma:

Tabela 4 - Índice de tracção de um pneu [2]

Índice de tracção	Força G Asfalto	Força G Betão
AA	Acima 0,54	0,41
A	Acima 0,47	0,35
B	Acima 0,38	0,26
C	Abaixo 0,38	0,26

O índice de temperatura é definido pela resistência de um pneu ao calor gerado ao rodar e a sua capacidade de dissipar esse calor. Sustentar altas temperaturas pode levar à aceleração do desgaste e temperaturas excessivas podem causar a destruição dos compostos de um pneu, podendo causar acidentes.

O teste é feito em laboratório, com uma roda de teste, onde o pneu é montado e correctamente pressurizado, sem sobrecarga ou velocidade excessiva.

O índice de temperatura escrita no pneu indica a forma como o pneu dissipa calor e qual o seu poder de dissipação de calor. Há três possíveis índices: A, B e C, sendo o A a melhor classificação e a C a pior. O índice só aplica a pneus com a pressão correcta conforme tabela do fabricante.

A sub-pressurização, o excesso de velocidade ou o excesso de peso, faz com que o pneu aqueça mais rápido, se desgaste mais depressa, podendo causar a sua destruição.

Somente os índices A e B são permitidos para utilização nos EUA, o índice C não é aceite.

1.11 Medidas de pneus, sua colocação na viatura e tipos de piso

É de fulcral importância a colocação do tipo de pneu correcto na localização exacta, a fim de otimizar o consumo de combustível, a durabilidade do pneu e a função que desempenha na viatura.

No mercado europeu, os tractores vêm normalmente equipados com pneus 315/80 R 22.5 156/150L e os semi-reboques de 3 eixos de roda simples com 385/65 R 22.5 158L, os dois eixos são equipados com 315/80 R 22.5 156/150L em montagem dupla.

O tipo de piso utilizado na banda de rodagem varia conforme o eixo da viatura em que está montado, isto porque a sua função na mesma é diferente.

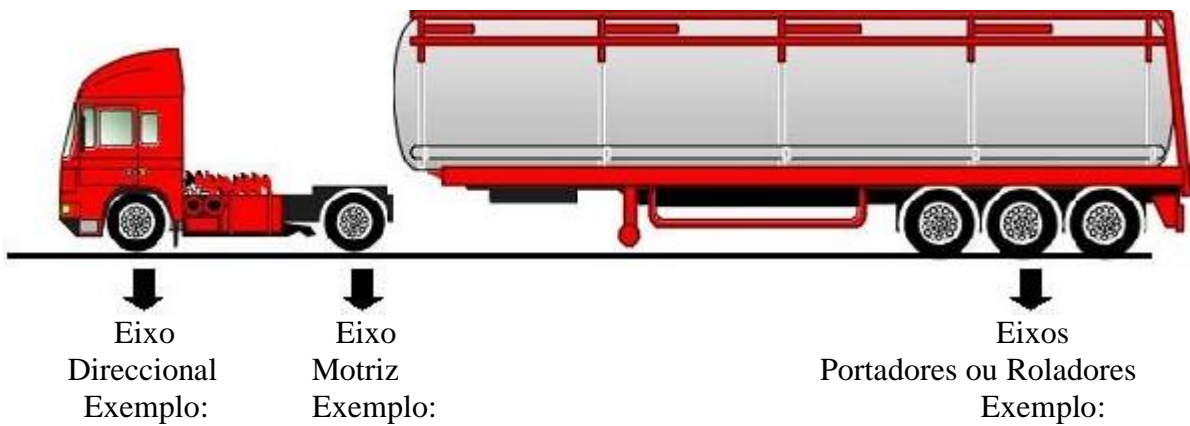
Podemos dizer que a função dos pneus do primeiro eixo é direccionar a viatura. Estes pneus, segundo a Michelin [1] suportam 17 % da carga, por isso, se a geometria da roda e do eixo estiverem correctamente alinhadas e a pressão for sempre a correcta, estes têm uma grande vida útil.

A função do segundo eixo, normalmente designado eixo motriz ou de força, é a tracção, sendo estes os pneus que mais desgastes sofrem, suportando segundo a Michelin, cerca de 33 % da carga. Por este facto, utilizam-se neste eixo montagens duplas.

No semi-reboque a sua função é a de suportar o peso transportado e de rolar, suportando 50 % da carga, dividida pelos três eixos. Na maioria dos semi-reboques um ou mais eixos são elevatórios, quando a viatura está vazia.

Na prática, há empresas que utilizam os pneus 385/65 R 22.5 na direcção dos tractores em viagens de longo curso, pela maior comodidade dos motoristas.

Na figura seguinte, descreve-se o tipo de montagem e o tipo de piso mais utilizados no longo curso. É no rodado motriz que existe maior variação do tipo de pneu, conforme o tipo de trabalho.



Montagem e tipo de pneu para longo curso.



1º Eixo
Montagem
Simples

2º Eixo
Montagem
Dupla

Eixos do semi-reboque
Montagem
Simples

P.B. suportado
Por eixo
6,9 t

P.B. suportado
Por eixo
11,6 t

P.B. suportado
Pelos 3 eixos
21,5 t

Por pneu
3,45 t

Por pneu
2,90 t

Por pneu
3,58 t

Figura 21 - Tipo de montagem e de pneus a utilizar nos diferentes eixos [construída pelo autor]

1.12 Pressão e carga

Para uma distribuição adequada das tensões a que um pneu está sujeito, a pressão correcta de enchimento é um factor determinante e varia em função do tamanho do pneu e da carga normal que vai suportar. Isto porque o incorrecto flexionamento das paredes laterais originam o aumento da temperatura interna do pneu, fazem aumentar o consumo de combustível e diminuir a vida útil da carcaça.

O enchimento de um pneu tem de ser efectuado com o pneu em frio, para ser correcto, pois a pressão aumenta com a temperatura (um pneu frio é um pneu que não rodou há mais de 2 h ou que percorreu menos de 3 km a velocidade moderada).

Os valores da pressão interna para cada tipo e medida dos pneus são disponibilizados pelos fabricantes ou por organismos normativos como a TRA (*Tire and Rim Association*), ETRTO ou ALAPA.

Em anexo 5, encontram-se as tabelas do fabricante de pneus Michelin. Nestas tabelas podemos constatar que para montagens duplas a carga admissível é menor, para compensar a transferência de carga que ocorre devido à inclinação da estrada, as diferenças de pressão entre os pneus e as diferenças de desgaste.

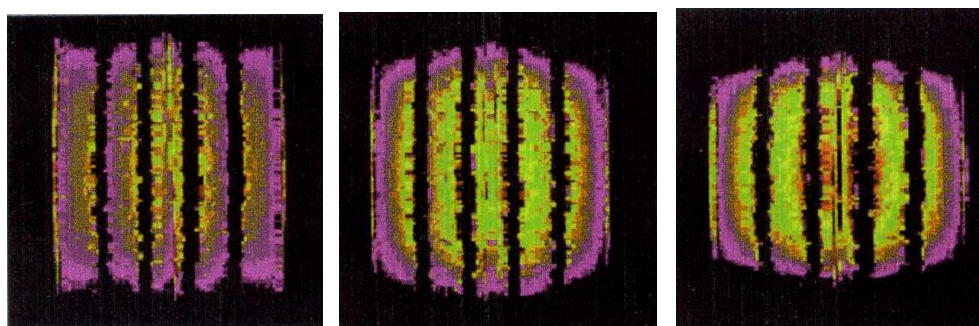
Segundo o que é recomendado pela TRA [13], a carga aceitável para pneu em montagens tipo roda duplas é 95% do seu valor máximo considerada para montagens simples para cargas até 2 ton. por pneu ou 90% para carga superiores a 2 ton.

Utilizar a pressão correcta nos pneus é crítico para o transporte de mercadorias, pois a utilização de pressão inadequada acarreta graves consequências para os pneus e para a segurança da própria viatura, tanto rodoviária como operacional.

Podemos dizer que a baixa pressão aumenta a amplitude de flexão do pneu, causando aumento de calor nos componentes do pneu por histerese, o que deteriora os compostos de borracha, e fadiga, nos cabos de aço da carcaça e cintas.

Pneus com alta pressão são mais vulneráveis a cortes na superfície da rodagem, quebras por impacto, perfurações e danos por choque.

A pressão de enchimento é a responsável directa pela pegada do pneu, é o formato dessa área de contacto que vai resultar no tipo e extensão da abrasão no pneu pelo pavimento, conforme Figura 22.



TMC [12]

Figura 22 - Pegada do pneu

A pressão tem um efeito directo na vida do pneu. Como se pode verificar no gráfico abaixo, uma pressão incorrecta pode traduzir-se numa perda de 18% a 22% da sua vida útil [11]. Por este facto, a bandague [11] afirma que uma frota com elevada percentagem de pressões incorrectas terá um índice de rejeições de pneus para recauchutar entre os 40% e os 50% superiores a uma frota com uma boa política de manutenção da pressão dos pneus

Gráfico 1 – Efeito da pressão na vida do pneu



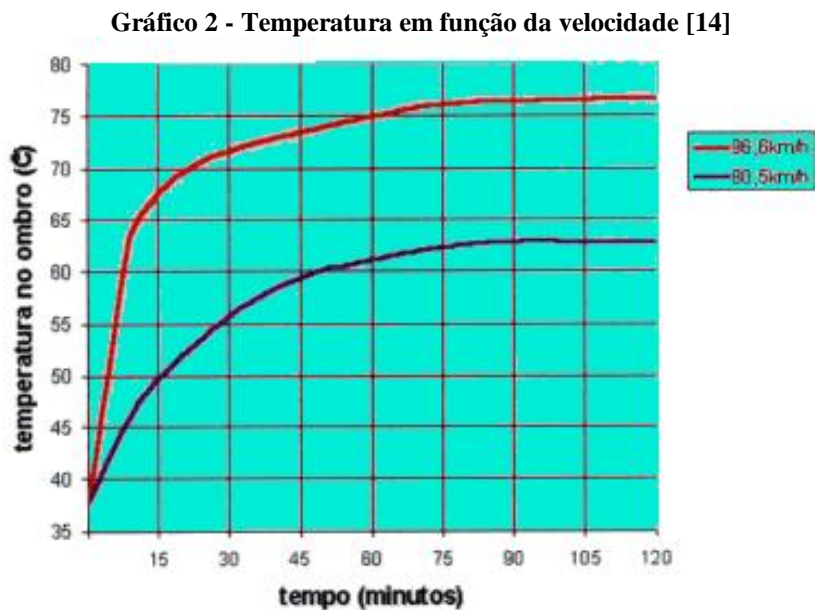
Bandague[11]

1.13 Velocidade e calor

Segundo Ford [14], os pneus são desenvolvidos para manter uma temperatura estável, no caso de pneus radiais de carga, máximo 90°C. Ultrapassar esta temperatura por curtos períodos de tempo não é problemático, mas ultrapassá-la por longos períodos causa degradação dos materiais e eventualmente podem ocorrer separações na estrutura do pneu.

No pneu, a temperatura de trabalho sobe inicialmente muito rápido e, numa segunda fase, gradualmente até um valor de equilíbrio, como é verificável no Gráfico 2.

Na fase da temperatura estável, o calor dissipado pelas superfícies externas é igual ao produzido pelas estruturas internas.



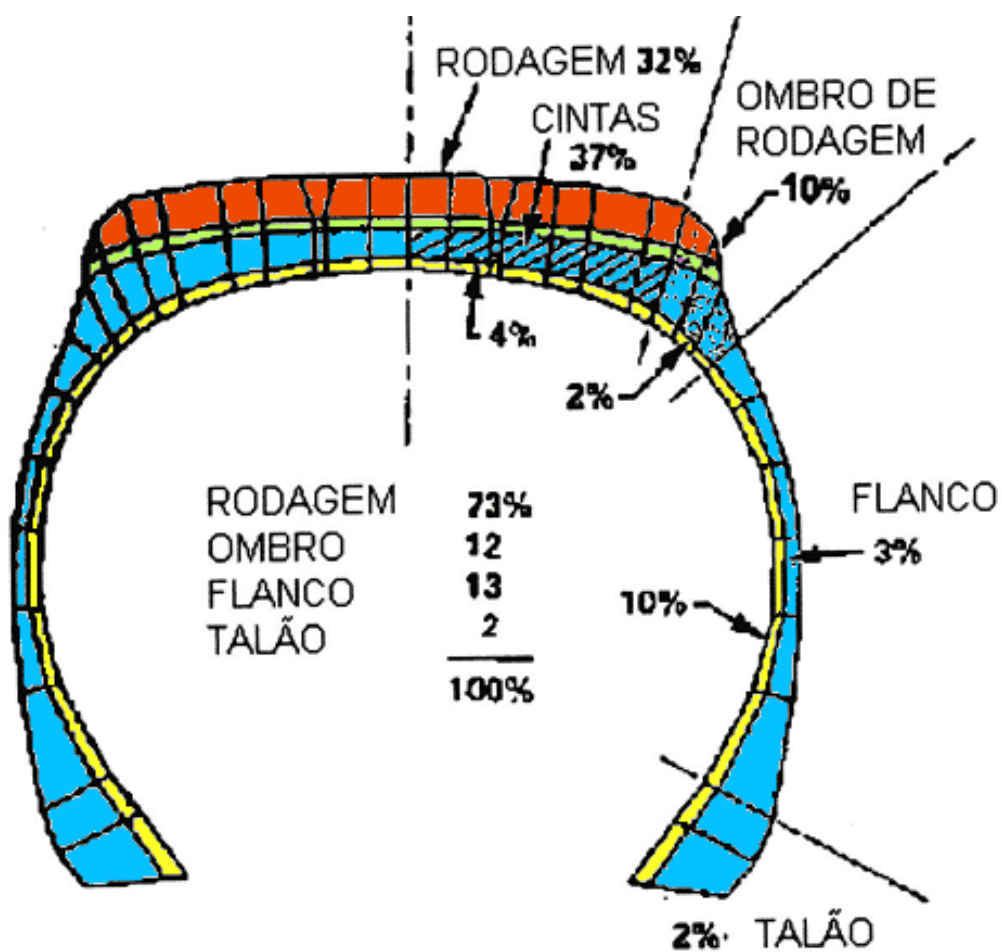
A origem da produção de calor é a transformação da energia cinética, devido à histerese dos materiais elásticos.

Quanto maior for a flexão sofrida pela borracha e/ou maior a velocidade, maior será a conversão de energia em calor e portanto maior será a temperatura de funcionamento.

A temperatura atingida durante a operação, num pneu de carga, é directamente proporcional à velocidade, pressão e a carga que suporta.

O excesso de carga e/ou uma baixa pressão de enchimento, causam uma excessiva deflexão, que é um dos principais factores no aumento de calor num pneu de carga [14].

A parte do pneu que mais converte energia em calor é aquela com maior massa de borracha e com maior movimentação. Isto ocorre principalmente na área do piso do pneu, sendo esta região responsável por cerca de 85% da conversão de energia [14], Figura 23



Ford; Charles [14]

Figura 23 – Transformação de energia cinética em calor por partes do pneu

1.14 Ruído do pneu/pavimento

O ruído produzido pelos veículos tem 3 origens distintas:

- O ruído resultante da configuração aerodinâmica dos veículos;
- O ruído resultante do motor e sistema de escape;
- O ruído resultante da interacção pneu/pavimento.

Esta última é a predominante, a velocidades superiores a 50 km/h, tendo por isso uma maior importância fora das localidades [15].

Os mecanismos de geração de ruído associados à interacção pneu/pavimento referem-se às vibrações, resultantes do impacto dos pneus na superfície e da aderência, e ao deslocamento de ar que envolve o pneu [15]. Estes são amplificados devido ao efeito de “*horn*” e podem ser amplificados ou atenuados em função da impedância acústica e mecânica da superfície e da ressonância dos pneus.

Os mecanismos referidos são influenciados pelo comportamento dos condutores (através do controlo da velocidade e da pressão dos pneus), pelas características dos pneus (estrutura, dimensão, rigidez da borracha, relevo, desgaste e idade), pelas características da superfície do pavimento (textura, irregularidade, porosidade, rigidez, idade, desgaste e presença de água) e pelo clima (temperatura e vento) [16].

A presença de água na superfície dos pavimentos, em função da sua quantidade, do tipo de superfície, do tipo de veículo, das condições de circulação, entre outros factores, pode aumentar o nível de ruído emitido pelos veículos até 15 dB(A) [17].

Os mecanismos de geração de ruído em condições molhadas, são basicamente os mesmos que em condições secas e ainda não se conhece exactamente de que forma a presença de água contribui para o aumento do ruído [15].

No entanto, segundo Freitas [18], pode referir-se os seguintes mecanismos de ruído em condições molhadas:

- Deslocamento de água na frente da área de contacto (projectão de água);
- Compressão de água nas ranhuras dos pneus e consequente projecção;
- Contacto entre a água projectada (em forma de jacto ou de gotas) e o corpo do veículo;
- Impacto do relevo dos pneus na superfície da água;
- Quebra de ligação entre a borracha dos pneus e a água.

1.15 Influencia no consumo

Segundo estudos da Continental [19], o consumo de combustível nos veículos automóveis é influenciado por vários factores, sendo os principais:

- Perfil topográfico do percurso;
- Estilo de condução;
- Aerodinâmica do veículo;
- Resistência ao rolamento.

Em todos estes itens, em uns mais que em outros é possível melhorar.

1.15.1 Perfil topográfico

Sabendo que o efeito da gravidade implica um maior esforço das viaturas, mais notório durante uma subida íngreme, onde o motor tem de debitar mais potência, e nos traçados sinuosos, onde é necessário e recomendável a circulação a baixa velocidade com mudanças baixas, é de todo o interesse o estudo prévio e a definição do percurso antecipadamente.

1.15.2 Estilo de condução.

A formação dos motoristas, que deve incluir Segurança Rodoviária, Técnica de Condução Segura, SHST e Ambiente, é fundamental tanto para a diminuição do consumo de energia como para a imagem da empresa, no cliente, no fornecedor e no cidadão comum, que é sempre um potencial futuro cliente.

Os motoristas, ao adoptarem bons hábitos de condução, tornam possível, por um lado, usufruir de melhor rendimento da viatura, com mais baixo consumo e, por outro lado, assegurar custos de operação mínimos e máxima vida útil.

1.15.3 Aerodinâmica do veículo.

Quando um veículo está em movimento, o ar comporta-se como uma barreira que dificulta a sua deslocação. Essa barreira é denominada resistência ao ar ou impacto aerodinâmico e varia com a velocidade e as formas do veículo.

Para reduzir o efeito da resistência ao ar, é necessário melhorar a aerodinâmica do veículo. Existem no mercado uma série de acessórios que tornam o veículo mais aerodinâmico, sendo os mais utilizados os deflectores de tecto e laterais. Em veículos que circulam a mais de 60 km/h, testes comprovam que apenas a utilização do deflector

de tecto e uma correcta arrumação da carga podem reduzir até 15% o consumo de combustível [20].

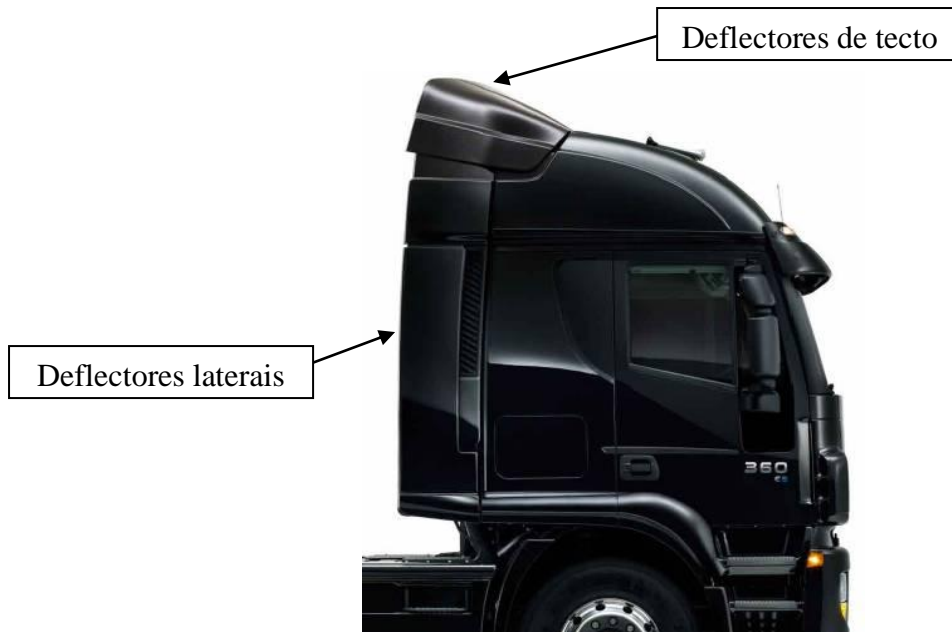


Figura 24 - Aerodinâmica do veículo [construída pelo autor]

1.15.4 Resistência ao rolamento (RR)

Entre 35% e 60% do consumo de combustível é causado pela resistência ao rolamento. Este valor varia dependendo do número de pneus da viatura.

Segundo Matsumaga [21], a RR dos pneus varia sobre a influência de vários factores, que se podem classificar em 2 grupos:

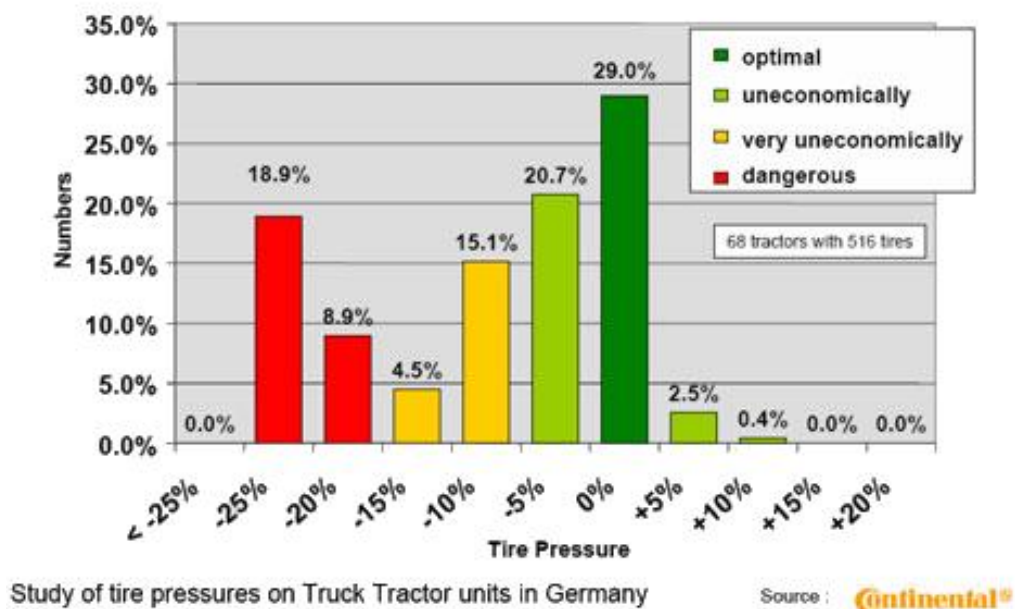
- Factores ligados à construção do pneu:
 - Tipo de estrutura interna: radial ou diagonal – a construção de cada pneu influencia a forma como os flancos e a banda de rodagem se contraem e flexionam, conforme o pneu rola. Nos pneus radiais e diagonais é o tipo de desenho da banda de rodagem que influenciam a RR, assim os desenhos em bloco possuem maior RR do que os lisos, e quanto menor a profundidade de escultura, menor a RR;
 - Área de contacto com o solo (*footprint*): quanto menor a área de contacto com o solo menor tende a ser a RR, uma menção deve ser feita ao eixo de tracção que necessita de uma área mínima para poder

transmitir a força do motor para o solo, de forma a não ocorrer micro patinagens que possam elevar o consumo de combustível;

- Composto da banda de rodagem – diferentes compostos possuem diferentes índices de resistência ao rolamento.
- Factores ligados à manutenção dos pneus:
 - Calibragem: pneus com pressão menor do que a recomendada aumentam a RR;
 - Alinhamento: pneus e/ou eixos desalinhados, por não estarem rolando com ângulo correcto com a estrada, apresentarão uma maior RR;
 - Balanceamento: a vibração causada pelo desbalanceamento tende a aumentar a RR; montagem: montagem incorrecta do conjunto pneu + roda e/ou a fixação incorrecta do conjunto no veículo irão causar vibrações que tendem a aumentar a RR.

Entre todos estes factores que fazem aumentar a RR, o de mais fácil e rápida resolução é o mais negligenciado, que é a pressão correcta dos pneus, como podemos verificar no Gráfico 3 [22] (de realçar que esta amostra foi feita num país de referência, a Alemanha).

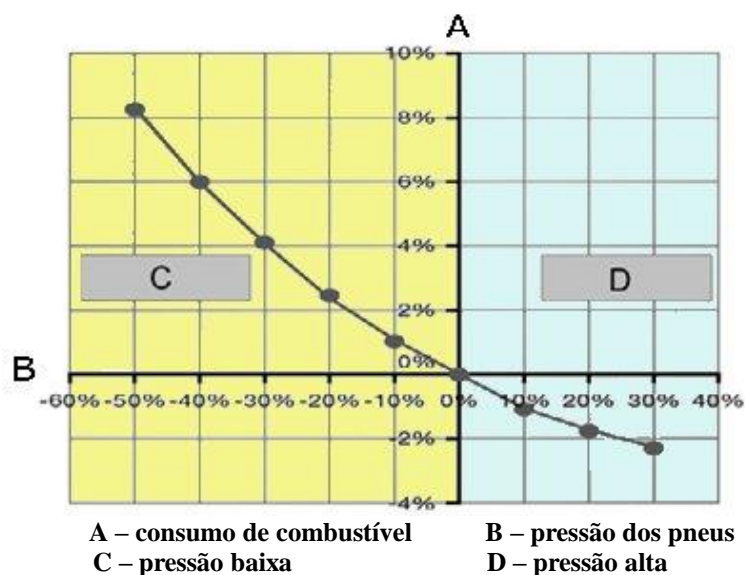
Gráfico 3 – Estudo sobre a pressão dos pneus dos camiões realizado na Alemanha [22]



Analisando estes valores, temos que dos camiões verificados, 29% estavam com a pressão correcta e 71% estavam com pressão incorrecta, dos quais 27,8% encontravam-se com uma pressão perigosa baixa.

Podemos concluir que mais de 47,4% tinha uma pressão inferior a 10%, estando, segundo Wabco [23] no Gráfico 4, a consumir mais 2% de combustível que o necessário. O valor 47,4% vai ser arredondado para 50% e utilizado nos cálculos finais.

Gráfico 4 - Influência da pressão no consumo de combustíveis [23]



Num estudo mais representativo da realidade, realizado em 2008 para todo o tipo de veículos, que abrangeu 31 mil 178 viaturas de 14 países da União Europeia, concluiu que [24]:

- 33% dos condutores viajam com a pressão dos pneus 0,5 bar inferior à que é recomendada pelo construtor dos pneus.
 - 0,5 bar é um desvio em relação ao valor médio de 22% e segundo o Gráfico 4, resulta num aumento do consumo de combustível de 3%.
- 12,5% dos condutores viajam com 0,75 bar abaixo da pressão recomendada, ficando com alta probabilidade de vir a ter um acidente.
 - 0,75 bar é um desvio de 32% e segundo o mesmo gráfico resulta num aumento de consumo de combustível de mais de 4% e de existir uma grande probabilidade do pneu se soltar da jante.

O estudo analisou também a profundidade do sulco do pneu, vulgarmente chamado de rasto, e concluiu que 1/3 dos condutores viajam com pneus com sulco inferior a 1,6 mm de profundidade.

Os especialistas alertam que nestas situações, o risco de hidroplanagem é maior, o que se traduz na diminuição em 40% da velocidade de circulação com segurança.

Viajar com pneus com pressão abaixo da normal e com profundidade de sulcos inferior ao recomendado, para além de aumentar o risco de acidente, dispara o consumo do veículo.

Os especialistas que analisaram o estudo indicam que a baixa pressão dos pneus é responsável, na União Europeia, pelo consumo anual de 3,9 mil milhões de litros de combustível, ou seja, um custo de 5,1 mil milhões de euros.

Um desperdício de combustível que leva, por viatura, à emissão de 3,25 g de CO₂ por /km para a atmosfera, ou seja, à emissão adicional de 9,2 milhões de toneladas de CO₂ para a atmosfera, todos os anos. [24].

1.16 Modos e causa prováveis de falha

Segundo a ALAPA [10] os modos de falha mais comuns e respectivas causas são:

1.16.1 Desgaste Regular Rápido

Dizemos que um desgaste é “regular rápido” quando o rendimento quilométrico do pneumático é considerado baixo, tendo como causa principal as condições de utilização e não as anomalias mecânicas do veículo.

As causas desse desgaste podem ser:

- Estado, perfil e traçado das rodovias: em circuitos sinuosos como a serra, o desgaste pode ser duas vezes mais rápido;
- Velocidade e estilo de condução;
- Potência do veículo;
- Pneu inadequado ao tipo de utilização.

1.16.2 Desgaste Anormal Rápido

Esse desgaste é identificado pelas estrias visíveis na totalidade da Banda de Rodagem e rebarbas mais ou menos pronunciadas num dos lados das arestas da escultura, provocadas pelo arrasto do pneu sobre o solo.

Causas mais frequentes:

- Paralelismo incorrecto das rodas dianteiras ou traseiras.

Conselhos:

- Controlar e corrigir o paralelismo entre rodas.
- Nessa correcção, considerar tanto a forma de desgaste dos pneus como as características próprias do veículo, obedecendo as especificações do fabricante do veículo.

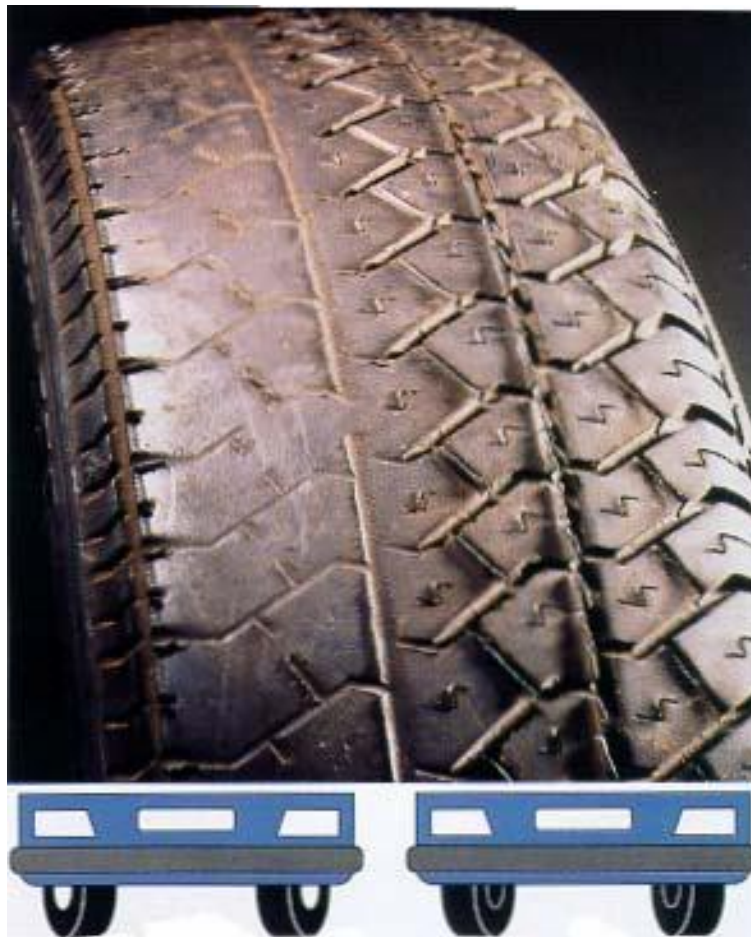


Figura 25 - Desgaste anormal rápido [10]

1.16.3 Desgaste crescente de um lado a outro

Causas mais frequentes:

- Inclinação excessiva da roda, positiva ou negativa;
- Uma flexão exagerada do eixo provocada por sobrecarga.

Conselhos:

- Corrigir as anomalias mecânicas detectadas;
- Evitar sobrecargas.

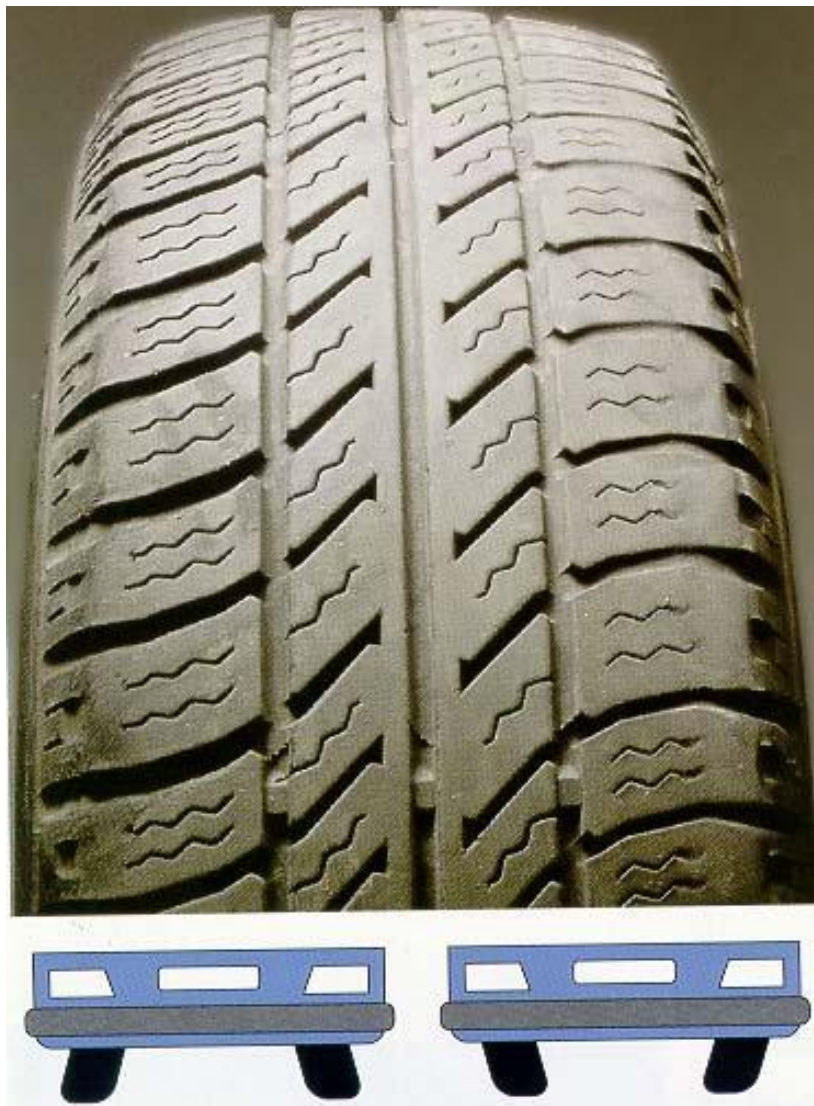


Figura 26 - Desgaste crescente de um lado a outro [10]

1.16.4 Desgaste arredondado nas bordas do pneu

Causas mais frequentes:

- Pressão de enchimento não adaptada às condições de utilização;
- Pressão insuficiente.



Figura 27 - Desgaste arredondado nas bordas do pneu [10]

1.16.5 Desgaste central

Causas mais frequentes:

- Pressão de enchimento não adaptada às condições de utilização;
- Pressão excessiva.



Figura 28 - Desgaste central [10]

1.16.6 Desgaste localizado provocado por bloqueio do pneu (Travagem)

Esse desgaste pode localizar-se numa ou várias zonas, podendo apresentar-se com aspecto liso, com arrancamentos de borracha ou uma superfície com sinais de agressão no sentido de rodagem.

Esta falha decorre do deslizamento dos pneumáticos sobre o piso, tendo como causa o bloqueio das rodas.

Esse desgaste é mais acentuado nos pneus montados em eixos que suportam menos carga no momento da travagem (transferência de carga), nas rodas dianteiras de veículos que possuem “ABS” somente nas rodas traseiras ou em veículos que apresentam avarias do sistema de travões.

Causas mais frequentes:

- Anomalias no sistema de travões;
- Bloqueio das rodas durante uma travagem.

Conselhos:

- Verificar e caso necessário, reparar o mecanismo de travagem.
- Evitar bloqueio das rodas durante uma travagem.



Figura 29 - Desgaste localizado provocado por bloqueio do pneu (Travagem) [10]

1.16.7 Desgaste em onda, oblíquo e faceta.

Esses desgastes, em princípio, difíceis de serem definidos, podem ter origem na flutuação do pneumático:

Causas mais frequentes:

- Desafinação ou folgas nos órgãos da suspensão ou direcção;
- Desequilíbrio dos conjuntos rolantes;
- Montagens incorrectas;
- Paralelismo entre rodas incorrecto;
- Anomalias no funcionamento de sistema de travagem;
- Pressão de enchimento baixa.
- Geminados (rodado duplo) incorrectos, com tipo de pneus diferente.

Conselhos:

- Verificar e eventualmente reparar os sistemas de suspensão, direcção ou travões;
- Verificar a montagem e equilíbrio;
- Respeitar a pressão recomendada;
- Efectuar a rotação dos pneus para evitar que os desgastes se agravem.



Figura 30 - Desgaste em onda, oblíquo e faceta [10]

1.16.8 Separação entre lonas na banda de rodagem

Essas separações, localizadas ou generalizadas, têm normalmente como causa um aquecimento excessivo.

Uma utilização com pressão baixa ou sobrecarga produz flexões anormais importantes e irreversíveis, provocando um aquecimento excessivo da banda de rodagem do pneumático, dando origem a separações entre as lonas de topo e os seus componentes.

As principais causas são:

- Rodagem com pressões insuficientes ou sobrecarga;
- Pneumático não adaptado às condições de utilização;
- Cortes, feridas ou danos acidentais atingindo as lonas de topo;
- Uma utilização com pressão baixa ou sobrecarga.

Conselhos:

- Utilizar pneus de tipo e dimensão adequados às condições de utilização;
- Não retirar pressão de um pneu quente;
- Respeitar a pressão adequada em função da carga e velocidade de utilização, atendendo as recomendações dos fabricantes do veículo e pneu.



Figura 31 - Separação entre lonas na banda de rodagem [10]

1.16.9 Deterioração da borracha

Os hidrocarbonetos, solventes, óleos combustíveis e lubrificantes, ácidos e massas lubrificantes, entre outros, em contacto mais ou menos prolongado com a borracha, facilitam a modificação de sua natureza.

A borracha poderá inchar, esbranquiçar, tornar-se pegajosa, viscosa e perder parte das suas propriedades físicas e químicas.

Conselhos:

- Evitar contacto com lubrificantes, solventes, etc.;
- Evitar estacionar em solos impregnados com poluentes tais como: massas, gasolina, óleo diesel, etc.;
- Na montagem, utilizar exclusivamente o lubrificante aconselhado pelo fabricante do pneu.



Figura 32 - Deterioração da borracha [10]

1.16.10 Bolsa de Ar Aberta ou Não – Flanco ou Talão

Trata-se de uma infiltração de ar, sob pressão, que atravessa o estanque (*innerliner*) interno do pneu, alojando-se entre a borracha pós (*liner*) e a lona e/ou carcaça.

Essas perfurações permitem que o ar, sob pressão, penetre até os cabos da carcaça, sendo canalizado até a extremidade do retorno da lona carcaça, flanco ou região dos ombros. O ar, sob pressão, acumula-se originando uma separação pontual ou generalizada que se traduz por bolhas, inicialmente, ou por rupturas, posteriormente.

Causa mais frequentes:

- Montagem em “*Tubeless*” (sem câmara de ar) de um pneu construído para ser montado obrigatoriamente com câmara “*Tube Type*”;
- Degeneração do revestimento interno (*liner*) do pneu “*Tubeless*” ocasionado na montagem, provocado por golpe de alavanca ou máquina de montagem ou durante a rodagem (perfuração acidental, reparação em mau estado, etc.);

Conselhos:

- Evitar danos nos talões durante a montagem;
- Não provocar danos no revestimento interno (*innerliner*) do pneu durante a montagem ou rodagem;
- Respeitar o tipo de montagem, com ou sem câmara. (*Tubeless* ou *Tube Type*).



Figura 33 - Bolsa de ar aberta ou não – flanco ou talão [10]

1.16.11 Corte no Flanco

Um corte no flanco pode não ter consequências imediatas, porém é possível que se agrave progressivamente até à ruptura da carcaça.

Conselho:

- Reparar todos os cortes, para evitar a sua progressão.



Figura 34 - Corte no flanco [10]

1.16.12 Ruptura por Choque

Uma flexão excessiva, provocada pela deformação do pneumático ao chocar contra um obstáculo, pode ocasionar rupturas localizadas da lona carcaça.

As consequências de um choque podem não se manifestar de forma imediata ou tão-pouco, serem visíveis externamente.

As constantes flexões da carcaça, durante a rodagem, agravam os danos que poderão manifestar-se externamente por uma deformação localizada e internamente por uma ou mais rupturas ou cortes da lona carcaça podendo ocasionar perda lenta ou súbita de pressão. A compressão do pneumático pode ser tal que o flanco é espremido entre o obstáculo e a borda do aro

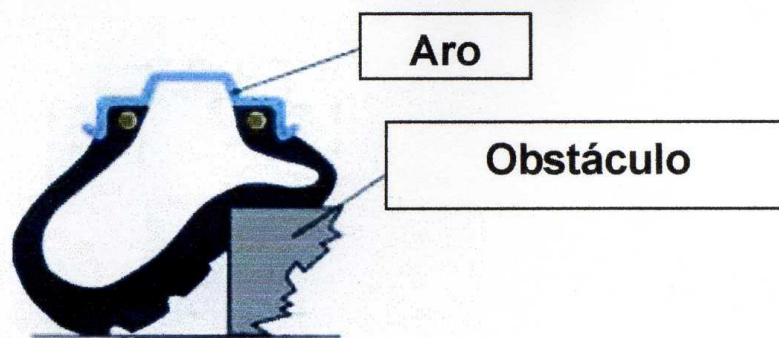


Figura 35 - Ruptura por choque [10]

1.16.13 Deterioração da Carcaça

A pressão insuficiente causa flexões exageradas do pneu e o consequente aquecimento anormal. Este aquecimento pode causar deteriorações que vão desde o desagregamento do revestimento interior (*innerliner*) até ao deslocamento total da carcaça.

Uma pressão insuficiente de um pneu passar despercebida ao motorista, pela verificação visual.

As anomalias de comportamento resultantes podem agravar-se pelas condições de utilização (perfil da estrada, estado do piso, etc.) as características do veículo.

A direcção assistida impede, na maioria das vezes, que um motorista sinta um pneu dianteiro com baixa pressão num dos lados do veículo.

Conselhos:

- Na montagem “*Tubeless*” (sem câmara), assegurar-se da perfeita estanquicidade do conjunto formado pelo pneu, válvula e jante;
- Na montagem “*Tube type*” (com câmara), verificar:
 - Que a câmara corresponde à dimensão do pneu;
 - O posicionamento correcto da câmara;
 - A ausência de ar entre a câmara-de-ar e o pneu.
- Verificar com regularidade a pressão dos pneus.

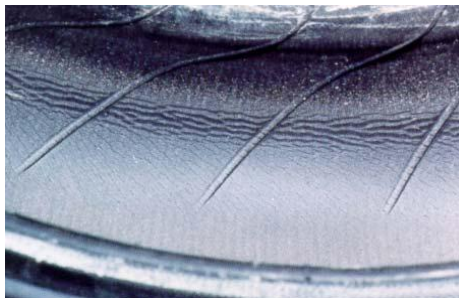


Figura 36 - Deterioração da carcaça [10]

1.16.14 Deterioração dos talões durante a montagem ou desmontagem

As dificuldades que surgem durante a montagem ou desmontagem estão principalmente ligadas a um método ou ferramentas inadequadas.

Ferramentas ou máquinas não apropriadas ou mal utilizadas podem provocar:

- Deformações ou ruptura dos aros;
- Deterioração dos talões originando infiltrações ou perdas de pressão.
- Uma pressão elevada pode provocar a ruptura do aro do talão.
- A montagem de um pneu numa jante não apropriada à dimensão pode originar também rupturas do aro do talão.

Conselhos:

- Assegurar-se de que os elementos a montar (pneu, jante e câmara) são equivalentes;
- Realizar a montagem e/ou a desmontagem seguindo métodos aconselhados pelo fabricante;
- Utilizar material (alavancas, máquinas, etc.) em bom estado e adaptado ao trabalho a efectuar.



Figura 37 - Deterioração dos talões durante a montagem ou desmontagem [10]

1.17 As consequências da pressão incorrecta na segurança rodoviária.

Segundo o estudo “The role of tyre pressure in vehicle safety, injury and environment” [25] rolar com a pressão incorrecta nos pneus é uma das principais causas de acidentes rodoviários, por influenciar vários factores. Este estudo não foi directamente dirigido para as viaturas pesadas, mas para o universo geral dos veículos automóveis, o que o torna ainda mais preocupante.

A pressão incorrecta potencia vários factores, que poderão estar na origem de:

- Derrapagem ou perda de controlo em curva;
- Derrapagem ou perda de controlo aquando da mudança de faixa de rodagem;
- Rebentamento súbito de um pneu que rolou muito tempo com uma pressão muito abaixo da normal;
- Menor precisão na direcção;
- Aumento da probabilidade de capotamento em curva rápida;
- Aumento da distância de travagem.

A principal causa para estes factores é a falta de rigidez das paredes laterais do pneu quando são sujeitas a grandes forças laterais, essa falta de rigidez pode, em casos extremos, originar que o pneu sai total ou parcialmente da jante, perdendo a pouca pressão de que dispõe.

Todos estes riscos são especialmente elevados pelo tipo de viatura, objecto de estudo, que são viaturas pesadas de carga de peso bruto é normalmente de 40 toneladas.

Nestas viaturas, as forças a que os pneus estão sujeitos, em função do peso da carga transportada, são muito elevadas e o risco de acidente é muito alto e com elevada probabilidade de acontecer.

1.18 Impacto da Directiva da Comissão Europeia IP/08/786

Esta directiva tem com último fim a melhoria da segurança e do desempenho ambiental de todos os veículos. Propõe que, a partir de 2012, todas as viaturas novas sejam equipadas, com vários equipamentos de controlo, entre eles o sistema de controlo da pressão dos pneus (este sistema informa o condutor sempre que um pneu está a rolar com pressão diferente da pressão ideal).

Manter uma pressão correcta dos pneus é essencial para a eficiência do consumo de combustível e para um melhor desempenho do pneu. Pneus com pressão insuficiente são também uma causa importante de acidentes rodoviários.

Segundo a investigação conduzida por TNO (*Netherlands Organization for Applied Scientific Research*), nos Países Baixos, o potencial de economia de combustível dos pneus de baixa resistência ao rolamento e dos sistemas de controlo da pressão dos pneus nos veículos ligeiros de passageiros é de 3% e 2,5% respectivamente e superior nas viaturas pesadas, em virtude da quantidade de pneus (normalmente 12 ou 14).

No que respeita aos veículos novos com uma emissão esperada de 130 g CO₂/km em ciclo de ensaio do motor, prevêem-se reduções suplementares de mais de 7 g/km de CO₂ (3,9 g para os pneus de baixa resistência ao rolamento e 3,25 g para os sistemas de controlo da pressão dos pneus).

A redução potencial de CO₂ dos pneus de baixa resistência e dos sistemas de controlo da pressão dos pneus num veículo actual (por exemplo, com 160g em ciclo de ensaio) seria superior a 7kg/tonelada.

Esta directiva em relação a Portugal, no que diz respeito às viaturas pesadas, não terá um natural impacto imediato, isto porque a nossa frota de viaturas pesadas tem uma idade média muito elevada e a renovação da mesma não passa pela compra de viaturas novas mas sim pela compra de usados com mais de cinco anos provenientes da Europa.

Por isto o impacto desta directiva só se deve começar a notar em Portugal em 2018 ou mesmo mais tarde.

PARTE II. Metodologia

Descrição total

Este trabalho centrou-se na investigação, análise e apresentação de propostas para resolução de problemas originados pela utilização de pressão incorrecta nos pneus, nas vertentes da segurança, ambiente, durabilidade dos pneus e consumo de combustível das viaturas pesadas.

Utilizou-se o método qualitativo, por este ser indutivo e descritivo, isto porque a investigação foi desenvolvida a partir de conceitos, ideias e entendimentos utilizando padrões encontrados nas informações recolhidas. Embora este método seja pouco estruturado, facilitou todavia um relacionamento mais extenso e flexível com a matéria em estudo, o que proporcionou possibilidades quase infinitas de exploração e uma maior riqueza dos detalhes, mais sensível ao contexto.

As conclusões foram validadas pelo método quantitativo, isto porque foram procurados padrões numéricos relacionados com os conceitos. Para se poder afirmar que se estabelece então uma relação causa-efeito e se procede a uma previsão dos fenómenos.

Para esta validação foram utilizados os padrões apresentados pela Directiva da Comissão Europeia IP/08/786, que afirma que os pneus com pressão insuficiente podem levar a um aumento de 4% do consumo de combustível e a uma redução de 45% da vida útil dos pneus e os valores do estudo sobre a pressão dos pneus dos camiões realizado na Alemanha [22] que indica que 50% dos camiões tinham pressão incorrecta, ou seja 2% de aumento do consumo e 22,5% de diminuição da vida útil.

Ao aumentar o consumo aumenta também a produção de CO₂ e de outros gases de efeito de estufa, desnecessariamente.

Além desta directiva anteriormente citada, vários outros estudos tais como o “The role of tyre pressure in vehicle safety, injury and environment” [25] afirmam que a que a pressão insuficiente é uma das causas mais importantes dos acidentes rodoviários.

Para a elaboração deste trabalho, adoptou-se um conjunto de procedimentos, técnicas e instrumentos com vista a atingir os objectivos. Podemos identificar três principais fases, cada uma delas de importância vital para a conclusão dos fins em vista, nomeadamente:

- Fase de estudos: tratou-se de uma fase preliminar, em que se recolheu e ponderou informações de interesse sobre o assunto do trabalho, em livros, artigos, na internet e estabeleceu a comunicação com entidades relevantes para o tema.
- Fase de planeamento: com base nas informações recolhidas anteriores, estabeleceu-se a estrutura deste trabalho, que foi subdividido em três partes fundamentais:
 - Enquadramento teórico;
 - Conclusões;
 - Apresentação de propostas para minimização do problema.
- Fase de realização: nesta fase a execução foi no sentido prático e visou o tecido empresarial a que se destina.

Este trabalho suporta-se em cinco pilares principais para o seu desenvolvimento, que são:

- Conhecimento sobre o pneu;
- Consumo em função da pressão incorrecta;
- A diminuição da vida útil e o aumento das falhas dos pneus;
- O aumento da segurança rodoviária (diminuição do número de acidentes);
- O aumento da produção de CO₂.

É finalizado com um capítulo de apresentação de três propostas para a minimização/resolução do problema estudado e os respectivos estudos económicos em função do retorno do investimento para cada caso, para estes estudos foram utilizados os valores dos equipamentos, fornecidos pelo mercado (contactos e propostas no anexo 6) e os dados estatísticos indicativos do ministério dos transportes de Espanha, por segundo a experiência profissional do autor, espelharem a realidade dos transportes pesados de mercadorias.

PARTE III. Resultados e discussão

Sabemos pela prática e pelos contactos efectuados, que nas empresas de transporte, os pneus são controlados de forma deficiente, normalmente, estão a cargo do motorista. Este critério está totalmente errado, em virtude dos pneus serem essenciais para a execução do transporte em segurança e economia, sendo que o seu valor de custo/km é um dos maiores custos variáveis da empresa. Todos os meses são repostos cerca de 2% dos pneus das frotas.

As empresas de transportes necessitam de conhecimento profundo do item pneu e controlo apertado sobre o mesmo para minimizar o impacto nos custos da empresa e do País.

No presente estudo, não foi possível o acesso aos dados das empresas sobre o consumo de combustível e de pneus, por estas não os possuírem de forma tratável ou por não os facultarem, partiu-se do universo das viaturas por conta de outrem (empresas de transportes) para a unidade (viatura), com base na Directiva da Comissão Europeia IP/08/786 e os dados estatísticos do INE – Instituto Nacional de Estatística de 2007 [26].

Tabela 5 - Dados sobre o transporte rodoviário de mercadorias em Portugal

Transporte rodoviário de mercadorias								
Anos	Veículos utilizados			Distância percorrida				
	Total	Parque por conta próprio	Parque por conta de outrem	Total	Parque por conta próprio		Parque por conta de outrem	
					Transporte nacional	Transporte internacional	Transporte nacional	Transporte internacional
	N.º			10 ³ km				
Portugal								
2000	61.605	42.455	19.150	3.038.712	1.357.883	56.278	825.227	799.324
2001	62.399	41.125	21.274	3.303.576	1.315.321	54.514	1.072.394	861.347
2002	60.990	39.794	21.196	3.185.295	1.272.758	52.750	951.856	907.931
2003	59.525	37.753	21.772	3.035.833	1.207.483	50.045	946.663	831.642
2004	61.242	34.436	26.806	3.831.754	1.193.258	131.507	1.083.622	1.423.367
2005	66.999	38.616	28.383	3.986.927	1.183.468	123.194	1.125.719	1.554.546
2006	67.925	39.050	28.875	4.093.848	1.186.378	138.134	1.120.341	1.648.995
2007	67.174	36.185	30.989	4.152.082	1.074.017	95.345	1.240.181	1.742.541

INE - Estatísticas dos Transportes – 2007 [26]

Para análise dos dados, separaram-se os veículos das empresas de transporte, denominados “parque por conta de outrem” nos dados do INE, dos veículos de outro tipo de empresa, do comércio ou indústria, que dispõem de veículos para efectuar a distribuição dos seus produtos ou matérias-primas, denominados “parque por conta própria”.

A necessidade dessa separação foram as suas distintas realidades, enquanto que, nas empresas de transporte de aluguer, o resultado anual é a diferença entre os custos de exploração e o valor da facturação das cargas transportadas no ano, nas empresas que utilizam veículos de carga para os seus próprios transportes, estes custos são mais um dos custos de exploração no cálculo dos custos totais do produto.

Apesar de estas últimas terem mais defesas, devem também focar uma especial atenção aos custos, por estes representarem um factor decisivo na sua competitividade no mercado.

Actualmente, em toda a Europa as empresas de transportes de aluguer são, na sua grande maioria, pequenas empresas, podemos até dizer que são empresas do tipo familiar.

Este tipo de tecido empresarial é normalmente muito frágil e de pouco peso negocial em relação aos grandes clientes, sendo muitas vezes utilizadas para esmagar os preços em relação às empresas de transportes maiores, que têm necessariamente uma estrutura de custos maior.

Nesta conjuntura, os resultados apresentados estão diferenciados por tipo de parque.

Os pressupostos para os cálculos são:

- Consumo normal de uma viatura pesada de carga é cerca de 40 l/100 km;
- Acréscimo do consumo de combustíveis em função da pressão incorrecta é de 4% (IP/08/786);
- As viaturas que circulam com pressão incorrecta são 50% [24], [23];
- Preço por litro de combustível 0,90 € + iva (preço de 2009)
- Diminuição de produção de CO₂ é de 3,25 g/km (IP/08/786).

Tabela 6 - Valores de acréscimos em combustíveis e CO₂

Tipo de parque	Nº Veículos	km Totais	km por Veículo	Total de combustível desnecessário	Custo do combustível desnecessário por Veículo	Acréscimo total de Ton. CO₂	Acréscimo de CO₂ kg Veículo
Conta de outrem	30.989	2.982.722.000	96.251	23.861.778 L	693 €	9.700	313
Conta própria	36.185	1.169.362.000	32.316	9.354.896 L	233 €	3.800	105
Total	67.174	4.152.082.000		33.216.674 L		13.500	

Face a estes valores, é necessária a apresentação de propostas para minimizar a problemática da pressão incorrecta dos pneus.

Propostas para minimização

Descobrir um pneu ligeiramente sub-pressurizado é extremamente difícil, devido ao facto de não ser facilmente visível, logo só com sistemas de monitorização é possível assegurar que o veículo circula sempre com a pressão adequada, em todos os pneus, e que o condutor é informado, caso ocorra um furo ou vazamento.

Circular com a pressão adequada nos pneus permite um menor consumo de combustível, aumenta o tempo de vida dos pneus, diminui a quantidade de emissão de CO₂ e aumenta muito a segurança rodoviária.

Pelo reconhecimento público destas vantagens e pelas legislações que alguns países têm em vigor ou em estudo, inicia-se o desenvolvimento de vários sistemas de monitorização da pressão dos pneus.

Basicamente podemos dividir estes sistemas em dois grandes grupos:

- Monitorização com informação;
- Monitorização com auto-correcção.

Método 1 – Utilização da monitorização da pressão informativa.

Podemos dividir este método em duas filosofias de informação no tempo:

- Informação ao condutor, quando inspecciona a roda (pontual);
- Informação ao condutor no painel de instrumentos (permanente).

Informação ao condutor quando inspecciona a roda

É um sistema de monitorização da pressão dos pneus (TPL), que activa automaticamente um aviso de segurança quando a pressão cair 4 PSI nas viaturas ligeiras e 8 PSI nos camiões.

Neste sistema, o aviso é feito através de um *LED* (*Light-emitting diode*) de cor vermelha que começa a piscar na roda onde foi detectado o problema, porem, não é muito visível do interior da viatura, na posição normal de condução.

A sua função é, no início e durante a jornada de trabalho, informar o condutor sobre o estado dos pneus da viatura, a fim de serem tomadas as acções correctivas.

As vantagens deste sistema são: o baixo preço de aquisição, manutenção e a facilidade e preço da montagem.



Figura 38 – Tire Pressure LED [27]

Normalmente tem um sistema anti-furto, que impede a sua remoção sem a utilização de uma chave especial.

Em 2009, o seu valor de mercado era de 15 € por roda. Preço da EuroColven [29] – Espanha

Informação ao condutor no painel de instrumentos da viatura

Este sistema funciona com sensores de pressão externos, que se colocam na válvula do pneu, alimentados com pilhas, que comunicam por rádio frequência com uma unidade central ligada à alimentação do veículo. Esta unidade central dispõe de um interface gráfico que informa o condutor caso ocorra um problema, num determinado pneu.



Figura 39 - TPMS (Tire Pressure Monitoring System) [28]

Em 2009, o seu valor de mercado era 35 € cada sensor externo por roda e 130 € pelo monitor interno, mais 50 € de despesas de envio.

Método 2 – Utilização da auto-pressurização

Existem no mercado vários sistemas de auto-pressurização, mas que pouco diferem uns dos outros, sendo a maior diferença o facto de que, em alguns, a pressão pode ser controlada pelo motorista (pode aumentar ou baixar a pressão em função do piso) e noutros a pressão para cada pneu é fixa e pré-definida.

Na maioria dos casos, o ar que é utilizado para a pressurização provém do compressor da viatura, podendo ser utilizado no caso dos sistemas reduzidos o ar da suspensão (só aplicado nos pneus dos reboques).

Na maioria dos sistemas, a alimentação de ar às rodas dos tractores é externa (Figura 40) e à do reboque é interna, através dos eixos (Figura 41).



Figura 40 - Sistema de auto-pressurização externa [29]



Figura 41 - Sistema de auto-pressurização interna [29]

Nos autocarros as montagens são todas exteriores



Figura 42 - Sistema de auto-pressurização externa em autocarros [29]

O princípio de funcionamento é muito simples: informação sobre a pressão de cada roda é enviada a um painel de controlo, que varia o design de fabricante para fabricante, mas a sua função é a de comparar em cada momento a pressão de cada pneu com a pressão pré-estabelecida para o pneu. Caso esta pressão seja mais baixa, é enviado ar filtrado do tanque de ar da viatura para o pneu.

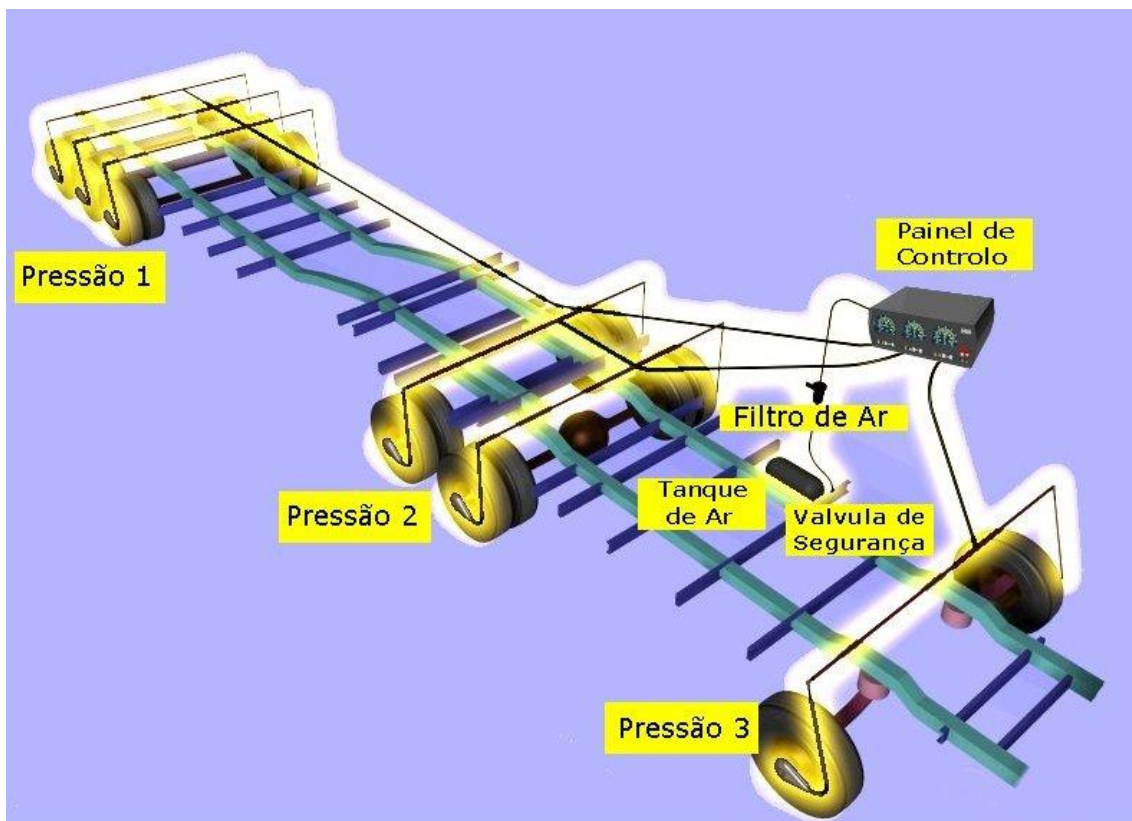


Figura 43 - Diagrama de funcionamento do sistema Vigia [29]

A grande vantagem deste sistema é que, mesmo em caso de furo num pneu, a viatura pode continuar viagem até encontrar um lugar seguro para efectuar a troca ou reparação da roda.

Esta vantagem reflecte-se directamente na qualidade do serviço, porque a viatura continua o seu trabalho só parando depois de efectuar a descarga no cliente, e na segurança, tanto rodoviária como do condutor, evitando a mudança de pneus em locais extremamente perigosos e movimentados, existindo registos de várias mortes de condutores nestas circunstâncias.

A nível ambiental, devemos realçar o aumento da vida útil de cada pneu e o aumento da possibilidade de recauchutagem do mesmo, que vai não só diminuir muito o custo por quilómetro e os custos ambientais, na medida em que, para recauchutar um pneu a energia necessária é 2,5 vezes inferior à necessária para produzir um pneu novo.

O preço em 2009 para uma configuração composta por tractor de 2 eixos e semi-reboque de três eixos era de 2.080 €, com montagem.

Estudo económico das propostas

Segundo a Directiva da Comissão Europeia IP/08/786 atrás transcrita, “Pneus com pressão insuficiente podem levar a um aumento de 4% do consumo de combustível e a uma redução de 45% da vida útil do pneu”.

Em virtude de estudos recentes indicarem que cerca de 50% das viaturas circulam com pressão incorrecta [23] e [24], para todas as propostas do estudo económico em função do retorno do investimento, vamos partir de uma premissa que será de aumento de 2% consumo de combustível e de 22,5% de redução de vida útil dos pneus.

O primeiro cálculo vai comparar os custos nos itens, combustível e pneus, numa viatura sem e com monitorização da pressão.

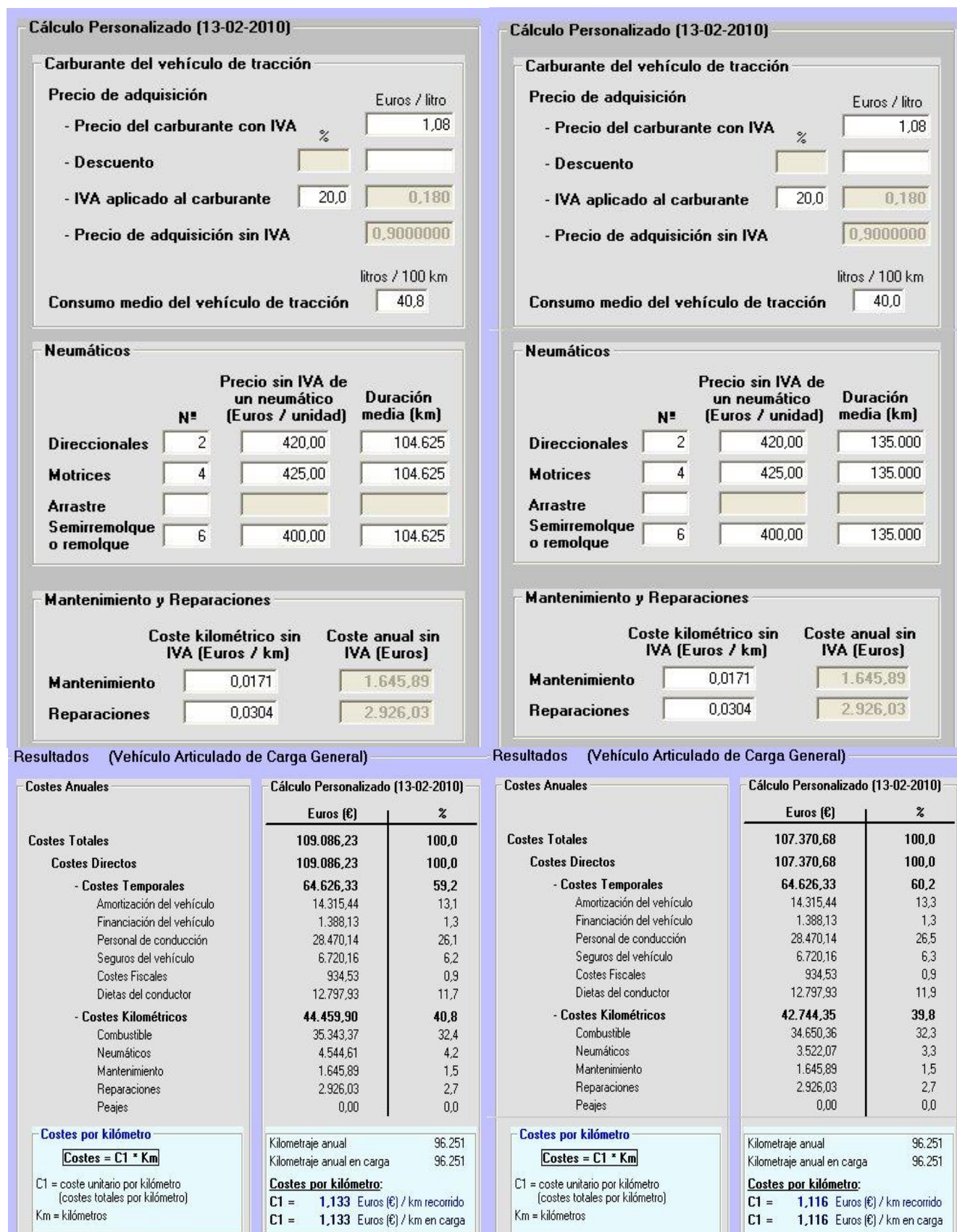
Num segundo cálculo compara-se os custos como no primeiro caso influenciados pela primeira recauchutagem, de notar que esta só é possível em pneus de boa qualidade e que durante a sua primeira vida útil tiveram uma manutenção permanente e correcta da pressão, quando são cumpridos estes requisitos, em muitos casos é possível uma segunda recauchutagem o que faz baixar muito o custo do item.

Apesar de não ser necessário um detalhe tão fino, vai ser utilizado o modelo de cálculo disponível na página do ministério espanhol dos transportes, para uma possível alavancagem para cálculos de custo mais correctos [30]. A utilização deste programa ou de outro similar é fundamental em qualquer empresa de transporte.

Os valores utilizados para o estudo foram:

- Combustível 0,90 €/litro + IVA (preço2009);
- Pneu novo da marca Michelin;
- Recauchutagem da Michelin (Remix);
- Observatório de custos e valores do ministério Espanhol dos transportes.

Comparação entre o custo sem e com monitorização da pressão com parâmetros do mercado português



Acotram [30]

Figura 44- Resultados para veículo articulado de carga geral de 40 ton. Peso Bruto I

Gráfico 5 - Comparação de Custos sem Recauchutagem

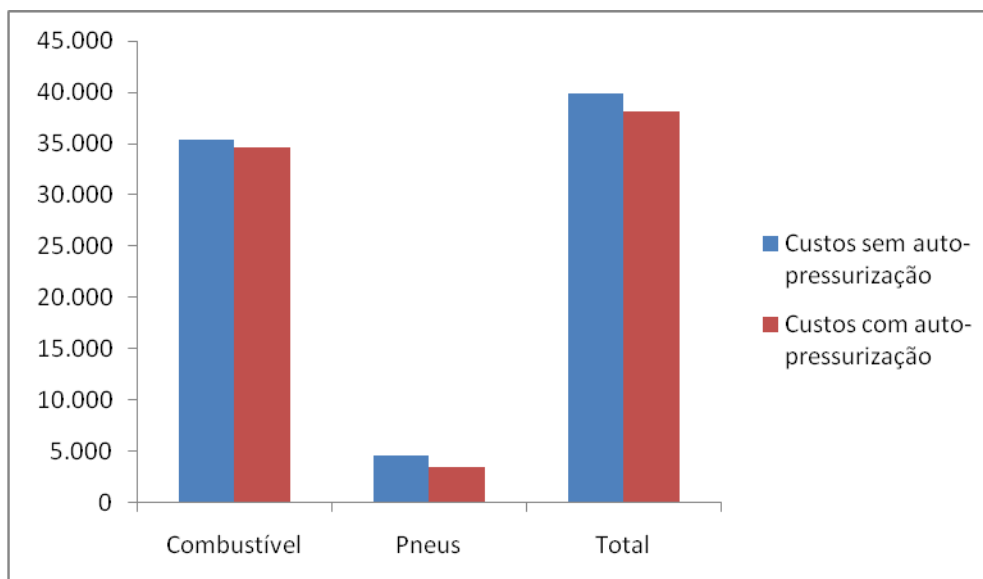


Tabela 7 - Comparação sem recauchutagem

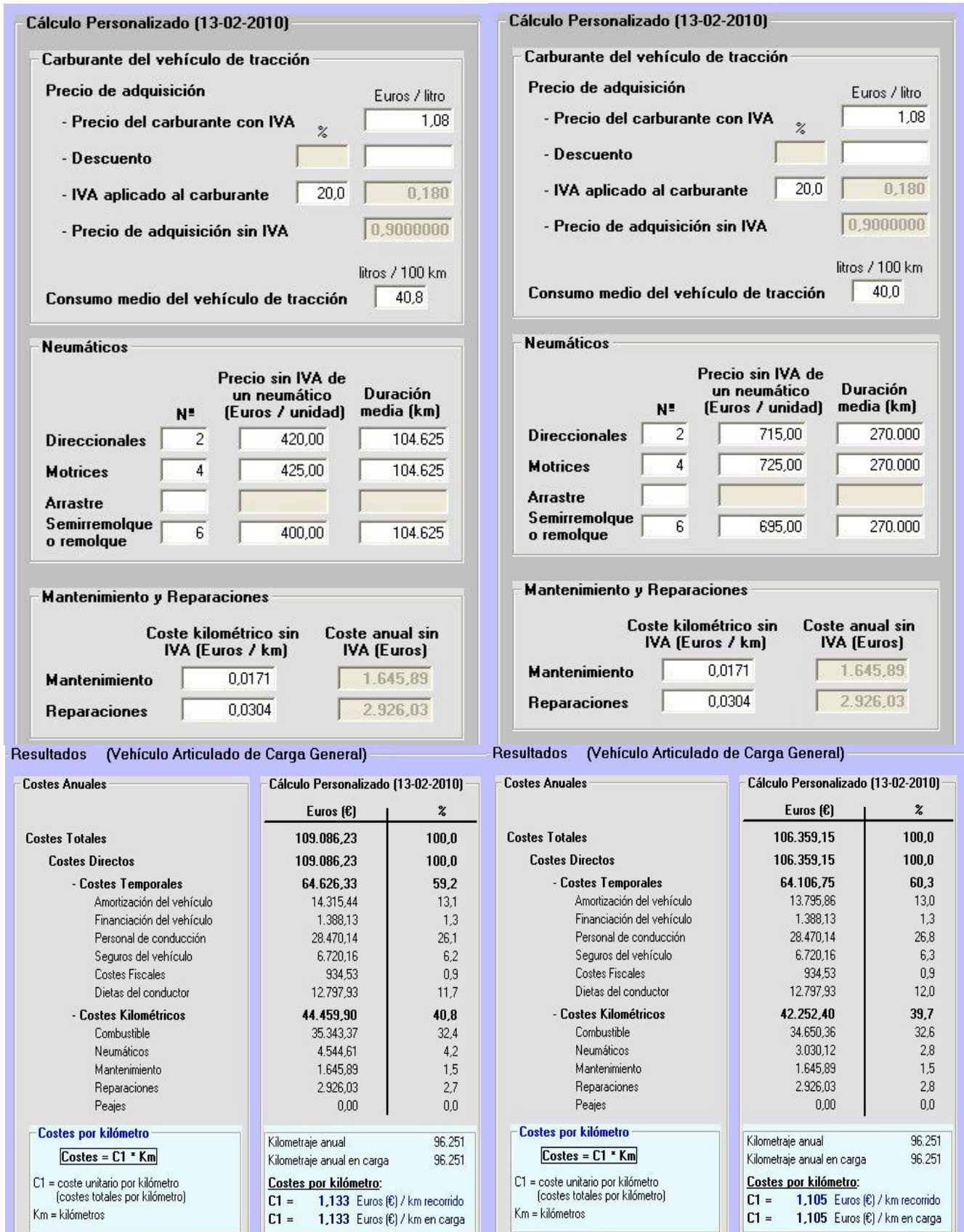
	Custos sem auto-pressurização	Custos com auto-pressurização	Diferença
Combustível	35.343	34.650	693
Pneus	4.545	3.522	1.023
Total	39.888	38.172	1.716

Da comparação entre o observatório de custos com a alteração dos parâmetros combustível e pneus, em função dos quilómetros médios percorridos, sem e com monitorização de pressão e segundo os dados do INE [26], conclui-se que para o valor do estudo que é de 96.251 km/ano, a diminuição do custo em combustível é de 693 €/ano e em pneus é de 1.023 €/ano ou seja um total de 1.716 €/ano, 143 €/mês

Tabela 8 – Tempo de retorno do investimento

Tipo de Equipamento	Valor Total	Nº de Meses para retorno do investimento
TPL – Tire Pressure Led	180 €	1,3 Meses
TPMS – Tire Pressure Monitoring System	600 €	4,2 Meses
Auto-pressurização	2.080 €	14,5 Meses

Comparação entre o custo sem e com monitorização da pressão e 1ª recauchutagem com parâmetros do mercado



Acotram [30]

Figura 45- Resultados para vehículo articulado de carga geral de 40 ton. Peso Bruto II

Gráfico 6 - Comparação de Custos com 1ª Recauchutagem

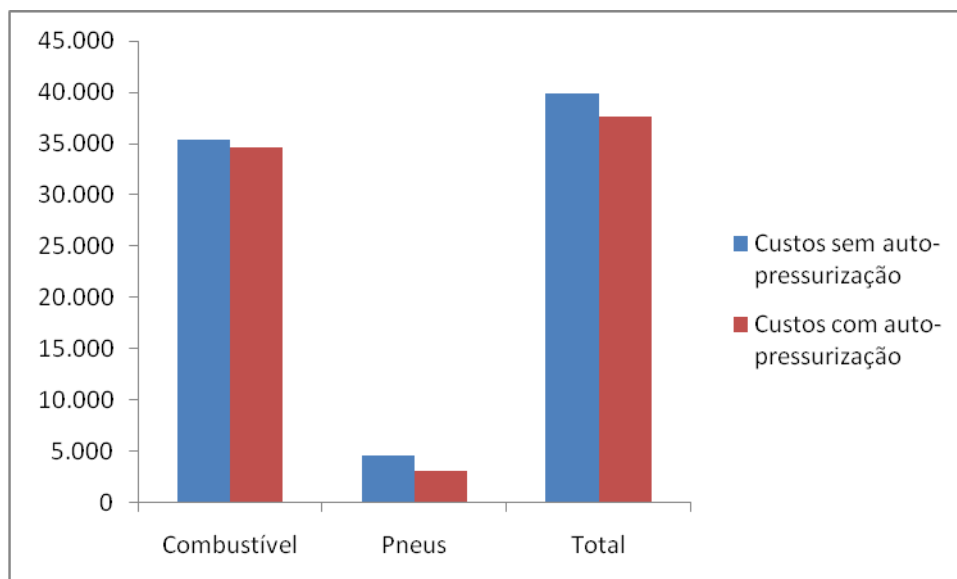


Tabela 9- Comparação de custos com 1ª recauchutagem

	Custos sem auto-pressurização	Custos com auto-pressurização e com primeira recauchutagem dos pneus	Diferença
Combustível	35.343	34.650	693
Pneus	4.545	3.030	1.515
Total	39.888	37.680	2.208

Da comparação entre o observatório de custos com a alteração dos parâmetros combustível e pneus, em função dos quilómetros médios percorridos, sem e com monitorização de pressão e com recauchutagem, segundo os dados do INE [25], conclui-se que para o valor do estudo que é de 96.251 km/ano, a diminuição do custo em combustível é de 693 €/ano e em pneus é de 1514 €/ano ou seja um total de 2.208 €/ano, 184 €/mês

Tabela 10 -Tempo de retorno do investimento com 1ª recauchutagem

Tipo de Equipamento	Valor Total	Nº de Meses para retorno do investimento
TPL – Tire Pressure Led	180 €	0,9 Meses
TPMS – Tire Pressure Monitoring System	600 €	3,3 Meses
Auto-pressurização	2.080 €	11,3 Meses

Considerações finais

Apesar da análise da tabela anterior poder indicar que TPL ou TPMS serem a melhor opção de escolha, visto o retorno do investimento ser mais rápido, isso não é correcto visto estes dois tipos de equipamentos só minimizam o problema, o único equipamento que na realidade resolve definitivamente esta problemática é a Auto-pressurização.

Face a todo o exposto a Auto-pressurização é o sistema que deve ser adoptado nas empresas de transporte, apesar do retorno do equipamento ser mais demorado, mas é o mais eficiente e definitivo.

Limitações

Como já foi referido no decorrer do trabalho, não foi possível o acesso aos dados das empresas sobre o consumo de combustível e de pneus, por estas não os possuírem de forma tratável ou por não os facultarem.

Literatura sobre este tema não é muito comum nem de fácil descoberta.

Teria dado uma diferente dimensão a este trabalho, uma componente de experimentação sobre a vida útil dos pneus em condições de pressão incorrecta e o consumo real de combustível para as várias situações (pressão correcta, sub-pressurização e sob-pressurização), mas tal não foi possível, por razões económicas e logísticas, visto por razões de segurança, ser necessário efectuar em laboratório.

Perspectivas Futuras

As perspectivas futuras serão no âmbito dos pneus em fim de vida, o que fazer com eles:

- Procurar utilizações para eles inteiros,
 - No mar para a criação de recifes artificiais;
 - Em terra, para diminuir a erosão;
 - Em parques infantis;
 - Como mobiliário urbano;
- Queimá-los, substituindo os combustíveis fosseis.
- Reciclá-los, aproveitando a borracha e o aço que os compõem.
 - Procurar utilizações para estes materiais, em novos produtos.

Conclusão

Com a monitorização da pressão, os benefícios na Qualidade, Ambiente e Segurança são muito grandes e reflectem-se principalmente nos pontos:

- Qualidade do serviço a efectuar aos clientes;
- Imagem da empresa por pontualidade e eficiência;
- Produtividade;
- Protecção ambiental;
- Diminuição da utilização dos recursos naturais;
- Diminuição da emissão de poluentes;
- Diminuição da emissão de gases de efeito de estufa, como o CO₂;
- Segurança dos trabalhadores;
- Segurança dos outros utentes da via pública;
- Segurança das viaturas.

Estas vantagens, aliadas às vantagens económicas, são facilmente implantáveis nas viaturas e a um custo bastante acessível, a qualquer empresa de transportes, isto porque o sistema paga-se a ele mesmo, com a economia em combustível, pneus e o aumento de produtividade pela diminuição de paragens para substituição dos pneus, tanto as programadas como as ocasionais, por perfuração com corpo estranho ou rebentamento.

Em função da Qualidade, Ambiente e Segurança Rodoviária, em especial dos condutores de camião, o sistema de auto-pressurização deve ser utilizada nas empresas de transporte.

Face a todo o exposto, pode concluir-se, e foi este o objectivo último deste trabalho, que a não utilização de qualquer destes sistemas, é por desconhecimento desta problemática e das soluções.

Referências bibliográficas

- [1]. Pagina da **MICHELIN** [Em linha], [Consultado 25 Ago. 2009].
Disponível na WWW:
<URL: <http://www.michelin.pt>>.
- [2]. Loeffler, G.: **Verdade sobre os pneus** [Em linha], [Consultado 05 Nov. 2009].
Disponível na WWW:
<URL: <http://www.cronospeed.com.br>>.
- [3]. **Conhecendo o pneu** [Em linha], [Consultado 01 Out. 2009].
Disponível na WWW:
<URL:<http://www.magnumtires.com.br/home/home.php>>.
- [4]. **Pneus para veículos médios e pesados: noções básicas** [Em linha],
[Consultado 18 Nov. 2009].
Disponível na WWW:
URL: http://www.conti-online.com/generator/www/pt/pt/continental/transport/general/home/index_pt.html
- [5]. Pagina da **BRAZILTIREES** [Em linha], [Consultado 2 Fev.. 2009].
Disponível na WWW:
URL: <http://www.braziltires.com.br/tudosobrepneus/pneus.html>
- [6]. REIMPELL, J.; STOLL, H.; BETZLER, J.W.: **The Automotive Chassis: Engineering Principles**. 2. ed. Warrendale: SAE International, 2001.
ISBN 0-7680-0657-0
- [7]. **Processo de Fabricação de um Pneu** [Em linha], [Consultado 1 Nov. 2009].
Disponível na WWW:
URL: <http://www.pirelli.com.br/web/technology/plants/proc-prod/default.page>>.
- [8]. **Processo de fabricação da BRIDGESTONE** [Em linha], [Consultado 1 Nov. 2009].
Disponível na WWW:
URL: <http://www.pneuseguro.com.br/index.asp?page=fabricacao#>>.

- [9]. **Folheto sobre processo de fabricação da YOKOHAMA**
- [10]. ALAPA - **Recomendações sobre o uso e manutenção (1a edição)** [Em linha], [Consultado 5 Nov. 2009].
Disponível na WWW:
URL: <http://www.alapa.com.br/alapav01/portugues/manuais/manuais.aspx>.
- [11]. **Processo de recauchutagem** [Em linha], [Consultado 15 Nov. 2009].
Disponível na WWW:
URL: <http://www.bandague.pt/>.
- [12]. TMC – Technological & Maintenance council American Trucking Associations, Inc.: **Recommended practice guidelines for tire inflation pressure maintenance**. Out. 2003.
- [13]. TRA – The Tire and Rim Association Inc.: **2003 Yearbook** , Ohio: 2003
- [14]. FORD, T.L.; CHARLES, F. S. - **Heavy Duty Truck Tire Engineering**. SP-729
Warrendale PA: SAE – Society of automotive Engineers, 1988
ISBN 0-8988-3656-5.
- [15]. SANDBERG, U. and EJSMONT, J. - **Tyre / Road Noise Reference Book**, Informex, SE-59040 Kisa, Sweden (2002).
- [16]. DESCORNET, G. - **Wet Road Influence on Vehicle Noise**, Proceedings of Internoise, 2000, Nice, France (2000).
- [17]. DESCORNET, G.; FAURE, B.; HAMET, J.; KESTEMONT, X.; LUMINARI, M., QUARESMA, L. and SANDULLI D. - **Traffic Noise and Road Surfaces: State of the Art**. Report for SIRUUS project: Belgian Road Research Centre, Brussels (2000).
- [18]. FREITAS, E. F.; PEREIRA P. A. A. - **A Influência da Água no Ruído Produzido pelo Tráfego Rodoviário**, *Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil, Portugal*

- [19]. **Poupança de combustível** [Em linha], [Consultado 01 Set. 2009].
Disponível na WWW:
URL: http://www.conti-online.com/generator/www/pt/pt/continental/transport/themes/goods/fuel_saving/fuel_saving_tips_pt.html>.
- [20]. **Programa do Ministério de Minas e Energia** coordenado e gerido com recursos técnicos, administrativos e financeiros da Petrobras, S.A. (CONPET).
[Em linha], [Consultado 23 Set. 2009].
Disponível na WWW:
URL:
http://www.conpet.gov.br/comofazer/comofazer_int.php?segmento=corporativo&id_comofazer_serie=8>.
- [21]. Hiroshi Matsumaga – artigo em 8 Jul. 2008 - **Quais os principais problemas do transportador na hora de escolher um programa de gerenciamento de pneus** [Em linha], [Consultado 23 Set. 2009].
Disponível na WWW:
URL: http://transpoonline.com.br/editorpergunta/63-hiroshi_matsumaga.html
- [22]. STOCK, K.; **Tire Pressure Monitoring Systems**, presentation at the IEA workshop, Improving the On-Road Performance of Motor Vehicles, Paris, Nov. 2005 [Em linha], [Consultado 24 Set. 2009].
Disponível na WWW:
URL: http://www.iea.org/work/workshopdetail.asp?WS_ID=227
- [23]. Pagina da **WABCO** [Em linha], [Consultado 11 Nov. 2009].
Disponível na WWW:
URL: <http://www.wabco.info/intl/pdf/815/00/45/8150100453.pdf>
- [24]. **Mau uso de pneus, aumenta o consumo de combustível e acidentes**
[Em linha], [Consultado 14 Out. 2009].
Disponível na WWW:
URL: <http://www.tvciencia.pt/tvcjrn/pagjrn/tvcjrn03.asp?cdc=271&nsq=1>

- [25]. PAINE, .M; GRIFFITTHS, M.; MAGEDARA, N. – **The Role of Tyre Pressure in Vehicle Safety, Injury and Enviroment.** [Em Linha],
[Consultado 25 Mai 2009]
Disponível na WWW:
<URL: <http://www.maic.qld.gov.au/forms-publications-stats/pdfs/tyre-pressure-report-final.pdf>>
- [26]. **Estatísticas dos Transportes – 2007** [Em Linha], [Consultado 01 Jul. 2009]
Disponível na WWW:
<URL:
http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=36283005&PUBLICACOESmodo=2&xlang=pt>.
- [27]. Página da **NOKIAN TYRES** [Em linha],
[Consultado 15 Nov. 2009].
Disponível na WWW:
URL: [http:// www.nokiantyres.com/heavytyres](http://www.nokiantyres.com/heavytyres)
- [28]. Página da **PRESSUREPRO** [Em linha],
[Consultado 15 Nov. 2009].
Disponível na WWW:
URL: <http://www.advantagepressurepro.com/>
- [29]. Página da **EUROCOLVEN** [Em linha],
[Consultado 15 Nov. 2009].
Disponível na WWW:
URL: <http://www.eurocolven.es/>
- [30]. Ministério de fomento de Espanha – **Programa informático para calculo dos Custos de transportes por estrada – ACOTRAM** [Em linha],
[Consultado 1 Ago. 2009].
Disponível na WWW:
URL: <http://www.fomento.es>

Anexo 1

Norma Portuguesa 1682 de 1980

Anexo 1 - NP 1682 de 1980

Pneu - Dispositivo mecânico feito de composições de elastómeros, tecido, aço e outros materiais, que é montado numa jante, e contém o fluido que suporta a carga. Os pneus do tipo com câmara (*tube type*) são de forma adequada para conter uma câmara-de-ar insuflada. Os pneus sem câmara (*tubeless*) têm material na carcaça e construção capaz de proporcionar uma retenção de fluido igual à de um pneu com câmara-de-ar.

Pneu novo - Pneu não usado e sem ter sido sujeito a recauchutagem.

Pneu recauchutado - Pneu usado, ao qual foi aplicado um novo piso ou um novo piso e paredes laterais.

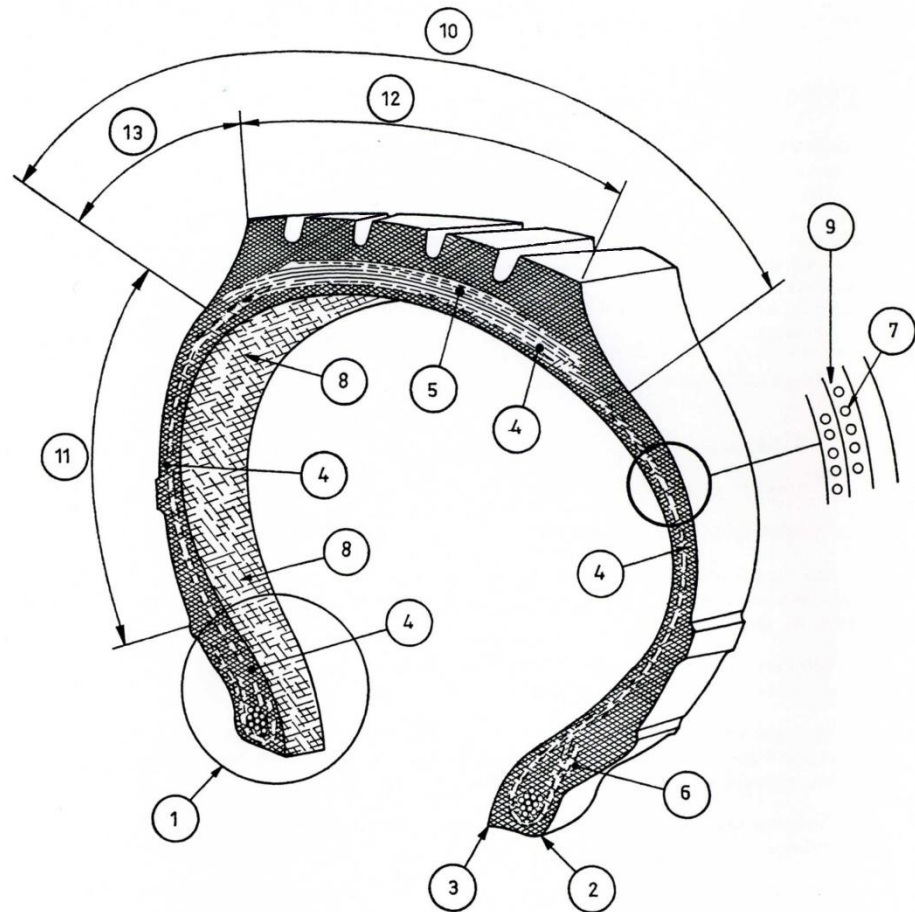
Definições Relativas à Estrutura.

Estrutura diagonal (*bias ply*) - Estrutura em que as cordas das telas vão de talão a talão e são colocadas de maneira a formarem ângulos alternados, substancialmente inferiores a 90°, com a linha do centro do piso.

Estrutura cintada (*bias belted*) - Estrutura diagonal, mas com a carcaça cingida por uma cinta constituída por duas ou mais telas com ângulos alternados e menores que os da carcaça.

Estrutura radial - Estrutura em que as cordas das telas vão de talão a talão, cujos ângulos formados com a linha do centro do piso são de aproximadamente 90° e cuja carcaça é estabilizada por uma cinta, essencialmente inextensível, constituída por duas ou mais telas.

Estrutura reforçada — Estrutura do pneu cuja carcaça é mais resistente que a do pneu normal correspondente.



NP 1682 (1980)

Figura 14 - Elementos constitutivos de um pneu

- 1- Talão - Parte do pneu destinada a fixar o pneu à jante.
- 2- Tacão do talão - Parte do talão que se ajusta ao ângulo formado pela junção da aba com a base da jante.
- 3- Biqueira - Parte mais interior do talão, oposta ao tacão.
- 4- Carcaça - Estrutura formada por telas solidárias aos talões e que suporta a pressão de enchimento.
- 5 - Cinta - Componente formado por uma ou mais telas aplicadas sob o piso e destinadas a estabilizar o pneu ou a proteger as telas da carcaça.
- 6 - Protector de jante - Componente destinado a proteger a área do talão do atrito da jante.
- 7 - Corda - Cabo, têxtil ou não, que forma o tecido das telas do pneu.
- 8 - Camada interior ou forro - Camada de composições de elastómeros, que vai de talão a talão, disposta no interior da carcaça.

9- Tela - Camada de cordas paralelas revestidas de composições de elastómeros.

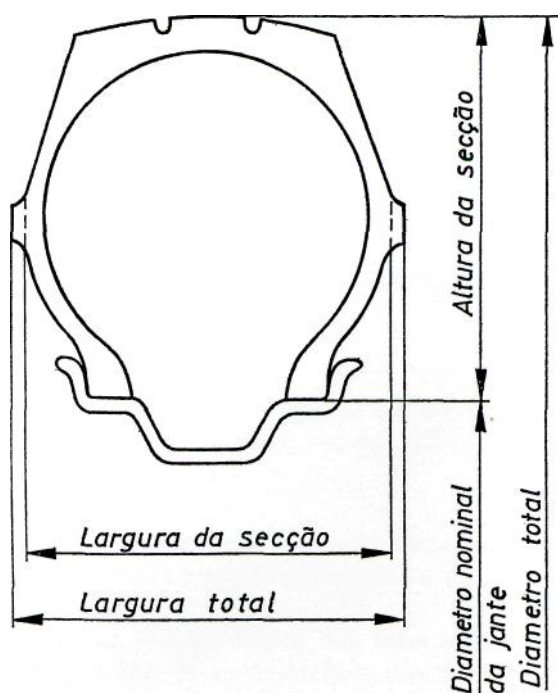
10 – Piso - Parte do pneu que contacta com o solo, constituída pela coroa e pelo ombro.

11- Parede lateral ou flancos - Parte do pneu que fica entre o piso e o talão.

12- Coroa ou banda de rodagem - Zona de contacto com o solo situada entre os ombros do pneu.

13- Ombro - Zona compreendida entre a coroa e a parede lateral.

Definições relativas às dimensões



NP 1682 (1980)

Figura 15 - Curte vertical de pneu e jante

Largura da secção - Distância máxima linear entre os lados exteriores das paredes laterais do pneu insuflado, excluindo as saliências provenientes das marcações de identificação, decoração e frisos protectores.

Largura total - Distância máxima linear entre os lados exteriores das paredes laterais do pneu insuflado, incluindo as saliências provenientes das marcações de identificação, decoração e frisos protectores.

Altura da secção - Metade da diferença entre o diâmetro total do pneu e o diâmetro nominal da jante.

Diâmetro total - Diâmetro do pneu insuflado.

Diâmetro total em serviço - Diâmetro total mais:

Tolerâncias de fabrico;

Aumento resultante da dilatação em serviço.

Índice de aparência - Relação entre a altura da secção e a largura da secção.

Factor de dimensão (*size factor*) - Soma do diâmetro total com a largura da secção, medidos com o pneu montado em jante de medição insuflada.

Outras definições

Jante - Aro metálico com perfil adequado para montagem do pneu, no qual assentam os talões.

Jante para medição ou ensaio — Jante na qual o pneu deve ser montado para obtenção de dimensões ou para ensaios.

Escultura do piso — Relevo e desenho do piso que aumentam as características de tracção travagem e direcção.

Ranhuras do piso - Espaço entre dois frisos ou blocos adjacentes da escultura do piso.

Indicador do desgaste do piso — Faixa transversal que reduz a profundidade das ranhuras e que serve como indicativo da profundidade ainda existente nos outros locais do piso.

Anexo 2

Directiva da Comissão Europeia IP/08/786

Anexo 2 - Directiva da Comissão Europeia IP/08/786

Melhorar a segurança e o desempenho ambiental dos veículos

A Comissão Europeia propõe que, a partir de 2012, todos os veículos novos estejam equipados com sistemas electrónicos de controlo da estabilidade, a fim de melhorar radicalmente a segurança dos veículos.

Os camiões e outros veículos pesados devem ser equipados com sistemas avançados de travagem de emergência e com sistemas de aviso de afastamento da faixa de rodagem a partir de 2013. Já no ano passado, a Comissão havia proposto a montagem obrigatória nos veículos ligeiros de passageiros de sistemas de assistência à travagem para proteger os peões. Estas medidas vão reduzir em cerca de 5000 por ano o número de vítimas mortais de acidentes rodoviários.

Ao mesmo tempo, a Comissão propõe a introdução obrigatória em 2012 de pneus de baixa resistência ao rolamento, que reduzem consideravelmente o consumo de combustível e as emissões de CO₂, e podem igualmente reduzir o ruído, sem deixar de manter um elevado nível de segurança.

Os pneus de baixa resistência ao rolamento reduzem as emissões de CO₂ em 7 g por km, dando assim um forte contributo para a estratégia de redução das emissões de CO₂ para os veículos, adoptada em Fevereiro de 2007. Conseguir-se-á ainda uma maior redução do consumo de combustível e das emissões de CO₂ com a introdução, que agora se propõe, de sistemas de controlo da pressão dos pneus.

A proposta da Comissão também vai eliminar mais de 150 directivas em vigor, substituindo-as por um único regulamento, instrumento que é directamente aplicável em toda a UE e que remete para as normas harmonizadas das Nações Unidas.

O Vice-Presidente da Comissão Günter Verheugen, responsável pela política empresarial e industrial, declarou, a propósito: «Estamos a simplificar a legislação. Estamos a melhorar a segurança rodoviária. Estamos a promover a eficiência de consumo de combustível. Apresentamos uma estratégia política moderna integrada, que traz vantagens para os cidadãos, para o ambiente e para a indústria.»

A Comissão propõe a introdução das seguintes prescrições de segurança:

- Instalação obrigatória de sistemas electrónicos de controlo da estabilidade nos veículos novos de série e nos veículos comerciais, progressivamente a

partir de 2012, devendo estar todos os veículos novos equipados com esses sistemas até 2014. O sistema electrónico de controlo da estabilidade actua sobre os sistemas de travagem ou sobre o motor de um veículo para ajudar o condutor a manter o controlo do veículo numa situação crítica (causada, por exemplo, pelas más condições da estrada ou pela velocidade excessiva numa curva). Para além de salvar vidas, o uso generalizado do sistema electrónico de controlo da estabilidade nos veículos pode reduzir de modo significativo as congestões de tráfico causadas pelos acidentes que envolvem veículos pesados.

- Sistemas avançados de travagem de emergência, destinados a veículos pesados, utilizam sensores para alertar o condutor quando o veículo está demasiado próximo do veículo da frente e, em certas situações, accionam a travagem de emergência para prevenir ou reduzir as consequências de uma colisão (a partir de 2013).
- Sistemas de aviso de afastamento da faixa de rodagem nos veículos pesados, para assistir os condutores, avisando-os de que o seu veículo está em risco de se afastar da faixa de rodagem, em manobra não intencional, principalmente devido à falta de atenção do condutor (a partir de 2013).
- Para além disso, a Comissão propôs, em Outubro de 2007, que os veículos ligeiros de passageiros passassem a ser equipados a partir de 2009 com sistemas de travagem com assistência. Estima-se em 1100 as vidas de peões que podem ser salvas cada ano, se toda a frota europeia de veículos estiver equipada com esse sistema. O uso de sistemas de travagem com assistência pode reduzir consideravelmente a distância de travagem de um veículo em situação de emergência, permitindo assim evitar em absoluto a colisão com um peão, ou fazer com que ela se dê a uma velocidade muito mais reduzida (ver [IP /07/1453](#)).
- Em consonância com a recomendação do relatório CARS 21, procede-se à revogação de mais de 50 directivas em vigor e mais de 100 directivas de alteração, que vão ser substituídas, sempre que possível, por referências aos regulamentos das Nações Unidas.

Novas prescrições para pneus

- Pneus de baixa resistência ao rolamento, que passam a ser obrigatórios a partir de 2012, permitem um menor consumo de combustível em razão de uma menor resistência ao rolamento dos pneus, causada principalmente pela deformação da roda ou do pneu ou pela deformação da estrada. A resistência ao rolamento depende em grande medida do material da roda ou pneu, podendo ser reduzida, por exemplo, pelo uso de sílica na composição do relevo. A fim de evitar qualquer incidência negativa na segurança, são introduzidas prescrições explícitas de segurança em paralelo com novas normas sobre o ruído.
- Sistemas de controlo da pressão dos pneus, obrigatórios a partir de 2012, avisam o condutor sempre que um pneu está a rolar a uma pressão significativamente abaixo da sua pressão ideal. Manter uma pressão correcta dos pneus é essencial para a eficiência do consumo de combustível e para um melhor desempenho do pneu. Pneus com pressão insuficiente podem levar a um aumento de 4% do consumo de combustível e a uma redução de 45% da vida útil do pneu. Os pneus podem perder 3-6% da pressão num mês, sem que o condutor se aperceba. Pneus com pressão insuficiente são também uma causa importante de acidentes rodoviários.

Segundo a investigação conduzida por TNO, nos Países Baixos, o potencial de economia de combustível dos pneus de baixa resistência ao rolamento e dos sistemas de controlo da pressão dos pneus nos veículos ligeiros de passageiros é de 3% e 2,5% respectivamente.

No que respeita aos veículos novos com uma emissão esperada de 130 g CO₂/km em ciclo de ensaio do motor, prevêem-se reduções suplementares de mais de 7 g/km de CO₂ (3,9 g para os pneus de baixa resistência ao rolamento e 3,25 para os sistemas de controlo da pressão dos pneus).

A redução potencial de CO₂ dos pneus de baixa resistência e dos sistemas de controlo da pressão dos pneus num veículo actual (por exemplo, com 160g em ciclo de ensaio) seria superior a 7kg/tonelada.

Sistemas avançados de segurança

Estimativas preliminares sugerem que as novas propostas com vista à montagem de sistemas de segurança nos veículos pesados poderiam vir a salvar cerca de 2500 vidas por ano (sendo 500 imputadas aos sistemas electrónicos de controlo da estabilidade e 1000 a cada um dos sistemas avançados de travagem de emergência e de aviso de afastamento da faixa de rodagem) e ainda muitas mais vidas fora da União Europeia, já que a legislação vai incentivar os fabricantes a montar sistemas electrónicos de controlo da estabilidade como equipamento de série em veículos destinados também a outros mercados.

A montagem destes equipamentos nos veículos pode salvar entre 2000 e 2500 vidas por ano. A proposta prevê também a montagem facultativa de sistemas avançados de travagem de emergência e de aviso de afastamento da faixa de rodagem nos veículos ligeiros de passageiros, desde que sejam cumpridas determinadas normas.

Anexo 3

Normas Internacionais

Anexo 3 - Normas Internacionais

As normas mais comuns na indústria de pneus são: DOT, ETRTO, INMETRO e JATMA

DOT

DOT é a sigla do *United States Department Of Transportation* (USDOT).

Por definição, um pneu com a certificação DOT é um pneu que foi fabricado nos EUA ou enviado para aquele país, não importando a origem nem a finalidade.

Indica que o pneu em causa pode ser comercializado no mercado americano.

ETRTO

ETRTO é a sigla do *European Tyre and Rim Technical Organisation* é indicada nos flancos dos pneus quando estes forem próprios para venda no mercado europeu, também não importando a origem ou finalidade. A sigla é representada pela letra “E”, acompanhada do número do fabricante e país onde foi certificada.

Cada fabricante pode obter a certificação num país diferente, porém alguns só tem validade em partes da Europa.

JATMA

A sigla JATMA define *Japan Automobile Tire Manufacturers Association*, uma organização dos principais fabricantes de pneus do Japão que conta com Bridgestone, Sumitomo, Yokohama, Toyo e Nihon Michelin.

Define as normas de fabricação, tipos de testes, operações comerciais, meio ambiente, canais de distribuição, reciclagem, etc. Além de todos os fabricantes de pneus do Japão, seguem também as normas definidas pelo JATMA fabricantes de automóveis e órgãos do governo.

INMETRO

A sigla INMETRO é a do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial e define as normas para fabricação e/ou importação de pneus para o mercado brasileiro. Através do IQA – Instituto de Qualidade Automotiva – certifica os pneus destinados ao mercado seguindo testes de qualidade padrão.

Anexo 4

Unidades de pressão
e
Factores de conversão

Anexo 4 - Unidades de pressão e Factores de conversão

Unidades de pressão e factores de conversão

	<u>Pa</u>	bar	<u>at</u>	<u>atm</u>	<u>Torr</u>	<u>psi</u>
1 Pa	$\equiv 1 \text{ N/m}^2$	$= 10^{-5} \text{ bar}$	$\approx 10,2 \cdot 10^{-6} \text{ at}$	$\approx 9,87 \cdot 10^{-6} \text{ atm}$	$\approx 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ Torr}$	$\approx 145 \cdot 10^{-6} \text{ psi}$
1 bar	$= 100\,000 \text{ Pa}$	$\equiv 10^6 \text{ dyn/cm}^2$	$\approx 1,02 \text{ at}$	$\approx 0,987 \text{ atm}$	$\approx 750 \text{ Torr}$	$\approx 14,504 \text{ psi}$
1 at	$= 98\,066,5 \text{ Pa}$	$= 0,980665 \text{ bar}$	$\equiv 1 \text{ kgf/cm}^2$	$\approx 0,968 \text{ atm}$	$\approx 736 \text{ Torr}$	$\approx 14,223 \text{ psi}$
1 atm	$= 101\,325 \text{ Pa}$	$= 1,01325 \text{ bar}$	$\approx 1,033 \text{ at}$	$\equiv 101\,325 \text{ Pa}$	$= 760 \text{ Torr}$	$\approx 14,696 \text{ psi}$
1 Torr	$\approx 133,322 \text{ Pa}$	$\approx 1,333 \cdot 10^{-3} \text{ bar}$	$\approx 1,360 \cdot 10^{-3} \text{ at}$	$\approx 1,316 \cdot 10^{-3} \text{ atm}$	$\equiv 1 \text{ mmHg}$	$\approx 19,337 \cdot 10^{-3} \text{ psi}$
1 psi	$\approx 6894,757 \text{ Pa}$	$\approx 68,948 \cdot 10^{-3} \text{ bar}$	$\approx 70,307 \cdot 10^{-3} \text{ at}$	$\approx 68,046 \cdot 10^{-3} \text{ atm}$	$\approx 51,7149 \text{ Torr}$	$\equiv 1 \text{ lbf/in}^2$

Anexo 5

Pressões de enchimento
para
Pneus de caminhão





Anexo 5 - Pressões de enchimento para pneus de caminhão



Pressões de enchimento para pneus de Camião
2009





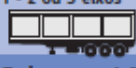

TRANSPORTE DE MERCADORIAS

Veículos Dimensões		Estrada							
		Tratores Normas C.E.E					Semi-reboques	Portadores	
		4x2 		6x2 			1 - 2 ou 3 eixos 	4x2 	
		DT	AT	DT	AT1	AT2 Simplex ou Duplo	Todas as posições Simplex ou Duplo	DT	AT
205/80 R 15 X	124/122J						7,25		
7.50 R 15 X	135/133G						8,5		
8.25 R 15 XT	143/141G						8,5		
10.00 R 15 X	148/145G						8,5		
205/65 R 17.5 XT	127/125J						9,0		
205/75 R 17.5 X	124/122M							6,5	5,5
215/75 R 17.5 X	126/124M							6,5	5,5
215/75 R 17.5 XT	135/133J						8,5		
225/75 R 17.5 X	129/127M							7,0	6,0
235/75 R 17.5 X	132/130M							7,0	6,0
235/75 R 17.5 XT	143/141J						8,5		
245/70 R 17.5 X	136/134M							7,5	6,5
245/70 R 17.5 XT	143/141J						8,5		
265/70 R 17.5 X	138/136M							7,0	6,5
8 R 17.5 X	117/116L							6,0	5,5
8.5 R 17.5 X	121/120L-M							6,0	5,5
9.5 R 17.5 X	129/127L							7,0	6,0
9.5 R 17.5 X	143/141J						8,5		
10 R 17.5 X	134/132L							7,5	6,5
8 R 19.5 X	123/122L							6,5	5,5
9.5 R 19.5 X	134/131L							7,0	6,5
245/70 R 19.5 X	136/134L-M							7,0	6,5
245/70 R 19.5 XT	141/140J						8,5		
255/60 R 19.5 XT	143/141J						9,0		
265/70 R 19.5 X	140/138L-M							7,5	6,5
265/70 R 19.5 X	143/141J						8,5		

TRANSPORTE DE MERCADORIAS

Veículos Dimensões		Estrada										
		Portadores					Reboques					
		6x2				6x2x4		2 - 3 eixos centrais		2 - 3 eixos		
		DT	AT1 Duplo	AT2 Simples	AT2 Duplo	DT	AT	Todas as posições Simples ou Duplo		DT Simples ou Duplo	AT Simples ou Duplo	
205/80 R 15 X	124/122J										7,25	7,25
7.50 R 15 X	135/133G										8,5	8,5
8.25 R 15 XT	143/141G										8,5	8,5
10.00 R 15 X	148/145G										8,5	8,5
205/65 R 17.5 XT	127/125J							9,0			9,0	9,0
205/75 R 17.5 X	124/122M											
215/75 R 17.5 X	126/124M											
215/75 R 17.5 XT	135/133J							8,5			8,5	8,5
225/75 R 17.5 X	129/127M											
235/75 R 17.5 X	132/130M											
235/75 R 17.5 XT	143/141J							8,5			8,5	8,5
245/70 R 17.5 X	136/134M											
245/70 R 17.5 XT	143/141J							8,5			8,5	8,5
265/70 R 17.5 X	138/136M											
8 R 17.5 X	117/116L											
8.5 R 17.5 X	121/120L-M											
9.5 R 17.5 X	129/127L											
9.5 R 17.5 X	143/141J							8,5			8,5	8,5
10 R 17.5 X	134/132L											
8 R 19.5 X	123/122L											
9.5 R 19.5 X	134/131L											
245/70 R 19.5 X	136/134L-M											
245/70 R 19.5 XT	141/140J							8,5			8,5	8,5
255/60 R 19.5 XT	143/141J							9,0			9,0	9,0
265/70 R 19.5 X	140/138L-M											
265/70 R 19.5 X	143/141J							8,5			8,5	8,5

TRANSPORTE DE MERCADORIAS








Veículos Dimensões		Estrada							
		Tratores Normas C.E.E					Semi-reboques	Portadores	
		4x2 		6x2 			1 - 2 ou 3 eixos 	4x2 	
		DT	AT	DT	AT1	AT2 Simplex ou Duplo	Todas as posições Simplex ou Duplo	DT	AT
285/70 R 19.5 X	144/142M	7,5	7,0					7,5	6,5
285/70 R 19.5 X	150/147J						8,5		
305/70 R 19.5 X	147/145M	7,5	7,0					7,5	6,5
425/55 R 19.5 XT	160J						9,0		
445/45 R 19.5 XT	160J						9,0		
365/80 R 20 X (F20 P1)	160K						8,5		
10 R 22.5 X	144/142L	7,5	7,0				7,0	7,0	6,5
255/70 R 22.5 X	140/137M							8,0	7,0
275/70 R 22.5 X	148/145L-M						8,5	8,5	7,0
275/80 R 22.5 X	149/146L	8,0	7,5				8,0	8,5	7,0
11 R 22.5 X	148/145L	7,5	7,5				8,0	8,0	7,5
11 R 22.5 X	142/142J						8,0		
12 R 22.5 X	152/148L	7,0	7,5					8,0	7,5
295/60 R 22.5 X	150/147K	9,0	9,0					9,0	9,0
295/80 R 22.5 X	152/148M	8,5	8,0	8,5	7,0	7,0	8,5	8,5	8,0
305/70 R 22.5 X	152/148L	8,5	7,5					8,5	8,0
315/60 R 22.5 X	152/148L	9,0	8,5					9,0	8,5
315/70 R 22.5 X	154/150L	8,5	7,5	8,5	7,0	7,0		8,5	8,0
315/80 R 22.5 X	156/150L	8,5	7,5	8,0	6,5	6,5	8,5	8,5	7,5
13 R 22.5 X	156/150L	7,5	7,0					8,0	7,5
385/55 R 22.5 X	158L-160J	7,5*					9,0	8,0*	
385/65 R 22.5 X	158L-160J	7,5*					9,0	8,0*	
455/45 R 22.5 X	160J						9,0		
425/65 R 22.5 X	165K						9,0		
445/65 R 22.5 X	169K						9,0		
X One 495/45 R 22.5 X	169K		9,0						

TRANSPORTE DE MERCADORIAS

Veículos Dimensões		Estrada										
		Portadores					Reboques					
		6x2				6x2x4		2 - 3 eixos centrais		2 - 3 eixos		
		DT	AT1 Duplo	AT2 Simplex	AT2 Duplo	DT	AT	Todas as posições Simplex ou Duplo		DT Simplex ou Duplo	AT Simplex ou Duplo	
285/70 R 19.5 X	144/142M											
285/70 R 19.5 XT	150/147J							8,5	8,5	8,5		
305/70 R 19.5 X	147/145M											
425/55 R 19.5 XT	160J							9,0	9,0	9,0**		
445/45 R 19.5 XT	160J							9,0	9,0	9,0**		
365/80 R 20 X (F20 Pi)	160K								9,0	9,0		
10 R 22.5 X	144/142L								7,0	7,0		
255/70 R 22.5 X	140/137M											
275/70 R 22.5 X	148/145L-M											
275/80 R 22.5 X	149/146L								8,0	8,0		
11 R 22.5 X	148/145L								8,0	8,0		
11 R 22.5 X	142/142J								8,0	8,0		
12 R 22.5 X	152/148L					8,0	7,5					
295/60 R 22.5 X	150/147K	9,0	8,5	8,5	9,0	9,0	9,0					
295/80 R 22.5 X	152/148M	8,5	7,5		7,0	8,5	8,0		8,5	8,5		
305/70 R 22.5 X	152/148L					8,5	8,0					
315/60 R 22.5 X	152/148L	9,0	8,5	8,5	9,0	9,0	8,5					
315/70 R 22.5 X	154/150L	8,5	8,0	8,0	8,5	8,5	8,0					
315/80 R 22.5 X	156/150L	8,5	7,5	7,5	8,0	8,5	7,5		8,5	8,5		
13 R 22.5 X	156/150L					8,5	7,5					
385/55 R 22.5 X	158L-160J	8,0*		8,0		8,0*			9,0	9,0**		
385/65 R 22.5 X	158L-160J	8,0*		8,0		8,0*			9,0	9,0**		
455/45 R 22.5 X	160J								9,0	9,0**		
425/65 R 22.5 X	165K								9,0	9,0		
445/65 R 22.5 X	169K								9,0	9,0		
XOne 495/45 R 22.5 X	169K											









*No eixo direccional, carga do eixo = pressão. Exemplo: 7,5 toneladas = 7,5 bar de pressão, 8 toneladas = 8,0 bar de pressão. **Com 2 eixos traseiros, 9,0 bar.

TRANSPORTE DE MERCADORIAS

Veículos Dimensões		Obras						
		Tractores				Semi-reboques	Portadores	
		4x2 - 4x4		6x4 - 6x6		1 - 2 ou 3 eixos	4x2 - 4x4	
								
		DT	AT	DT	AT	Todas as posições Simples ou Duplo	DT	AT
8.5 R 17.5 X	121/120L						6,0	5,5
9.5 R 17.5 X	129/127L						7,0	6,0
9.5 R 19.5 X	134/131K						7,5	6,5
265/70 R 19.5 X	143/141J					8,5		
305/70 R 19.5 XZU	148/145J							
445/65 R 19.5 X	165K					8,5		
12.00 R 20 X	154/150G-K	7,5	8,5	7,0	6,0	7,0	8,0	8,5
10 R 22.5 X	144/142K	7,5	7,0			7,0	7,0	6,5
275/70 R 22.5 XZU	148/145J							
11 R 22.5 X	148/145K	7,0	7,5			8,0	7,5	7,0
11 R 22.5 XZU	148/145J							
12 R 22.5 X	152/148K	7,0	7,5				8,0	7,5
12 R 22.5 XZU	152/148J							
295/80 R 22.5 X	152/148K	7,0	7,5				8,5	8,0
295/80 R 22.5 XZU	152/148J							
305/70 R 22.5 XZU	150/147J							
315/80 R 22.5 X	156/150K	8,0	7,5			8,5	8,0	7,5
13 R 22.5 X	154/150G-K	8,0	7,5	7,0	6,0	8,0	8,0	7,5
385/65 R 22.5 X	158K-160K	7,5*				9,0	8,0*	
425/65 R 22.5 X	165K					9,0		
445/65 R 22.5 X	169K					9,0		





*No eixo direccional, carga do eixo = pressão. Exemplo: 7,5 toneladas = 7,5 bar de pressão, 8 toneladas = 8,0 bar de pressão.

TRANSPORTE DE MERCADORIAS

Veículos Dimensões		Obras				Urbanos			
		Portadores				Veículos de Recolha de Resíduos			
		6x4 - 6x6		8x4 - 8x8		4x2		6x2	
									
		DT	AT	DT	AT	DT	AT	DT	AT
8.5 R 17.5 X	121/120L								
9.5 R 17.5 X	129/127L								
9.5 R 19.5 X	134/131K					6,5	6,5		
265/70 R 19.5 X	143/141J								
305/70 R 19.5 XZU	148/145J					6,5	6,5		
445/65 R 19.5 X	165K								
12.00 R 20 X	154/150G-K	7,5	6,5	7,0	6,5	7,5	7,5		
10 R 22.5 X	144/142K					6,5	6,5		
275/70 R 22.5 XZU	148/145J					7,0	7,0		
11 R 22.5 X	148/145K								
11 R 22.5 XZU	148/145J					7,5	7,5		
12 R 22.5 X	152/148K	7,5	7,0	7,5	7,0				
12 R 22.5 XZU	152/148J					7,5	7,5	7,5	7,5
295/80 R 22.5 X	152/148K								
295/80 R 22.5 XZU	152/148J					7,5	7,5	7,5	7,5
305/70 R 22.5 XZU	150/147J					7,5	7,5		
315/80 R 22.5 X	156/150K	7,0	6,5	7,0	6,5	7,5	7,5	7,5	7,5
13 R 22.5 X	154/150G-K	7,0	6,5	7,0	6,5	7,5	7,5	7,5	7,5
385/65 R 22.5 X	158K-160K	8,0*		8,0*					
425/65 R 22.5 X	165K								
445/65 R 22.5 X	169K								

*No eixo direccional, carga do eixo = pressão. Exemplo: 7,5 toneladas = 7,5 bar de pressão, 8 toneladas = 8,0 bar de pressão.

TRANSPORTE DE PASSAGEIROS

Veículos Dimensões		Estrada				Urbanos				
		Autocarros				Autocarros				
		4x2 		6x2 		4x2 		Articulado 		
		DT	AT Simples ou Duplo	DT	AT Simples ou Duplo	DT	AT	DT	AT1 Simples ou Duplo	AT2 Simples ou Duplo
205/75 R 17.5 X	124/122M	6,5	5,5							
215/75 R 17.5 X	126/124M	6,5	5,5							
225/75 R 17.5 X	129/127M	6,5	5,5							
235/75 R 17.5 X	132/130M	6,5	5,5							
245/70 R 19.5 X	136/134M	7,0	6,0							
265/70 R 19.5 X	140/138L-M	7,0	6,0							
305/70 R 19.5 XZU	148/145J					7,5	7,5			
275/70 R 22.5 X	148/145L-M	7,5	7,5							
275/70 R 22.5 XZU	148/145J					7,0	6,5	7,5	6,5	7,5
275/80 R 22.5 X	149/146L	8,5	7,0							
11 R 22.5 X	148/145L	7,5	7,0							
11 R 22.5 XZU	148/145J					7,5	7,0	7,5	6,5	7,5
12 R 22.5 XZU	152/148J					8,0	7,5	7,5	6,5	7,5
295/80 R 22.5 X	152/148M	8,5	7,5	8,5	7,5					
295/80 R 22.5 XZU	152/148J					7,5	7,0	7,5	6,5	7,5
305/70 R 22.5 XZU	150/147J					8,0	7,5	7,5	7,0	7,5
315/60 R 22.5 XZU	152/148J					8,5	8,5	8,5	8,0	8,5
315/80 R 22.5 X	156/150L	8,5	7,5	8,0	7,5			8,0	7,0	7,0
X One 455/45 R 22.5 XDU	166J						8,5		8,5	8,5
X One 495/45 R 22.5 XDU	169J								8,0	9,0

Anexo 6
Consulta
Para
Recolha de preços

Anexo 6 - Consulta para recolha de preços

Tire Pressure Monitoring Systems: TPMS Safety product for RVs, towed vehicles, trucks, cars and trailers.


TirePressureMonitor.com

Wireless Tire Pressure Monitoring Systems

Increase Safety...
Buy a tire pressure monitor!

PRODUCTS | ACCESSORIES | Benefits | System Details | Support/Instructions

Home | About Us | Why Buy From Us? | News | Blog | Warranty | Contact Us [My Cart](#)

FREE GROUND SHIPPING IN U.S.*  800-521-6820

Products

- 6 Wheel Dipole Monitor
- 16 Wheel Monopole Monitor
- 34 Wheel Monopole Monitor
- Data Logging Monitor
- Intelligent "Drop & Hook" Monitor
- Intelligent Bridge
- Intelligent "Drop & Hook" Repeater
- Echo Repeater
- Embedded Monitor Board
- Sensors (Order one for each tire to be monitored)
- Industrial Sensor (Order one for each tire to be monitored)


Safety Blog


- News
 - World Solar Challenge
- Safety Blog
 - Benefits
 - Product News
 - Testimonials
- Uncategorized

16 Wheel Monopole Monitor

Use with RV, Towed Vehicles, 5th Wheel/Trailers, Bus

Monitors up to 16 wheel positions

 **INSTALLS IN 15 MINUTES!**
**time approximate*

 [Click for larger Image](#)

Order Sensors separately below. **\$190** [Add To Cart](#)

PressurePro™ RV Monitor: Press a button to check each tire's air pressure. Can alert you to low tire pressure; shows the problem tire location and current pressure.

- **FREE!** With each system (to qualify you must purchase a Monitor & at least four Sensors) you get: a free Stripped-end Hard Wire Cord (replaces cigarette lighter power cord)
- Common uses include RVs, Busses, 5th Wheels, Trailers (boat, snowmobile, etc.)
- 1 to 16 wheel positions
- Displays pressure in PSI, BAR, or kPa
- RS232 capable data feed
- Low Pressure Alerts at 12.5% & 25%
- Variable High Pressure Alerts from 10% to 45% (factory set at 24%)
- Displays a temperature measurement from the Sensor and sends it to the tire management program (the high-pressure alarm will also alert you).
- Self testing capability, signal strength & signal packets.
- Velcro mounting strips included.
- Does not include tire Sensors (order separately below).
- May need an Echo Repeater for rigs over 38' for better reception.

Power: 12V DC
Connector: USB Mini B style
Dimensions: 6.5"W x 3.0"H x 0.5" D
Frequency: 433.92 MHz FM
Pressure display: PSI, Bar, or kPa
Mounts to dash area using provided Velcro pads.
Includes one 12 volt lighter accessory power cord and one 3.5 inch monopole antenna.

Price: \$190.00



Products

- 6 Wheel Dipole Monitor
- 16 Wheel Monopole Monitor
- 34 Wheel Monopole Monitor
- Data Logging Monitor
- Intelligent "Drop & Hook" Monitor
- Intelligent Bridge
- Intelligent "Drop & Hook" Repeater
- Echo Repeater
- Embedded Monitor Board
- Sensors (Order one for each tire to be monitored)
- Industrial Sensor (Order one for each tire to be monitored)

Sensors (Order one for each tire to be monitored)

Replaces Valve Stem Cap

PressurePro™ Sensors

Sensors: Attached to each tire's valve stem to measure and transmit tire pressure. Pressure readings are wirelessly sent to the Monitor (order Monitor separately).



[Click for larger image](#)

- Reads pressures from 10-199 psi
- Weight - .6 oz (17 grams)
- Dimensions: 1.11" D x 1.01" H

Price: \$50.00 each

Add To Cart

Weight:
.6 oz (17 grams)
Dimensions:
1.11" Dia. x 1.01"H
Pressure Range:
10-199 psi
Effective Signal Range: Line of sight
433 MHz - 200 ft.

Price: \$50.00 each

Fernando Rocha

De: Jose Manuel Refoyo [comercial@sgalsa.es]
Enviado: segunda-feira, 16 de Novembro de 2009 15:47
Para: fernandotherock@sapo.pt
Assunto: infomación y presupuesto sistema Vigia
Anexos: fernando m.c.rocha.xls

Fernando buenas tardes: adjunto te envio(como quedamos esta mañana por telefono), precio del sistema vigia para semirremolque y cabeza tractora así como una relación de ventajas del sistema además del tiempo de montaje.

Recibe un cordial saludo.

Jose M. Refoyo.

Semirremolques Galicia – León, S.A.
Camino San Esteban, S/N, Pol. 1 – Parc. 469
49660 –Castrogonzalo
tlf 980 66 49 10

Dpto comercial

Nenhum vírus encontrado nessa mensagem recebida.

Verificado por AVG - www.avgbrasil.com.br

Versão: 9.0.707 / Banco de dados de vírus: 270.14.74/2515 - Data de Lançamento: 11/20/09 08:02:00



**SEMIRREMOLQUES
GALICIA-LEON, S.A.
Camino San Esteban, Pol. 1,
Parc. 469
49.660 – Castrogonzalo
(Zamora)
C.I.F. A-49.233.117**

FERNANDO M.C.ROCHA
RUA DE ATOLEIROS nAº2 3A
SETUBAL-PORTUGAL
TEL. 351966827449
fernandotherock@sapo.pt

El calibrador VIGIA es un sistema que mantiene en forma constante y automática la presión predeterminada de los neumáticos.

Ante cualquier disminución en la presión, incluso en caso de un pinchazo, VIGIA avisa al conductor y activa en forma automática el proceso de inflado.

Los beneficios de contar con este sistema no sólo se sienten en la carretera, también se reflejan en la rentabilidad de sus operaciones.

.Más durabilidad: Circular con los neumáticos siempre calibrados aumenta más de un 20% su vida útil.

.Seguridad: Una correcta calibración de los neumáticos disminuye el riesgo de accidentes por reventones.

.Puntualidad: Un pinchazo en plena carretera es solucionado por el sistema sin detener en ningún momento la marcha.

.Protege el casco. Permite más recauchutados.

.Menor consumo de combustible.

PRESUPUESTO.

TRACTORA+REMOLQUE SISTEMA INTERNO NM143+NM 248

.TRACTORA 2 EJES+REMOLQUE INTERNO
3 EJES MACIZOS.

TOTAL BASE IMPONIBLE..... 2.020 €

TIEMPO PARA REALIZAR EL TRABAJO 2 JORNADAS.

From: António Eduardo [mailto:aeduardo@sobralpneus.pt]
Sent: terça-feira, 17 de Novembro de 2009 11:45
To: Fernando Manuel Rocha
Subject: RE: Sobralpneus, António Eduardo.

Bom dia Eng.º,

No seguimento da nossa conversa de ontem junto envio os diversos valores.

Montagem exterior

Kit Vigia tractor 2 eixos c/montagem – 1.080,00€

Kit Vigia reboque 2 eixos c/montagem – 750,00€

Montagem interior (interior dos eixos)

Kit Vigia reboque 2 eixos c/montagem – 850,00€

Kit Vigia reboque 3 eixos c/montagem – 980,00€

Aos preços apresentados acresce o Iva á taxa legal em vigor.

Assim que tenha mais alguma novidade passo-lhe a informação.

Fico á disposição para qualquer esclarecimento.

Cumprimentos.



António Eduardo

Director Geral

aeduardo@sobralpneus.pt

Grupo Sobralpneus

<http://www.sobralpneus.pt>

Telefone: +351 263 851 201

Fax: +351 263 851 204

From: Pneus Lena Pneus Lena [mailto:pneuslena@hotmail.com]
Sent: quarta-feira, 10 de Fevereiro de 2010 17:50
To: Fernando Manuel Rocha
Subject: Cotação de pneus

Boa tarde Sr.Engenheiro Rocha,
Conforme conversa com Sr.Carlos Simões, junto envio os nossos melhores preços de pneus.

Preço Michelin em Novo

315/80R22,5 Direcção XZE-2-----420€
315/80R22,5 Tracção XDE-2-----425€
385/65R22,5 Reboque XTE-3-----400€

Pneus **Novos DoubleCoin** (marca patenteada pela Michelin, control europeu somente mão de obra chinesa, perímetros e pisos iguais aos da Michelin)

Adquirimos em 2010 esta marca e somos distribuidores oficiais da marca, o porquê de lhe pudermos apresentar estes valores. Esta marca também apresenta uma vasta gama de pneus de Engenharia Civil, tudo fabricação em radial.

315/80R22,5 Direcção RR202-----275€
315/80R22,5 Tracção RLB450-----280€
385/65R22,5 Reboque RR905-----275€

Pneu Michelin Recauchutado Remix c/carcaça

315/80R22,5 Direcção XZE-2-----295€
315/80R22,5 Direcção XDE-2-----300€
385/65R22,5 Reboque XTE-3-----295€

Pneus Recauchutados Borracha Bridgestone c/ carcaça

315/80R22,5 Direcção R227-----185€
315/80R22,5 Tracção M729/M711-----190€

Pneus Recauchutados Borracha Marangoni (borracha italiana) c/ carcaça em sistema de anilha a frio

315/80R22,5 Direcção ZE-2/ZY-2-----185€
315/80R22,5 Tracção DE-2/DY-3-----185€
315/80R22,5 SuperTracção (MixMaster)-----190€
385/65R22,5 Reboque TE-3-----190€

315/80R22,5 Direcção ZE-2/ZY-2-----190€
315/80R22,5 Tracção DE-2/DY-3-----190€
385/65R22,5 Reboque TE-3-----190€

Nota: Todos estes pneus de Tracção rondam os 22 mm e as carcaças são todas de origem e de marcas premium.

Tudo o que se refere a pneus novos acresce ecovalor e Iva à taxa em vigor. Tudo o que se refere a recauchutados acresce somente o Iva.

Atenciosamente,
Nuno Amaro (914918492)

Qualquer esclarecimento estou ao seu inteiro dispor.

A nossa Qualidade é a sua Segurança!

Pneus Lena, Lda.
Batalha - Portugal
Tel: + 351 244 766 890
Fax: + 351 244 766 891

Distribuidor

