

FACULDADE MARIO SCHENBERG
CEAT
CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS E TREINAMENTO /
TRÂNSITO

VAGNER APARECIDO QUINTILIANO

A EVOLUÇÃO DOS PNEUS E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A
SEGURANÇA VIÁRIA

São Paulo

2015

VAGNER APARECIDO QUINTILIANO

A EVOLUÇÃO DOS PNEUS E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A
SEGURANÇA VIÁRIA

Monografia apresentada ao Curso de Pós-graduação do Centro de Estudos Avançados e Treinamento / Trânsito, como exigência parcial para obtenção do título de ESPECIALISTA em Gestão, Engenharia e Operação de Trânsito.

São Paulo

2015

Dedico este trabalho a todos os meus amigos e professores que de uma maneira ou outra contribuíram para chegar a este momento.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por proporcionar a vida e fortalecer-me todos os dias.

A minha família, por estar sempre presente.

Aos meus mestres que incansavelmente sempre estiveram presentes e dispostos a proporcionar o máximo de conhecimento e a todos os meus amigos.

“A ciência de hoje é a tecnologia de amanhã.”

(Edward Teller).

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso, cujo título é *A evolução dos pneus e sua contribuição para a segurança viária*, teve por objetivo discorrer acerca da evolução dos pneus e sua contribuição para a segurança viária. Os pneus são tão presentes no cotidiano das pessoas que elas nem ponderam acerca da evolução no seu processo de fabricação. Quem utiliza os pneus de hoje, duráveis, seguros e confortáveis, não imagina as pesquisas desenvolvidas, nem as transformações pelas quais ele passou no período de quase duzentos anos. A pesquisa deixou claro o quanto o pneu é um componente indispensável ao funcionamento dos veículos automotores e bicicletas e que a condição física do pneu é o que determina a segurança ou a insegurança viária, uma vez que ele é o ponto de atrito entre o veículo e a via.

Palavras-chave: Pneu. Pesquisas tecnológicas. Segurança viária.

ABSTRACT

This Course Conclusion Work entitled “The evolution of tires and their contribution to road safety” aimed to make comments about the evolution of tires and its contribution to road safety. Tires are so present in everyday life of people that they do not ponder about the evolution of its manufacturing process. People who use most recent tires that are durable, safe and comfortable, neither wonder the developed researches nor the transformations during the last two hundred years. The research made it clear how the tire is an essential part for the operation of motor vehicles and bicycles and the physical condition of the tire is determinant to the road safety or unsafety, since the tire is the sticking point between the vehicle and the road.

Keywords: Tire. Technological research. Road Safety.

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 –	Mapa das indústrias de pneus e câmaras de ar no Brasil	18
Imagem 2 –	Partes dos pneus	23
Imagem 3 –	Pneu careca	25
Imagem 4 –	Trilha deixada por pneu	27
Imagem 5 –	Calibrar pneu	27
Imagem 6 –	Trafegar na chuva	35

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –	Vendas totais (em milhões de unidades) – 2014	20
Gráfico 2 –	Fatores contribuintes do veículo nos acidentes fatais em São Paulo/SP	29
Gráfico 3 –	Fatores contribuintes para os acidentes de moto em São Paulo/SP	30
Gráfico 4 –	Fatores contribuintes de acidentes com veículos (atropelamento) em São Paulo/ SP	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Dados de empregos da indústria de pneus	19
Tabela 2 –	Remuneração média por trabalhador no setor de fábricas de pneumáticos e câmaras-de-ar (2012) em R\$	19
Tabela 3 –	Dados de Produção por categoria (Milhares de unidades) – 2014	19
Tabela 4 –	Um carro com pneu gasto traz riscos na chuva a 60 km/h	26

LISTA DE ABREVIATURAS

Ago. – *Agosto*

Inc. – Inciso

Jul. – Julho

P. – Página

Set. – Setembro

LISTA DE SIGLAS

ANIP – Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CTB – Código de Trânsito Brasileiro

FIESP – Federação da Indústria do Estado de São Paulo

IMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

km/h – Quilômetros por hora

PUC – Pontifícia Universidade Católica

S/P – Sem página

SP – São Paulo

TWI – *Tread Wear Indicato – Indicador de Desgaste da Banda de Rodagem*

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1 OS PNEUS E O SEU PERCURSO NA ESTRADA DO TEMPO ATÉ CHEGAR A ATUALIDADE	16
2 OS PERIGOS DE UM PNEU EM MAU ESTADO DE CONSERVAÇÃO	22
2.1 Os pneus e os acidentes de trânsito	28
3 OS AVANÇOS TECNOLÓGICOS DO PNEU E SUA RELAÇÃO COM A SEGURANÇA VIÁRIA	33
CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS	39

INTRODUÇÃO

O pneu é um componente indispensável ao funcionamento dos veículos automotores e a propulsão humana e sua origem ocorreu no século XIX. São quase duzentos anos de avanço tecnológico até que se chegasse à qualidade e ao conforto presentes nos pneus nos dias atuais.

Conhecido tecnicamente como “pneumático”, os pneus fazem parte da história e da evolução da humanidade (RESENDE, 2004).

A palavra pneu tem sua origem na Grécia antiga. Os gregos usavam o termo pneuma com os significados de sopro, vento ou ar. A partir desse termo, nasceu pneumatikós, que queria dizer relativo ao sopro, ao ar, à respiração. Os romanos antigos tomaram a palavra emprestada ao grego, passando a grafá-la pneumáticus em seu idioma, o latim. Da Roma antiga, a palavra se estendeu às chamadas línguas latinas, como francês, italiano, espanhol e português. Foi por influência do francês que passamos a usar o termo com o significado atual. Em 1895, dicionários franceses já registravam a palavra pneu – grafada exatamente da mesma forma como a usamos em português – com o significado de ‘revestimento de borracha inflado por ar comprimido, usado nas rodas de veículos’. (GOODYEAR, 2009, S/P)

Dentre todos os componentes do carro, o pneu foi o que mais evoluiu. No início os automóveis seguiam o princípio das carruagens, que usavam aros de ferro e madeira, até que, em 1843, após a vulcanização, começaram a ganhar aros revestidos de borracha. Ainda assim eram duros e se quebravam com facilidade. (REVISTA QUATRO RODAS *ON LINE*, 2009)

Resolução 258 de 26 de agosto de 1999 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA traz alguns conceitos referentes aos pneus:

Artigo 2º - Para os fins do disposto nesta Resolução, considera-se:

I - pneu ou pneumático: todo artefato inflável, constituído basicamente por borracha e materiais de reforço utilizados para rodagem em veículos automotores e bicicletas; (nova redação dada pela Resolução nº 301/02)

II - pneu ou pneumático novo: aquele que nunca foi utilizado para rodagem sob qualquer forma, enquadrando-se, para efeito de importação, no código 4011 da Tarifa Externa Comum - TEC;

III - pneu ou pneumático reformado: todo pneumático que foi submetido a algum tipo de processo industrial com o fim específico de aumentar sua vida

útil de rodagem em meios de transporte, tais como recapagem, recauchutagem ou remoldagem, enquadrando-se, para efeitos de importação, no código 4012.10 da Tarifa Externa Comum-TEC;

IV - pneu ou pneumático inservível: aquele que não mais se presta a processo de reforma que permita condição de rodagem adicional, conforme código 4012.20 da Tarifa Externa Comum - TEC. (nova redação dada pela Resolução nº 301/02).

A resolução do CONAMA nº 258/99 foi criada com o intuito de determinar que “as empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos ficam obrigadas a coletar e dar destinação final ambientalmente adequada aos pneus inservíveis”.

O trabalho se justifica na medida em que a crescente demanda dos veículos automotores, dos consumidores exigentes e da necessidade de se ter um pneu que ofereça durabilidade, conforto e segurança faz com que a indústria, cada vez mais, invista em tecnologias e a academia é o melhor local para a pesquisa e o debate de todo assunto que venha a ser de interesse da humanidade.

Nesse sentido, o presente Trabalho de Conclusão de Curso - TCC tem por objetivo discorrer acerca da evolução dos pneus e sua contribuição para a segurança viária.

Para que se possa contemplar o objetivo proposto, a pesquisa é fundamentada pelos teóricos que estudam o tema. Foram realizados estudos bibliográficos, principalmente consultas a *sites da internet*.

Dividiu-se o trabalho em capítulos, abaixo sintetizados:

Capítulo 1: **O pneu e o seu percurso na estrada do tempo até chegar à atualidade**, discorre acerca de como os pneus passaram a fazer parte do cenário automobilístico até os dias atuais e quão importantes são para o conforto, segurança e para a economia por serem as fábricas de pneus e câmaras de ar uma grande fonte de geração de emprego e renda para milhares de pessoas.

Capítulo 2: **Os perigos de um pneu em mau estado de conservação** chama a atenção para a necessidade de se tráfegar com os pneus em boas condições de dirigibilidade – não apenas a condição da borracha, mas também de alinhamento e o balanceamento dos pneus, para que não venham a pôr em risco a

integridade física do condutor e de todos os usuários inseridos no contexto do trânsito.

Capítulo 3: **Os avanços tecnológicos do pneu e sua relação com a segurança viária** comenta a contribuição que os avanços tecnológicos que os pneus passaram ao longo dos anos se transformaram em conforto, durabilidade e contribuem para a segurança viária.

1 O PNEU E O SEU PERCURSO NA ESTRADA DO TEMPO ATÉ CHEGAR À ATUALIDADE

Enquanto a indústria de veículos automotores se desenvolvia, a necessidade de fabricação em larga escala dos pneus igualmente crescia. A indústria automobilística é a que mais inova em tecnologia e, em cada lançamento, é possível se observar, nos mais variados itens, o empenho em garantir segurança, conforto e satisfação de seus clientes, e dentre esses componentes, o pneu foi o que mais evoluiu.

Desde a sua origem no século XIX, até os dias atuais, o pneu passou por várias etapas. Charles Goodyear por um acidente descobriu que, quando as borrachas eram cozidas em altas temperaturas com enxofre, conservam-se estáveis às variações de temperatura, dando-se a esse processo o nome de vulcanização. (ANIP, 2009)

A descoberta da vulcanização é atribuída a Charles Goodyear, nos Estados Unidos, mas também a Thomas Hancock, na Inglaterra. Ambos desenvolveram patentes em 1840. (COSTA *et al* 2003, p. 125).

Muitos imaginam que a fábrica de pneus Goodyear é uma homenagem ao seu fundador, mas, é um tributo a Charles Goodyear, pela descoberta do processo de vulcanização.

A Revista Quatro Rodas (2009) – *on line* traz o que ela chama de “Uma volta pela tecnologia”, em que faz um relato cronológico do histórico da evolução do pneu.

1843: Charles Goodyear patenteia o processo de vulcanização da borracha, que a deixa mais estável e resistente a mudanças de temperatura.

1846: Robert William Thomson inventa o pneumático, mas logo abandona a ideia em favor de tiras de borracha maciça em torno das rodas.

1888: John Dunlop põe um tubo de ar na roda de um triciclo e dá força ao conceito do pneu, que vira padrão a partir de 1895, quando a Michelin começa sua produção para carros.

1904: Goodyear e Firestone lançam o pneu diagonal, reforçado por faixas de algodão sobrepostas.

1910: A B F Goodrich adiciona fuligem (negro-de carbono) à borracha dos pneus, aumentando sua vida útil. É a fuligem que dá a cor negra típica.

1937: Devido à Segunda Guerra Mundial, a B F Goodrich começa a produzir o primeiro pneu feito com borracha sintética.

1938: A Goodyear substitui o algodão pelo raio nas faixas dos pneus diagonais.

1946: Nasce o pneu radial, da Michelin. Em vez de ter faixas sobrepostas, o pneu radial tinha uma estrutura ao longo de seu raio, sem sobreposições, o que gerava menos calor e aumentava sua resistência. Isso permitiu a criação de pneus com altura de seção mais baixa e com banda de rodagem mais larga.

1947: A B F Goodrich lança o primeiro pneu sem câmara, que havia sido patenteado pela Goodyear em 1903. Surge o primeiro veículo vendido com pneus runflat, o Mini 1275 GT, equipado com o Dunlop Total Mobility Tyre.

1974: surgiu a primeira inovação significativa em muito tempo: a Dunlop criou o pneu runflat, que pode rodar vazio. Mas que enfrenta agora um problema: ele é pesado, pois as paredes têm de sustentar o peso do carro, justamente num momento em que a redução de peso virou bandeira entre os fabricantes, para baixar o consumo.

2005: A Michelin apresenta o Tweel, que suporta o carro por meio de raios deformáveis. Ele é mais leve e durável e não precisa de calibragem. (REVISTA QUATRO RODAS *ON LINE*, 2009).

Os pneus são tão presentes no cotidiano das pessoas que elas nem ponderam acerca da evolução no seu processo de fabricação. Quem utiliza os pneus de hoje, duráveis, seguros e confortáveis, não imagina as pesquisas desenvolvidas, nem as transformações pelas quais ele passou no período de quase duzentos anos.

No Brasil, a história dos pneus se inicia com os escritórios de importação por meio de empresas europeias e norte-americana que aqui se instalaram. A produção de pneus no Brasil se iniciou em 1934, ocorreu quando da implantação do Plano Geral de Viação Nacional.

Entre 1938 e 1941 outras grandes fabricantes passaram a produzir pneus no Brasil, elevando a produção nacional para quatrocentas e quarenta e uma mil unidades. Nos anos 80 já eram mais de vinte e nove milhões de pneus. Desde então, o Brasil conta com a instalação de mais de 15 fábricas de pneus, das quais quatro internacionais: Brigestone Firestone, Goodyear, Pirelli e Michelin. (FIESP, 2011, S/P).

A Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (2014) apresenta, no mapa abaixo, as indústrias de pneus e câmaras de ar instaladas em território brasileiro.

Imagem 1 – Mapa das indústrias de pneus e câmaras de ar no Brasil



Fonte: <http://www.anip.com.br/arquivos/numero-fabricas-brasil.pdf> - acesso em: 05 ago. 2015.

As fábricas de pneus tornaram-se fontes geradoras de empregos e renda para milhares de trabalhadores das regiões em que elas estão instaladas, conforme apresentadas na tabela abaixo.

Tabela 1 – Dados de empregos da indústria de pneus

Empregos no setor em 2014	
Diretos	29,5 mil
Indiretos	120 mil
Pontos de vendas	40 mil

Fonte: <http://www.anip.com.br/arquivos/dados-emprego-industria.pdf> – acesso em: 07 ago. 2015

Tabela 2 – Remuneração média por trabalhador no setor de fábricas de pneumáticos e câmaras-de-ar (2012) em R\$

Classes de atividades	Média Geral	Pessoal ligado à produção	Pessoal não ligado	Contribuições para Previdência Social
Indústria transformação	2549	2155	3853	532
Fábricas de pneumáticos e de câmaras-de-ar	4054	3401	7159	981
Reforma e recondicionamento de pneumáticos	1470	1355	1735	321

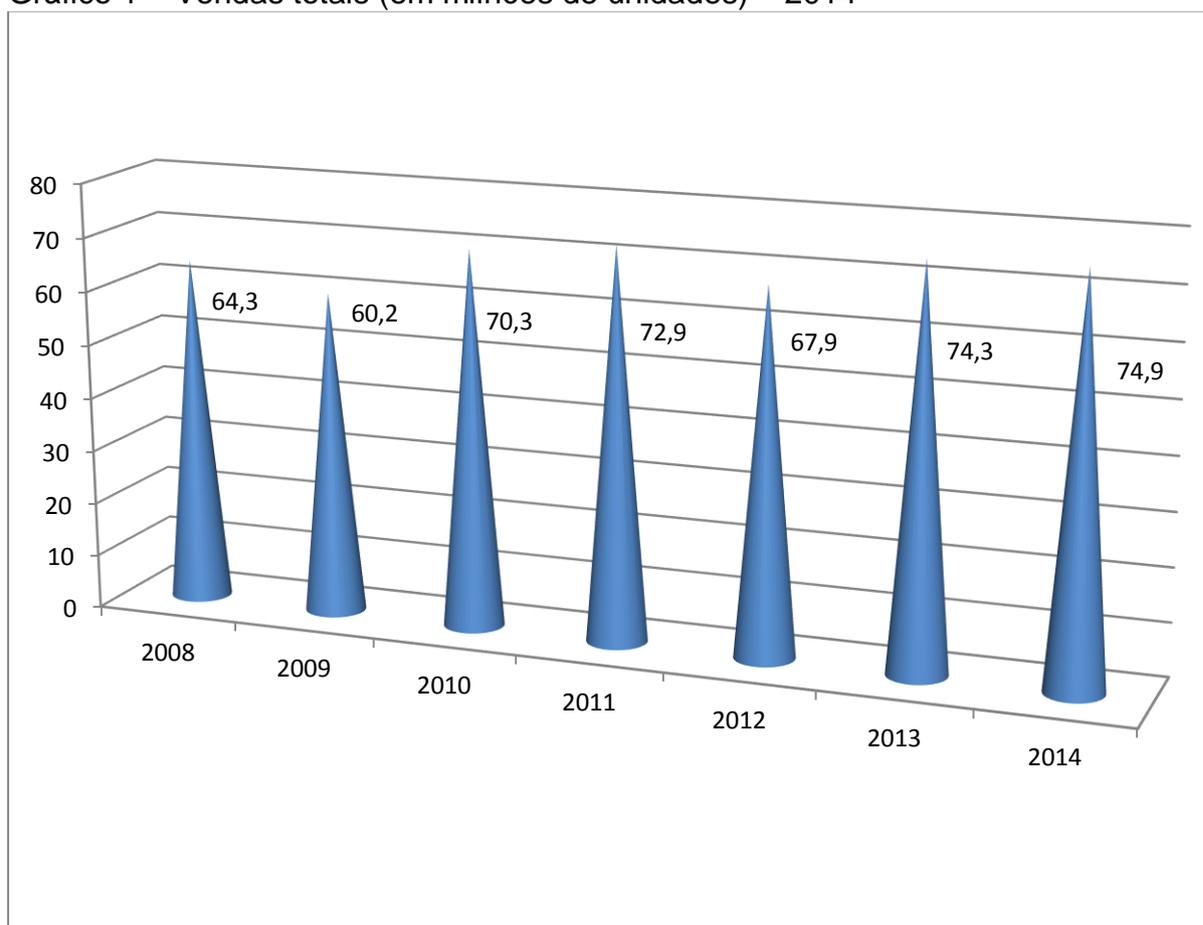
Fonte: <http://www.anip.com.br/arquivos/dados-emprego-industria.pdf> – acesso em: 07 ago. 2015

Tabela 3 – Dados de Produção por categoria (Milhares de unidades) – 2014

Tipo Ano	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Carga	7.367,10	6.033,60	7.735,30	7.448,80	7.138,00	8.231,33	7.894,36
Caminhoneta	5.841,90	5.599,80	7.940,80	8.470,60	8.267,80	9.904,48	8.860,74
Passeio	29.585,90	27.489,30	33.812,80	32.568,20	30.406,40	32.554,32	33.266,71
Moto	15.249,30	13.158,10	15.205,60	16.078,50	14.519,50	15.041,60	15.642,56
Agrícola	776,00	593,30	781,40	793,80	807,20	928,49	873,85
OTR	127,20	86,70	136,00	109,70	107,80	103,30	118,42
Industrial	716,40	1083,30	1633,20	1396,90	1360,30	2072,81	2069,84
Avião	47,60	41,80	60,00	60,10	54,00	52,57	50,52
Total	59.711,40	54.085,90	67.305,10	66.926,60	62.661,00	68.888,90	68.776,99

Fonte: <http://www.anip.com.br/arquivos/dados-emprego-industria.pdf> – acesso em: 07 ago. 2015

Gráfico 1 – Vendas totais (em milhões de unidades) – 2014



Fonte: <http://www.anip.com.br/arquivos/dados-emprego-industria.pdf> – acesso em: 07 ago. 2015

Ainda segundo a ANIP (2014), os principais canais de vendas dos pneus fabricados no Brasil foram: reposição 58,7%, montadoras 24,8% e exportação 16,6%.

Na atualidade, com a urbanização das cidades e a necessidade de se encurtar distâncias, os veículos se tornaram indispensáveis para as pessoas que os utilizam para se deslocar, para tirar seu sustento, para transporte de bens etc.

Assim sendo, o pneu vem conquistando uma função de destaque, assumindo um papel relevante para que os deslocamentos aconteçam de forma segura e confortável.

Diante do que foi exposto neste capítulo, pôde-se perceber que, ao longo do tempo, a importância dos pneus vai muito além do que ele pode representar para as pessoas em termos de conforto e segurança, ele se tornou parte integrante da

economia mundial no que se refere à geração de emprego e renda e, no Brasil o cenário não é diferente.

Por outro lado, ainda há muito a se fazer com relação ao gerenciamento e o destino dos resíduos para que estes não venham a trazer problemas para o meio ambiente.

2 OS PERIGOS DE UM PNEU EM MAU ESTADO DE CONSERVAÇÃO

Os acidentes automobilísticos são corriqueiros no cotidiano da maioria das cidades brasileiras. As condições adversas dos veículos podem ser um dos fatores que contribuem para o crescimento das estatísticas que apontam o número de acidentes em todo o território nacional.

O legislador preocupado com o risco iminente de acidentes, no Código de Trânsito Brasileiro, em seu Artigo 230 incisos, X e XVII, determina que é infração grave, passível de multa e retenção do veículo quando este é conduzido:

X – com equipamento obrigatório em desacordo com o estabelecido pelo CONTRAN;

XVIII – em mau estado de conservação, comprometendo a segurança, ou reprovado na avaliação de inspeção de segurança e de emissão de poluentes e ruído, prevista no art. 104.

A Resolução 158 de 22 de dezembro de 2004 também determina as normas e condutas acerca uso de pneus. A já mencionada Resolução proíbe o uso de pneus nas seguintes situações: recapados, recauchutados ou remoldados em ciclomotores, motonetas, motocicletas e triciclo, assim como as rodas que apresentam quebras, trincas e deformações.

Artigo 1º – Fica proibido, em ciclomotores, motonetas e triciclos o uso de pneus reformados, quer seja pelo processo de recapagem, recauchutagem ou remoldagem, bem como rodas que apresentem quebras, trincas e deformações.

Artigo 2º – O descumprimento do disposto nesta Resolução, sujeitará o infrator às sanções previstas no Artigo 230, inc.

Nos pneus recauchutados, recapados ou remoldados, pode ocorrer a soltura de partes ou fragmentos da borracha durante o deslocamento do veículo, especialmente em viagens longas e/ou durante a exposição às altas temperaturas do asfalto.

Por isso, que é corriqueiro se encontrar pedaços de lonas e de borrachas de

pneus de caminhões nas rodovias. No caso de veículos ciclomotores, utilizando pneus recauchutados o perigo é ainda maior e, por causa disso, que a Resolução 168/2004 proíbe terminantemente a sua utilização.

Mas o que é e como acontecem os processos de recapagem, recauchutagem ou moldagem?

Segundo o Portal pneufácil (2015),

Recapagem - É basicamente o processo de trocar a banda de rodagem (tread) usada por um novo. Há duas maneiras de se realizar este processo, a frio ou a quente. O processo a frio é feito utilizando um pneu pré-moldado que obtém uma banda de rodagem que já com desenho e um tipo de cola do lado oposto que faz a banda grudar no pneu a uma temperatura de 110°C. Na recapagem a quente, ao contrário anterior, se utiliza algo chamado camelback, isto é, banda crua que grudar ao pneu e formar um desenho uma vez que colocado num molde na temperatura de 150°.

Recauchutagem - Na recauchutagem não somente a banda de rodagem como também os ombros da caraça são cobertos com uma camada de camelback. Logo depois o pneu é colocado dentro de um molde e aquecido conforme o processo à quente (150°C), o camelback obtém seu desenho.

Remoldagem - Remoldagem, mais conhecida como talão a talão, é o processo de reformar o pneu por aplicar uma camada de camelback na banda de rodagem, parede (laterais) e nos ombros da caraça. O pneu é depois colocado dentro de um molde e submetido ao processo à quente (150°C), o camelback obtém seu desenho. (PNEUFÁCIL, 2015)

Imagem 2 – Partes dos pneus



Fonte: <http://www.pneusfacil.com.br/images/others/Banda%20de%20Rodagem,%20Parede,%20Ombros%20do%20Pneu.jpg>– acesso em: 17 jul. 2015.

Levando-se em consideração as definições e a imagem acima, de forma sucinta pode-se então compreender que, enquanto os pneus recapados e recauchutados têm uma ou duas partes em condições de tráfego, na remoldagem, o pneu não apresenta nenhuma parte em boas condições, tendo que ter a sua estrutura totalmente refeita (ombro, lateral e banda de rodagem).

Como na remoldagem os pneus recebem uma nova camada de borracha em toda a sua estrutura, fica impossível identificar as características originais dos pneus como procedência, marca, especificações e seu estado antes do processo.

Embora os pneus recauchutados, remoldados e recapados não apresentem a mesma segurança e de um pneu novo, muita gente faz a opção por esses tipos de rodagem em virtude do preço que, em alguns casos, chegam a custar até 50% do valor dos novos, todavia é bom lembrar que os pneus que passaram por algum desses processos têm a vida útil inferior ao novo e, no caso do remoldado o mais recomendado é que ele seja utilizado apenas em trajetos urbanos.

De acordo com a *Revista Quatro Rodas on line*,

Segundo estimativa da ANIP (Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos), os remold abocanharam 10% do mercado de passeio em 2003, que foi de 12,5 milhões de unidades no total. A razão da popularidade é o preço. Os remold - que são pneus remanufaturados, feitos a partir das estruturas (carcaças) de pneus usados - custam em média 50% menos que os similares novos.

Utilizando uma moderna tecnologia, esses processos de reutilização dos pneus, além de serem oferecidos a custos mais baixos, também contribuem com a sustentabilidade ambiental, na medida em que utilizam menos água e energia, durante a sua cadeia produtiva; são emitidos menos gases na atmosfera, produzem menos resíduos, dentre outros benefícios.

Faz-se aqui uma alerta para quem comprar pneus recauchutados, remoldados e recapados, observar se eles têm a aprovação do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO.

Para que o pneu possa atender aos requisitos de segurança, e desempenho, a Portaria 544 de 25 de outubro de 12 tem por objetivo,

Estabelecer os Requisitos para o Programa de Avaliação da Conformidade para pneus novos, destinados a motocicletas, motonetas, ciclomotores, automóveis de passageiros, inclusive os de uso misto e rebocados, veículos comerciais, comerciais leves e rebocados, com foco na segurança e desempenho, por meio do mecanismo de certificação, visando a prevenção de acidentes e aumento da eficiência energética

Todo o cuidado deve ser dado aos pneus, uma vez que o desgaste faz com que eles percam a aderência, dificultem a frenagem, não segurem os carros nas curvas nem em vias molhadas (a aquaplanagem torna-se quase que inevitável), além da possibilidade de o pneu furar ou estourar e causar acidentes de graves proporções, muitas vezes com vítimas.

Imagem 3 – Pneu careca



Fonte: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS75t4xIAS5KjssRN-mMI-JhgWFc1tCIKlvyYyvNXNzTNziOWs6> – acesso em: 23 ago. 2015.

Um pneu neste estado de conservação é uma bomba relógio, você sabe que uma hora ela explode só não se sabe quando. Porém os estragos podem ser irremediáveis.

Para o Instituto da Qualidade Automotiva – IQA (2013),

O perigo de rodar com pneus carecas está associado à redução da capacidade de frenagem, de deslocamento em curvas e risco de aquaplanagem, que acontece em dias de chuva, quando o solo fica molhado e o pneu perde o contato com a pista. “O pneu careca é liso, não possui os sulcos ou gomos para escoamento da água em dias chuvosos. Assim, o carro desliza com maior facilidade e o motorista pode perder o controle do veículo e causar um acidente”, alerta o auditor do IQA. A troca

dos pneus deve ser realizada quando a banda de rodagem atingir as marcas TWI, mesmo em apenas um ponto. “É importante observar que a troca deve ser feita de acordo com especificações do fabricante”. (IQA 2013, S/P).

A partir de outubro de 2016, todos os pneus comercializados no Brasil, sejam eles nacionais ou importados, deverão ser aprovados e etiquetados pelo IMETRO, contendo os critérios de eficiência, resistência ao rolamento, aderência no molhado e ruído externo. A obrigatoriedade é regulamentada pela Portaria 544/12 do IMETRO, os produtos que não atingirem os critérios mínimos não serão comercializados. (HAUS, 2015)

A revista *Quatro Rodas* apresenta uma tabela com testes de frenagem de um carro em situação de aquaplanagem. A revista adverte que os valores podem variar de acordo com a marca e o modelo do veículo.

Tabela 4 – Um carro com pneu gasto, traz riscos na chuva a 60 km/h

Carro Corsa 1.8	Pneu Novo (8mm de sulco)	Pneu Meia Vida (4mm de sulco)	Pneu no limite TWI (1,6 mm de sulco)
Teste de frenagem até parar completamente, o carro andou...	32,5 m	38,2 m	42,4 m
Teste de aderência em curva. O carro perdeu a aderência a...	85 km/h	75 km/h	60 km/h
Teste de aderência em reta. O carro perdeu a aderência a...	100 km/h	85 km/h	65 km/h

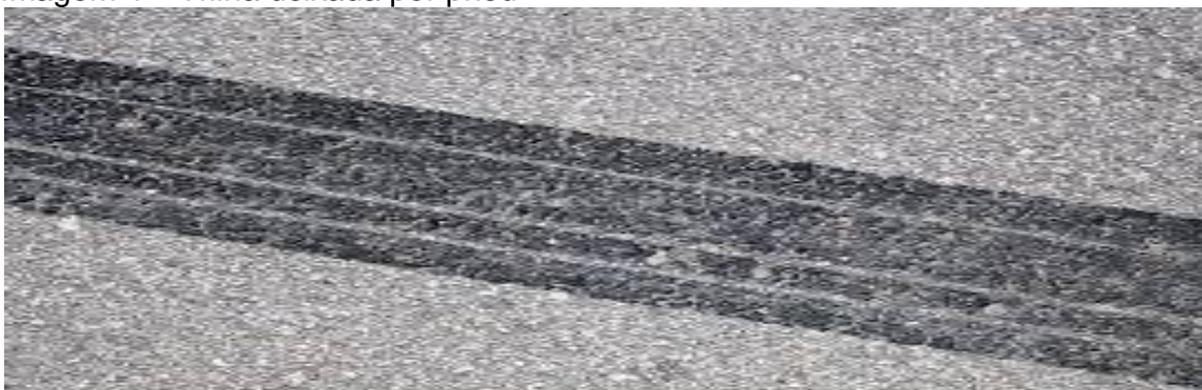
Fonte: <http://www.rededepneus.com.br/perigospneu> - acesso em: 30 ago. 2015.

Ao observar o teste acima, nota-se que o carro com o pneu no limite TWI percorre 9,9 km a mais antes de parar o veículo do que o com pneus novos. No que se refere à aderência na curva a diferença é de 25 km/h e na reta de 35km/h para que o condutor perca a aderência do carro à via. O que comprova cientificamente o

que já se sabe de forma empírica, muitas vezes por ter passado pela experiência de perder o controle do carro.

A forma como o condutor se comporta também influencia diretamente na durabilidade dos pneus. Freadas e arrancadas bruscas desgastam a rodagem dos veículos. Um exemplo é quando, em uma freada, o pavimento fica marcado de preto, é parte da borracha que ficou lá.

Imagem 4 – Trilha deixada por pneu



Fonte: http://static8.depositphotos.com/1339671/893/i/950/depositphotos_8933915-Tire-track-on-asphalt.jpg - acesso em: 30 ago. 2015.

Para que o pneu possa rodar de forma confortável e segura requer cuidados e manutenção constantes, entre as quais calibrar, fazer rodízio ou a troca dos pneus antes de ficarem lisos, balancear, fazer cambagem e alinhar são indispensáveis para a segurança do condutor, passageiros e dos pedestres, uma vez que a manutenção preventiva prolonga a durabilidade dos pneus, evita acidentes e contribui para a sustentabilidade do meio ambiente.

Imagem 5 – Calibrar pneu



Fonte: https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQHsDRZXa-Ui8_K4Bi6HfHbYI xYPE2 e6NPY_HHdk73u_1-9sChJqA – acesso em: 03 set. 2015.

A pressão ideal para cada tipo de veículo pode ser encontrada no manual do veículo. É importante que a verificação dos pneus devem ser realizada semanalmente, ou no máximo quinzenalmente.

2.1 Os pneus e os acidentes de trânsito

A situação dos acidentes de trânsito no Brasil é alarmante. Por esse motivo, eles estão sempre em pautas nos noticiários da mídia, nas rodas de conversas e nos órgãos de trânsito.

Colisões, atropelamentos, capotagens, derrapagens etc., são corriqueiros no dia a dia dos usuários das vias brasileiras e têm inúmeras causas entre as quais os pneus estão sempre entre elas quando o fator contribuinte para os eventos for o veículo automotor.

A estimativa da Polícia Rodoviária Federal é de que carros mal conservados, com pneus carecas, são responsáveis por cerca de 20% dos acidentes nas estradas. Por isso, os motoristas devem estar atentos: a troca tem que ser feita antes de o pneu ficar completamente liso.

“É arriscado e muito. O condutor sabe disso, mas muitas vezes não olha, não presta atenção e acha que tem condições de rodar mais um pouco e gastar o dinheirinho mais na frente, mas não vê que ele está colocando a vida dele em risco, que vale muito mais”, afirma o inspetor da Polícia Rodoviária Federal, Marcus Vinícius Rodrigues.¹

Os pneus são os únicos pontos de contato entre o automóvel e a pista, eles que suportam os veículos e que são os responsáveis pelos transportes.

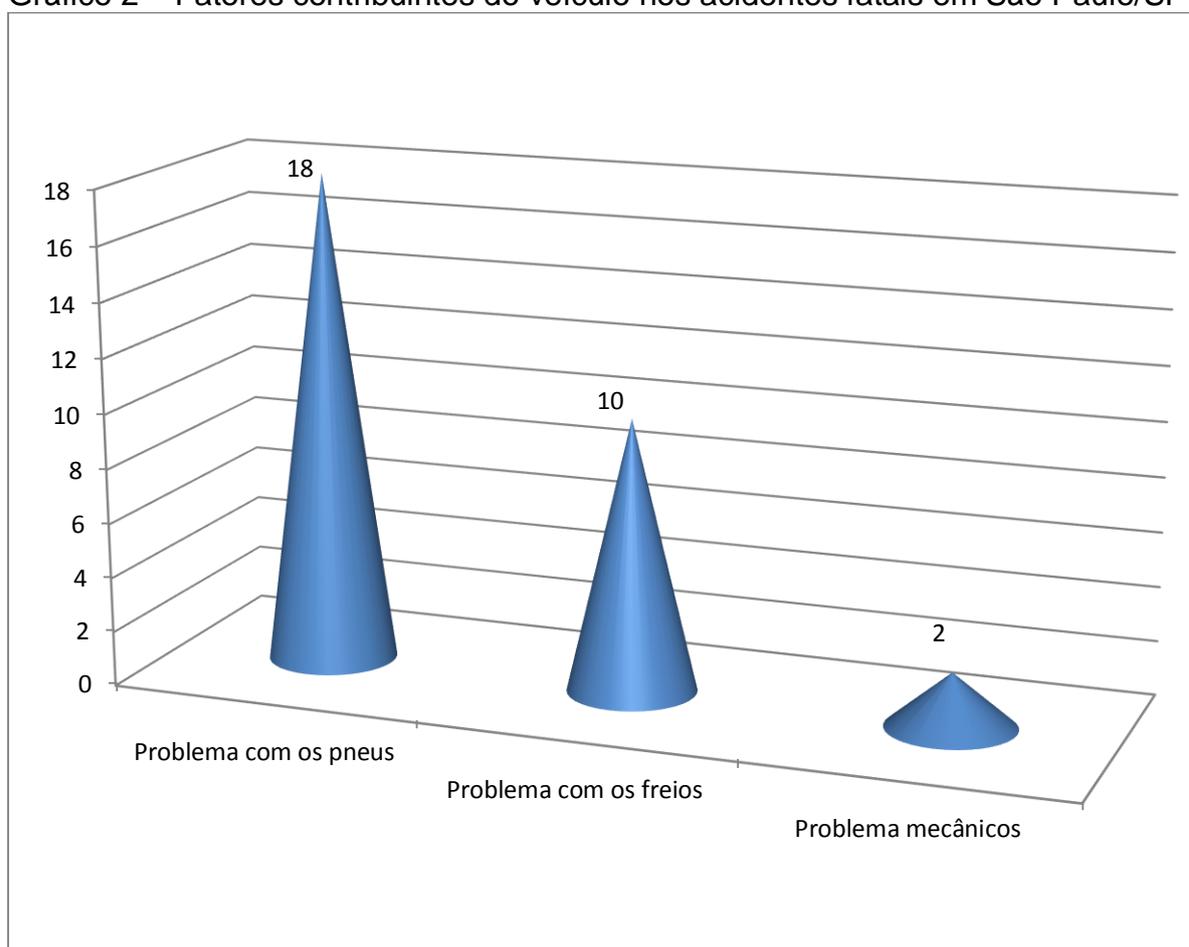
O motorista é o responsável pela condução e pela trajetória do veículo, mas, a segurança é função do pneu, os freios param as rodas, todavia, se os pneus estiverem desgastados a frenagem fica complicada, pode derrapar e provocar acidentes de trânsito.

¹ Fonte: <http://g1.globo.com/Noticias/Carros/0,,MUL637926-9658,00-PNEUS+CARECAS+AUMEN TAM+RISCO+DE+ACIDENTES.html> – acesso em: 06 set. 2015

Dessa forma, a obediência ao que determinam os fabricantes é fundamental para o desempenho e a segurança dos pneus e, conseqüentemente, dos usuários das vias, como forma preventiva dos sinistros ocorridos nos deslocamentos de pessoas e bens.

Segundo a Companhia de Engenharia e Tráfego CET – SP (2012), os principais fatores contribuintes de acidentes fatais na cidade de São Paulo a maior metrópole do Brasil são:

Gráfico 2 – Fatores contribuintes do veículo nos acidentes fatais em São Paulo/SP



Fonte: Boletim Técnico nº 53 – CET (2012)

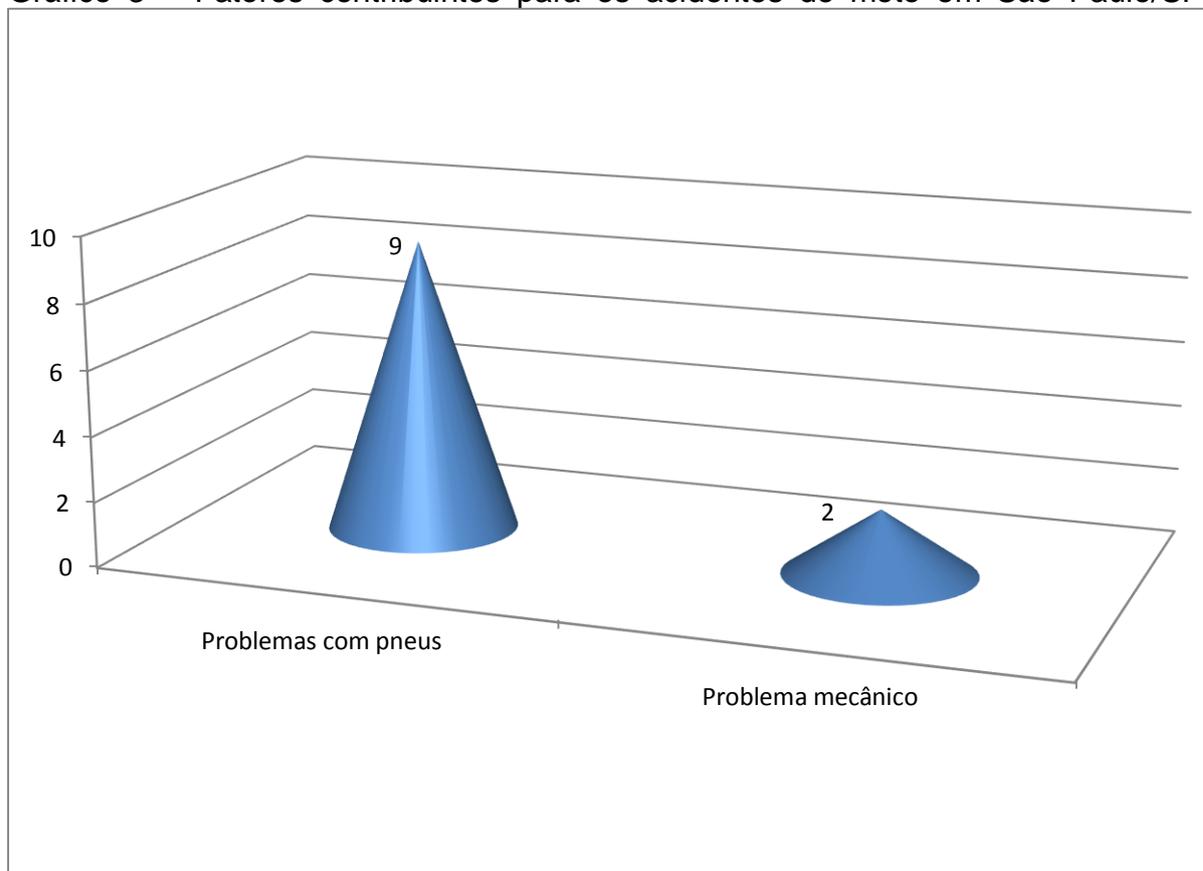
Os dados acima refletem os acidentes fatais ocorridos em 2011, periciados nos locais tomando por base mil acidentes. Nos próximos gráficos o parâmetro utilizado será o mesmo. Tomou-se como exemplo a cidade de São Paulo, por se encontrar no já referenciado Boletim os dados estatísticos, que comprovem as afirmações aqui explicitadas.

Não se pode deixar de dedicar uma parte deste capítulo aos pneus da motos, os quais a condição do pneu é uma linha ainda mais tênue entre a segurança e a insegurança de pilotos, caronas e pedestres.

A CET (2012) adverte para a necessidade de os motoqueiros dispensarem uma atenção aos pneus de seus veículos:

As condições dos pneus são fundamentais para a dirigibilidade da moto, porém devido à negligência na manutenção e a falta de sensibilidade da importância que os mesmos têm na sua segurança, representaram 82% dos acidentes com vítimas ocorridos. (CET, 2012, p. 54)

Gráfico 3 – Fatores contribuintes para os acidentes de moto em São Paulo/SP

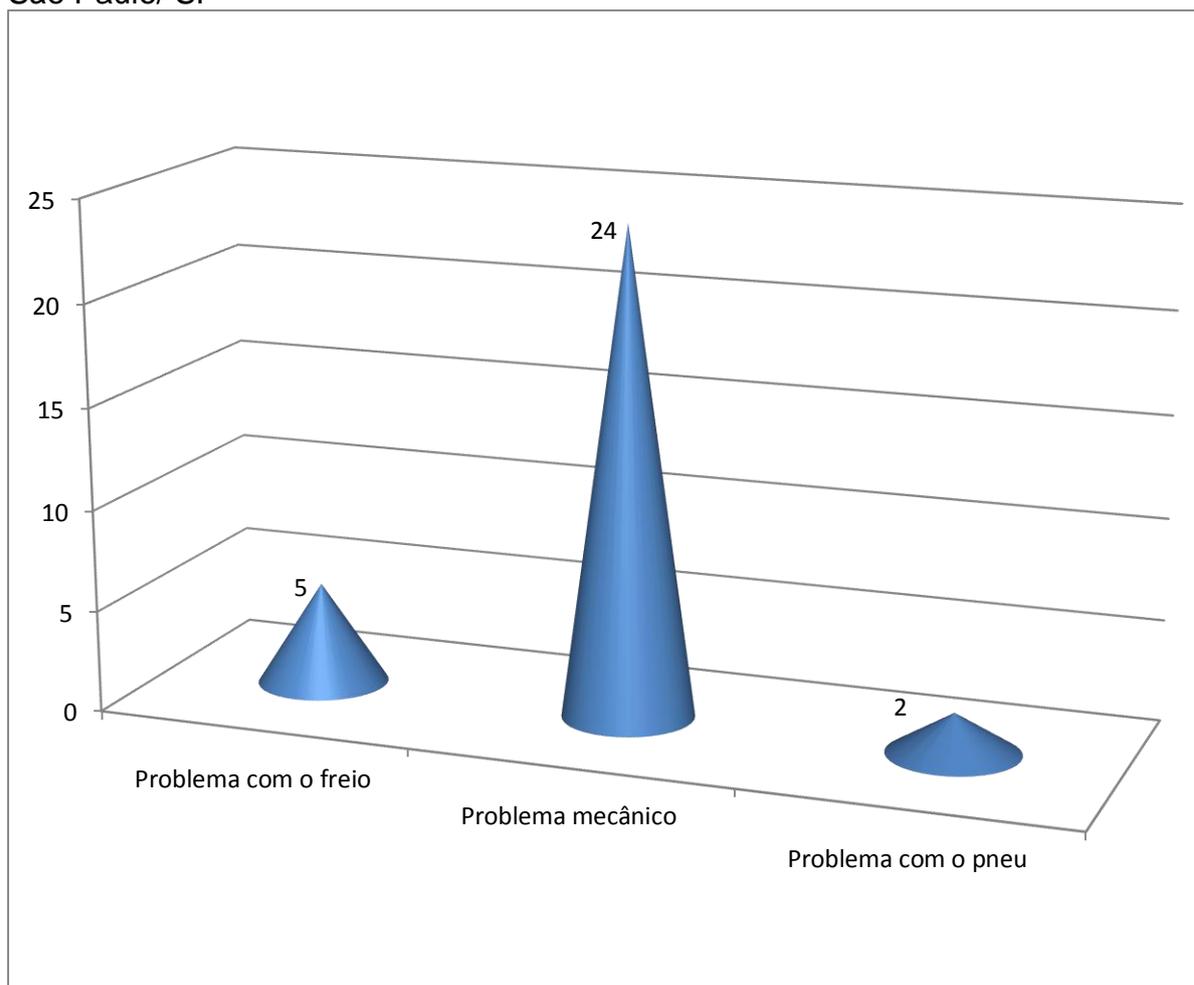


Fonte: Boletim Técnico nº 53 – CET (2012)

As condições dos pneus são fundamentais para a dirigibilidade da moto, porém devido à negligência na manutenção e a falta de sensibilidade da importância que os mesmos têm na sua segurança, representaram 82% dos acidentes com vítimas ocorridos. (CET, 2012, p. 54)

No que se refere aos atropelamentos, os pneus também aparecem como desencadeadores desses eventos de trânsito, conforme registrado no gráfico abaixo:

Gráfico 4 – Fatores contribuintes de acidentes com veículos (atropelamento) em São Paulo/ SP



Fonte: Boletim Técnico nº 53 – CET (2012)

Os gráficos mostram nitidamente que os pneus figuram sempre entre as causas principais dos acidentes de trânsito. Outra coisa que fica evidente é que o condutor da maior metrópole brasileira não tem o hábito de fazer a manutenção preventiva de seus veículos, ou por negligência ou pela falta de recursos financeiros.

É importante salientar que não somente os pneus lisos causam acidentes. Para que eles estejam em plenas condições de dirigibilidade devem estar devidamente calibrados (seguindo as recomendações do fabricante do veículo), e alinhados.

Nas bicicletas, os pneus são um dos itens mais difíceis de escolher, pelo fato de que o que serve para um tipo de terreno, muitas vezes não serve para outro. Mais largos, mais estreitos, bom para lama, bom para o asfalto, bom para o cascalho, maior aderência, maior rodagem, etc.

Da mesma forma que os carros e as motos, é importante que os pneus das bicicletas estejam sempre em bom estado e calibrados para que o ciclista possa desfrutar do prazer de pedalar com conforto e segurança.

3 OS AVANÇOS TECNOLÓGICOS DO PNEU E SUA RELAÇÃO COM A SEGURANÇA VIÁRIA

A tecnologia desenvolvida nos pneus vem trazendo avanços nos quesitos durabilidade, aderência, economia e segurança tanto nos pneus de competição quanto nos de passeio.

A Formula 1 é a principal responsável pelos estudos e pesquisas que têm por premissa a segurança e a durabilidade dos pneus. De acordo com a revista *super.abril.com.br*,

Com a Fórmula 1, na década de 50, começaram a nascer os pneus radiais, que efetivamente ganharam as ruas vinte anos depois. Nos pneus radiais, a carcaça é montada a partir de malhas de aço todas no mesmo sentido, paralelas ao eixo. Um diagonal, quando faz curvas, dobra-se inteiro para o lado, as bordas perdem contato com o chão e a banda de rodagem fica ovalada. Na mesma situação, o radial, por causa do desenho e da maleabilidade das malhas de aço, dobra somente o costado (a lateral do pneu), deixando a banda de rodagem toda em contato com o chão? como se o pneu estivesse parado. Assim, não se perde performance nem segurança. Tal qual os freios, os pneus também perdem desempenho em temperatura excessiva. "Por isso a Fórmula 1 é o laboratório da Goodyear, pois é o limite de temperatura e abrasão dos pneus", diz José Di Grassi Sobrinho, gerente de produto da Goodyear.²

Atualmente, os pneus são o resultado do que há de melhor no meio automobilístico, pois foram adaptados para o uso urbano.

Embora o pneu continue a ser um componente idêntico aos mais antigos, novas tecnologias e compostos têm permitido incrementar a eficiência, durabilidade e segurança nos novos compostos.

A Michelin, por exemplo, lançou na semana passada uma nova família de pneus voltados para utilitários esportivos, segmento em alta no Brasil. Batizado de LTX Force, o pneu aproveita a experiência da empresa francesa com competições como o rali Dakar e o campeonato mundial de rali, o WRC. (MEIER, 2015, S/D)

Os pneus novos são realmente, muito mais seguros do que os fabricados

² Fonte: <http://super.abril.com.br/tecnologia/das-pistas-para-as-estradas> – acesso em: 06 set. 2015.

antigamente. Eles oferecem frenagens em distâncias menores o que permite uma maior segurança viária para pedestres, caronas e condutores.

Cada um dos fabricantes expõe o quão o seu pneu é mais potente, seguro, com maior aderência e mais resistente. Abaixo os maiores produtores de pneus do Brasil expõem as vantagens do seu pneu. Todavia, o que se percebe é que não há uma marca de pneu que seja melhor em todos os aspectos e que esteja acima das outras.

Por exemplo: o pneu da Pirelli pode ser melhor para o *off-road*, a Goodyer pode ser a melhor opção para os centros urbanos... Cabe então ao consumidor final fazer uma relação custo benefício e encontrar o pneu que mais se adeque ao seu estilo e ao perfil do seu automóvel, para que possa trafegar com conforto e segurança.

Abaixo, alguns pneus e suas especificações para que se possa conhecer e escolher o melhor pneu para seu veículo, levando em consideração os seguintes quesitos de avaliação: aquaplanagem, economia, estabilidade, frenagem e ruído, abaixo sintetizados.

Pneus para a cidade – Quem precisa de pneus para rodar a maior parte do tempo na cidade, deve buscar o equilíbrio entre os atributos, ou seja, um pneu com nota similar para todos os quesitos. Os melhores pneus para a cidade geralmente têm nota igual ou acima de 3 para resistência à Aquaplanagem (na cidade a chuva costuma deixar poças d'água na pista), Economia (o sistema de trânsito anda e para consome mais combustível) e Ruído (o baixo ruído significa mais conforto). Esses 3 pontos fazem a diferença na cidade, ex.: Hankook k415 optimo.

Pneus mistos (on/off – road) – Os pneus que rodam tanto no asfalto quanto em estradas de terra precisam ter uma nota intermediária para todos os atributos, exceto Ruído. Poucos modelos de pneus mistos possuem nota acima de 3 para Ruído, pois os pneus mistos emitem naturalmente ruídos mais elevado, devido a sua estrutura e desenho com mais cortes e ranhuras da banda de rodagem. Por isso, busque notas acima de 3 para Aquaplanagem, Estabilidade e Frenagem e acima de 2 para Ruído e Economia, Ex.: Pirelli Scorpion ATR.

Pneus para quem enfrenta muita chuva – As cidades do sul e sudeste do Brasil geralmente enfrentam chuvas com mais frequência e maior intensidade. São Paulo, por exemplo, é a famosa terra da garoa. Em lugares assim, vale a pena ter um pneu com Aquaplanagem e Frenagem mais elevadas, mas que tenha também uma nota média nos outros quesitos: Economia, Estabilidade e Ruído, Ex.: Nexen N6000.

Pneus para quem enfrenta altas temperaturas e calor intenso – O maior problema de quem enfrenta dias quentes com frequência é o risco de um

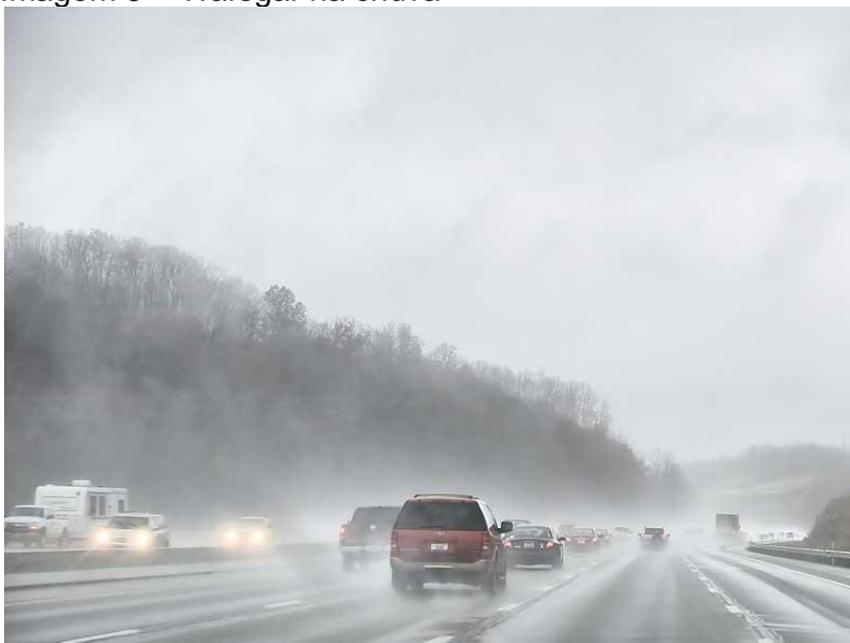
pneu estourar devido à alta temperatura da pista. Por isso, quem comumente vive esse tipo de situação, em regiões como norte, nordeste e centro-oeste do Brasil, precisa levar em conta os pneus com melhor Estabilidade, esses pneus geralmente possuem ombros mais reforçados, e Economia, que são pneus com compostos de sílica, material que oferece melhor rendimento e durabilidade ao pneu, ex.: Michelin Energy xm2 Green x.

Pneus esportivos – Além de deixarem os o carro mais bonito, os pneus esportivos são mais estáveis nas curvas, pois suportam melhor a alta velocidade. Se você deseja compra esses pneus para o seu carro, vale a pena priorizar as melhores notas (acima de 3) para Estabilidade (que significa que o pneu consegue fazer curvas em alta velocidade com mais eficiência) e para Frenagem (que garante a segurança do pneu em frenagens mais fortes), ex.: Falken ZE912 Ziex.

Pneus off - road – Esse segmento está dividido em dois. Se você vai rodar fora de estrada, em diversos tipos de piso, escolha os pneus All Terrain (AT), mas se vai pegar muita lama, prefira os modelos Mud Terrain (MT). Ambos precisam oferecer Frenagem e Estabilidade altas, para resistir terrenos irregulares sem se deformar além do normal e parar com segurança até mesmo na lama. Nesses modelos, é comum o Ruído ter nota baixa, pois pneus off-road são mais “borrachudos”, como se diz no mundo automotivo e emitem mais ruído, ex.: Nexen Radian AT II.³

Percebe-se que para cada situação existe um pneu adequado, e que atende às necessidades de cada condutor, da via em que ele trafega, das condições climáticas e da pista.

Imagem 6 – Trafegar na chuva



Fonte: https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSne6fe06sYeHS6f8Neax-dxat3xbZ_ImDhqiHrmtOisSn_nZa2 – acesso em: 08 set. 2015

³ Disponível em: <https://www.itaro.com.br/blog/2014/03/marca-pneu-mais-vendida/> - acesso em: 06 set. 2015.

Se o proprietário do veículo colocar, por exemplo, um pneu menor ou maior do que o perfil do veículo necessita, terá sérios problemas com a segurança. O pneu tem que se adaptar ao veículo, caso contrário, o equilíbrio entre o pneu e o veículo ficará totalmente comprometido.

Na busca por segurança, já existe no mercado um reparo para pneus que veda o furo, proporcionando segurança ao condutor. O selante pode ser aplicado em pneus de carros, ciclomotores e bicicletas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa acerca da *A evolução dos pneus e sua contribuição para a segurança viária* contou a trajetória do pneu desde a sua criação até os dias atuais. E deixou claro o quão o pneu é um componente indispensável ao funcionamento dos veículos automotores e bicicletas.

Nesse interim, pôde-se verificar que o crescimento da indústria de veículos automotores impulsionou a fabricação em larga escala, bem como as pesquisas por tecnologias que deixassem esse que é o ponto de atrito entre o veículo, o ciclomotor ou a bicicleta em contato com a via, cada vez mais seguro, confortável, e durável.

Foi curioso saber que a fábrica de pneus Goodyear não é uma homenagem ao seu fundador, mas, é um tributo a Charles Goodyear, pela descoberta do processo de vulcanização.

Ficou clara a diferença entre recapagem, recauchutagem e remoldagem, e que embora os pneus recauchutados, remoldados e recapados não apresentem a mesma segurança e de um pneu novo, muitas pessoas fazem a opção por esses tipos de rodagem em virtude do preço que, em alguns casos, chegam a custar até 50% do valor dos novos. Todavia é bom lembrar que os pneus que passaram por alguns desses processos têm a vida útil inferior ao novo e, no caso do remoldado o mais recomendado é que ele seja utilizado apenas em trajetos urbanos.

Chamou a atenção também que de acordo com os dados apresentados, tendo como fonte Boletim Técnico nº 53 – CET (2012) é que o condutor da maior metrópole brasileira não tem o hábito de fazer a manutenção preventiva de seus veículos, ou por negligência ou pela falta de recursos financeiros.

O trabalho evidenciou que os pneus estão sempre entre os fatores que desencadeiam os acidentes de trânsito, e que a segurança viária depende tanto da qualidade do pneu, quanto da forma como o veículo é conduzido e que cada situação requer um tipo de pneu, ou seja, cabe ao proprietário escolher um que se

adeque ao seu estilo de vida e ao perfil do seu veículo, uma vez que a escolha errada pode acarretar em acidentes.

É importante salientar que não somente os pneus lisos causam acidentes. Para que eles estejam em plenas condições de dirigibilidades devem estar devidamente calibrados (seguindo as recomendações do fabricante do veículo), e alinhados.

Encontrou-se durante a elaboração desta monografia dificuldade de se localizar mais autores e mais dados para serem inseridos neste trabalho, o que comprova que ainda há muito a ser estudado.

Espera-se que, de alguma forma, este trabalho instigue a novas pesquisas, novos estudos, para que outras pessoas também possam conhecer mais acerca dos pneus, sua evolução e sua contribuição para segurança viária.

REFERÊNCIAS

ABIP – Associação Brasileira da Indústria de Pneumáticos. Disponível em: <http://www.abip.com.br/> – aceso em: 13 jul. 2015.

BOLETIM TÉCNICO Nº 53 – CET. **1.000 Relatórios de investigação de acidentes no município de São Paulo.** Disponível em: <http://www.cetsp.com.br/media/171940/bt53.pdf> - acesso em: 06 set. 2015.

COSTA, Helson M. da.; *et al.* **Aspectos históricos da vulcanização. Polímeros: Ciência e tecnologia**, v. 13, n. 2, 2003.

FREIRE, Cláudio P; ARAUJO, Julyver Modesto de. **Código de Trânsito Brasileiro Anotado.** 3. ed. São Paulo: Letras Jurídicas, 2013.

GOODYER. **Pneus Goodyear** – Disponível em: <http://www.tocpneus.com.br/pagina.php?id=31> – acesso em: 09 jul. 2015.

HAUS, Josemir. **Etiquetas do IMETRO em pneus.** Disponível em: <http://meupneu.blogspot.com.br/2015/09/etiqueta-do-ometro-em-pneus.html> - acesso em: 07 set. 2015.

MEIER, Ricardo. **Na carona dos carros, pneus ganham tecnologia e mais eficiência.** Disponível em: arros.ig.com.br/noticias/na+carona+dos+carros+pneus+ganham+tecnologia+e+mais+eficiencia/8863.html – acesso em: 03 set. 2015.

MICHELIN LANÇA PNEU QUE PROMETE MAIS SEGURANÇA. Disponível em: <http://www.noticiasautomotivas.com.br/michelin-lanca-pneu-que-promete-mais-seguranca/> - acesso em: 05 set. 2015.

PNEUFÁCIL – Disponível em: <http://www.pneusfacil.com.br/images/others/Banda%20de%20Rodage,%20Parede,%20Ombros%20do%20Pneu.jpg> – acesso em: 17 jul. 2015.

Portaria 544 /12. – Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001918.pdf> - acesso em: 08 set. 2015.

RESENDE, Eduardo Lima. **Canal de Distribuição Reverso na Reciclagem de Pneus:** Estudo de Caso. Dissertação de Mestrado. PUC – Rio de Janeiro. Disponível em: http://www.nima.puc-rio.br/cursos/pdf/031_eduardo.pdf – acesso em: 10 jul. 2015.

RESOLUÇÃO 168/2004– Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/resolucoes.htm> – aceso em: 13 jul. 2015.

RESOLUÇÃO 258/1999 - Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=258> – aceso em: 28 jul. 2015.

REVISTA QUATRO RODAS. Disponível em: <http://quatorrodas.abril.com.br/autoservico/reportagens/historia-pneu-476615.shtml> – acesso em: 10 jul. 2015.

<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS75t4xIAS5KjssRN-mMI-JhgWFc1tCIKlvyYyvNXNzTNziOWs6> – acesso em: 23 ago. 2015.

<http://www.rededepneus.com.br/perigospneu> - acesso em: 30 ago. 2015.

http://static8.depositphotos.com/1339671/893/i/950/depositphotos_8933915-Tire-track-on-asphalt.jpg - acesso em: 30 ago. 2015.

<https://www.itaro.com.br/blog/2014/03/marca-pneu-mais-vendida/> - acesso em: 06 set. 2015.

<http://g1.globo.com/Noticias/Carros/0,,MUL637926-9658,00-PNEUS+CA+RECAS+AUMENTAM+RISCO+DE+ACIDENTES.html> – acesso em: 06 set. 2015.

<http://super.abril.com.br/tecnologia/das-pistas-para-as-estradas> – acesso em: 06 set. 2015.