



**UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA**

# **Laboratório Virtual de Sistemas Veiculares**



# **MANUTENÇÃO**

# INTRODUÇÃO E OBJETIVO

O mercado automotivo é um que está em constante evolução e crescimento. A demanda por carros mais seguros e avançados – que sejam, ao mesmo tempo, *eco-friendly* – está cada vez maior. No entanto, para um simples proprietário de carro, nem sempre existe um conhecimento das tecnologias utilizadas em seu veículo. Como resultado disso, alguns destes proprietários perdem dinheiro desnecessário cuidando dos seus carros, ou até mesmo adquirindo alguns que não atendem às suas necessidades, pois não conhecem alguns conceitos simples que são muito importantes na hora de adquirir, manter e utilizar o veículo.

O **laboratório virtual de sistemas veiculares** tem como objetivo estudar temas que se destacam como principais dúvidas desse grupo de proprietários de automóveis e “traduzi-los” de forma simples para melhor entendimento, fornecendo auxílio por meio de material escrito disponível em diversas redes sociais. No entanto, por trás do processo de “descomplicar”, existem estudos mais aprofundados contendo muito mais informações, termos técnicos e específicos do que são utilizados no material divulgado pelo laboratório virtual. Este primeiro volume de cartilhas tem como objetivo divulgar estes estudos por completo para a comunidade acadêmica ou até mesmo para proprietários que buscam entender mais profundamente de seus automóveis.



# O que acontece com o carro parado

Deixar o carro parado muitas vezes pode ser uma necessidade, seja por uma viagem, problema no veículo ou até mesmo uma emergência, como a pandemia da COVID-19 que necessitou que as pessoas evitassem sair de suas casas, conseqüentemente deixando muitos veículos parados em suas garagens. Porém, deixar um carro parado por muito tempo pode acarretar vários problemas, muitos dos quais podem ser evitados de formas simples. Dentro desses problemas, é possível destacar o consumo da bateria, danos aos pneus e à pintura, e bastante problema com os fluidos do carro.

A **bateria** dos carros, de modo geral, é pouco utilizada durante o funcionamento do carro ligado pois a rotação do motor a combustão é aproveitada para gerar energia através do alternador. Essa energia é utilizada para as diversas funções eletrônicas dos carros. Porém, quando o carro está desligado, qualquer função que necessite de energia elétrica fica dependente da bateria. É por este motivo que deixar os faróis ligados ao desligar o carro pode facilmente drenar a bateria, impedindo-a de fornecer energia ao motor de partida e, conseqüentemente, de ligar o veículo por completo. Algo importante a notar é que, conforme a norma ABNT 15940, a capacidade da bateria armazenar energia em 20 horas está mencionada em seu rótulo.

Mesmo com os faróis desligados, ainda existem aparelhos eletrônicos utilizando corrente elétrica. Essa corrente elétrica utilizada mesmo quando aparentemente o aparelho está desligado chama-se de *stand-by*, ou seja, em modo ocioso. Um rádio, por exemplo, pode chegar a um consumo ocioso de 800 mA, segundo Antonio Júnior, gerente de produto da Baterias Moura. O alarme também é um dispositivo que utiliza energia elétrica enquanto o carro estiver desligado. O consumo ocioso varia entre os carros a

dependem da quantidade de aparelhos eletrônicos. Portanto, um problema que pode originar de um carro parado por muito tempo é o descarregamento da bateria.

Os **pneus** também podem ser danificados com a falta de movimentação do carro. Os pneus possuem, em sua estrutura interna, tiras de aço que apoiam o pneu e garantem sua rigidez. No entanto, com o peso do carro constantemente apoiado nos pneus, sem novas calibrações e utilização dos pneus (garantindo o apoio do peso do carro em outras regiões do pneu), podem surgir deformações permanentes. Tais deformações comprometem a utilização e segurança dos pneus, tornando-os inviáveis para viagens e altas velocidades.



**Figura 12 – Estrutura interna de um pneu. (Fonte: GENTA & MORELLO, 2008)**

A **pintura** também poderá sofrer com a falta de manutenção e mobilidade do carro. Com o acúmulo de poeira e exposição ao sol surgem rachaduras e riscos que além de prejudicarem a estética do veículo podem expor suas estruturas à umidade, sujeitando-os à corrosão.

Os carros, durante seu funcionamento, utilizam uma grande quantidade de **fluidos** que variam em suas funções, tais como: arrefecimento, gasolina, óleo, freio, embreagem, direção, entre outros. O sistema de arrefecimento do motor utiliza fluidos para realizar a troca de calor, e caso haja danos ou impurezas que dificultem essa troca, pode ocasionar o sobreaquecimento do motor. A

gasolina, ao ficar muito tempo parada no carro pode tornar-se inutilizável e, ao ligar o carro novamente depois de muito tempo, pode danificar o motor. O fluido de freio é necessário para o acionamento do sistema. Esse fluido é bastante influenciado pela umidade, tendo pontos de ebulição diferentes para um sistema com fluido seco e outro com fluido úmido, além de perder sua propriedade de incompressibilidade ao acumular muita umidade, tornando a frenagem insegura. Após muito tempo parado, esse fluido acumula bastante umidade e impurezas.

Além de problemas específicos de cada fluido do carro, mantê-lo parado por muito tempo prejudica as conexões hidráulicas e pneumáticas, secando fluidos, acumulando humidade e sujeira, ficando sujeitas à corrosão e de contaminação dos fluidos novos que passarem por elas. Uma vez que o veículo é utilizado novamente, caso esteja muito tempo parado, existe a possibilidade de certas tarefas não serem executadas corretamente, podendo danificar peças fundamentais do veículo.

Apesar de parecerem problemas grandes, eles podem ser evitados de formas simples. Muitos desses problemas, como a drenagem da bateria, deformação dos pneus e problemas nos fluidos, podem ser evitados **andando com o carro com uma certa frequência** (uma vez por semana, por exemplo). Dessa forma, é possível garantir a circulação dos fluidos, utilização dos materiais de atrito, carregamento da bateria e utilização do pneu que, ao estacionar, muito provavelmente apoiará o carro em outra posição, evitando a sobrecarga de uma única área.

A utilização de um multímetro é simples, tutoriais podem ser facilmente encontrados na internet. Essa ferramenta pode ser utilizada para **verificar a carga da bateria** do carro, dessa forma evitando surpresas. **As baterias de automóveis têm uma tensão de 12V**. Para realizar a troca da bateria é muito importante verificar os parâmetros corretos para realizar a instalação adequada.

**Calibrar os pneus** para as pressões corretas e especificadas pelo fabricante é fundamental para evitar deformações permanentes nos pneus. É importante não exceder o limite do fabricante. **Lavar o carro** com uma certa frequência garantirá a qualidade de sua pintura, mantendo a estética de qualidade e evitando problemas estruturais com corrosão. E por fim, **verificar os fluidos com frequência** (água, estado do fluido de freio, óleo do motor) é muito importante para evitar que o carro esteja utilizando fluidos que possam danificá-lo.



# Cuidados com os freios

A condução adequada de um veículo automotivo necessita de ajustes contínuos de sua velocidade para se adequar às condições de trânsito, o que faz do sistema de freios, pneus e direção os componentes mais importantes para a segurança do veículo (LIMPERT, 1999). Por este motivo, os cuidados com o sistema de freio se tornam muito importantes na vida do proprietário de um carro.

A manutenção preventiva realizada da forma adequada, juntamente com o cuidado durante o funcionamento são chaves para manter o sistema de freio em boas condições de trabalho. Por ser um sistema que funciona através do atrito, ele gera bastante calor e desgaste, sendo importante ter cuidados não apenas ao analisar o estado dos componentes com o carro parado, como também durante seu uso.

## **1. COM O CARRO PARADO**

No que se trata dos cuidados quando o carro está parado, ou pelo menos antes de sua utilização, é importante realizar uma análise visual dos principais componentes, com ênfase nos de mais fácil visualização como os discos, tambores e as pinças. Estes componentes são os mais fáceis de inspecionar sem realizar nenhuma mudança no carro. Outro componente que é possível realizar uma inspeção visual é o cilindro mestre, juntamente com seu reservatório de fluido (figura 1), que geralmente está posicionado de forma a ser facilmente detectável ao abrir o capô.



**Figura 1 – Preenchendo o reservatório de fluido de freio. (Fonte: OARDS Automotive Hub, 2020)**

Para os discos, tambores e pinças, a inspeção visual é necessária para identificar possíveis anomalias, como fraturas ou empenamentos. Também se aplicam para o cilindro mestre e o reservatório (estrutura). Algo muito importante para verificar no que se trata do reservatório é por possíveis vazamentos de fluido de freio (também é importante para as linhas de freio, caso encontre vazamentos de líquidos próximos às rodas), o nível do fluido e seu estado. O fluido de freio precisa ficar longe de umidade e impurezas, portanto se o fluido estiver com uma coloração escura, estiver com sujeira e estiver pouco viscoso, é bem provável que seja necessária uma troca.

## **2. ANÁLISE DURANTE A UTILIZAÇÃO**

A inspeção a olho nu tem seus limites. Nem sempre é possível identificar quanto gasto está uma pastilha, por exemplo, apenas olhando para o conjunto de roda sem retirar a própria roda. Portanto, durante a utilização, deve-se ficar atento a ruídos e anomalias ao utilizar o freio. Um bom sistema apresentará um pedal geralmente bastante rígido na sua movimentação e resposta, pouco ou nenhum ruído perceptível ao frear, e em veículos mais modernos, onde o ABS é obrigatório, em frenagens de emergência o ABS deve ser acionado corretamente e evitar o travamento das rodas, permitindo uma distância de

parada menor e dirigibilidade durante a frenagem. O contrário dessas características identifica possíveis problemas.

Um sistema com fluido de freio sujo e úmido gera um curso maior no pedal, levando a um tempo maior de obter a resposta requerida pelo condutor, podendo levar a acidentes. A solução para esse problema é levar para um mecânico e realizar a sangria do sistema, ou seja, a substituição do fluido velho do sistema por um novo em condições melhores. Vazamentos também ocasionam os mesmos sintomas. Vazamentos são problemas muito incomuns em freios OEM, ou seja, que não foram alterados das peças originais de fábrica. Portanto, caso seja detectado, deve-se encaminhar o veículo para reparos imediatamente.

Ruídos (geralmente agudos) ao frear geralmente significam que as pastilhas ou lonas estão se aproximando do seu nível máximo de desgaste. Pastilhas/lonas com pouco material de atrito não terão a mesma eficiência de frenagem, podendo falhar em momentos críticos de frenagem e danificar severamente o disco/tambor. Neste caso, deve-se realizar a troca das pastilhas/lonas, e a depender do dano ou empenamento, procura-se trocar os discos/tambores.

O ABS pode ter alguns modos de falha diferentes, mas que muitas vezes só serão detectados caso não haja o acionamento do mesmo em frenagens bruscas ou quando acende a luz amarela no painel com a mesma sigla e um círculo ao redor. Neste caso, deve-se buscar um mecânico que tenha um computador que possa realizar a leitura do OBD afim de identificar o modo de falha. Em alguns casos, uma simples limpeza dos sensores é necessária, mas em outros casos é necessária a troca.

### **3. CUIDADOS DURANTE A UTILIZAÇÃO**

Ao conduzir o veículo por regiões serranas, é importante ficar atento à utilização contínua do freio. Mantê-lo pressionado enquanto em declive por muito tempo pode gerar um sobreaquecimento do sistema. Quando a

superfície de atrito passa de determinada temperatura, o coeficiente de atrito entre pastilha-disco ou lona-tambor decresce rapidamente, fazendo com que o carro “perca o freio”. Além disso, pode gerar falhas nos componentes por aquecimento e atingir o ponto de ebulição do fluido de freio, criando bolhas e prejudicando a resposta do sistema ao condutor. Para evitar esse aquecimento, recomenda-se usar o freio motor.

Em carros com tecnologias mais primitivas do ABS, em frenagens de emergência – onde, sem o ABS, as rodas poderiam travar – o pedal terá uma trepidação forte e pode assustar o condutor. Caso essa trepidação seja sentida, não é necessário retirar o pé do pedal. Pelo contrário, deve-se continuar pressionando gradativamente até que o veículo se estabilize ou pare por completo.

Para evitar falhas no sistema de freios, a manutenção preventiva se mostra uma solução fundamental e muito mais barata do que o preço de um acidente. Mas em caso de algum dos sintomas mencionados acima serem detectados, as soluções devem ser colocadas em prática quanto antes possível para evitar futuros danos.

# Cuidados com a suspensão

## 1. INTRODUÇÃO

Conforto e estabilidade são requisitos fundamentais na compra de um automóvel. Vários componentes contribuem para estes requisitos, mas poucos tanto quanto o sistema de suspensão. Recebendo um avanço tecnológico exponencial ao longo dos vários anos em que os carros circulam nas ruas das cidades, o sistema de suspensão possui três funções fundamentais, segundo GENTA & MORELLO, 2008:

- Permitir uma distribuição de forças adequada às especificações de projeto em todas as condições de carga;
- Determinar os extremos da movimentação do veículo durante a ação de forças estáticas e quase estáticas;
- Absorver e amortecer os impactos recebidos pela pista transferidos à massa suspensa.

Para desempenhar essas funções, existem vários componentes que são fundamentais, como as molas, amortecedores, buchas, coxins, bandejas, manga de eixo, entre outros. E para garantir um desempenho correto, cada componente deve estar devidamente posicionado, apertado e em boa qualidade. Caso contrário, as chances do condutor ser incomodado por barulhos e instabilidades são grandes.

É importante notar, antes de iniciar as verificações, que diferentes tipos de carros podem desempenhar diferentes funções, ou seja, alguns podem ser focados para carga, outros para velocidade, e a maioria que são produzidos são de uso comum. Para cada situação, as configurações de suspensão são diferentes, e podem ser categorizadas, de forma simplificada, em:

- Eixo rígido: onde as rodas são montadas em cada extremidade de um eixo sólido e a movimentação de uma interfere na outra. Esse tipo de

suspensão é mais comum na frente de caminhões de carga pesada, onde é necessária uma alta capacidade de carga (GILLESPIE, 1992). É importante salientar que esse tipo de suspensão, para veículos pesados, geralmente utiliza molas em folhas;

- Suspensões independentes: permitem a movimentação vertical independente de cada roda, sem afetar a oposta. Praticamente todos os carros de passeio e caminhões leves utilizam esse tipo de suspensão na dianteira devido à melhor resistência às vibrações da direção (GILLESPIE, 1992). Também são amplamente utilizadas em veículos de competição.

Para garantir o bom funcionamento da suspensão e, conseqüentemente, o conforto e estabilidade do veículo, é importante garantir a realização da manutenção preventiva. Porém, o condutor deve estar atento aos sintomas de possíveis problemas.

## **2. VERIFICAÇÃO VISUAL**

No que se trata da verificação visual, muitos componentes da suspensão ficam escondidos atrás da roda e são de difícil identificação de anomalias, especialmente para o olho não treinado. Portanto, o mais fácil de verificar é por vazamentos no amortecedor. Um amortecedor estourado não realizará o amortecimento correto dos impactos e das cargas nas pistas, gerando desconforto e instabilidades no veículo, além de tornar mais difícil a tarefa de manter as rodas no chão, podendo gerar riscos à segurança. O proprietário do veículo que possua um olho mais treinado pode verificar por buchas possivelmente estouradas ou secas, que podem danificar peças da suspensão, podendo gerar falhas e acidentes. É possível identificar na figura 1 a existência de uma falha na balança de um caminhão justamente onde as molas são apoiadas.



**Figura 1 – Falha na balança das molas de um caminhão Volkswagen Constellation. (Fonte: De Abreu, 2020).**

### **3. VERIFICAÇÕES COM O USO**

Durante a utilização do veículo, é preciso estar atento a ruídos, falta de estabilidade na direção e sensações estranhas, como o carro “pulando” após passar por uma lombada. Os ruídos geralmente têm som de metal batendo em metal, o que pode indicar buchas estouradas ou outros atritos indesejados que podem danificar componentes. A falta de estabilidade em curvas ou frenagens pode indicar um sistema com um alinhamento não adequado ou até mesmo componentes folgados. E o carro “pulando” pode ser um grande indicador de amortecedor estourado.

### **4. CUIDADOS GERAIS**

Além das verificações, existem alguns cuidados que podem ser seguidos para prolongar a vida útil do sistema, como por exemplo:

- Evitar passar por lombadas em altas velocidades e /ou na diagonal;
- Não estacionar o carro torto (em cima de passeios, com uma roda em uma lombada etc.);
- Evitar os buracos nas vias;
- Não trocar peças sem consultar um técnico ou especialista.

Não seguir essas recomendações pode gerar problemas para o carro como um todo, forçar os componentes da suspensão e resultar em visitas antecipadas ao mecânico.

## **5. MANUTENÇÃO PREVENTIVA**

Além de todos os pontos citados, a manutenção preventiva mantém-se como a principal ação a ser praticada para evitar desperdícios desnecessários com o veículo, além de evitar acidentes. Recomenda-se que, a cada 10 000 km rodados com o carro, seja levado para um mecânico para a realização de uma verificação geral para garantir o estado das peças. Também se recomenda a troca das peças (como amortecedores e coxins) a cada 50 000 km. Para qualquer sistema mecânico (suspensão, freio, carro maquinário, entre outros), o defeito em uma peça sobrecarrega as outras.

# Cuidados com os pneus

## 1. INTRODUÇÃO

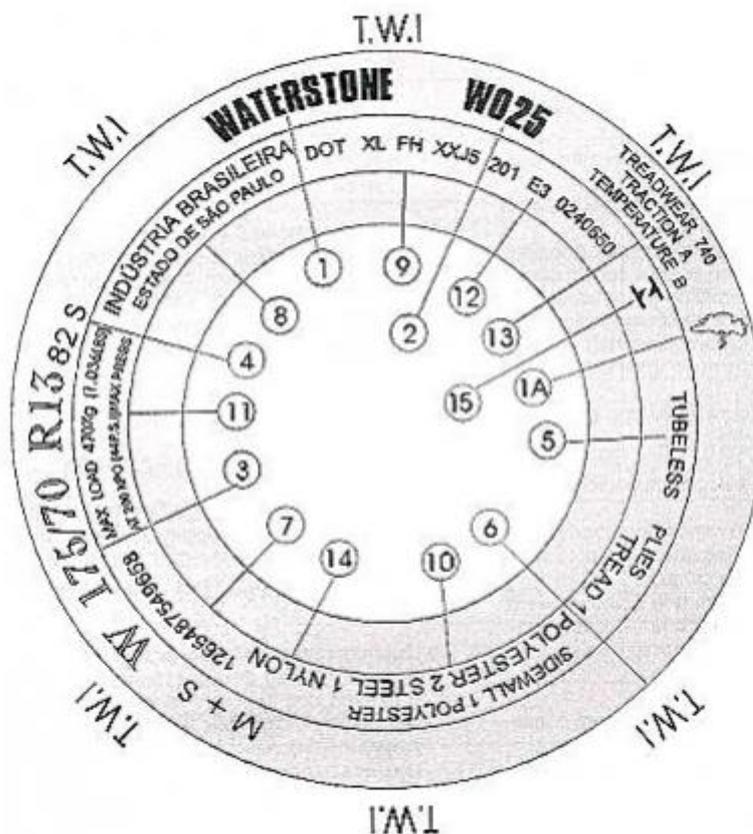
Pneus são componentes considerados relativamente simples pelos proprietários de automóveis comuns. A maioria sabe que precisa verificar por desgastes e calibrar, e depois de muito tempo, talvez trocar apenas os pneus da frente, porque todos seria muito caro. O que acabam esquecendo é que os pneus são o único ponto de contato entre o veículo e a pista, e é através deles que todas as forças são enviadas e recebidas. Mais especificamente, o conjunto de roda de um veículo possui duas funções essenciais: suportar o peso do carro pela troca de forças verticais no contato com a pista e realizar a troca de forças longitudinais e laterais, possibilitando o controle do veículo (GENTA & MORELLO, 2008). Para desempenharem essa função, inúmeros estudos ocorrem antes de serem lançados para venda (i.e. materiais, formatos dos sulcos, características de cargas, ruído, modos de vibração, entre outros). Porém, para continuarem com um bom desempenho, não basta o trabalho do engenheiro. Também é necessário a manutenção regular dos pneus e observações que vão além da calibragem e verificação do desgaste. É muito importante o condutor estar atento às características do seu pneu para que consiga utilizá-lo corretamente e aumentar sua vida útil, além de proporcionar mais segurança para si e aos passageiros.

## 2. CARACTERÍSTICAS

O pneu possui muito mais detalhes do que apenas as ranhuras características que são vistas em sua banda de rodagem. Em sua lateral também são dispostas informações importantes para o conhecimento de quem estiver atrás do volante (figura 1). Essas informações são regulamentadas pela ALAPA (Associação Latino Americana de Pneus e Aros).

Os significados de todas as indicações a seguir podem ser encontrados no Manual de Normas Técnicas, 2003, publicado pela ALAPA. Serão explicados

aqui apenas os mais relevantes para os condutores e proprietários de automóveis.



**Figura 1 – Marcações nos pneus conforme regulamentado pela em 2003.**

Na marcação de número 1 visto na figura 1, é descrito o nome do fabricante (sendo a marcação 1A sua logotipo). Na número 2 é descrito o modelo do pneu, e na marcação de número 3 observa-se o conjunto de letras e números mais reconhecidos, especialmente por aqueles que buscaram adquirir um novo conjunto de pneus. Essa marcação determina as características das dimensões e tipos de construção do pneu. No exemplo da figura 1, os números e letras da marcação 3 são traduzidos da seguinte forma:

- W 175 – Largura nominal do pneu, em milímetros.
- 70 – Relação entre a altura e a largura nominal do pneu, também representando sua série técnica (caso não haja identificação, a série é 80). Representada em porcentagem (neste exemplo, 70%).

- R – Pneu de construção radial (caso não haja identificação, o pneu é de construção diagonal).

- 13 – O diâmetro interno do aro do pneu (em polegadas).

A marcação 4 representa o índice de carga e código de velocidade:

- 82 – Indica o peso que o pneu é capaz de suportar (82 é o índice de carga, sendo a carga em kg consultada em tabelas através do índice).

- S – Indica a velocidade máxima para o pneu rodar com total segurança (também consultado por tabela).

Os pneus radiais são os mais comuns atualmente. Eles permitem uma absorção de grandes esforços laterais, com deformações menores do que os diagonais, traduzindo em uma melhor estabilidade direcional do veículo (NICOLAZZI, ROSA e LEAL, 2012). Por mais que os diagonais sejam mais confortáveis em baixas velocidades e sejam mais baratos, os radiais ainda possuem maior durabilidade, menor sensibilidade à aquaplanagem e ente outras vantagens (NICOLAZZI, ROSA e LEAL, 2012) que os tornam mais comuns nos automóveis.

Um detalhe importante dos pneus são suas ranhuras (conhecidas como sulcos) na banda de rodagem. Esses sulcos têm como função principal redirecionar a água e outras impurezas que podem reduzir o contato entre pneu e solo para fora do caminho. Quanto mais novo o pneu, mais eficiente será o trabalho destes sulcos. No entanto, com o desgaste, a profundidade diminui e torna-se mais difícil a retirada. Por este motivo foram inseridos os TWI (Tread Wear Indicator, uma sigla em inglês que significa indicador de desgaste da banda de rodagem). Esses indicadores são pequenas elevações situadas dentro dos sulcos de forma a indicar o nível máximo de desgaste permitido para a circulação com os pneus. Caso os pneus estejam em um nível de desgaste muito próximos dessa indicação, é fundamental que sejam trocados imediatamente para evitar acidentes.

A marcação 9 indica a matrícula DOT, que representa o estabelecimento de produção, tipo de pneu e período de fabricação. Esse dado é importante especialmente pelo período de fabricação, representado por quatro números, sendo os dois primeiros indicadores da semana e os dois últimos o ano. Tipicamente os pneus possuem vida útil de 5 a 6 anos.

### **3. MANUTENÇÃO PREVENTIVA**

Conhecer apenas as características do pneu não será o suficiente para mantê-lo em boas condições. Será necessário também atentar-se para a manutenção preventiva. Assim como outros componentes no veículo, os pneus sofrem desgaste regularmente, mas isso pode ser acelerado caso não haja um cuidado regular. Para os pneus, os cuidados preventivos mais comuns são a calibração, o cuidado com os desgastes, inspeções visuais, utilização de pneus em dimensões corretas e manter o balanceamento e alinhamento em dia.

A calibração dos pneus deve ser feita regularmente, idealmente a cada semana e com o pneu mais frio possível para evitar perda de pressão posteriormente, ou seja, calibrar assim que começar a usar o carro no dia (na ida para o trabalho ou para seu primeiro destino do dia). Não se deve esperar que o pneu esteja notavelmente baixo para realizar esse processo. Maioria dos postos de gasolina possuem locais para encher os pneus. Os funcionários do posto podem realizar a calibração para o proprietário, mas também pode ser realizada manualmente. O nível de pressão correto pode ser encontrado no manual do veículo na seção de pneus, na tampa da entrada de combustível ou até mesmo na porta do motorista (estes dois últimos sendo em formato de adesivo, como mostrado na figura 2).



**Figura 2 – Adesivo de tipos de combustível (em cima) e da especificação da pressão para cada eixo a depender da carga (em baixo) encontrado na tampa de combustível de um Volkswagen UP.**

Deve ser feita uma inspeção visual regular nos pneus a cada saída com o carro de forma a verificar o estado dos pneus, especialmente em questão do desgaste e de possíveis bolhas. Quando um pneu está próximo do TWI, é necessário realizar a troca. E caso apresente bolhas, a troca deve ser mais imediatamente possível, pois a bolha gera uma região de fragilidade no pneu que, com a utilização constante, pode estourar abruptamente, causando perda de controle severa, especialmente em altas velocidades.

A troca de pneus deve ser realizada de forma responsável. É importante buscar sempre trocar os quatro de uma vez. Porém, caso seja difícil financeiramente realizar a troca dos quatro, deve-se trocar os dois pneus da dianteira. Recomenda-se trocar os pneus da dianteira pois estes geralmente estarão mais gastos, devido à maioria dos carros comuns possuírem tração dianteira e as cargas da frenagem serão transferidas para a dianteira, aumentando ainda mais o desgaste. No entanto, ao trocar estes pneus, os novos devem ir para a traseira e os velhos que estavam na traseira (menos gastos que os velhos da dianteira) devem ir para a dianteira. O motivo disso vem do fato de que pneus mais gastos podem ocasionar travamento das rodas, e caso o eixo traseiro trave primeiro, o carro perderá a traseira e

começará a girar. Em compensação, caso trave o eixo dianteiro primeiro, haverá uma perda de direção (não será possível mudar a direção do carro), mas é muito mais fácil controlar esse segundo evento do que o primeiro.

Ser responsável na troca dos pneus significa trocar por pneus novos e não pneus meia-vida, pois estes são usados que foram cortados para parecer que podem ser usados novamente, mas na verdade não possuem mais as mesmas propriedades que os novos; significa garantir que seja realizado o balanceamento e alinhamento para evitar instabilidade do veículo; e por último garantir que sejam pneus de acordo com o manual do proprietário. Pneus com dimensões muito divergentes daquelas especificadas pelo manual podem causar uma perda na eficiência e serem alvos de multas. A figura 3 mostra uma caminhonete onde o proprietário decidiu colocar pneus maiores na traseira e, como consequência, ocasionou a quebra do diferencial traseiro. O motivo dessa e outras possíveis falhas é porque o carro como um todo foi projetado para determinadas especificações. Por mais que haja fatores de segurança, é importante buscar sempre se manter dentro das especificações do manual.



**Figura 3 – Caminhonete com pneus de dimensões diferentes na traseira e dianteira (a) e um eixo do diferencial que foi quebrado devido a essa troca (b); (fonte: De Abreu, 2020).**

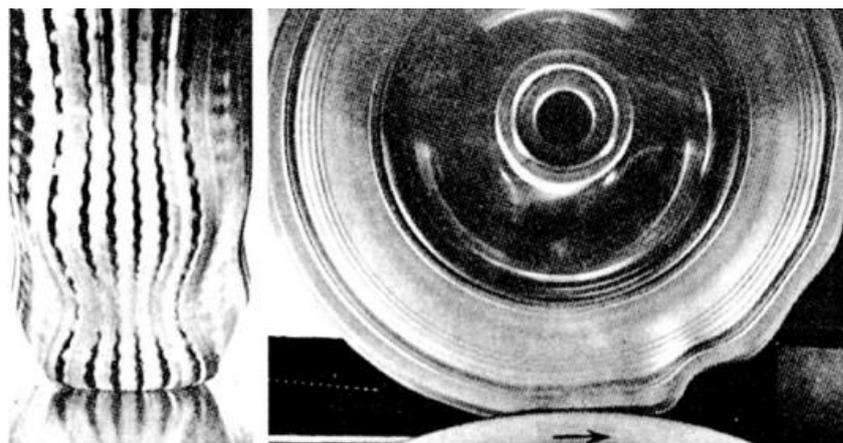
Após realizada a troca dos pneus, deve ser realizado um rodízio a cada 10000 km rodados. O rodízio é a troca de posição dos pneus para evitar desgastes excessivo em um único lado ou em um único eixo. Esse tipo de desgaste pode

ser ocasionado pela rotina do condutor. Por exemplo, sua rota de casa ao trabalho pode ocasionar um desgaste constante nos pneus do lado esquerdo devido às curvas da rota. Realizar um rodízio poderá ajudar a evitar que um lado sofra mais que o outro, fazendo com que seja necessário a troca mais cedo de um único lado.

#### **4. EFEITOS DURANTE A UTILIZAÇÃO**

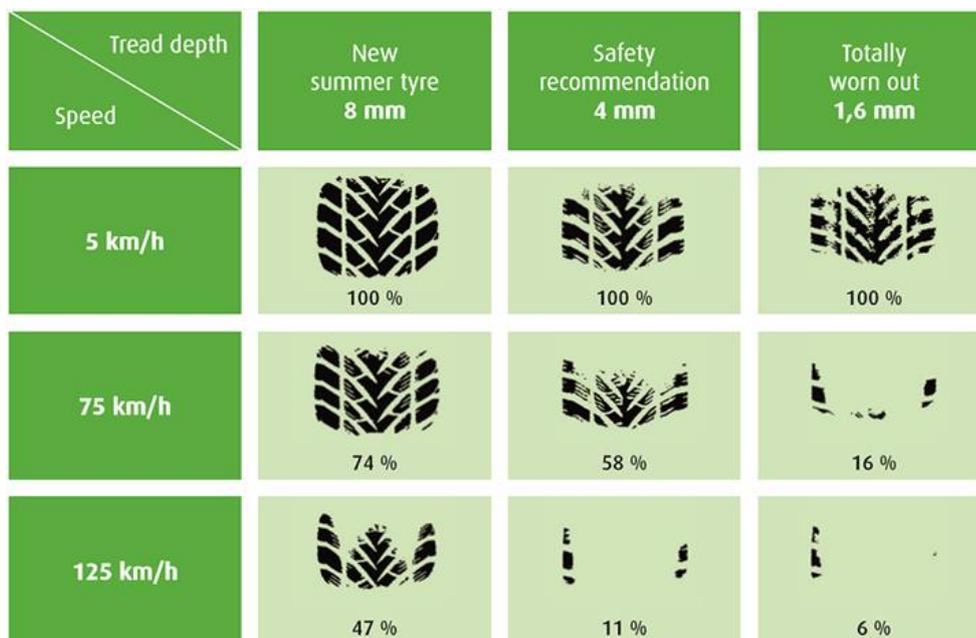
Durante a utilização do veículo, existem diversas condições de uso, como diferentes velocidades, trajetórias e tipos de terreno, temperaturas e tipos de carga. Cada uma dessas condições terá um efeito sobre os pneus que devem ser consideradas durante a utilização de modo a reconhecer o que está ocorrendo e entender os limites da utilização do carro, evitando acidentes.

A velocidade influencia fortemente em tudo no carro, incluindo os pneus. Com o aumento da velocidade, os pneus tendem a diminuir a área de contato com o solo, ficando muito mais sensíveis às mudanças de direção. Por este motivo não é recomendável movimentos muito bruscos no volante em altas velocidades. Além disso, cada pneu possui o que é chamado de velocidade crítica, onde a partir desse limite ocorrem vibrações e é considerada a velocidade onde o pneu para de funcionar normalmente, e dessa forma nunca deve ser excedida e nem aproximada; acima da velocidade crítica existe forte sobreaquecimento e vibrações, como demonstrado na figura 4 (GENTA & MORELLO, 2008). Seguindo os princípios de materiais de atrito, após o pneu atingir determinada temperatura de pico, seu coeficiente de atrito poderá diminuir, perdendo assim a aderência com o solo e tornando a utilização do veículo perigosa.



**Figura 4 – Ondulações estacionárias num pneu em rotação acima de sua velocidade crítica (fonte: GENTA & MORELLO, 2008).**

Outro fator influente no comportamento dos pneus é o desgaste. Com um maior desgaste o coeficiente de atrito dos pneus pode diminuir devido ao fato de ter um material mais velho e acabado em contato com a pista. Além disso, a profundidade dos sulcos diminui consideravelmente, ocasionando maior acúmulo de impurezas na região de contato. Uma dessas impurezas pode ser a água, que em pneus gastos não será redirecionada corretamente, impedindo um contato ideal com a pista (figura 5) e podendo ocasionar aquaplanagem ao frear. Mesmo um pneu não estando tão gasto, a aquaplanagem pode ser ocasionada ao percorrer trajetos molhados em alta velocidade, pois o pneu não conseguirá retirar a água do caminho de forma eficiente, acumulando-a e impedindo de gerar a força de atrito necessária nas frenagens. A figura 5 demonstra de forma clara quanto que a velocidade e o desgaste interferem no contato pneu-pista. Os títulos das colunas correspondem à profundidade dos sulcos, indo do pneu mais novo (8 mm de profundidade) ao mais velho (1,6 mm). As linhas correspondem às diferentes velocidades. Nota-se que no pneu mais gasto (no limite legal de 1,6 mm de profundidade dos sulcos) à velocidade de 125 km/h, existe apenas 6% do pneu em contato com o solo.



**Figura 5 – Demonstração da porcentagem de área de contato pneu-pista com relação à velocidade e nível de desgaste de pneus (Fonte: Nokian Tyres: Dangers of Aquaplaning).**

A pressão do pneu afeta dirigibilidade e desgaste. Um pneu muito inflado gera um desgaste maior na região central do pneu e diminui a área de contato pneu-pista de forma similar ao aumento de velocidade. Um pneu com pressão baixa terá um desgaste maior nas laterais, possuindo um formato de “U” de cabeça para baixo na sua seção transversal, tornando o pneu mais frágil. Onde houver uma concentração de desgaste, também existe uma concentração de temperatura, podendo favorecer a explosão. Um pneu pouco inflado também favorece a perda de estabilidade, dificultando curvas e manobras necessárias do veículo, além de acumular mais água à frente do pneu devido ao maior contato com o solo (não de forma favorável como um pneu novo e bem calibrado), facilitando a aquaplanagem (ICETRAN, 2018).

## 5. CONCLUSÃO

Os pneus são componentes fundamentais do carro, sendo influentes desde o controle até a segurança do veículo. Por este motivo, deve-se tomar bastante cuidado na utilização, manutenção e na troca, buscando sempre mantê-los calibrados, realizar o rodízio, verificar regularmente o desgaste e ao trocar, comprar pneus novos e realizar regularmente o balanceamento e

alinhamento. Estes procedimentos podem ter um gasto inicial grande, mas em compensação evitarão muitos gastos no futuro, além de garantir a segurança do condutor e de pessoas próximas.

# Referências

GENTA, G.; MORELLO, L. **The Automotive Chassis: Vol. 1: Components Design**. [S.l.]: Springer, 2008.

CIDADE VERDE. Veja cuidados se vai deixar o carro parado por algum tempo. **YouTube**, 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=YRehhwzlAwU>>. Acesso em: 11 Maio 2020.

OPINIÃO SINCERA. Cuidados com o carro parado durante a quarentena – O que fazer para não estragar. **YouTube**, 2020. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=EBb\\_5y05yLw](https://www.youtube.com/watch?v=EBb_5y05yLw)>. Acesso em: 11 Maio 2020.

TVCIDADEVERDE. Carro parado na garagem por muito tempo? Saiba como cuidar dele com o Dr Mecanico. **YouTube**, 2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Nn02zeRqizk>>. Acesso em: 11 Maio 2020.

SR MOTORS. CARRO PARADO por muito tempo? O que fazer? **YouTube**, 2020. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=\\_jxvXq4TxLI](https://www.youtube.com/watch?v=_jxvXq4TxLI)>. Acesso em: 11 Maio 2020.

LIMPERT, R. **Brake Design and Safety**. 2<sup>nd</sup>. ed. [S.l.]: Society of Automotive Engineers, 1999.

GILLESPIE, T. D. **Fundamentals of Vehicle Dynamics**. Warrendale: Society of Automotive Engineers, Inc., 1992.

NICOLAZZI, L. C.; ROSA, E. D.; LEAL, L. D. C. M. **Uma introdução à modelagem quase-estática de automóveis**. Florianópolis: GRANTE Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC, 2012.

ALAPA. **Manual de Normas Técnicas**. Associação Latino Americana de Pneus e Aros. [S.l.], p. 299. 2003.

ICETRAN. Baixa pressão nos pneus tem efeitos trágicos no trânsito. **Icetrans**, 2018. Disponível em: <<https://icetrans.com.br/blog/baixa-pressao-nos-pneus-no-transito/>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

TYRES, N. Dangers of Aquaplaning. **Nokian Tyres**. Disponível em: <<https://www.nokiantyres.com/innovation/safety/dangers-of-aquaplaning/>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

# Contato

## Conteúdo:

Professor Dr. Sérgio Idehara: [sergio.idehara@ufsc.br](mailto:sergio.idehara@ufsc.br)

Estudante de graduação, André Pereira: [andre.f.l.pereira@grad.ufsc.br](mailto:andre.f.l.pereira@grad.ufsc.br)

Estudante de graduação, Luiza Tonett: [luiza.tonett@grad.ufsc.br](mailto:luiza.tonett@grad.ufsc.br)

## **UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC), CAMPUS JOINVILLE (CTJ):**

R. Dona Francisca, 8300 – Bloco U

Zona Industrial Norte

Joinville – SC – Brasil

89219-600

+55 (47) 3204-7400

+55 (48) 3721-7310

