

TUDO SOBRE A ADERÊNCIA DOS PNEUS AO SOLO

Entenda o que é a aderência dos pneus ao solo, sua importância e outras informações que você precisa saber sobre ela.

Sumário

O que é aderência dos pneus?	5
Como identificar a aderência dos pneus?	8
O que influencia na aderência dos pneus?	11
Como funciona a aderência dos pneus nos diferentes tipos de solo?	17
É possível medir a tração e aderência dos pneus?	20
Por que acontece a perda de aderência dos pneus com o solo?	23
Qual o impacto da aderência na segurança das operações de transporte?	26
É possível aumentar a aderência dos pneus após perdê-la?	29

Introdução



É comum falarmos em pressão e desgaste dos pneus, e profundidade dos sulcos. Todos os itens necessários em uma gestão de pneus da frota. Mas, você sabia que a **falta de cuidados** também gera a perda de aderência dos pneus?

Por um lado, trata-se de um conceito bem importante de conhecer, assim como de saber o que ele representa. Por outro, não é tão explorado ainda pelos portais de frotas e pneus aqui no Brasil, gerando muitas dúvidas em quem busca mais informações sobre ele.

Agora os seus problemas estão resolvidos (ou, pelo menos, diminuem), porque reunimos todas as informações sobre o tópico aqui.

Confira.

01

*O que é aderência
dos pneus?*



O que é aderência dos pneus?

Quando falamos em aderência dos pneus, estamos nos referindo à **resistência** que eles apresentam em relação ao solo que estão rodando. Isto é, do atrito gerado na estrada com o veículo em movimento.

Costuma ser percebido, principalmente, em curvas e na frenagem dos veículos — momentos em que a tração é necessária para que o pneu responda ao comando dado pelo motorista na cabine de direção.

Um pneu sem a aderência primordial, por exemplo, pode escorregar ou derrapar quando o veículo fizer uma curva mais acentuada. Inclusive, aumentando os **riscos de tombamento**.

Existe também um limite de aderência para os pneus que é, de maneira técnica, descrito como “a força tangencial máxima que um pneu pode transmitir ao piso”.

Isso significa, num linguajar mais simples, que o limite de aderência dos pneus é a capacidade máxima que eles aguentam as acelerações, travas e curvas, entre outros, sem serem danificados pelo arraste e atrito.



A grande questão da aderência é que ela é variável, sendo diferente para as diversas construções de pneus, tipos de borracha utilizados, nível dos sulcos, material da estrada, entre outros fatores.

Inclusive, os pneus já são produzidos considerando esses elementos.

É por isso que você encontra, em revendas, pneus que se dizem mais adequados para o asfalto, outros para estradas de chão, e ainda há pneus desenvolvidos para rodar em pistas molhadas, solos quentes, pisos de cimento queimado, e assim por diante.

As opções são muitas mesmo e todas essas alternativas só surgiram por conta da aderência dos pneus.

Isto porque ela tem um impacto direto no desempenho do transporte rodoviário.

Ilustrando uma situação para explicar melhor:

Uma aderência baixa aumenta os **riscos de derrapamentos**, enquanto uma aderência muita alta pode aumentar a resistência do veículo em se movimentar e levar a um **maior consumo de combustível**.

02

Como identificar a aderência dos pneus?



Como identificar a aderência dos pneus?

Ela é indicada, obrigatoriamente, na **etiqueta INMETRO** dos pneus novos e é identificada em dois momentos diferentes: a resistência de rolamento e a aderência em pistas molhadas.

Para este primeiro, a classificação começa na letra A, sendo o modelo **mais eficiente energeticamente**, e indo até a letra F. Quanto mais próximo de A for o pneu, mais eficiente ele é, apresentando, também, um menor consumo de combustível.

Já o segundo critério é determinado pelas letras A até E, sendo “A” o **mais aderente**. A classificação, neste caso, é válida tanto para pneus de passeio quanto para pneus pesados.



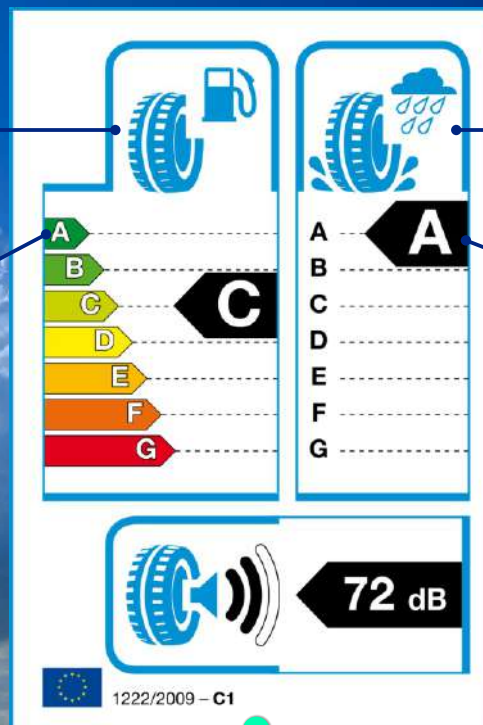


• Resistência de rolamento

• Maior eficiência energética

• Aderência no molhado

• Mais aderente



03

*O que influencia na
aderência dos pneus?*



O que influencia na aderência dos pneus?

Largura dos pneus

Geralmente, quanto maior a largura, maior a área de contato do pneu, maior a aderência. Parece lógico, mas cuidado. Nem sempre isso é verdade.

Em pisos molhados, esse maior contato com o solo gera **aquaplanagem** com mais frequência.

Ademais, em curvas e frenagens, a maior largura pode trazer algumas desvantagens que vão além da aderência, como o **aumento de consumo de combustível**.

Desenho da banda de rodagem

A **profundidade dos sulcos** com certeza é um fator que influencia na aderência dos pneus.

Além desta, a forma usada para criar essas ranhuras (sulcos) e a forma como estão dispostas pela banda, assim como a largura dos sulcos, têm um papel na aderência.

Afinal, são os sulcos os principais responsáveis pela passagem de ar e água pelos pneus em rotação. Ao longo dos anos, surgiram diferentes tipos de banda de rodagem, voltadas para momentos e situações mais específicas de locomoção. Elas são:





Unidirecional



Bidirecional



Simétrica



Assimétrica



Off-road

Enquanto as bandas unidirecionais e simétricas possuem um melhor desempenho em asfalto e viagens de longa distância em rodovias, a banda assimétrica é, geralmente, mais adequada para rodar em vias urbanas — onde há mais movimentos de aceleração e frenagem, exigindo maior aderência dos pneus.

Pressão dos pneus

Influencia a área de contato com o solo e a força da borracha em relação ao solo, aumentando ou diminuindo a resistência de rodagem.

Uma pressão abaixo do ideal faz com que os pneus aumentem sua área de contato e diminuam a resistência da borracha. Dessa maneira, o veículo não consegue acelerar com tanta eficiência, existindo um **aumento de resistência ao solo**.

Além disso, aumentam as chances de qualquer detrito na estrada causar cortes e furos nos pneus.

Já a pressão alta diminui essa área de contato, tornando o veículo **instável e suscetível a tombamentos**. Também perde sua aderência por ter menos borracha para gerar o atrito ideal na condução do veículo.

Composição da borracha

Diferentes tipos de borracha possuem diferentes coeficientes de atrito. Então, este depende não apenas do fabricante de pneus, mas do fornecedor de borracha também.

De modo geral, as borrachas mais resistentes e “duras”, como dos pneus off-road, têm um coeficiente de **atrito mais baixo**. Afinal, não precisam gerar tanto atrito quanto um pneu de carro de passeio no asfalto urbano — estes já tem a borracha mais flexível e um coeficiente de atrito menor.



Estado de uso do pneu

Um pneu desgastado ou, nos piores casos, careca, sofre a **perda de aderência**. Isto acontece pois todos os seus sulcos, que suprem esse papel, não existem mais.

Por lei, a determinação é que os sulcos não podem ser menores que 1,6 mm. Esta é a medida mínima para que o pneu rode sem prejudicar o desempenho e segurança do veículo.

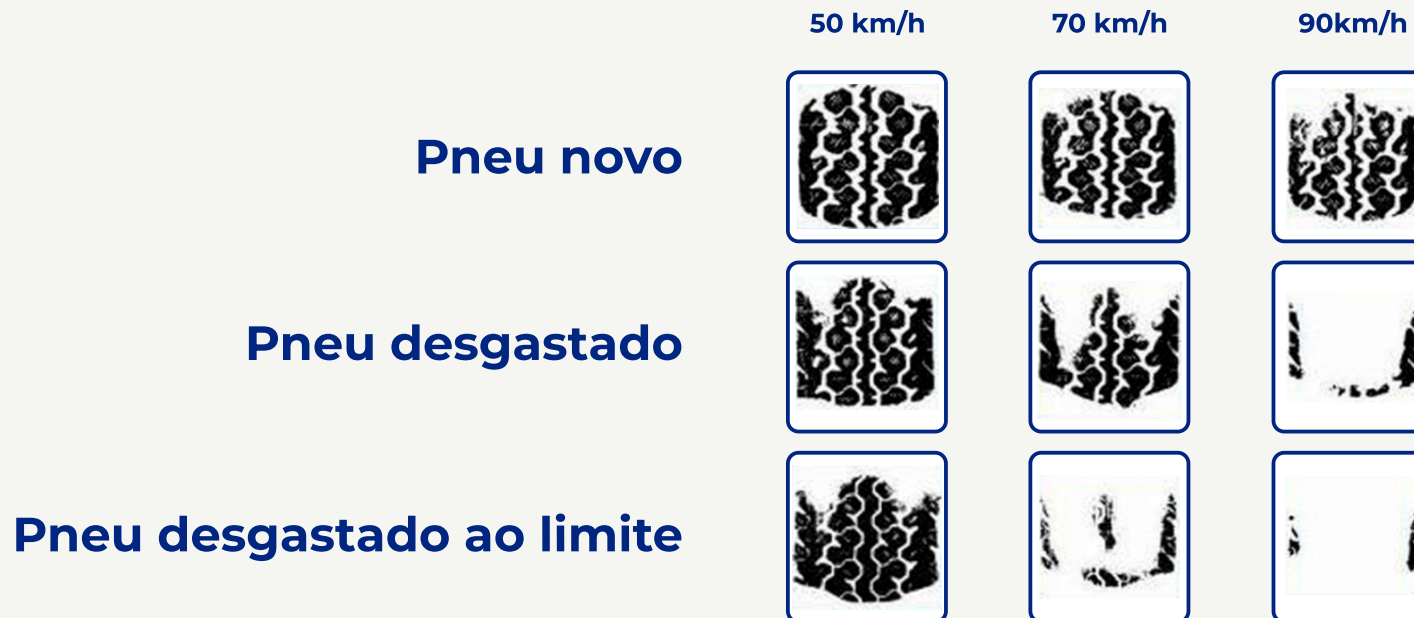
Ainda assim, pneus cujos sulcos já chegaram a esse limite devem ser inspecionados por uma recapadora para analisar a possibilidade de realizar um serviço. O ideal é que eles sejam retirados do veículo com, no mínimo, 3 mm de sulcos, evitando que a carcaça esteja danificada e que ocorra a recusa de recape.

Velocidade do veículo

Principalmente para pneus que já possuem algum tempo de utilização e desgaste, quanto **maior** for a **velocidade do veículo**, **menor** é sua **aderência ao solo**.

A alta velocidade aumenta as rotações por minuto, fazendo com que o veículo fique suscetível a uma leve perda de contato com o solo. Principalmente, quando as condições não forem ideais — estiver chovendo, geando, a calibragem estiver incorreta, etc.

E, quanto mais usado for o pneu, estando com um desgaste médio a alto, menor a aderência e mais risco de sofrer esse mesmo “levantamento” do solo.



Aspectos mecânicos do veículo

Dependendo de como o veículo é projetado, pode haver mais tração nas rodas da frente. Ou, se o veículo não for alinhado e balanceado conforme deveria, pode fazer com que os pneus dianteiros ou traseiros sofram **desgastes irregulares** e **diminuam sua performance**, gerando menos aderência às pistas.

Isso faz com que as manutenções preventivas da frota ganhem ainda mais importância, já que são elas que evitam estes problemas mecânicos.

Distribuição de cargas na carroceria

Se tem mais peso em cima de um dos pneus, ele terá maior resistência para rodar e pode causar **desgastes irregulares e/ou excessivos**. Num quadro maior, como já foi estabelecido, o desgaste da banda de rodagem acaba levando à perda de aderência dos pneus.

Temperatura do pneu e do ambiente

O superaquecimento dos pneus, como ocorre em viagens urbanas com muitas acelerações e frenagens, prejudica a borracha que não é apta para isto e reduz a aderência dele. Da mesma forma, a temperatura ambiente afeta a borracha dos pneus.

Em dias frios, por exemplo, embora ajude a diminuir a temperatura dos pneus após um deslocamento, a borracha se torna mais rígida, **diminuindo sua aderência ao chão**.

04

Como funciona a aderência dos pneus nos diferentes tipos de piso?



Como funciona a aderência dos pneus nos diferentes tipos de solo?

O tipo de superfície também influencia na aderência dos pneus ao solo. Inclusive, muitos pneus hoje são produzidos pensando em tipos específicos de piso, visando a melhor performance possível — em questões de segurança, economia e desempenho.

Aliás, as próprias estradas já são feitas pensando no nível de movimentação da região e quais os principais veículos que estarão passando por ali. Com engenheiros preparados para o trabalho, esses fatores são analisados e é identificado o melhor material, textura e revestimento utilizados para a obra.

Para ter um exemplo, um asfalto de maior índice de atrito é usado em zonas mais urbanas, onde há muito tráfego e ocorrem muitas acelerações e frenagens.

Além disso, a aderência dos pneus sofre impactos por sujeiras na estrada, água, ou outros fatores. Confira:

Piso seco

01 O melhor para esse solo é rodar com pneus com **menos sulcos** e **mais largos**, que aumentam a faixa de rolamento e aderência. Assim, em aceleração ou curva, o veículo não perde equilíbrio e estabilidade.

Piso sujo

02

A presença de areia, óleo, ou outros detritos na pista prejudicam a aderência dos pneus.

Normalmente, tornando-os mais propensos ao **derrapamento e/ou deslizamento**.

Piso molhado

03

Os mecanismos de aderência ficam comprometidos, mas pode-se combater isso com pneus mais adequados para esse tipo de piso. Por exemplo, os **sulcos mais profundos** e em forma de “V” tem uma capacidade de drenagem aumentada, pois a água escorre melhor até a saída do sulco.

Piso com neve ou gelado

04

No Brasil, essas situações são raras, mas, caso ocorram, pode-se utilizar os chamados “pneus de inverno”. Os sulcos, nesses modelos, são em **maior quantidade e bastante profundos**, tornando a aderência dos pneus ao solo mais adequada e deslizando menos. Ainda assim, é preciso ter bastante cuidado na direção, evitando movimentos bruscos e repentinos.

05

É possível medir a tração e aderência dos pneus?



É possível medir a tração e aderência dos pneus?

Até é possível, mas, dado os diferentes tipos de pneus e superfícies de rodagem, os testes variam. Inclusive, pela movimentação dos pneus, acontecem os seguintes tipos de tração:

Tração longitudinal

Quando o pneu roda livremente (em pista reta), são geradas forças tanto na superfície do pneu quanto do pavimento.

Tração transversal (ou lateral)

Quando o pneu realiza curvas ou troca de pista, a força gerada é diferente para o pneu e para a pista.

Ao longo dos anos, alguns medidores diferentes foram desenvolvidos, mas todos seguem um princípio básico: usar o veículo para causar o deslize da borracha no solo.

Com alguns cálculos base, os equipamentos de medição indicam os valores necessários para chegar ao resultado final. Dentre eles:

- Velocidade de deslizamento (S);
- Velocidade direcional do veículo (V);
- Velocidade periférica média do pneu (V_p);
- Velocidade angular do pneu (Ω);
- Raio médio do pneu (r).

Antes de calcular a tração, você precisa identificar a **velocidade de aderência**.

Para isso, a fórmula é:

$$S = V - V_p = V - (0.68 \times \Omega \times r)$$

Da mesma maneira, é necessário saber o **índice de aderência** (às vezes referido como “índice de deslizamento”):

$$\text{Taxa de deslizamento} = \sin(a)$$

Onde: a = ângulo de guinada

Agora, para saber qual é a **tração longitudinal dos pneus**, você precisa calcular:

$$SR = \frac{V - V_p}{V} \times 100 = \frac{S}{V} \times 100$$

Já para o cálculo de **tração transversal**:

$$SFC = \frac{\text{força lateral}}{\text{reação vertical entre as superfícies da estrada e do pneu}}$$

Onde: SFC = coeficiente de tração transversal

06

Por que acontece a perda de aderência dos pneus com o solo?



Por que acontece a perda de aderência dos pneus com o solo?

Desgaste do pneu

Dentre os vários tipos de desgaste dos pneus, não há nenhum deles que não afete a aderência dos pneus.

Deixando mais claro:

Todo e qualquer tipo de desgaste gera impactos na **qualidade de rolagem** do seu veículo.

Isto acontece em decorrência de o pneu desgastado se tornar mais “liso” em algumas regiões, quando o desgaste for irregular e/ou localizado, atrapalhando o **equilíbrio e estabilidade** do veículo.

Ainda que o desgaste seja de maneira regular e nivelada, ao longo de toda a banda de rodagem, ele tem menos profundidade para resistir ao solo. Portanto, dependendo de onde estiver rodando, enfrenta problemas como os já citados anteriormente (derrapamento, deslizamento, etc.)

Alinhamento de rodas

Ângulos incorretos do veículo para com os pneus diminuem a tração destes.

Porém, esse fator está atrelado ao desgaste dos pneus. Afinal, a consequência direta da falta de alinhamento é o **desgaste irregular da banda de rodagem**, sendo a perda de aderência apenas uma consequência deste fator.

Ainda assim, vale notar que: os ângulos podem estar incorretos tanto por um uso constante do veículo, que não passa pela rotina de manutenção preventiva, quanto por ajustes incorretos realizados pela equipe de mecânicos.

Uso dos pneus errados

Cada pneu possui características que indicam ser uma peça mais apropriada para determinadas estradas e condições climáticas.

Assim, ao usar um modelo que possui uma borracha mais flexível, com sulcos menores ou até mesmo com menos sulcos, em uma rota que gera muito aumento de temperatura nos pneus, você está gerando um cenário perfeito para a **perda de aderência**.

O contrário é um pouco menos provável. Isto é, usar pneus mais resistentes, em deslocamentos menos agressivos, como uma viagem a longa distância, não causa danos tão depreciativos na borracha.

Por outro lado, atrapalha no desempenho da viagem e traz uma consequência tão ruim quanto para o gestor da frota: o **aumento no consumo de combustível**.

07

*Qual o impacto da aderência
na segurança das operações
de transporte?*



Qual o impacto da aderência na segurança das operações de transporte?

Esse impacto é bastante grande, na verdade. A perda da aderência pode causar diversos **acidentes** na estrada. Já imaginou o seu veículo aquaplanar em uma rodovia e você não conseguir recuperar o controle?

Os riscos de rodar com um pneu sem a tração necessária são bem **graves**. Eles são:

Aquaplanagem (hidroplanagem)

Acontece quando o pneu perde o contato com o solo em uma pista molhada. Por conta da banda de rodagem desgastada, os sulcos, não conseguem escoar a água como deveriam. Também pode acontecer, mesmo com os sulcos ainda em boa profundidade, pela baixa calibragem dos pneus.

Para evitar a aquaplanagem, é simples: você precisa **cuidar dos pneus** e evitar rodar quando eles não estiverem nas condições ideais.

Caso ela aconteça, a melhor maneira de lidar com a situação é **reduzindo a velocidade** aos poucos. De preferência, sem pisar bruscamente no freio, pois isso vai fazer com que gere um atrito sem a superfície apropriada para recebê-lo, podendo o veículo derrapar na estrada.

Caso as pistas já estejam alagadas antes de sair para uma rota, você pode favorecer o deslocamento com pneus mais apropriados, como os de banda de rodagem assimétrica, que favorecem mais a evacuação de água.



Acidentes de trânsito

A fricção entre pneu e pavimento é essencial para que o veículo opere corretamente e evite desastres.

As curvas e ultrapassagens são os momentos de maior atenção. Um pneu em boas condições não deve trazer preocupações, ainda que o motorista precise respeitar as regras de condução.

Entretanto, se a banda já perdeu a sua aderência, o veículo não tem atrito suficiente para realizar os movimentos corretamente. Outro problema é o aumento no tempo de frenagem.

Com a **baixa aderência**, ocorre também um aumento no tempo de resposta da frenagem do veículo. Ou seja, ao pisar no freio, o veículo **demora mais para parar**.

Algumas das principais consequências e, até, acidentes de trânsito mais comuns são:

- Tombamento do veículo;
- Derrapagem na pista;
- Saída da pista;
- Choque com objeto fixo;
- Colisão frontal, traseira ou transversal.



08

É possível aumentar a aderência dos pneus após perdê-la?



É possível aumentar a aderência dos pneus após perdê-la?

Não. Pelo menos, diretamente, você não consegue recuperá-la. No entanto, você pode encaminhar os pneus para um **processo de recapagem**. Este consiste na retirada completa da banda de rodagem usada e instalação de uma nova, por uma empresa profissional. Mas existe um detalhe aqui, que é esse processo só poder ser realizado se a carcaça do pneu não tiver sido danificada.

Para explicar melhor: se os pneus já estiverem em um estado muito crítico e perdido completamente sua aderência, é bem provável que tenha já ocorrido a fadiga da carcaça e o recape não seja mais possível.

Portanto, você precisa estar sempre acompanhando o desgaste da banda e tomando todas as medidas preventivas para garantir uma durabilidade máxima aos pneus. Isso inclui manter a **calibragem em dia**, fazer a **medição dos sulcos** todos os meses e registrar todas as informações para identificar os problemas e suas causas com maior facilidade e agilidade.

Sabia que os pneus têm um índice de desgaste dentro dos sulcos? Com eles, o seu controle de desgaste também fica mais eficiente.

Clique na imagem ao lado e assista este vídeo sobre o assunto, em nosso canal do YouTube, e continue ampliando seus conhecimentos:





www.prologapp.com