ETIQUETAGEM DE PNEUS E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: COMO A LEGISLAÇÃO INFLUÊNCIA A ESCOLHA DO CONSUMIDOR

Alessandro Kulitch
Alfeo João Nadolny Neto
Arthur Madalozzo Alves
Lucas Henrique Candido

RESUMO
Este estudo investiga a notável trajetória dos pneus, enfatizando sua progressão ao longo do tempo e as vantagens derivadas dos avanços tecnológicos. Desde os primeiros modelos de borracha sólida até os pneus contemporâneos, tem-se observado melhorias substanciais no que diz respeito à aderência, conforto, durabilidade e eficiência de combustível. Ademais, são examinados as pesquisas atuais e os aprimoramentos em andamento na indústria de pneus automotivos, com uma análise concisa das legislações e normas que regulam os pneus para veículos, com especial ênfase na portaria brasileira do INMETRO 544/2012, que aborda a etiquetagem de pneus. Essas regulamentações estabelecem critérios relacionados à eficiência energética, aderência em piso molhado e ruído externo. Portanto, espera-se que este estudo auxilie os consumidores a compreenderem aspectos fundamentais para a escolha adequada de pneus, levando em consideração a segurança, o desempenho, a sustentabilidade e a conformidade com as regulamentações vigentes.

Palavras-chave: Pneus, Avanços, Portaria, Etiquetagem e INMETRO.

TIRE LABELING AND ENERGY EFFICIENCY: HOW DOES THE LEGISLATION INFLUENCE CONSUMER CHOICE

ABSTRACT
In this study, we delve into the fascinating history of tires, highlighting their evolution over time and the advantages resulting from technological advancements. From the early solid rubber models to modern tires, we witness significant improvements in terms of grip, comfort, durability, and fuel efficiency. Furthermore, we examine current research and ongoing developments in the automotive tire industry, with a brief overview of the laws and regulations governing automotive tires, with a special focus on the Brazilian INMETRO ordinance 544/2012, which addresses tire labeling. These regulations define criteria for energy efficiency, wet grip, and external noise. Thus, we aim to help consumers understand these crucial aspects for making informed tire choices, considering safety, performance, sustainability, and compliance with regulations.

Key words: Tires, Advances, Ordinance, Labeling and INMETRO.

1 INTRODUÇÃO

Os pneus automotivos desempenham um papel essencial na segurança, desempenho e eficiência dos veículos. Desde sua invenção, esses componentes passaram por um notável processo evolutivo, impulsionado por marcos significativos ao longo do tempo, contribuindo diretamente para o desenvolvimento contínuo da indústria automotiva. Nesse contexto, a legislação de etiquetagem de pneus brasileira exerce um impacto positivo no processo de compra de veículos ao exigir informações claras e precisas sobre o desempenho dos pneus. Através da etiqueta de pneus, os consumidores podem avaliar características como aderência em pista molhada, eficiência energética e ruído, influenciando diretamente a segurança, economia de combustível e conforto do veículo. Além disso, essa regulamentação impulsiona a busca por tecnologias mais avançadas na fabricação de pneus, estimulando a inovação e o aprimoramento contínuo dos produtos oferecidos aos consumidores brasileiros. Assim, a legislação de etiquetagem de pneus não apenas promove a transparência nas informações, mas também impulsiona a indústria automotiva como um todo, resultando em produtos de melhor qualidade, segurança e desempenho para os consumidores.
No âmbito da legislação brasileira, destaca-se a importância da Portaria do INMETRO 544/2012 que fala sobre Etiquetagem de Pneus. Essa portaria estabelece critérios de classificação e informações obrigatórias que devem constar nas etiquetas afixadas nos pneus, visando fornecer aos consumidores dados relevantes para a escolha adequada dos produtos. Alguns dos principais aspectos abordados pela legislação incluem:

- Eficiência Energética: A portaria estabelece a classificação dos pneus em categorias que indicam o nível de eficiência energética, considerando a resistência ao rolamento. Pneus mais eficientes contribuem para a redução do consumo de combustível e emissão de gases poluentes, promovendo a sustentabilidade e economia.
- Aderência em Piso Molhado: A legislação determina a classificação dos pneus em categorias que indicam seu desempenho de aderência em piso molhado. Essa informação é fundamental para a segurança dos veículos, uma vez que pneus com boa aderência reduzem o risco de aquaplanagem e melhoram a capacidade de frenagem em condições de chuva.
- Ruído Externo: A portaria estabelece critérios para a classificação dos pneus quanto ao ruído externo gerado durante a rodagem. Essa informação é importante para reduzir o impacto sonoro no ambiente urbano e promover a qualidade de vida, além de permitir que os consumidores escolham pneus mais silenciosos.

Através da Portaria 544/2012, a legislação brasileira busca informar e orientar os consumidores na escolha adequada dos pneus, levando em consideração critérios de desempenho e segurança veicular. Essa regulamentação promove a transparência no mercado, permitindo que os consumidores tenham acesso a informações relevantes para tomar decisões mais conscientes. Além disso, incentiva a busca por pneus mais eficientes e seguros, contribuindo para a melhoria da qualidade dos produtos disponíveis e a proteção do meio ambiente.
A fim de auxiliar os consumidores na escolha de pneus automotivos, é essencial compreender os principais desafios enfrentados por esses componentes, como desgaste, aderência em pista molhada e ruído. Para fornecer opções confiáveis e compatíveis com os padrões de qualidade estabelecidos, a legislação de etiquetagem de pneus, mencionada anteriormente, desempenha um papel crucial na diferenciação dos produtos disponíveis no mercado. Seguindo as diretrizes do INMETRO, é possível identificar um pneu que atende plenamente aos critérios de eficiência energética, aderência em piso molhado e ruído externo. Essa diferenciação permite que os consumidores façam escolhas embasadas, selecionando um pneu que atenda às suas

necessidades específicas, proporcionando segurança, desempenho e durabilidade ao longo de sua vida útil.

Conforme Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos, antes da implementação da legislação de etiquetagem de pneus, os consumidores enfrentavam riscos e enganos ao adquirir pneus automotivos devido à falta de informações claras e padronizadas. A ausência de orientações sobre o desempenho dos pneus, como aderência em pista molhada, eficiência energética e resistência ao desgaste, colocava os consumidores em perigo, aumentava os custos de substituição frequente e resultava em maior consumo de combustível. Além disso, a falta de transparência dificultava a comparação entre marcas e modelos, prejudicando a capacidade dos consumidores de fazer escolhas informadas. No entanto, com a legislação de etiquetagem de pneus em vigor, os consumidores agora têm acesso a informações claras e padronizadas que permitem avaliar e comparar os pneus disponíveis no mercado, melhorando a segurança, economia de combustível e a qualidade de suas escolhas. Essa regulamentação também beneficia as montadoras que optam por equipar seus veículos com pneus de alta qualidade e desempenho, proporcionando uma percepção positiva dos consumidores em relação à marca.

A implementação da legislação de etiquetagem de pneus trouxe benefícios significativos aos consumidores. Antes disso, os riscos associados à falta de informações sobre o desempenho dos pneus incluíam questões de segurança, como aderência em pista molhada, desgaste excessivo e menor durabilidade. Além disso, a falta de clareza nas informações prestadas pelos fabricantes dificultava a comparação entre marcas e modelos, prejudicando a tomada de decisões informadas. No entanto, a legislação atual estabelece critérios padronizados de eficiência energética, aderência em piso molhado e ruído externo, proporcionando aos consumidores informações claras e relevantes para a escolha de pneus adequados. Isso resulta em maior segurança nas estradas, redução no consumo de combustível, menor impacto ambiental e a possibilidade de uma percepção positiva dos consumidores em relação às montadoras que aderem aos padrões de qualidade estabelecidos pela legislação. Essa regulamentação promove a transparência no mercado de pneus, permitindo que os consumidores façam escolhas informadas e conscientes, além de incentivar a busca por pneus de melhor qualidade e desempenho (MÜLLER, 2018).

EVOLUÇÕES TÉCNICAS DOS PNEUS

Depois de muitos experimentos iniciados pelo americano Charles Goodyear, por volta de 1830, foi confirmado acidentalmente que a borracha cozida a altas temperaturas com enxofre mantinha suas condições de elasticidade no frio ou no calor. Estava descoberto o processo de vulcanização da borracha, anunciado somente em 1843, que possibilitou dar forma ao pneu, aumentar a segurança nas freadas e diminuir as trepidações nos carros (ANIP, 2018).

A próxima evolução dos pneus envolveu a transição da borracha sólida para uma versão cheia de ar, mas essa mudança não ocorreu sem desafios. Inicialmente, os pneus de borracha sólida eram notoriamente pesados e proporcionavam uma experiência de condução desconfortável e acidentada. No entanto, em 1845, Robert W. Thomson patenteou um pneu preenchido com ar, o qual reduziu consideravelmente as vibrações e melhorou a tração. Apesar da sua genialidade, a ideia de Thomson estava adiantada demais para o seu tempo. A borracha era um material caro na época, o que tornava os pneus cheios de ar pouco rentáveis, e o conceito de pneu pneumático foi rapidamente esquecido (KOZA, 2018).

No final do século XIX, com o aumento da popularidade das bicicletas, houve um ressurgimento do interesse no design de pneus. Foi nesse contexto que, em 1888, John Boyd Dunlop obteve as patentes para o pneu pneumático, alegando desconhecer a invenção de Thomson. O timing de Dunlop foi perfeito: seu pneu cheio de ar era muito mais leve e

proporcionava uma condução mais suave, atendendo perfeitamente às necessidades das bicicletas recém-populares (KOZA, 2018).

Após a Segunda Guerra Mundial, a Michelin introduziu os pneus radiais, representando um avanço significativo na tecnologia de pneus. Embora superiores em desempenho, os pneus radiais enfrentaram resistência nos Estados Unidos e só começaram a ganhar popularidade na década de 1970. Desde então, os pneus radiais se tornaram a norma globalmente, com bilhões deles sendo produzidos anualmente um símbolo emblemático do avanço tecnológico da humanidade (WILLIAMS, 2018).

A história dos pneus no Brasil remonta a 1934, com a implementação do Plano Geral de Viação Nacional. No entanto, foi em 1936 que ocorreu um marco significativo com a instalação da Companhia Brasileira de Artefatos de Borracha, também conhecida como Pneus Brasil, no Rio de Janeiro. Em seu primeiro ano de operação, a empresa produziu mais de 29 mil pneus, marcando o início da indústria de pneus automotivos no país. Esse evento foi um impulso crucial para o desenvolvimento do setor, estabelecendo uma base sólida para o crescimento e aprimoramento contínuo da fabricação nacional de pneus (SINPEC, 2023).

Entre 1938 e 1941, outras grandes fabricantes internacionais começaram a produzir seus pneus no Brasil, impulsionando significativamente a indústria nacional. Esse movimento resultou em um aumento expressivo na produção nacional, alcançando a marca de 441 mil unidades. Ao longo dos anos, o crescimento do setor se manteve constante, e no final da década de 1980, o Brasil já havia produzido mais de 29 milhões de pneus (SINPEC, 2023).

Atualmente, o país conta com a presença de mais de 15 fábricas de pneus, incluindo quatro grandes fabricantes internacionais: Brigestone Firestone, Goodyear, Pirelli e Michelin. Essas empresas têm contribuído para o desenvolvimento contínuo da indústria de pneus no Brasil, impulsionando a inovação, a qualidade e a diversidade de produtos disponíveis no mercado nacional. Como resultado desse progresso, o Brasil ocupa hoje a sétima posição na produção mundial de pneus para automóveis e a quinta posição na produção de pneus para caminhões/ônibus e caminhonetes. Esse posicionamento reforça a importância do país no cenário global da indústria de pneus automotivos (SINPEC, 2023).

Segundo FERNANDO (2010), ao longo do tempo, a evolução dos pneus resultou em diversas melhorias e vantagens significativas que impactaram diretamente o desempenho e a segurança dos veículos. Algumas dessas melhorias técnicas incluem:

- Aderência - A aderência e a tração dos pneus são fatores cruciais que afetam a estabilidade e o desempenho do veículo, as características de tração dos pneus influenciam significativamente o manuseio do veículo, principalmente durante a aceleração, frenagem e curvas. Os fabricantes de pneus, como a Continental Tire, enfatizam a importância de compostos de borracha avançados e padrões de piso projetados para melhorar a aderência em várias condições de estrada;

- Conforto aprimorado - O conforto desempenha um papel vital para garantir uma experiência de condução agradável. Em sua revisão sobre os fatores relacionados ao conforto do pneu, onde se destacam a importância do design do pneu para minimizar as vibrações e melhorar a suavidade do percurso e reduzir os níveis de ruído;

- Durabilidade estendida - A durabilidade é um fator chave no desempenho e na relação custo-benefício do pneu. As tecnologias avançadas de pneus, incluindo materiais reforçados, como cintas de aço, contribuem para melhorar a resistência contra perfurações e danos, resultando em maior vida útil do pneu, sendo enfatizado o uso de materiais de alta qualidade e construção robusta para aumentar a durabilidade dos pneus.

- Eficiência do combustível - Com o aumento dos custos de combustível e as preocupações ambientais, a eficiência de combustível é uma consideração importante para os motoristas, sendo utilizado das mais diversas técnicas para aumentar a eficiência de combustível por meio da redução da resistência ao rolamento dos pneus contribuindo para uma maior economia de combustível.

Atualmente, os pneus automotivos têm experimentado avanços significativos e a introdução de novas tecnologias revolucionárias que visam aprimorar ainda mais o desempenho, a segurança e a eficiência dos veículos. A seguir, destacaremos alguns exemplos dessas inovações que têm impactado positivamente a indústria automotiva:

- Pneus inteligentes: A Continental desenvolveu um pneu inteligente com sensores de pressão e temperatura pré-montados que monitoram constantemente a saúde dos pneus. Esses sensores transmitem os dados para o sistema ContiConnect, que exibe as informações em um portal acessível ao gerente de frota. O objetivo é facilitar o monitoramento e a detecção de problemas nos pneus, reduzindo a necessidade de verificações manuais extensas e otimizando sua vida útil. Os pneus inteligentes são produzidos no Brasil, na planta da Continental em Camaçari, e passam por um processo de instalação manual do sensor. O sensor TPMS possui um ID único e envia informações de temperatura e pressão via rádio frequência a cada 2 minutos, com uma duração de bateria de até 6 anos. A instalação do sensor ocorre na parte interna do pneu, após a limpeza e aplicação de uma cola especial. O pneu inteligente da Continental oferece benefícios como menor consumo de combustível, risco reduzido de avarias e vida útil prolongada dos pneus (CONTINENTAL, 2023).

- Impressão 3d de pneus - A Michelin lançou em 2017 uma inovação revolucionária no ramo dos pneus: o pneu Vision. Impresso em 3D e feito de materiais biodegradáveis, esse pneu sem ar possui sensores integrados que fornecem informações sobre as condições da estrada e o estado do próprio pneu. Além de ser ambientalmente amigável, feito a partir de componentes como borracha natural, bambu, papel, madeira, resíduos eletrônicos e até cascas de laranja e roupas, o pneu Vision possui um design exclusivo que garante resistência e adaptabilidade em diferentes tipos de estradas, eliminando a necessidade de correntes ou troca de pneus. Essa inovação representa um importante avanço tecnológico e um passo significativo em direção a pneus mais sustentáveis para o futuro (SIMÕES, 2018).

- Pneus de autocura - Os pneus auto selantes, também conhecidos como Seal Inside, estão sendo considerados como uma promessa para o futuro, com algumas montadoras já adotando essa tecnologia. Eles eliminam a necessidade de estepe, pois possuem um agente selador incorporado que veda furos de até 4 milímetros, permitindo que o condutor continue a viagem sem perceber o ocorrido. Essa tecnologia não impõe restrições de distância ou velocidade, mas é importante ficar atento a possíveis perdas de pressão. Outra opção é o Run Flat, que utiliza uma camada lateral de borracha mais dura, permitindo que o veículo seja conduzido mesmo com pneus sem pressão a uma velocidade máxima de 80 km/h, até um local seguro para o reparo. Enquanto os pneus auto selantes estão disponíveis em diferentes aros e podem ser utilizados em veículos novos e antigos, os pneus Run Flat requerem uma adaptação especial e nem todos os veículos são compatíveis com essa tecnologia (REPARADOR, 2019).

- Sistemas de monitoramento da banda de rodagem - A Sumitomo Rubber Industries introduziu uma nova tecnologia baseada em seu sistema de monitoramento de pneus Sensing Core, que permite a avaliação do desgaste da banda de rodagem. Utilizando algoritmos de processamento e filtros digitais, o sistema calcula a rigidez da banda de rodagem e a velocidade de rotação das rodas para determinar a profundidade do sulco dos pneus. Essa

tecnologia não requer sensores adicionais, pois utiliza os sinais de velocidade da roda a partir do próprio pneu. Com esses dados, o sistema pode alertar os motoristas sobre a necessidade de rodízio e troca dos pneus, além de fornecer informações aos gestores de frota para facilitar a manutenção preventiva. Essa inovação é possível graças aos abrangentes dados sobre os pneus da empresa, que permitem uma caracterização precisa de cada modelo e tamanho de pneu (MANAUS, 2023).

RESOLUÇÕES E LEIS QUE REAGEM OS PNEUS AUTOMOTIVOS

As normas são fundamentais em qualquer setor da indústria, e no contexto dos pneus automotivos não é diferente. Elas desempenham um papel crucial ao estabelecer diretrizes e critérios que garantem a qualidade, segurança e desempenho desses componentes essenciais dos veículos. Ao seguir as normas, fabricantes e consumidores podem confiar que os pneus atendem aos requisitos necessários para garantir uma condução segura e eficiente. Além disso, as normas promovem a padronização e equidade no mercado, estimulando a inovação e aprimoramento contínuo da indústria de pneus. Em resumo, as normas são importantes para assegurar a qualidade dos pneus e proporcionar confiança aos usuários nas estradas.

- Resolução CONTRAN nº 558/1980: Estabelece as normas para a fabricação e reforma de pneus utilizados em veículos automotores.
- Resolução CONTRAN nº 157/2004: Dispõe sobre o uso obrigatório de pneus novos ou reformados em condições adequadas de uso nos veículos automotores.
- Resolução CONAMA nº 416/2009: Estabelece critérios e procedimentos para a coleta, transporte e destinação final ambientalmente adequada de pneus inservíveis.
- Lei nº 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos): Define diretrizes e responsabilidades para a gestão adequada dos resíduos sólidos, incluindo os pneus, visando à prevenção da poluição e à promoção da sustentabilidade.

PORTARIA Nº 544/2012 INMETRO

A Portaria INMETRO nº 544/2012, emitida pelo INMETRO, regulamenta a etiquetagem de pneus novos para veículos automotores no Brasil. Essa etiquetagem fornece informações padronizadas sobre o desempenho dos pneus, permitindo aos consumidores tomar decisões mais informadas. A portaria estabelece três requisitos principais na etiqueta dos pneus: Eficiência energética: Indica o consumo de combustível do pneu, classificado de A (mais eficiente) a G (menos eficiente), contribuindo para a redução do consumo e emissões de carbono. Aderência em pista molhada: Indica a capacidade do pneu de aderir à pista em condições de chuva, classificado de A (maior aderência) a E (menor aderência). Ruído externo: Mede o nível de ruído gerado pelo pneu durante a rodagem, expresso em decibéis (dB). Menor valor indica menor ruído produzido. Essa portaria busca proporcionar informações claras aos consumidores, incentivando escolhas conscientes e promovendo pneus mais eficientes, seguros e silenciosos.

A da Portaria nº 544/2012 do INMETRO, que é um documento importante para regular os pneus novos, existem diferentes categorias e subcategorias que representam as famílias de pneus. Essas categorias e subcategorias são identificadas por símbolos específicos que desempenham um papel fundamental na identificação visual dos tipos de pneus. Isso é muito útil para os consumidores, pois fornece uma referência clara na hora de escolher o pneu certo para o seu veículo, a figura a seguir ilustra a codificação de um pneu:

Figura 1 – Especificações de codificação do Pneu.

Fonte: FAGUNDES, 2022.

Segundo FAGUNDES (2022), as especificações técnicas impressas nas laterais dos pneus fornecem informações cruciais sobre uso, segurança e capacidade. É importante saber que cada modelo de pneu possui suas próprias especificações e não é recomendado usar diferentes modelos no mesmo eixo do veículo, pois isso pode causar desequilíbrio na suspensão e comprometer a estabilidade. Além disso, é essencial compreender os termos em inglês usados na estrutura do pneu, como plies (camadas de lonas), sidewall (flanco), tread (banda de rodagem), polyester (poliéster), steel (aço) e nylon (náilon). As medidas também são fundamentais, como a largura da seção e a relação entre altura e largura da secção. É importante respeitar as especificações originais de cada modelo, levando em consideração o tamanho do aro, o índice de carga (correspondente à carga máxima suportada pelo pneu) e o código de velocidade. A montagem correta, o sentido da rotação e a indicação da data de fabricação também são elementos importantes a serem observados. Com o devido cuidado e conservação, os pneus podem durar por muitos anos.

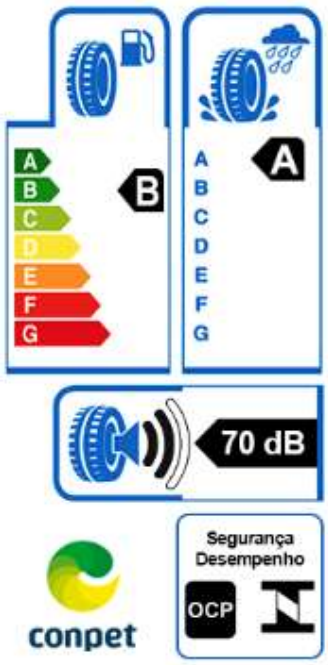
ETIQUETA DOS PNEUS INMETRO

O INMETRO, desde 2012, adotou o selo de eficiência energética para os pneus comercializados no Brasil. Esse selo permite que os consumidores possam escolher pneus mais econômicos e com menor impacto ambiental. A classificação na etiqueta do Inmetro é determinada por meio de testes padronizados em laboratório, nos quais são utilizados pneus novos, com carga e velocidade pré-definidas. Esses testes medem o consumo de combustível do veículo em diferentes condições de rodagem, permitindo a comparação entre os diferentes modelos de pneus. São 3 os parâmetros de controle para a etiquetagem de pneus sendo eles:

- **Resistência ao rolamento**: Mede a quantidade de energia absorvida pelo pneu durante o movimento, influenciando a eficiência energética. Quanto menor a resistência ao rolamento, menor será o consumo de combustível e a emissão de CO^2. Os pneus são classificados em uma escala de A (mais eficiente) a F (menos eficiente) em relação a esse aspecto.
- **Aderência em pista molhada**: Indica a capacidade do pneu de aderir à superfície em condições de chuva, afetando a segurança do veículo. A classificação varia de A (melhor desempenho) a E, e influencia a distância de frenagem em pista molhada.

- **Ruído externo**: Mede o nível de ruído produzido pelos pneus em decibéis (dB) e tem impacto na poluição sonora. Existe um limite máximo estabelecido para diferentes tipos de veículos: 75 dB para veículos de passeio, 77 dB para veículos comerciais leves e 78 dB para caminhões e ônibus. O objetivo é reduzir o impacto ambiental causado pelo ruído.

Figura 2: Selo de eficiência energética.



Fonte: INMETRO Nº 379/2021

Embora a Portaria 544 em conjunto com a Portaria 379 do Inmetro que estabelecem as regulamentações para a etiquetagem de pneus, ela não se aplica a certos tipos específicos de pneus. Os pneus reformados, pneus de bicicletas, pneus agrícolas, pneus para veículos de competição, militares, industriais e empilhadeiras estão excluídos dessa regulamentação. Além disso, os pneus de motocicletas, motonetas, ciclomotores, veículos de coleção, pneus diagonais, off-road, pneus temporários e pneus para veículos comerciais e rebocados, do tipo radial, projetados para uso misto apenas no eixo de tração, também não são abrangidos pela Portaria 544. Esses modelos de pneus foram excluídos dos ensaios de desempenho e, portanto, não são obrigados a possuir etiquetas de classificação.

RESISTÊNCIA AO ROLAMENTO

A classificação de eficiência energética do teste de rolamento é determinada com base no coeficiente de resistência ao rolamento (RRCn - Índice de Resistência ao Rolamento Normalizado) do pneu, que é medido em laboratório de acordo com os procedimentos estabelecidos pelas normas técnicas. O CRR é uma medida da quantidade de energia necessária para superar a resistência ao rolamento de um pneu em uma superfície específica e é expresso em unidades de quilograma por tonelada (kg/t).
Quanto menor a resistência ao rolamento do pneu, menor será o consumo de combustível do veículo, o que resultará em uma economia de dinheiro e uma redução na emissão de gases poluentes. Por exemplo, um pneu classificado como A em relação à resistência ao rolamento pode proporcionar uma economia de combustível em relação a um pneu classificado como G.
A resistência ao rolamento dos pneus é um parâmetro crítico que afeta o consumo de combustível dos veículos e, portanto, a eficiência energética e as emissões de gases de efeito

estufa. A ISO 28580 e o Regulamento UN Nº 117, Anexo 6, fornecem metodologias para a medição e avaliação da resistência ao rolamento dos pneus.

A ISO 28580:2009, "Passenger car, truck, and bus tyres — Methods of measuring rolling resistance — Single point test and correlation of measurement results," estabelece um método de teste para a medição da resistência ao rolamento de pneus novos para veículos de passageiros, caminhões e ônibus em uma única condição de carga e inflação.

O procedimento envolve a utilização de um dinamômetro de resistência ao rolamento de pneus, onde o pneu é montado em um aro e inflado à pressão de ensaio especificada. O pneu é então rodado contra um dinamômetro em velocidade especificada e sob uma carga vertical definida. A força horizontal necessária para manter o pneu em movimento constante na superfície do tambor é medida e usada para calcular a resistência ao rolamento.

O coeficiente de resistência ao rolamento (Crr) é calculado pela seguinte equação:

Crr = Frr / (Load * g)

Onde:

- Frr é a força de resistência ao rolamento, medida em Newtons
- Load é a carga vertical aplicada no pneu, medida em Newtons
- g é a aceleração devido à gravidade, medida em metros por segundo ao quadrado (m/s^2)

O Regulamento UN Nº 117, Anexo 6, por outro lado, é uma norma internacional que regula o ruído dos pneus, aderência em superfície molhada e resistência ao rolamento. A metodologia de teste para resistência ao rolamento é semelhante à da ISO 28580, com o pneu rodando contra um tambor de aço em condições controladas de carga, velocidade e pressão de inflação. Ambas as normas fornecem metodologias detalhadas para garantir que os resultados do teste sejam precisos e reprodutíveis, e possam ser usados para comparar o desempenho de diferentes pneus em termos de resistência ao rolamento os quais deram base para a legislação brasileira na portaria INMETRO Nº 379/2021 conforme o quadro apresentado abaixo:

Quadro 1: Coeficiente de Resistência ao Rolamento.

Coeficiente de resistência ao rolamento avaliado de acordo com a norma ISO 28580 ou Regulamento UN Nº 117, Anexo 6					
Pneus C2 para veículos de passeio		Pneus C3 para comerciais leves		Pneus C4 para caminhões e ônibus	
RRC em kg/t	**Classificação de eficiência energética**	**RRC em kg/t**	**Classificação de eficiência energética**	**RRC em kg/t**	**Classificação de eficiência energética**
RRC ≤ 6,5	A	RRC ≤ 5,5	A	RRC ≤ 4,0	A
6,6 ≤ RRC ≤ 7,7	B	5,6 ≤ RRC ≤ 6,7	B	4,1 ≤ RRC ≤ 5,0	B
7,8 ≤ RRC ≤ 9,0	C	6,8 ≤ RRC ≤ 8,0	C	5,1 ≤ RRC ≤ 6,0	C
-	D	-	D	6,1 ≤ RRC ≤ 7,0	D
9,1 ≤ RRC ≤ 10,5	E	8,1 ≤ RRC ≤ 9,2	E	7,1 ≤ RRC ≤ 8,0	E
10,6 ≤ RRC≤ 12,0	F	9,3 ≤ RRC ≤ 10,5	F	-	F
-	G	-	G	-	G
Limite máximo de Coeficiente de resistência ao rolamento avaliado de acordo com a norma ISO 28580 ou Regulamento UN Nº 117, Anexo 6					
12,0		10,5		8,0	

Fonte: Portaria INMETRO Nº 379/2021

ADERÊNCIA A PISTA MOLHADA

A aderência em pista molhada é outro critério avaliado pela etiqueta do Inmetro para pneus. Esse critério é medido com base no coeficiente de atrito do pneu em condições molhadas, em relação a um pneu de referência. O coeficiente de atrito é medido em uma superfície molhada, em uma pista especialmente projetada para simular a condição de um asfalto molhado, com diferentes ângulos de inclinação e velocidades

O teste de aderência em pista molhada é realizado em laboratórios especializados, onde o piso é molhado com água antes do início do teste. O teste é executado em diferentes velocidades e ângulos, para simular condições reais de condução em superfícies molhadas. Para tanto foram seguidas algumas normas internacionais.

A ISO 23671: Esta é uma norma internacional que estabelece os métodos de ensaio para a determinação da resistência ao rolamento de pneus novos de veículos comerciais, como caminhões e ônibus. O objetivo desta norma é permitir uma comparação consistente e confiável da resistência ao rolamento entre diferentes pneus. Isso é importante porque a resistência ao rolamento dos pneus pode ter um impacto significativo no consumo de combustível de um veículo e, portanto, na sua eficiência energética e emissões de gases de efeito estufa.

O Regulamento UN Nº 117, também conhecido como Regulamento UN ECE R117, é uma norma internacional emitida pela Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa (UNECE) que estabelece os requisitos de desempenho para pneus de veículos de passageiros e veículos comerciais leves. O regulamento estabelece critérios para a aderência em superfície molhada, tais como descrito abaixo:

- Aderência em Superfície Molhada: O Anexo 5 do regulamento estabelece o método de ensaio para avaliar a aderência em superfície molhada dos pneus. O teste envolve a medição da distância de frenagem de um veículo equipado com os pneus a serem testados, em uma superfície de teste molhada, a uma velocidade inicial especificada. Os pneus são classificados de A (maior aderência) a G (menor aderência), com base em seu desempenho neste teste.

No Brasil a portaria INMETRO Nº 379/2021 classifica de A a E em relação à aderência em pista molhada, sendo a classe A a de melhor desempenho e a classe E a de pior desempenho, conforme quadro abaixo:

Quadro 2: Coeficiente de Aderência em Pista molhada.

Coeficiente de aderência em pista molhada avaliado de acordo com as normas ISO 23671, ISO 15222 ou Regulamento UN Nº 117, Anexo 5					
Pneus C2 para veículos de passeio		Pneus C3 para comerciais leves		Pneus C4 para caminhões e ônibus	
G	Classificação de aderência em pista molhada	G	Classificação de aderência em pista molhada	G	Classificação de aderência em pista molhada
1,55 ≤ G	A	1,40 ≤ G	A	1,25 ≤ G	A
1,40 ≤ G ≤ 1,54	B	1,25 ≤ G ≤ 1,39	B	1,10 ≤ G ≤ 1,24	B
1,25 ≤ G ≤ 1,39	C	1,10 ≤ G ≤ 1,24	C	0,95 ≤ G ≤ 1,09	C
-	D	-	D	0,80 ≤ G ≤ 0,94	D
1,10 ≤ G ≤ 1,24	E	0,95 ≤ G ≤ 1,09	E	0,65 ≤ G ≤ 0,79	E
-	F	-	F	-	F
Limite mínimo de Coeficiente de aderência em pista molhada avaliado de acordo com as normas ISO 23671, ISO 15222 ou Regulamento UN Nº 117, Anexo 5					
1,10		0,95		0,65	

Fonte: Portaria INMETRO Nº 379/2021

NÍVEL DE RUÍDO EXTERNO

A terceira informação presente na etiqueta do INMETRO é o nível de ruído externo do pneu. Esse teste é realizado com o pneu em movimento em uma pista de testes específica. O ruído é medido em decibéis (dB) e é registrado em duas categorias: uma para carros de passeio e outra para veículos comerciais.
O teste de ruído externo consiste na medição do nível de ruído emitido pelos pneus durante a rolagem do veículo em diferentes velocidades. É feito em um ambiente controlado, como um laboratório, onde o veículo é colocado sobre um rolo com sensores de medição. O rolo é girado a uma velocidade específica e o nível de ruído é medido a uma distância pré-determinada do pneu.
De acordo com a ISO 13325 (Tyres — Coast-by methods for measurement of tyre-to-road sound emission) de 19 de julho de 2019, no ensaio de nível de ruido externo, devem ser utilizados dois microfones, um de cada lado do veículo, nas proximidades dos microfones não deve haver nenhum obstáculo que possa influenciar o campo acústico e nenhuma pessoa deve permanecer entre os microfones e a fonte sonora. Qualquer observador ou observadores devem ser posicionados de forma a não influenciar a leitura do som, especialmente na área de teste.
A distância entre as posições dos microfones e o eixo de deslocamento na pista de ensaio deve ser de (7,5 +0,05) m. Cada microfone deve estar localizado (1,2 + 0,02) m acima da superfície da área de teste e deve ser orientado conforme recomendado pelo fabricante do medidor de nível de pressão sonora para condições de campo para um veículo de teste que passa ao longo da linha central da viagem.
As medições não devem ser feitas em condições climáticas adversas e não devem ser afetadas por rajadas de vento, o teste não deve ser realizado se a velocidade do vento na altura do microfone exceder 5 m/s, as medições devem ser realizadas apenas se a temperatura do ar estiver na faixa de 5 °C a 40 °C e a temperatura da superfície da estrada na faixa de 5 °C a 50 °C.

Para garantir que o som do pneu não seja significativamente afetado pelo projeto do veículo de teste, são fornecidos os seguintes requisitos e recomendações:

- Não é permitida a adição ou retenção de elementos nas imediações das jantes e pneus que possam abafar o som emitido.
- O alinhamento das rodas (convergência, camber e caster) deve ser verificado no veículo sem carga e considerado em total conformidade com as recomendações do fabricante do veículo.
- Flaps adicionais de supressão de spray ou outros dispositivos extras para suprimir spray não devem ser instalados; abas de supressão de spray instaladas originalmente não precisam ser removidas.
- Material adicional de absorção de som não deve ser montado nas caixas das rodas ou na parte inferior da carroceria.
- As janelas e o teto deslizante do veículo devem estar fechados durante o ensaio.
- Durante o teste, deve-se verificar se os freios não estão mal liberados, causando ruído de freio.
- Os sistemas de suspensão dos veículos de teste devem estar em boas condições de operação, de modo que não resultem em redução anormal da distância ao solo quando o veículo é carregado de acordo com os requisitos do teste.
- Se disponível, os sistemas de regulação ao nível da carroçaria devem ser ajustados para proporcionar uma distância ao solo durante o teste normal para a condição sem carga.
- Os componentes do veículo que podem contribuir para o som de fundo do veículo devem ser modificados ou removidos. Quaisquer remoções ou modificações devem ser registradas no relatório de teste.

- Recomenda-se balancear os conjuntos pneu/aro como na prática normal na via pública.

Na etiqueta do Inmetro para carros de passeios, a informação sobre o ruído externo é apresentada em forma de um gráfico com três ondas sonoras. Cada onda representa uma classe de ruído, variando de 1 (menos ruidoso) a 3 (mais ruidoso). A escala de ruído externo para carros de passeio varia de 69 a 75 dB, enquanto a escala para veículos comerciais varia de 69dB a 77dB.

Quadro 3: Nível de Pressão Sonora

Nível de pressão sonora (ruído), de acordo com as normas ISO 13325 e ISO 10844	
Classificação de nível de pressão sonora	**LV**
1	Para as categorias C2, C3 e C4, LV ≤ 69 dB (A)
2	Para as categorias C2, C3 e C4, 69 dB (A) < LV ≤ 72 dB (A)
3	Para a categoria C2, 72 dB (A) < LV ≤ 75 dB (A)
	Para a categoria C3, 72 dB (A) < LV ≤ 77 dB (A)
	Para a categoria C4, 72 dB (A) < LV ≤ 78 dB (A)
Limite máximo do nível de pressão sonora (ruído) avaliado de acordo com a norma ISO 10844, ISO 13325 ou Regulamento UN Nº 117, Anexo 3	
Para a categoria C2, 75 dB (A) Para a categoria C3, 77 dB (A) Para a categoria C4, 78 dB (A)	

Fonte: Portaria INMETRO Nº 379/2021

INFLUÊNCIA NA ESCOLHA DO CONSUMIDOR

A legislação, como a Portaria INMETRO 544/2012 no Brasil, pode ter um impacto significativo na decisão de compra de um carro devido aos pneus que o equipam. Aqui estão algumas maneiras pelas quais isso pode ocorrer:

- **Informação**: A legislação obriga os fabricantes de pneus a fornecerem informações detalhadas sobre o desempenho dos seus produtos em termos de eficiência energética (resistência ao rolamento), aderência em pista molhada e nível de ruído. Isso permite aos consumidores fazerem uma escolha informada baseada em suas necessidades e prioridades.

- **Conscientização**: A exigência de etiquetas de eficiência energética nos pneus aumenta a conscientização dos consumidores sobre a importância da resistência ao rolamento para a eficiência de combustível do veículo e para a redução das emissões de CO2.

- **Economia de combustível**: Pneus com alta eficiência energética (baixa resistência ao rolamento) podem melhorar a economia de combustível de um veículo, o que pode ser um fator importante na decisão de compra para muitos consumidores.

- **Segurança**: A informação sobre a aderência dos pneus em pista molhada pode influenciar a decisão de compra de um veículo, particularmente para os consumidores que vivem em áreas com altos níveis de precipitação.

- **Conforto**: A informação sobre o nível de ruído dos pneus pode ser um fator importante para os consumidores que valorizam o conforto de condução.

Essa abordagem visa fornecer informações claras aos consumidores sobre os principais problemas e riscos associados à escolha inadequada de pneus, influenciando sua decisão de compra. Ao compreender os parâmetros destacados pela etiqueta, os consumidores podem

tomar decisões mais conscientes e informadas, considerando fatores importantes como economia de energia, segurança em condições molhadas e impacto acústico, para garantir a seleção de pneus adequados às suas necessidades e preferências.

> Informação clara de itens como o de segurança de aderência ao piso podem na decisão de compra diminuir a ocorrência de situações como de aquaplanagem que ocorre quando um veículo desliza sobre o asfalto molhado devido à perda de atrito com o asfalto, sulcos na banda de rodagem ajudam a evitar a perda de controle, permitindo o escoamento adequado da água e ainda, pneus muito gastos podem aumentar o risco de falta de aderência, pois perdem os sulcos projetados para a drenagem de água. (Michelin, 2023).
>
> A escolha do pneu certo é fundamental para minimizar a aquaplanagem, cada modelo de pneu possui um desenho específico na banda de rodagem para melhorar a aderência em pista molhada, o material de borracha do pneu pode influenciar sua aderência e durabilidade.
>
> Os consumidores que não seguem as determinações e compram pneus de baixa classificação no teste de aderência em pista molhada ou até mesmo pneus sem etiquetas sofrem maior risco de acidentes em condições de chuva, pois pneus com baixa aderência têm mais dificuldade em manter contato com o solo e podem levar a perda de controle do veículo e maior distância de frenagem em piso molhado, o que pode ser crítico em emergências, com menor estabilidade nas curvas e dirigibilidade nas retas, o que pode afetar o conforto e a segurança do motorista e dos passageiros.

O ruído tem sido uma preocupação perene desde os primeiros estágios do desenvolvimento de veículos motorizados, com o desafio de alcançar um equilíbrio ideal nos pneus, concebidos para cumprir uma variedade ampla de condições. No entanto, progressos notáveis têm sido feitos na diminuição do ruído dos pneus ao longo dos anos. Aprimoramentos em materiais, estrutura, perfis de pneus e desenhos de banda de rodagem resultaram em veículos de passageiros atuais que são menos de 20% tão barulhentos quanto aqueles produzidos há três décadas. Essas inovações proporcionam uma experiência de condução mais tranquila e prazerosa, incrementando o conforto dos passageiros e contribuindo para um ambiente urbano mais silencioso e sustentável (ASHLEY, 2018).

Quando falamos de ruído de pneu, estamos nos referindo ao ruído do padrão de banda de rodagem. Esse tipo de ruído ocorre quando o ar fica preso nos sulcos da banda de rodagem e é liberado rapidamente conforme o pneu se desloca sobre a superfície da estrada. A interação repetitiva entre os elementos da banda de rodagem e a superfície da estrada pode resultar no que é conhecido como "percussão rítmica". Padrões de banda de rodagem compostos por elementos curtos e repetitivos tendem a gerar mais ruído. Em contraste, pneus com padrões de banda de rodagem em nervuras oferecem uma opção mais silenciosa em comparação com pneus que possuem blocos ou ressaltos em seu desenho de banda de rodagem (ASHLEY, 2018).

O ruído gerado pelos pneus não é exclusivamente atribuído ao desenho do padrão da banda de rodagem. Além disso, os pneus produzem ruído devido à deformação dos elementos da banda de rodagem sob o peso do veículo e ao deslizamento sobre o pavimento. Em velocidades mais baixas, é mais perceptível esse tipo de ruído, especialmente em ambientes como garagens com piso de concreto polido. Nessas condições, é possível observar mais facilmente a interação entre os pneus e a superfície, resultando em ruído característico. É importante notar que o ruído gerado por esse tipo de interação varia de acordo com o tipo de pavimento e as características dos pneus, incluindo sua composição e estrutura. Portanto, entender as fontes de ruído dos pneus é essencial para o desenvolvimento de soluções que visem reduzir o nível de ruído e melhorar o conforto acústico dos veículos (ASHLEY, 2018).

De acordo com Ashley (2018), reduzir o ruído dos pneus contribui para um ambiente mais silencioso e tranquilo dentro do carro, permitindo uma melhor concentração do motorista e uma experiência de viagem mais agradável. Além disso, a redução do ruído promove a segurança nas estradas, uma vez que os motoristas podem perceber com maior clareza outros sons

importantes, como buzinas de alerta ou sinais de emergência. Portanto, a busca pela diminuição do ruído dos pneus está alinhada com a preocupação em garantir a segurança e o conforto dos ocupantes do veículo.

ESCOLHA DO CONSUMIDOR

Ao considerar as implicações de não adotar as recomendações do INMETRO em relação aos pneus automotivos, é crucial buscar alternativas que atendam aos mais altos padrões de desempenho. Ao optar pelo pneu de melhor qualidade, os motoristas podem desfrutar de uma experiência de condução mais tranquila, eficiente e confiável, além de contribuir para a preservação do meio ambiente.

Como exemplo temos entre as faixas de resistência ao rolamento onde a variação entre as faixas pode ter de 14% a 22% de melhoria de desempenho, sendo da melhor faixa para a de menor eficiência esta diferença pode chegar a 70%. Esta e uma variação que não somente os consumidores devem analisar, mas também se torna um diferencial no resultado comparativo de eficiência e etiquetagem veicular com a possibilidade de ganho real em relação ao consumo de combustível, tendo somente a questão da escolha do pneu como um salto no resultado final, hoje tão difícil em alcançar por meio de mudanças da estrutura do veículo assim como em diminuição de peso e outros meios técnicos.

Além disso a escolha do pneu pode influenciar diretamente no consumo de combustível uma economia direta ao consumidor e um dos itens de classificação em sua percepção de qualidade e de decisão e compra de um veículo, além de contribuir para a redução das emissões de carbono e o impacto ambiental o que cada vez mais é observado pelos clientes.

Em questão de segurança um pneu seja classificado como A tem aderência em pista molhada e apresente uma distância de frenagem de 30 metros em determinada velocidade. Agora, vamos comparar isso com um pneu classificado como B pode chegar a 35m e um classe C pode chegar a 40m, isso considerando a mesma velocidade, o que representa um aumento de 10 metros em relação ao pneu A.

Agora, vamos traduzir esses valores em termos percentuais. Considerando o pneu A como referência, temos:

- O pneu B apresenta um aumento de 16,7% na distância de frenagem em relação ao pneu A (5 metros a mais em 30 metros).

- O pneu C apresenta um aumento de 33,3% na distância de frenagem em relação ao pneu A (10 metros a mais em 30 metros).

Portanto, ao escolher um pneu classificado como A em vez de B, o consumidor estaria reduzindo a distância de frenagem em 16,7%, e ao escolher um pneu A em vez de C, a redução seria de 33,3%. Esses números mostram claramente que pneus com classificação de aderência em pista molhada mais alta (como A) oferecem uma maior capacidade de frenagem e segurança em condições de chuva, em comparação com pneus de classificações mais baixas (como B e C). Essa redução percentual na distância de frenagem pode ser crucial para evitar acidentes e proporcionar uma condução mais segura o que pode em situações normais ocasionar uma colisão ou um acidente grave.

Para terminar as exemplificações vamos falar sobre nível de ruído externo que são medidos em decibéis (dB), que são uma unidade de medida logarítmica usada para expressar o nível de intensidade sonora ou ruído. O que isso significa é que um aumento de 10 decibéis resulta em um som que é percebido como duas vezes mais alto. Portanto, um ruído de 75 decibéis é percebido como duas vezes mais alto que um ruído de 65 decibéis.

Neste exemplo podemos ter um pneu que seja classificado com 65dB (classe 1) e outro de 75dB (classe 3) de ruído externo.

É fato que o ruído dentro do veículo pode afetar a segurança do condutor de várias maneiras:

- **Distração**: Ruídos altos ou irritantes podem distrair o condutor, desviando sua atenção da estrada e do tráfego ao redor. Isso pode levar a reações atrasadas a emergências ou a uma condução menos segura em geral.

- **Fadiga**: O ruído constante pode contribuir para a fadiga do condutor, especialmente em viagens longas. A fadiga pode afetar a concentração e a capacidade do condutor de tomar decisões rápidas e seguras.
- **Comunicação**: Ruídos excessivos no veículo podem dificultar a audição e compreensão de sons externos importantes, como sirenes de veículos de emergência, buzinas de outros veículos ou sons de ciclistas ou pedestres.

- **Estresse**: A exposição prolongada ao ruído pode aumentar os níveis de estresse do condutor. Estudos têm mostrado que o estresse pode afetar negativamente a condução, levando a comportamentos de condução mais agressivos ou a decisões de condução menos seguras.

- **Perda de audição**: A exposição prolongada a níveis elevados de ruído pode levar à perda de audição. A audição é um sentido importante para a segurança na condução, pois permite que os condutores detectem sirenes de emergência, buzinas ou outros ruídos de aviso.

RELAÇÃO DO SELO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E A ETIQUETAGEM VEICULAR

A Etiquetagem Veicular no Brasil é um programa do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), cujo objetivo é fornecer informações claras e precisas sobre a eficiência energética dos veículos comercializados no país.
Iniciado em 2009, o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) inclui a Etiquetagem Veicular Voluntária, que é feita pelos fabricantes e importadores de veículos leves novos, nacionais e importados. A etiqueta exibe a classificação do veículo quanto à sua eficiência energética, em uma escala que vai de 'A' (mais eficiente) a 'E' (menos eficiente), tanto para o consumo de combustível quanto para a emissão de gases do efeito estufa. Além disso, fornece o consumo energético em MJ/km e as emissões de CO2.
Desde 2013, os veículos leves novos, nacionais e importados, devem vir com a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), de forma a proporcionar aos consumidores uma melhor informação no momento da compra.
A intenção do programa é que, ao fornecer essa informação, os consumidores possam fazer escolhas mais conscientes e incentivem, assim, os fabricantes a produzirem veículos mais eficientes, promovendo a conservação de energia e a redução das emissões de gases de efeito estufa.
A relação entre a etiquetagem de pneus e a etiquetagem veicular no contexto brasileiro está profundamente enraizada na questão da eficiência energética.
Um veículo é uma máquina complexa, com muitos componentes diferentes contribuindo para seu desempenho geral. Dentre esses componentes, os pneus desempenham um papel crucial. A interação entre o pneu e a superfície da estrada é um dos principais fatores que influenciam a eficiência energética de um veículo. É aqui que entra a etiquetagem de pneus.
A etiqueta de pneus informa o consumidor sobre três critérios principais: eficiência energética (baseada na resistência ao rolamento), aderência em pista molhada (relacionada à segurança) e ruído externo. Ao optar por pneus de alta eficiência energética (ou seja, aqueles com baixa resistência ao rolamento), os motoristas e montadoras podem melhorar significativamente a eficiência de combustível de seus veículos, resultando em menor consumo de combustível e, portanto, menores emissões de CO2.
A etiquetagem veicular, por sua vez, fornece uma visão geral da eficiência energética do veículo como um todo. Ela leva em consideração não apenas a eficiência do motor e a aerodinâmica do veículo, mas

também a contribuição dos pneus para a eficiência do combustível. Portanto, a escolha de pneus de alta eficiência energética pode afetar diretamente a classificação de eficiência energética do veículo. Por fim, essa inter-relação entre a etiquetagem de pneus e a etiquetagem veicular reflete a importância de considerar o veículo como um sistema integrado. Cada componente tem seu papel a desempenhar e a eficiência do sistema como um todo pode ser otimizada através da escolha cuidadosa de cada parte. Nesse sentido, a etiquetagem de pneus e veículos fornece informações valiosas para os consumidores tomarem decisões informadas que podem levar a um transporte mais eficiente e sustentável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No contexto do presente estudo, exploramos de forma abrangente as definições técnicas apresentadas em normas e legislações focando na importância dos pneus como componentes fundamentais dos veículos, abordando sua influência na segurança, desempenho e conforto. Destacamos especialmente a relevância da eficiência energética dos pneus, enfatizando seus benefícios ambientais e econômicos significativos. Pneus com baixa resistência ao rolamento desempenham um papel fundamental na redução do consumo de combustível e das emissões de gases de efeito estufa, contribuindo assim para a mitigação dos impactos ambientais.

Neste estudo, reconhecemos o papel fundamental do INMETRO na regulamentação e classificação dos pneus em relação à eficiência energética. O selo do INMETRO confere confiabilidade ao desempenho e segurança dos pneus, fornecendo informações valiosas aos consumidores no momento da compra.

A importância da etiquetagem tanto de pneus quanto veicular está centrada na promoção da eficiência energética e na redução das emissões de gases de efeito estufa. Elas são ferramentas que fornecem informações cruciais aos consumidores sobre o desempenho energético de veículos e pneus, respectivamente.

A etiquetagem de pneus tem um impacto direto na eficiência energética de um veículo. Pneus de alta eficiência energética (aqueles com baixa resistência ao rolamento) podem reduzir significativamente o consumo de combustível de um veículo e, consequentemente, suas emissões de CO2. Ao fornecer informações claras sobre a eficiência energética, a aderência em pista molhada e o ruído externo dos pneus, a etiquetagem de pneus permite que os consumidores tomem decisões informadas que podem melhorar a eficiência de combustível de seus veículos.

Essas duas formas de etiquetagem, portanto, trabalham juntas para fornecer aos consumidores uma imagem clara do desempenho energético de um veículo. Ao fazer isso, elas incentivam a escolha de veículos e pneus mais eficientes, contribuindo para a conservação de energia e a redução das emissões de gases de efeito estufa. A relação entre essas duas formas de etiquetagem destaca a importância de abordar a eficiência energética de um veículo de maneira integrada, considerando todos os seus componentes.

Ao planejar a compra de um veículo, a etiquetagem veicular e de pneus desempenham um papel crucial na tomada de decisão informada. Elas oferecem ao consumidor um panorama claro da eficiência energética do veículo e dos pneus, respectivamente, ajudando a avaliar o impacto no consumo de combustível e nas emissões de CO2. A etiquetagem veicular, fornecendo uma classificação de 'A' a 'E', indica o desempenho energético do veículo como um todo, enquanto a etiquetagem de pneus informa sobre a eficiência energética (baseada na resistência ao rolamento), aderência em pista molhada e ruído externo. Assim, a escolha por um veículo de classificação 'A' com pneus de alta eficiência energética pode resultar em significativa economia de combustível e redução de emissões, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e efetivando uma compra mais consciente e econômica a longo prazo.

REFERÊNCIAS

ANIP, Associação. HISTÓRIA DO PNEU: Quase 200 Anos de Tecnologia. [S. l.]: ANIP, 2018. Disponível em: https://www.anip.org.br/historia-e-fabricacao/. Acesso em: 20 maio 2023.

ASHLEY, Rich. The Fight Against Tire Noise: Noisy tires suck, but why does this happen? Is it really all the tire's fault?. [S. l.]: Rich Ashley, 18 jul. 2018. Disponível em: https://www.tirereview.com/the-fight-against-tire-noise/. Acesso em: 23 maio 2023.

CONTINENTAL, Pneu. **Pneu Inteligente**. [*S. l.*], 24 maio 2023. Disponível em: https://www.conti.com.br/b2b/services-and-solutions/conti-360/digital-tire-monitoring.html. Acesso em: 24 maio 2023.

FAGUNDES, Dyogo. **Pneus: Saiba como ler as especificações e o que significa cada uma**. [*S. l.*], 11 out. 2022. Disponível em: https://motor1.uol.com.br/news/615475/como-ler-especificacoes-pneu-carro/. Acesso em: 24 maio 2023.

FERNANDO Aleixo Cardoso ESTUDO DO DESEMPENHO DOS COMPOSTOS DE BORRACHA UTILIZADOS NA FABRICAÇÃO DA BANDA DE RODAGEM DOS PNEUS AUTOMOTIVOS EM FUNÇÃO DOS PAVIMENTOS DAS RODOVIAS. [*S. l.*], 4 maio 2010. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3151/tde-23082010-102911/publico/Dissertacao_Fernando_Aleixo_Cardoso.pdf. Acesso em: 24 maio 2023.

INMETRO. PORTARIA nº Nº 379, DE 14 DE SETEMBRO DE 2021, de 14 de setembro de 2021. Aprova o Regulamento Técnico da Qualidade e os Requisitos de Avaliação da Conformidade para Pneus Novos - Consolidado. [S. l.], 14 set. 2019. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-379-de-14-de-setembro-de-2021-345933914. Acesso em: 25 maio 2023.

INMETRO. Portaria nº Portaria n.º 544, de 25 de outubro de 2012, de 25 de outubro de 2012. **Aprovar a revisão dos Requisitos de Avaliação da Conformidade para Pneus Novos**. [S. l.], 25 out. 2012. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001918.pdf. Acesso em: 25 maio 2023.

KOZA, Colleen. **A história do pneu pneumático**. [S. l.], 14 fev. 2018. Disponível em: https://inertion.org/history-pneumatic-tire/. Acesso em: 25 maio 2023.

MANAUS, Rede. **Sumitomo desenvolve tecnologia de detecção de desgaste**. [*S. l.*], 13 fev. 2021. Disponível em: https://www.redemanaus.com.br/20210213-deteccao-desgaste. Acesso em: 24 maio 2023.

MÜLLER, Klaus Curt. ETIQUETAGEM de pneus: o que você precisa saber. [*S. l.*], 7 fev. 2018. Disponível em: https://www.anip.org.br/etiquetagem/. Acesso em: 24 maio 2023.

REPARADOR, S/A. **Fim dos estepes? Os pneus Seal Inside são o futuro?** [*S. l.*], 16 dez. 2019. Disponível em: https://reparadorsa.com.br/fim-dos-estepes-os-pneus-seal-inside-sao-o-futuro/. Acesso em: 24 maio 2023.

SIMÕES, Célia. **Michelin: pneus impressos em 3D e de material biodegradável**. [*S. l.*], 10 jan. 2018. Disponível em: http://kids.pplware.sapo.pt/curiosidades/michelin-pneus-impressos-em-3d-e-de-material-biodegradavel/. Acesso em: 24 maio 2023.

SINPEC, SINPEC. Os pneumáticos no Brasil. [S. l.]: SINPEC, 2023. Disponível em: https://www.fiesp.com.br/sinpec/sobre-o-sinpec/historia-do-pneu/. Acesso em: 22 maio 2023.

WILLIAMS, Derrest. A História dos Pneus. [S. l.], 21 maio 2018. Disponível em: https://www.treadwright.com/blogs/treadwright-blog/the-history-of-tires. Acesso em: 20 maio 2023.

Recebido em 27/05/2023.

Aprovado em 10/06/2023.

Professor – UNISENAI – alessandro.kulitch@sistemafiep.org.br
Aluno - UNISENAI. E-mail: alfeoengaut@hotmail.com
Aluno - UNISENAI. E-mail: arthmadalves@gmail.com
Aluno - UNISENAI. E-mail: lucas.workcandido@gmail.com