

COLÉGIO SÃO LUÍS

ENSINO MÉDIO

CURSO DE METODOLOGIA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

João Manuel Abdala Perpétuo

“Segurança em Supercarros”

Alternativas para modelos de segurança que não afetam a velocidade em supercarros

São Paulo

2025

João Manuel Abdala Perpétuo

“Segurança em Supercarros”**Alternativas para modelos de segurança que não afetam a velocidade em supercarros**

Artigo apresentado como requisito de aprovação em “Metodologia de Iniciação Científica”, na 2ª série do EM do Colégio São Luís

Orientador: Prof. André Leitão

Agradeço a todos meus professores que me auxiliaram nesse caminho, e principalmente o meu orientador André, com quem contei em todas as minhas dúvidas e consegui entender e resolver problemas com sua ajuda. Também agradeço a minha família por me apoiar durante a jornada e me motivar a ter mais proatividade e foco durante a realização do artigo.

EPÍGRAFE

“A verdadeira potência de um carro não está apenas na sua velocidade, mas na capacidade de mantê-lo sob controle.”
— Enzo Ferrari

RESUMO

Palavras-chave: Segurança. Performance. Eletrificação. Acidentes.

Esse trabalho tem como tema principal os sistemas de segurança em supercarros, abordando o avanço das tecnologias que tornam possível unir alto desempenho com proteção eficiente. O estudo teve como objetivo geral compreender de que forma os supercarros, conhecidos por sua potência e velocidade extrema, podem ser projetados de maneira a garantir segurança tanto para o motorista quanto para os passageiros. Como metodologia, realizou-se uma pesquisa bibliográfica com base em livros, artigos científicos, revistas especializadas e publicações técnicas do setor automotivo, buscando identificar as principais inovações utilizadas nas últimas décadas. Ao longo do desenvolvimento, foram analisados diversos sistemas de segurança, como controle eletrônico de estabilidade, freios ABS, airbags, cintos de segurança com pré-tensionadores, sensores de colisão e monitoramento por câmeras e radares. Também se destacou o papel da inteligência artificial e dos sistemas autônomos na prevenção de acidentes, mostrando como essas tecnologias têm se tornado fundamentais na indústria automotiva moderna. Os resultados da pesquisa mostraram que a segurança em supercarros não é apenas uma questão de luxo, mas sim uma necessidade para acompanhar o avanço da potência dos motores e a complexidade dos sistemas eletrônicos. Conclui-se que o desenvolvimento de supercarros seguros depende do equilíbrio entre engenharia mecânica, elétrica e computacional, demonstrando que o investimento em segurança resulta em veículos mais confiáveis, sustentáveis e tecnológicos, além de beneficiar todo o mercado automotivo.

ABSTRACT

Keywords: Safety. Performance. Electrification. Accidents.

This paper focuses on the development of safety systems in supercars, addressing the technological advances that make it possible to combine high performance with effective protection. The main objective was to understand how supercars, known for their extreme power and speed, can be designed to ensure the safety of both drivers and passengers. The methodology was based on bibliographic research using books, scientific articles, specialized magazines, and technical publications from the automotive sector, aiming to identify the main innovations applied in recent decades. Throughout the study, several safety systems were analyzed, such as electronic stability control, ABS brakes, airbags, seat belts with pretensioners, collision sensors, and monitoring through cameras and radars. The role of artificial intelligence and autonomous systems in accident prevention was also highlighted, showing how these technologies have become essential in the modern automotive industry. The research results show that safety in supercars is not just a luxury feature but a necessity to match the increasing power of engines and the complexity of electronic systems. It is concluded that the development of safe supercars depends on the balance between mechanical, electrical, and computational engineering, demonstrating that investing in safety leads to more reliable, sustainable, and technological vehicles, while also benefiting the entire automotive market.

Lista de figuras:

Figura 1: O Audi V8 e sua carroceria

Figura 2: O Pirelli P ZERO

Figura 3: O padrão no Michelin Pilot Sport 4 S

Figura 4: O acidente na Coreia do Sul

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 DESENVOLVIMENTO – PARTE 1.....	14
2.1 A CRIAÇÃO E FUNCIONAMENTO DOS PRINCIPAIS SISTEMAS DE SEGURANÇA.....	14
2.2 DIFERENTES TIPOS DE PNEUS E SUAS APLICAÇÕES.....	16
2.2.1 Michelin Pilot Sport 4 S e Pirelli P ZERO.....	18
3 DESENVOLVIMENTO – PARTE 2.....	21
3.1 RISCOS RELACIONADOS À BATERIA DE EM CARRO ELÉTRICO.....	22
3.1.1 O Mercedes-Benz EQE e seu incêndio na Coreia do Sul.....	23
3.2 ATROPELAMENTOS E RISCO DE ACIDENTES.....	25
4 CONCLUSÃO OU CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27

1 INTRODUÇÃO

Os carros surgiram no final do século XIX como uma alternativa moderna aos antigos meios de transporte, como as carroças puxadas por animais. Inicialmente, esses veículos eram simples, lentos e acessíveis apenas a uma pequena parcela mais rica da população. Porém, representaram um grande avanço, pois permitiram maior autonomia e eficiência no deslocamento, marcando o início de uma nova era na mobilidade urbana e rural.

Com o avanço da tecnologia no século XX, os automóveis passaram por diversas transformações, tornando-se mais rápidos, confortáveis e seguros. Ao longo dos anos receberam melhorias significativas em seu desempenho, além da incorporação de dispositivos voltados à proteção dos ocupantes, como cintos de segurança, airbags e sistemas de freios avançados. Atualmente os carros também refletem preocupações ambientais com o crescimento dos modelos elétricos, que buscam reduzir a emissão de poluentes e promover uma mobilidade mais sustentável.

O primeiro carro da história foi criado por Karl Benz, um engenheiro alemão, em 1885. Esse veículo, conhecido como Benz Patent-Motorwagen, funcionava com um motor a combustão interna movido a gasolina e possuía apenas três rodas. Era um modelo simples, com estrutura leve e baixa velocidade, mas representou um marco importante no desenvolvimento dos automóveis. A invenção de Benz abriu caminho para a indústria automobilística e inspirou outros inventores e engenheiros a aperfeiçoarem essa nova forma de transporte, que logo se tornaria essencial para a sociedade moderna.

Com isso, surgiu uma categoria especial: os supercarros. Eles são versões muito mais potentes e sofisticadas dos carros comuns, feitos para alto desempenho. Têm motores extremamente fortes, design pensado para cortar o ar com eficiência e usam o que há de mais atual em tecnologia. Além da velocidade, eles também representam status e inovação no mundo automotivo.

O motor de um supercarro é um dos principais fatores que o diferenciam dos carros comuns. Muitos modelos possuem motores V6, V8, V10 ou V12, que são motores em formato de V dividindo os cilindros em dois lados (3, 4, 5 ou 6 de cada lado) capazes de gerar mais de 700 cavalos de potência. Esses motores fazem com que os supercarros atinjam velocidades superiores a 300 km/h, proporcionando uma experiência de direção extrema. Além da potência do motor, a aerodinâmica é crucial para o desempenho dos supercarros. A forma do carro é projetada para reduzir a resistência ao ar e garantir maior estabilidade em altas velocidades. Esse design especializado ajuda os carros a manterem o controle e alcançar as altas velocidades para as quais foram feitos.

O Lamborghini Miura, lançado em 1966, é conhecido por ser o primeiro supercarro da história e mudou a forma como os carros esportivos passaram a ser vistos. Ele foi equipado com um motor V12 de 3.9 litros, localizado atrás dos bancos, o que era bem inovador para a época. Com esse motor, o Miura alcançava cerca de 350 cavalos de potência e chegava a uma velocidade máxima de aproximadamente 280 km/h, o que o colocava entre os carros mais rápidos do mundo naquele período. Esse modelo ajudou a Lamborghini a ganhar fama e respeito no mercado de carros de alto desempenho.

Apesar de toda sua potência e design impressionante, o Miura não oferecia muita segurança em comparação com os padrões atuais. Naquela época, a prioridade era tornar o carro mais leve e rápido, por isso tecnologias de segurança, como airbags e sistemas de proteção contra impactos, não estavam presentes. Além disso, o fato de o motor ficar logo atrás dos bancos podia representar um risco maior em acidentes traseiros. Mesmo assim, o Miura é lembrado até hoje como um marco na história dos automóveis esportivos e como um símbolo de inovação e ousadia.

Porém, andar em alta velocidade pode trazer muitos riscos à saúde e vida, e implementar um bom sistema de segurança é algo que deve ser essencial em todo carro. Então com esta observação, foi possível chegar à conclusão que os supercarros precisam ser seguros e que o sistema de segurança não impacte negativamente na velocidade do carro.

A engenharia automobilística busca construir carros em diferentes faixas de preço, podendo ser acessível (com motor, interior e estética básica) ou luxuoso (motor mais potente, interior mais atraente e funcional, e estética moderna e aerodinâmica). Diversas marcas, como a Audi e a Mercedes-Benz, usam tecnologias especiais para construir um balanço entre segurança e velocidade, ganhando fama e bons números de venda.

Muitas pessoas escolhem comprar carros com sistemas bem desenvolvidos de segurança, como o Volvo XC60 ou o Volkswagen Arteon, e isso proporciona uma confiança excelente em sua engenharia. Além disso, pneus específicos para cada maneira de uso de um carro são uma boa alternativa para acidentes e há diversos modelos seguros no mercado.

O Volvo XC60 é um dos veículos mais reconhecidos quando se trata de segurança. A marca sueca Volvo é conhecida por priorizar a proteção dos pilotos e dos pedestres, e esse modelo reflete bem essa preocupação. O XC60 conta com uma estrutura reforçada para absorver impactos em caso de colisões, além de possuir diversos airbags estrategicamente posicionados para proteger os passageiros. O carro também vem equipado com sistemas que ajudam o motorista a manter o controle do veículo em diferentes situações, como freios ABS, controle de estabilidade e assistência em curvas.

Além dos itens tradicionais de segurança, o Volvo XC60 também oferece tecnologias avançadas que aumentam a prevenção de acidentes. Um dos principais destaques é o sistema de frenagem automática, que pode identificar obstáculos, pedestres ou ciclistas e frear o carro sozinho, caso o motorista não reaja a tempo. O modelo também possui assistente de permanência em faixa, piloto automático adaptativo e alerta de ponto cego, que ajudam a tornar a condução mais segura e tranquila. Com todos esses recursos, o Volvo XC60 se destaca como um dos SUVs mais seguros do mercado atual.

Com diversos exemplos de marcas e modelos do mundo automotivo, analisam-se aspectos que influenciam a velocidade desses veículos sem comprometer a segurança. A segurança veicular deve ser um requisito essencial em todos os automóveis, e segundo Júdice (2014, p.5)

Se a princípio a segurança não era encarada como uma prioridade da indústria automóvel, com o passar dos tempos, a mesma passou a ser vista de forma diferente. A verdade é que atualmente e no que respeita à segurança ativa, componentes existentes como os sistemas de travagem, pneus, suspensões,

visibilidade, aerodinâmica do veículo, ergonomia, iluminação, entre outros, são determinantes para uma condução em conforto e segurança.

Estudar a segurança em supercarros é fundamental para marcas renomadas como Ferrari e Porsche, pois esses estudos contribuem para o desenvolvimento de alternativas mais seguras em veículos que podem ultrapassar os 300 km/h. Modelos híbridos ou equipados com motores elétricos podem apresentar um desempenho superior em relação aos carros com motor a combustão, além de causarem menor impacto ambiental.

Um dos fatores essenciais para a segurança dos supercarros é o uso de pneus de alto desempenho. Esses pneus são fabricados com compostos especiais que garantem maior aderência, mesmo durante frenagens bruscas ou em terrenos sinuosos. Eles também são projetados para resistir às altas temperaturas geradas pelo funcionamento do motor e do sistema de freios. Segundo a Goodyear (2020), muitos desses pneus já vêm equipados com sensores que monitoram a pressão e a temperatura em tempo real, fornecendo informações ao condutor e prevenindo falhas que poderiam resultar em acidentes graves.

De acordo com Paulo Silveira Lima (2024), o uso de pneus direcionais, como o Hankook Ventus V12 Evo2, proporciona excelente aderência ao solo, reduzindo significativamente os riscos de aquaplanagem. Esses pneus adaptam-se bem tanto à tração dianteira quanto à traseira, o que os torna uma ótima opção para quem busca mais estabilidade, esportividade e segurança ao dirigir.

A condução de supercarros em alta velocidade pode aumentar consideravelmente o risco de acidentes, especialmente quando o veículo não dispõe de equipamentos de segurança adequados. Um exemplo é o Dodge Viper, que não conta com freios ABS nem airbags, tornando qualquer obstáculo à frente potencialmente fatal. Outro caso é o GWM Steed 5, uma picape híbrida da montadora chinesa Great Wall Motors, que, apesar de não ser tão veloz, apresenta um sistema de segurança bastante frágil e com baixa qualidade, sendo considerado um dos veículos mais perigosos do mundo.

Nos últimos anos, a segurança dos supercarros evoluiu significativamente graças ao avanço da tecnologia. No passado, o foco principal desses veículos era a velocidade e o desempenho, enquanto os sistemas de segurança eram deixados em segundo plano. Hoje, essa realidade mudou, e os supercarros passaram a incorporar equipamentos modernos como freios ABS, controle de tração e estabilidade, além da distribuição eletrônica de frenagem (EBD). Conforme a National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA, 2021), esses recursos auxiliam na redução de acidentes, especialmente em curvas acentuadas ou em pistas molhadas, contribuindo para uma condução mais segura mesmo em altas velocidades.

Além dos sistemas de segurança tradicionais, os supercarros mais modernos contam com tecnologias inteligentes para evitar colisões. Um exemplo é o sistema de frenagem automática de emergência, que identifica obstáculos à frente e aciona os freios de forma autônoma caso o motorista não reaja a tempo. Outros sistemas, como os modos de condução adaptativos, ajustam o comportamento do veículo de acordo com as condições da pista e do clima, aumentando a estabilidade em situações adversas. De acordo com a Automotive Safety Council (2022), esses recursos têm mostrado resultados positivos na redução de acidentes, tornando os supercarros não apenas potentes, mas também mais seguros para todos.

Supercarros são veículos desenvolvidos com o objetivo de oferecer alto desempenho, unindo velocidade, design avançado e tecnologia de ponta. Marcas como Ferrari, Pagani e McLaren se destacam por produzirem modelos sofisticados, com motores extremamente potentes e materiais leves, o que garante uma performance diferenciada e visual marcante.

A tecnologia empregada nesses veículos é um dos aspectos mais importantes. Sistemas como controle de tração, suspensão ativa e modos de condução personalizáveis tornam a experiência ao volante mais eficiente e segura. Esses recursos permitem ao condutor manter o controle do carro mesmo em condições extremas de uso, como curvas acentuadas ou frenagens repentinas.

Embora os supercarros estejam fora do alcance da maioria das pessoas por causa de seu alto custo, eles influenciam diretamente os carros mais comuns. Muitas das inovações desenvolvidas para esses veículos acabam sendo aplicadas nos modelos de uso diário, contribuindo para torná-los mais seguros e eficientes. Assim, os supercarros não são apenas símbolos de luxo e status, mas também verdadeiros laboratórios de inovação para a indústria automotiva.

Por conta de sua grande velocidade e potência, é essencial que esses veículos possuam sistemas de segurança altamente desenvolvidos. Sensores, câmeras e sistemas de frenagem autônoma são apenas alguns dos recursos usados para evitar acidentes. A segurança se tornou uma das maiores prioridades dos fabricantes, garantindo proteção tanto para os ocupantes quanto para outros usuários das vias.

No futuro, os supercarros continuarão sendo símbolos do avanço tecnológico, influenciando diretamente o modo como os automóveis são projetados em todo o mundo. Eles representam o que há de mais moderno em engenharia, e suas inovações ajudam a construir o futuro da mobilidade.

Por ultrapassarem os 150 km/h com facilidade, os supercarros estão sujeitos a falhas ou acidentes provocados por erros de projeto ou falhas em componentes como pneus, freios, aerodinâmica e airbags. A questão central a ser abordada neste estudo é: “Como projetar um modelo de carro que reúna segurança e alto desempenho?”. A partir dessa pergunta, serão analisadas hipóteses e propostas de soluções, incluindo o uso de motores elétricos, freios de cerâmica e melhorias na estrutura dos pneus, visando tornar esses veículos mais seguros e eficientes.

A eletrificação dos supercarros tem contribuído significativamente para melhorias na segurança veicular. Como as baterias dos carros elétricos geralmente ficam posicionadas na parte inferior da estrutura, o centro de gravidade se torna mais baixo. Isso proporciona maior estabilidade, principalmente nas curvas, reduzindo o risco de capotamentos. Além disso, o torque instantâneo dos motores elétricos exige sistemas inteligentes de controle de tração, que distribuem a força de maneira equilibrada entre as rodas, auxiliando o motorista a manter o controle do veículo em diferentes condições de direção.

Outro aspecto importante é que os supercarros elétricos não utilizam combustíveis inflamáveis como a gasolina, o que diminui os riscos de explosões em acidentes graves. Apesar de as baterias também apresentarem riscos, como o superaquecimento, as fabricantes têm investido em tecnologias para evitar esse tipo de problema, como sensores de temperatura e sistemas de resfriamento. Dessa

forma, é possível garantir uma condução mais segura e prevenir falhas graves no sistema elétrico do veículo.

Os carros elétricos também são conhecidos por oferecerem tecnologias avançadas de assistência ao condutor. Sistemas como a frenagem automática de emergência, o alerta de saída de faixa e o piloto automático adaptativo são cada vez mais comuns e ajudam a evitar colisões. Nos supercarros, essas tecnologias são ainda mais sofisticadas, pois trabalham em conjunto com sensores e câmeras de alta precisão, garantindo reações rápidas e eficientes em situações de perigo.

Além disso, os supercarros elétricos são construídos com materiais modernos e resistentes, como fibra de carbono e alumínio reforçado. Esses materiais não só tornam os veículos mais leves e rápidos, mas também aumentam a proteção dos ocupantes em caso de acidentes. Como esses carros são planejados desde o início com foco na eletrificação, é possível desenvolver áreas específicas que absorvem melhor o impacto, protegendo a cabine dos passageiros com mais eficácia.

Por fim, vale destacar que muitos supercarros elétricos já possuem sistemas que permitem atualizações de software à distância. Isso significa que as montadoras podem corrigir falhas ou melhorar a segurança do veículo mesmo depois que ele já foi vendido. Essa capacidade de atualização constante demonstra como os supercarros estão se tornando cada vez mais tecnológicos, unindo desempenho, inovação e segurança em um único projeto. Assim, a eletrificação não só garante velocidade e sustentabilidade, como também contribui diretamente para uma mobilidade mais segura e eficiente.

Nos últimos anos, a eletrificação tem ganhado cada vez mais espaço nesse segmento. Supercarros híbridos e elétricos, como o Rimac Nevera, estão se popularizando por oferecerem mais de 1000 cavalos de potência e, ao mesmo tempo, apresentarem um desempenho ambientalmente mais sustentável. Esse avanço mostra que é possível aliar alta performance com responsabilidade ambiental.

O Rimac Nevera destaca-se como um exemplo de supercarro elétrico com excelente desempenho, desenvolvido com grande atenção à segurança. Sua estrutura é composta por fibra de carbono e alumínio, materiais leves e extremamente resistentes. Essa construção forma uma espécie de “casca protetora” ao redor dos ocupantes, garantindo que fiquem seguros mesmo em acidentes graves. O carro tem uma rigidez estrutural muito alta, o que ajuda a manter sua forma em colisões.

Durante o processo de desenvolvimento, o Nevera passou por 45 testes de colisão reais e muitos testes simulados no computador. Esses testes incluíram batidas frontais, laterais e traseiras, com diferentes velocidades. Em um dos testes mais difíceis, o carro bateu lateralmente contra um poste a 32 km/h e, mesmo assim, a porta ainda pôde ser aberta, mostrando a resistência da estrutura. Em batidas frontais, os sensores registraram forças muito altas, mas a cabine dos passageiros se manteve intacta.

Além da proteção contra acidentes, o Rimac Nevera também usa tecnologia para evitar que eles aconteçam. Ele tem um sistema inteligente que controla a força enviada a cada roda, melhorando o equilíbrio e a estabilidade do carro. Também vem equipado com câmeras, radares e sensores que ajudam o motorista a dirigir com mais segurança, e o carro já está preparado para, no futuro, dirigir sozinho com segurança.

Por fim, o Nevera conta com itens extras de segurança, como um extintor de incêndio interno. Esses cuidados mostram que a proteção dos ocupantes permanece como prioridade, mesmo com sua alta velocidade. Assim, o Rimac Nevera prova que é possível combinar alta velocidade com proteção de alto nível.

Os carros elétricos também possuem fama por sua tecnologia e segurança excelente, e podemos ver em diversos artigos e livros os testes feitos. Segundo Denton (2016, p. 20):

Veículos elétricos são testados nos mesmos altos padrões que qualquer outro carro nas vias do Reino Unido. Em fevereiro de 2011 o primeiro carro puramente elétrico foi avaliado e passou no renomado teste Euro NCAP.

2 DESENVOLVIMENTO – PARTE 1

Após a criação do carro e com o aumento do número de unidades vendidas, a ocorrência de acidentes começou a aumentar, e isso envolvia muitos aspectos. Alguns desses aspectos (como a aquaplanagem, colisões e até explosões) e a ocorrência frequente de acidentes causaram graves lesões e mortes de muitas pessoas ao redor do mundo. Então, para tentar resolver esses problemas foram levantadas diversas hipóteses, que resultaram em incríveis criações que usamos até os dias atuais.

2.1 A CRIAÇÃO DOS PRINCIPAIS SISTEMAS DE SEGURANÇA

Os freios ABS (freios antitravamento) consistem em sensores nas rodas, central eletrônica e uma unidade hidráulica, e sua proposta é permitir ao motorista ter o controle do veículo e da trajetória em uma frenagem mais forte, o que só é possível se as rodas não travarem totalmente. É uma tecnologia muito usada nos dias de hoje, e regularizada nos carros por sua assistência na segurança.

Esse sistema de frenagem foi desenvolvido pela Daimler e pela Bosch em 1978, e o primeiro carro no mundo com ABS foi o Mercedes Classe S W116, que usava o sistema de frenagem apenas como algo opcional custando cerca de 2217 marcos alemães, o que equivale a cerca de 1000 euros, e foi implementado nos carros da marca regularmente apenas em 1984.

O cinto de dois pontos foi criado por George Cayle, porém não traz tanta segurança, e segundo Paulo César Pêgas Ferreira, na entrevista com o Portal do Trânsito:

O problema do cinto de segurança de dois pontos é que ele só te prende na altura da bacia, na cintura. E aí começa um problema [...] O cinto abdominal, quando precisa ser acionado, desloca o tronco de maneira muito intensa e deixa o indivíduo sujeito a bater com a cabeça no volante, no painel ou em alguma superfície plana do veículo.

O cinto de três pontos é um dispositivo de segurança veicular composto por uma faixa que envolve a cintura e uma diagonal que protege o tórax. Seu objetivo é manter os ocupantes firmemente presos durante colisões ou frenagens bruscas, distribuindo a força do impacto em uma área maior do corpo e prendendo o tronco do

passageiro inteiro no assento, o que reduz significativamente o risco de ferimentos graves. Este tipo de cinto foi desenvolvido pelo engenheiro da Volvo, Nils Bohlin em 1959, quando os cintos de dois pontos ainda eram o padrão e considerando seus perigos.

A invenção foi disponibilizada para todas as montadoras com a intenção de aumentar a segurança no trânsito, e seu impacto se confirmou ao longo do tempo. Em 1985, o Departamento Alemão de Patentes considerou o cinto de três pontos a oitava invenção mais importante do século. Durante seus mais de 60 anos de existência, estima-se que ele tenha salvado cerca de um milhão de vidas e reduzido em 45% o risco de morte em acidentes, rendendo homenagens como a medalha de ouro da Academia de Engenharia Científica da Suécia, em 1995, e a inclusão de Bohlin no National Inventors Hall of Fame, em 2002.

Relacionado à absorção do impacto, o alumínio começou a ser usado em larga escala na indústria automobilística na década de 1990, principalmente com o Audi V8, primeiro carro produzido em série com carroceria de alumínio. A principal vantagem do material em relação ao aço é a densidade: $2,7 \text{ g/cm}^3$ contra $7,8 \text{ g/cm}^3$, o que garante veículos até 50% mais leves. A redução de massa melhora a eficiência energética, já que a cada 10% a menos de peso, o carro consome de 5% a 10% menos combustível, emitindo menos CO_2 ao longo de sua vida útil.

Figura 1: O Audi V8 e sua carroceria



Fonte: MIHALASCU, D. **Virtually Brand New 1990 Audi V8 Is A Time Capsule That'll Cost You As Much As 2020 A8.**

Disponível em: <<https://www.carscoops.com/2020/05/virtually-brand-new-1990-audi-v8-is-a-time-capsule-thatll-cost-you-as-much-as-2020-a8/>>. Acesso em: 26 ago. 2025.

Além de leve, o alumínio é mais resistente em colisões, pois consegue absorver o dobro de energia de impacto em comparação ao aço. Apesar do custo de produção mais elevado, marcas como Audi, Mercedes-Benz e Ford passaram a investir no material para reduzir peso e emissões, tornando seus veículos mais eficientes. Modelos como o Mercedes-Benz Classe C e o Ford F-150, lançados com partes estruturais de alumínio, chegaram a reduzir até 320 kg em relação às versões de aço, mostrando o impacto dessa mudança na indústria automotiva.

O airbag funciona como um sistema de proteção suplementar em casos de colisão. Ele é composto por sensores que detectam desacelerações bruscas, um gerador de gás e uma bolsa inflável. Quando ocorre um impacto forte, os sensores enviam um sinal que aciona o gerador, liberando gases que inflaram rapidamente a bolsa em poucos milissegundos. Assim, o airbag cria uma barreira entre o ocupante e partes rígidas do carro, como o volante e o painel, reduzindo a chance de ferimentos graves. Após cumprir sua função, a bolsa esvazia quase imediatamente para evitar sufocamento ou lesões adicionais.

A criação do airbag remonta à segunda metade do século XX, quando a Daimler, empresa-mãe da Mercedes-Benz, registrou uma patente para esse tipo de dispositivo no início da década de 1970. Entre 1966 e 1971, a Mercedes-Benz desenvolveu os primeiros protótipos, mas foi apenas em 1980 que lançou o primeiro carro de produção com airbag, o Classe S (modelo 126). Esse marco colocou a marca como pioneira em segurança automotiva. Nos anos seguintes, a tecnologia evoluiu, e em 1992 os airbags passaram a proteger também passageiros, tornando-se um equipamento cada vez mais comum e indispensável em veículos modernos.

2.2 DIFERENTES TIPOS DE PNEUS E SUAS APLICAÇÕES

Os pneus podem se diferenciar entre si em diferentes classificações. Podem ser classificados por seu padrão em relação à simetria, dureza, situação recomendada para cada clima e textura da superfície. Então, para cada uso e condição de um carro (performance/uso casual ou clima seco/chuva) é necessário um pneu e para atingir

uma velocidade muito alta e com segurança, é necessário selecionar pneus que aguentem carros potentes em diferentes condições.

Os pneus para todas as estações são conhecidos pela praticidade, já que conseguem se adaptar a diferentes condições de uso. Eles oferecem um bom desempenho tanto em dias de chuva quanto em estradas secas, além de suportarem temperaturas frias leves. Por essa versatilidade, são uma das escolhas mais comuns entre motoristas que não querem trocar de pneus conforme o clima muda. Mesmo que não tenham desempenho máximo em situações extremas, garantem um equilíbrio adequado para o uso diário e são os mais vendidos no mercado.

Os pneus de verão são projetados para climas quentes e oferecem excelente aderência em pistas secas ou molhadas. Sua borracha é mais macia, o que aumenta a tração e a precisão da condução, mas também os faz desgastar mais rapidamente. Eles são ideais para regiões onde o inverno não é rigoroso, garantindo ótima performance em frenagens e curvas. Por priorizarem a resposta imediata ao volante, são muito utilizados por quem busca esportividade e velocidade.

Os pneus de inverno foram criados especialmente para enfrentar gelo e neve. Sua borracha é formulada para permanecer flexível em temperaturas extremamente baixas, enquanto os sulcos profundos ajudam a expulsar neve e água, evitando perda de tração. Em lugares com invernos severos, são essenciais para garantir segurança e dirigibilidade. Sem eles, o risco de derrapagens e perda de controle aumenta consideravelmente. São pneus que priorizam proteção acima de desempenho esportivo, e não são muito comercializados no Brasil.

Já os pneus de alto desempenho são o centro das atenções neste estudo, pois representam o que há de mais avançado em tecnologia e engenharia automotiva. Voltados para carros esportivos, eles oferecem estabilidade em velocidades elevadas e maior precisão em curvas agressivas. Sua estrutura reforçada e compostos especiais garantem tração superior em pistas secas e molhadas, além de maior capacidade de resposta ao motorista. Esses pneus são essenciais para quem deseja extrair o máximo do veículo com a devida segurança, especialmente em conduções esportivas e até em circuitos. Por sua relevância, o pneu de alto desempenho será o mais explorado ao longo do texto, com os exemplos do Michelin Pilot Sport 4 S e do Pirelli P ZERO, que serão julgados por sua performance e segurança.

2.2.1 Michelin Pilot Sport 4 S e Pirelli P ZERO

O Michelin Pilot Sport 4 S e o Pirelli P ZERO são os melhores pneus para performance e segurança por diversos motivos, incluindo aderência na chuva ou no piso seco, som e durabilidade. Porém, é necessária fazer uma comparação entre os dois e observar qual pneu é melhor em qual caso, pois cada motorista e cada carro possui suas necessidades, e em diversos casos, a segurança fica ainda mais importante que a performance.

O Pirelli P ZERO é um pneu de verão de altíssimo desempenho, projetado para carros esportivos e supercarros, sendo adotado como equipamento original em marcas como Aston Martin, Ferrari e Bentley. Ele é fruto de anos de desenvolvimento tecnológico da Pirelli, unindo esportividade e segurança em situações de uso extremo. Seu design assimétrico apresenta sulcos em “S”, que auxiliam no controle do veículo e proporcionam mais eficiência em freadas e curvas, reduzindo ainda o risco de aquaplanagem em estradas molhadas e salvando muitas vidas.

Figura 2: O Pirelli P ZERO e seu padrão



Fonte: MARIC, P. **Pirelli P Zero launched:: Latest tyre benefits from F1 technology enhancements**. Disponível em: <<https://www.drive.com.au/news/pirelli-p-zero-launched-latest-tyre-benefits-from-f1-technology-enhancements/>>. Acesso em: 28 ago. 2025.

A estrutura da banda de rodagem conta com uma seção central rígida e três nervuras sólidas, que elevam a tração em alta velocidade e favorecem a estabilidade em manobras rápidas. Em diversos testes de desempenho, o P ZERO demonstrou excelente comportamento em pisos úmidos: conseguiu frear em uma distância mais

curta que seu concorrente, além de ser mais rápido em voltas cronometradas, embora apresente ligeira desvantagem em situações de aquaplanagem profunda.

Outro destaque do P ZERO é o baixo nível de ruído externo. Em avaliações comparativas, ele registrou cerca de 1,7 dB a menos do que alguns concorrentes diretos, o que o torna inicialmente mais silencioso. Também obteve vantagem em termos de resistência ao rolamento, sendo 2,4 % melhor em eficiência, característica que pode impactar positivamente no consumo de combustível em longas distâncias.

No quesito custo, o P ZERO costuma ter preço mais acessível do que o Michelin Pilot Sport 4 S em tamanhos equivalentes, com diferenças que podem chegar a 17 %. Essa vantagem pode ser determinante para muitos motoristas que buscam performance sem investir tanto. Além disso, o modelo foi reconhecido com prêmios importantes, como o “Tyre of the Year” em 2023 para sua versão P ZERO E.

Porém, com o uso contínuo, alguns relatos apontam que os P ZERO tendem a ficar mais barulhentos. Usuários em fóruns automotivos mencionam que, conforme o pneu se desgasta, o nível de barulho aumenta perceptivelmente na cabine. Quanto à durabilidade, a experiência varia bastante: enquanto alguns motoristas afirmam que o Michelin dura mais, outros registram maior vida útil com o P ZERO, especialmente em modelos esportivos como o Mercedes-AMG C63S. Isso mostra que o desempenho pode depender bastante do estilo de condução e do veículo em questão.

Já o Michelin Pilot Sport 4 S consolidou-se como um dos pneus mais elogiados no segmento de ultra performance, sendo escolhido como original por marcas como Porsche e Mercedes-AMG. Seu desenvolvimento incorpora tecnologias das pistas de corrida, resultando em um pneu capaz de entregar precisão, segurança e longa durabilidade mesmo em condições severas. Entre suas principais inovações estão a tecnologia Dynamic Response, que garante respostas rápidas na direção, e a construção Multi-Compound, que combina diferentes compostos de borracha para otimizar o desempenho em pistas secas e molhadas.

Outro diferencial importante é a tecnologia Variable Contact Patch 3.0, que distribui uniformemente a pressão no solo durante curvas em alta velocidade, melhorando a aderência e reduzindo o desgaste irregular. Essa característica dá ao Pilot Sport 4 S uma notável estabilidade lateral, tornando-o uma referência para motoristas que buscam controle total em conduções esportivas. Sua banda de rodagem enriquecida com sílica e desenho assimétrico também oferece grande resistência à aquaplanagem, mantendo a aderência mesmo sob chuvas intensas.

No aspecto de conforto, o Michelin Pilot Sport 4 S se sobressai com a Acoustic Technology em algumas versões, que insere uma camada de espuma no interior do pneu para reduzir significativamente o ruído dentro da cabine. Além disso, sua estrutura reforçada com aramida e nylon aumenta a rigidez em alta velocidade sem sacrificar a suavidade da rodagem, criando um equilíbrio entre esportividade, conforto e segurança que garantem muitas vendas.

Em testes comparativos, o Pilot Sport 4 S frequentemente se destaca nas frenagens: de 60 a 0 mph em apenas 106 pés no seco, e de 50 a 0 mph em 97 pés no molhado — resultados superiores à maioria de seus concorrentes. Também é elogiado pela aderência lateral, suportando forças acima de 1,4 g em curvas, algo impressionante para pneus homologados para uso em rua. Esse desempenho, somado à suavidade na condução, reforça sua fama de ser um dos melhores pneus do mercado para uso esportivo misto.

Por fim, a durabilidade é um dos grandes trunfos do Pilot Sport 4 S. Ele possui classificação UTQG 300 AA A e vem com garantia de até 30.000 milhas. Relatos de motoristas confirmam que o pneu pode percorrer entre 25.000 e 30.000 milhas antes de atingir os indicadores de desgaste, mantendo desempenho elevado durante toda a sua vida útil. Isso o torna uma escolha premium: mais caro do que o P ZERO, mas com a vantagem de oferecer excelente equilíbrio entre performance, segurança, conforto e longevidade.

Figura 3: O padrão no Michelin Pilot Sport 4 S



Fonte: CUSHING, C. **We Travel to Palm Springs to test the new Michelin Pilot Sport 4 S**. Disponível em: <<https://flatsixes.com/porsche-products/tires-and-wheels/michelin-pilot-sport-4-s-review/>>. Acesso em: 28 ago. 2025.

Em termos de segurança, o Michelin Pilot Sport 4 S leva vantagem geral. Ele se destaca por ter distâncias de frenagem menores tanto no seco quanto no molhado, oferecendo respostas mais rápidas em emergências. Além disso, sua aderência lateral é superior, o que garante maior estabilidade em curvas de alta velocidade e mais confiança ao motorista. Outro ponto importante é a consistência: o Michelin mantém seu desempenho elevado mesmo após desgaste parcial, algo essencial para segurança a longo prazo.

O Pirelli P ZERO, por sua vez, também é um pneu de altíssimo desempenho e chega a superar o Michelin em alguns testes específicos de piso molhado, mostrando excelente tração e boa eficiência em frenagem em condições de chuva leve. Ele ainda é inicialmente mais silencioso e tem bom desempenho contra aquaplanagem, o que contribui para uma condução segura e confortável. No entanto, seu comportamento tende a variar mais com o desgaste, e há relatos de perda de aderência e aumento de ruído com o tempo de uso.

No conjunto, os dois são pneus seguros e projetados para esportividade extrema, mas o Michelin Pilot Sport 4 S é geralmente considerado o mais seguro. Ele alia performance em pista seca e molhada com estabilidade prolongada, entregando maior previsibilidade e confiabilidade em diferentes situações. Já o Pirelli P ZERO é uma alternativa sólida, especialmente pelo custo mais baixo, mas não mantém a consistência de segurança que o Michelin ao longo de toda a vida útil.

3 DESENVOLVIMENTO – PARTE 2

Os veículos elétricos não são uma invenção nova. Desde o século XIX já existiam modelos desse tipo, mas eles perderam espaço para os carros a combustão, que eram mais baratos e tinham mais autonomia. Durante muitos anos, a ideia de ter um carro elétrico parecia distante da realidade, principalmente em países como o Brasil, onde a infraestrutura nunca foi preparada para esse tipo de tecnologia.

Nos últimos anos, o cenário começou a mudar. A pressão para reduzir a poluição e os avanços tecnológicos fizeram os veículos elétricos ganharem mais destaque. No Brasil, políticas públicas e incentivos fiscais começaram a ser discutidos para facilitar a entrada desses modelos no mercado. Ainda assim, os preços continuam altos e a oferta de pontos de recarga é muito pequena em comparação com outros países.

Mesmo com essas dificuldades, há perspectivas positivas. A tendência é que, com o tempo, a produção se torne mais barata e o acesso mais fácil para a população. Além disso, o Brasil pode se beneficiar de sua matriz energética, que tem forte presença de fontes renováveis, como hidrelétricas. Isso significa que, se bem planejado, o país pode ter um transporte elétrico menos poluente e mais sustentável.

Quanto à segurança, em acidentes não relacionados a colisões, podemos observar um padrão de quais são os motivos de resultarem em mortes, e normalmente se relacionam a explosões no motor. E essas explosões acontecem (em maioria) nos carros elétricos, por uma instabilidade no motor que pode causar insegurança.

Além de comprometerem a segurança dos passageiros, os motores elétricos podem fazer a performance de um carro decair, por sua bateria ser muito pesada que faz o veículo atingir uma menor velocidade mesmo com alta potência. O Rimac Nevera, que é um carro focado na mais pura performance, pesa 2150 kg e sua bateria sozinha pesa 700 kg, que em comparação com o Koenigsegg One:1, que pesa 1360 kg e possui um motor V8 5.0 L de apenas 197 kg, é um carro muito pesado.

Essa diferença no peso pode trazer grandes impactos para a segurança do carro, por ser mais difícil de conduzir e parar em alta velocidade e se o veículo bater em uma parede ou estrutura pode causar uma maior destruição. Então, um carro com o peso elevado como esse pode trazer diversos perigos para o condutor e os passageiros.

3.1 RISCOS RELACIONADOS À BATERIA DE UM CARRO ELÉTRICO

A bateria de um carro elétrico pode trazer diversos obstáculos para a segurança veicular, e é algo que está sendo melhorado cada vez mais. Porém, ainda há casos de incêndios nesses carros, e as pessoas podem se sentir em perigo ao conduzi-lo no dia a dia.

Os carros elétricos são vistos como o futuro da mobilidade, mas também apresentam alguns riscos que precisam ser levados a sério. O maior deles é o incêndio das baterias de íon de lítio, que podem pegar fogo em temperaturas muito altas e são difíceis de apagar. Isso preocupa porque, em caso de acidente, o fogo pode se espalhar rápido e colocar motoristas, passageiros e até equipes de resgate em perigo. Segundo Denton (2016, p.32):

Se uma bateria do tipo Li-ion de alta tensão estiver envolvida em um incêndio, existe a possibilidade de ele iniciar novamente mesmo após extinto, então sistemas de termografia devem ser utilizados para monitoramento do módulo. Se não houver risco imediato à vida ou propriedades, é recomendado permitir que o fogo consuma toda a bateria até a extinção natural.

Outro risco é o choque elétrico. As baterias dos carros elétricos armazenam uma grande quantidade de energia e, se houver falha no sistema, há a chance de descargas perigosas. Por isso, é fundamental que a manutenção desses veículos seja feita por profissionais treinados e com equipamentos adequados. Além disso, em colisões fortes, a parte elétrica pode se danificar e aumentar o perigo para quem está dentro e fora do carro.

Também existem dúvidas sobre como esses veículos se comportam em situações do dia a dia, como enchentes, já que a água pode afetar a parte elétrica. Ainda que as montadoras garantam sistemas de proteção, acidentes já mostraram que a segurança precisa ser reforçada. Isso revela que, ao mesmo tempo em que são inovadores, os carros elétricos trazem novos tipos de preocupação.

3.1.1 O Mercedes-Benz EQE e seu incêndio na Coreia do Sul

Recentemente, em Seul, na Coreia do Sul, um carro elétrico da Mercedes-Benz pegou fogo e isso gerou muita preocupação entre os consumidores. O incêndio não chamou a atenção apenas pelo risco imediato, mas também porque o veículo utilizava uma bateria de uma fabricante chinesa pouco conhecida, a Farasis Energy. Esse detalhe levantou dúvidas sobre a confiabilidade dessas baterias e sobre a falta de transparência das montadoras, já que muitas vezes os donos de veículos elétricos podem não saber exatamente de onde vêm os componentes mais importantes de seus carros.

O governo sul-coreano defendeu que as montadoras precisam informar com clareza qual bateria está sendo usada em cada modelo, pois hoje essa informação não é fácil de encontrar, mesmo sendo essencial para a segurança. As baterias de íon de lítio, que são as mais usadas nos carros elétricos, podem ser muito perigosas em caso de incêndio, já que queimam em temperaturas extremamente altas e são difíceis de apagar, o que coloca em risco motoristas, passageiros e até bombeiros. Por isso, autoridades do país já estão preparando novas regras de segurança para que as empresas sejam mais transparentes e garantam mais proteção aos usuários.

Enquanto as regras oficiais não entram em vigor, algumas marcas, como Hyundai, Kia, BMW e a própria Mercedes-Benz na Coreia, começaram a divulgar em seus sites quais fabricantes produzem as baterias de seus veículos elétricos. Isso ajuda a reduzir a ansiedade dos consumidores, que já buscavam essas informações por conta própria em desmontagens de carros, notícias ou perguntando diretamente às montadoras. O caso se tornou ainda mais polêmico porque o Mercedes-Benz EQE, envolvido no incêndio, custa cerca de 67 mil dólares na Coreia do Sul, mas vinha equipado com uma bateria da Farasis em vez de usar baterias de fabricantes locais ou de empresas internacionais mais conhecidas, como a CATL.

Essa escolha levantou críticas porque a Farasis já esteve envolvida em problemas de segurança antes. Em 2021, por exemplo, a montadora chinesa BAIC precisou fazer recall de cerca de 32 mil carros elétricos justamente por risco de incêndio em baterias produzidas pela mesma empresa. Tudo isso reforça a ideia de

que a segurança nos veículos elétricos depende não só do avanço da tecnologia, mas também da transparência das montadoras. Os consumidores querem saber o que estão comprando, se podem confiar na qualidade das baterias e, principalmente, se estão protegidos contra falhas que podem colocar suas vidas em risco.

Figura 4: O acidente na Coreia do Sul



Fonte: FIGUEIREDO, A. L. **Coreia exige mais transparência sobre baterias após incêndio de carro elétrico**. Disponível em: <<https://olhardigital.com.br/2024/08/13/carros-e-tecnologia/coreia-exige-mais-transparencia-sobre-baterias-apos-incendio-de-carro-eletrico/>>. Acesso em: 3 set. 2025.

3.2 ATROPELAMENTOS E RISCO DE ACIDENTES

Um problema que surgiu com a popularização dos carros elétricos é o aumento dos atropelamentos. Como esses veículos não têm o barulho do motor a combustão, eles podem se aproximar sem serem notados, especialmente em locais urbanos movimentados. Isso faz com que pedestres não percebam a presença do carro e atravessem a rua de forma desatenta, aumentando os riscos.

Alguns países já exigem que os carros elétricos emitam sons artificiais em baixa velocidade para alertar pedestres. Essa medida ajuda, mas ainda não resolve completamente o problema, já que muitas pessoas confiam mais na audição do que na visão para perceber veículos próximos. Crianças, idosos e pessoas com deficiência visual são ainda mais vulneráveis nessas situações.

O aumento de acidentes mostra que a mobilidade elétrica precisa ser pensada não só do ponto de vista do motorista, mas também do pedestre. Criar sistemas de alerta mais eficientes e investir em campanhas de conscientização são medidas importantes para reduzir esse tipo de risco. Afinal, de nada adianta ter um carro mais moderno se ele não garante a segurança de todos que estão nas ruas.

Outro desafio dos veículos elétricos aparece em rodovias, durante colisões. Os carros a combustão foram usados como base para a construção dos guard rails, aquelas barreiras metálicas nas estradas. Porém, os elétricos costumam ser bem mais pesados por causa das baterias, e isso muda totalmente a dinâmica de um acidente. Muitas vezes, o impacto é tão forte que o guard rail não consegue segurar o carro.

Esse problema é grave porque aumenta o risco de acidentes fatais. Se o veículo atravessa a barreira, pode invadir a pista contrária ou até despencar em ribanceiras. O peso extra dos carros elétricos faz com que as barreiras precisem ser reforçadas, caso contrário, não cumprem sua função de proteção. Isso mostra que a infraestrutura atual das estradas ainda não está preparada para essa nova tecnologia.

4 CONCLUSÃO OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tema central deste trabalho foi a segurança em supercarros, com foco nos sistemas e tecnologias que protegem motoristas e passageiros sem comprometer o desempenho desses veículos. O problema de pesquisa investigou como é possível construir supercarros seguros, considerando tanto os materiais utilizados quanto os sistemas de proteção ativos e passivos. Os objetivos propostos foram analisar as tecnologias de segurança existentes, avaliar sua eficiência e indicar práticas e materiais recomendados na construção desses carros de alto desempenho.

Durante o desenvolvimento do trabalho, foi possível perceber que a segurança em supercarros vai muito além de airbags e cintos de segurança. Descobriu-se que o uso de materiais leves e resistentes, como fibra de carbono e ligas de alumínio, combinado com sistemas avançados de frenagem, controle de tração, sensores de monitoramento e inteligência artificial, aumenta significativamente a proteção dos ocupantes. Também se comprovou que a integração entre segurança ativa e passiva é essencial para prevenir acidentes e reduzir danos em caso de colisão, mostrando que tecnologia e engenharia de materiais trabalham juntas para otimizar a proteção sem reduzir a performance.

A pesquisa respondeu à pergunta inicial demonstrando que é possível construir supercarros seguros, desde que se planeje cuidadosamente a escolha de materiais, a instalação de sistemas de segurança e a implementação de tecnologias inteligentes. Além disso, evidenciou-se que a responsabilidade do condutor e a capacitação adequada também são fatores importantes para a segurança completa.

Entre as contribuições deste estudo estão o levantamento das principais tecnologias de proteção e a análise de sua eficiência, servindo como referência para futuros projetos e pesquisas na área de engenharia automotiva. Uma limitação do trabalho foi não incluir testes práticos com veículos reais, sendo a análise baseada em fontes teóricas e dados de fabricantes. Por fim, este TCC abre caminho para estudos mais aprofundados sobre integração de inteligência artificial e novos materiais

na segurança de supercarros, contribuindo para avanços que podem beneficiar toda a indústria automotiva.

REFERÊNCIAS

DENTON, T. **Veículos Elétricos E Híbridos**. [s.l: s.n.].

GOODYEAR. *High-performance tires: Engineering for safety and performance*. Disponível em: <<https://www.goodyear.com>>.

JÚDICE, D. **Segurança Ativa Automóvel**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.ansr.pt/SegurancaRodoviaria/ArtigosTecnicos/Documents/Seguran%C3%A7a%20Ativa%20Autom%C3%B3vel.pdf>>. Acesso em: 2 abr. 2025.

LIMA, P. S. **Entenda as diferenças entre os tipos de pneus**. Disponível em: <<https://garagem360.com.br/entenda-as-diferencas-entre-os-tipos-de-pneus/>>. Acesso em: 19 mar. 2025.

NHTSA. **Automated Vehicles for Safety | NHTSA**. Disponível em: <<https://www.nhtsa.gov/vehicle-safety/automated-vehicles-safety>>.

Safety Technologies: Automotive Safety Council. Disponível em: <<https://www.automotivesafetycouncil.org/safety-technologies/>>.

Freios ABS completam 40 anos de história salvando vidas. Disponível em: <<https://quatorrodas.abril.com.br/especial/freios-abs-completam-40-anos-de-historia-salvando-vidas/>>. Acesso em: 19 ago. 2025.

60 anos do cinto de 3 pontos, uma criação da Volvo. Disponível em: <https://www.volvobuses.com.br/news1/blog/institucional/60_anos_do_cinto_de_3_pontos_criacao_da_volvo.html>.

Como o alumínio revolucionou a indústria automobilística. Disponível em: <<https://www.coppermetal.com.br/blog/aluminio-industria-automobilistica/>>. Acesso em: 19 ago. 2025.

BARAN, R. **Veículos elétricos: história e perspectivas no Brasil**. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/99986358/A_20BS_2033_20Ve_C3_ADculos>.

_20el_C3_A9tricos_20-
_20hist_C3_B3ria_20e_20perspectivas_20no_20Brasil_P.pdf>.

AMARAL, M. **Entenda por que o cinto de segurança de dois pontos não é o ideal.** Disponível em: <<https://www.portaldotransito.com.br/noticias/mobilidade-e-tecnologia/seguranca/entenda-por-que-o-cinto-de-seguranca-de-dois-pontos-nao-e-o-ideal/>>. Acesso em: 26 ago. 2025.

PANG, D. E. **Michelin Pilot Sport 4S vs Pirelli P Zero PZ4.** Disponível em: <<https://toptirereview.com/michelin-pilot-sport-4s-vs-pirelli-p-zero-pz4/>>. Acesso em: 1 set. 2025.

Shop Michelin Pilot Sport 4S Tires | Michelin. Disponível em: <<https://www.michelinman.com/auto/tires/michelin-pilot-sport-4-s->>.

WANDICK DONETT. **Por que guard rail não consegue segurar carro elétrico em caso de acidentes.** Disponível em: <<https://www.uol.com.br/carros/noticias/redacao/2024/08/28/por-que-guard-rail-nao-consegue-segurar-carro-eletrico-em-caso-de-acidentes.htm>>. Acesso em: 1 set. 2025.

GUILHERME TAGIAROLI. **Ameaça silenciosa: por que elétricos atingem mais pedestres que carro comum.** Disponível em: <<https://www.uol.com.br/carros/noticias/redacao/2024/05/22/carros-eletricos-acidentes-pedestres.htm>>.

HORÁCIO CORTE-REAL. **Quais são os riscos associados aos veículos elétricos? - Amo Carro.** Disponível em: <<https://amocarro.com/quais-sao-os-riscos-associados-aos-veiculos-eletricos/>>. Acesso em: 1 set. 2025.