

SUSPENSÃO ATIVA VEICULAR: A EVOLUÇÃO NO MODO DE CONDUZIR

ACTIVE VEHICLE SUSPENSION: THE EVOLUTION IN DRIVING

Engenharias • 18/06/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/781552406](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/781552406)

Aldo Jose dos Passos Santos Junior¹

Michaella Socorro Bruce Fialho²

ABSTRACT

This article explores the advantages of ACTIVE VEHICLE SUSPENSION, as an option or even as a substitute for conventional vehicle suspensions, aiming mainly at more safety and comfort for its drivers. The research shows its emergence in 1987 in Formula 1, by the LOTUS Team, its pros and cons and its impact on driver safety and handling. Negative points will also be considered. Finally, the study analyzes mass production practices and the potential of technological innovation, emphasizing the exponential improvement in vehicle driver safety and comfort.

Keywords: active suspension; vehicle suspension; intelligent suspension.

RESUMO

este artigo explora as vantagens da SUSPENSÃO ATIVA VEICULAR, como uma opção ou até mesmo como substituta para as suspensões convencionais veiculares, visando principalmente mais segurança e conforto aos seus condutores. A pesquisa mostra seu surgimento em 1981 na Formula 1, pela Equipe LOTUS, seus prós e contras e seu impacto na segurança e dirigibilidade do condutor. Pontos negativos também serão considerados. Por fim, o estudo analisa as práticas de produção em massa e o potencial da inovação tecnológica, enfatizando a melhora exponencial da segurança e conforto ao condutor veicular.

Palavras-chave: suspensão ativa; suspensão veicular; suspensão inteligente.

1. INTRODUÇÃO

Desde a invenção do automóvel, a indústria tem buscado inovações que melhoram a relação potência/consumo e o conforto dos

veículos. Nesse cenário, a **SUSPENSÃO ATIVA** surge como uma solução inovadora que modifica dinamicamente o comportamento das rodas e do chassi, ajustando a rigidez, angulação e a altura do sistema de suspensão conforme as condições de condução, diferente das suspensões convencionais, que são passivas e oferecem uma resposta fixa às irregularidades da estrada. A suspensão ativa permite uma resposta mais precisa e adaptável, respondendo imediatamente e praticamente zerando as oscilações das rodas para o chassi.

Essa tecnologia utiliza sensores e atuadores para monitorar o estado do veículo em tempo real e ajustar a suspensão para garantir maior estabilidade, conforto, e segurança para os ocupantes. Em situações como curvas, frenagens e pisos irregulares, a suspensão ativa consegue prever as irregularidades do terreno e programar a melhor configuração para a suspensão, melhorando a aderência dos pneus e diminuindo o impacto de forças externas sobre o veículo.

A evolução dessa tecnologia começou com sistemas relativamente simples, mas, com o avanço da eletrônica e da mecânica automotiva, as suspensões ativas atuais têm se tornado cada vez mais sofisticadas. Modelos de suspensão com controle eletrônico de amortecedores, sistemas aspirais e até mesmo elementos hidráulicos ou pneumáticos têm sido introduzidos para otimizar o desempenho do veículo em diferentes condições de uso.

Este trabalho tem como objetivo explorar os princípios da suspensão ativa, suas aplicações, as tecnologias envolvidas, e seus benefícios para a indústria automobilística. Além disso, será discutido o impacto dessa tecnologia na segurança veicular, no conforto e segurança dos passageiros e no consumo de combustível. Para isso,

será feita uma análise crítica das vantagens e desafios da implementação da suspensão ativa nos veículos modernos.

2. METODOLOGIA

A metodologia deste artigo baseia-se em uma abordagem qualitativa, que inclui a revisão de literatura acadêmica e relatórios técnicos sobre "suspensão veicular ativa" que é um conceito aplicado em sistemas modernos de suspensão de veiculares, onde a suspensão é ajustada em tempo real para melhorar o desempenho do veículo em diferentes condições de estrada ou direção. A ideia é substituir os sistemas de suspensão passiva convencionais, que possuem componentes fixos e ajustáveis manualmente, por sistemas ativos que podem responder automaticamente às condições de condução.

Para complementar a análise, além dos pontos padrão de abordagem, serão discutidos os principais pontos e essenciais para a abordagem deste artigo, tais como: conforto, segurança e consumo de combustível ao aderir à suspensão ativa. A abordagem metodológica, portanto, busca fornecer uma visão integrada sobre os benefícios da suspensão ativa e seu potencial para contribuir com melhorias na dirigibilidade.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

O mundo ainda está "acostumado" com a suspensão convencional e os pontos negativos que a acompanham, mesmo com os investimentos da suspensão ativa e melhorias associadas ao seu uso. As suspensões convencionais, por serem construídas com componentes mecânicos simples contem facilidade na montagem e baixo custo de manutenção, são predominantes no mercado.

Algumas empresas do segmento automobilístico não quiseram comprar o projeto e seguir com a comercialização, pois afirmavam que os componentes deixariam o veículo mais caro em seu preço final, mais pesado e conseqüentemente, mais com o consumo de combustível maior. Os veículos de alta performance teriam sua potência afetada significativamente, pois a relação peso/potência seria desbalanceada.

Em meados de 2017 uma renomada empresa chamada Clear Motion assumiu o projeto e aperfeiçoou a tecnologia de controle ativo de suspensões, tanto pelo avanço tecnológico dos componentes quanto a tecnologia aplicada. Seguindo com o avanço tecnológico, houve também uma redução significativa em seu peso, assim, refletindo no menor consumo de combustível, e principalmente, tendo seu valor final mais acessível.

Ainda assim, as suspensões ativas apresentam-se como alternativas para substituir, parcial ou totalmente, as suspensões convencionais, considerando que este item do setor de automobilística é praticamente que pleno no mercado.

Contudo, a adesão ao sistema e comercialização dos componentes podem impactar positivamente na economia de um país, gerando empregos e melhor capacitação aos reparadores deste segmento.

Contudo, a inserção de mais componentes na suspensão de um veículo pode vir a aumentar pontos de possíveis falhas ao longo do uso.

Entre 1992 e 1993 o conceito “futurístico” de Suspensão Ativa teve seus dias de glória sobre a marca Williams de Fórmula 1, que aplicada no modelo FW14B tornava-o superior a cada volta, no

entanto, no final da temporada de 1993 a então FIA(Federação Internacional de Automobilismo) banuiu o sistema e argumentou que o mesmo aumenta o custo dos carros, adicionava partes aerodinâmicas moveis, tornando acidentes mais propícios com o aumento da velocidade e tirava o mérito do piloto, pois era auxiliado por um equipamento eletrônico.

De acordo com a empresa de áudio BOSE (desenvolvedora da tecnologia de suspensão eletromagnética em 2004) o projeto se tornou um sucesso técnico, mas um fracasso comercial.

Contudo, essas políticas foram negativas no cenário automobilístico de competição, mas que ainda assim impulsionaram o interesse de algumas empresas em comprar a ideia e investir no conceito, os aplicando em veículos de rua.

Ao redor do mundo, algumas marcas renomadas de veículos compraram os direitos do projeto e os desenvolvem à sua forma, sendo aplicados única e exclusivamente nas linhas de luxo e superesportivos.

De acordo com o órgão que regulamenta e harmoniza os padrões técnicos e outros componentes veiculares (WP.29) e o Fórum Mundial para a Harmonização de regulamentações de veículos (UNECE), existem 3 tipos de suspensões veiculares disponíveis no mercado:

1. SISTEMA HIDRÁULICO

Com gerenciadores e atuadores hidráulicos e amortecedores convencionais. A central de controle calcula quanto de fluido deve aplicar independentemente por roda.

2. SISTEMA ELETROMAGNÉTICO

Basicamente, como o sistema hidráulico, porém, tem seu ajuste por meio de motores elétricos ou sistemas eletromagnéticos embarcado.

3. SISTEMA ELETROMECAÂNICO

Usa motores em cada uma das rodas para puxar e soltar os amortecedores, assim inclinando o chassi de acordo com a necessidade.

Inicialmente restrita à FORMULA 1, o complexo sistema de SUSPENSÃO ATIVA enfrenta um grande desafio para que tenha sua produção em larga escala, hoje é restrita ao mercado de carros de luxo e superesportivos. No Brasil o cenário não muda, restringindo-se somente ao mercado de carros topo de linha.

Ao redor do mundo a comercialização deste equipamento tem grande peso em certos países, como:

- EUA

Comercializa o sistema CLEARMOTION;

- CHINA

Comercializa o sistema DISUS e o sistema NIO;

- ALEMANHA

Comercializa o sistema SMOTION;

- JAPÃO E REINO UNIDO

Estão presentes no mercado para carros de luxo e superesportivos.

4. HISTÓRICO E CARACTERÍSTICAS

4.1. A Suspensão Veicular e Sua Evolução

As suspensões veiculares possuem uma história rica que remonta aos primeiros veículos fabricados no mundo. Antigamente, as carroças poderiam chegar a até 40km/h dependendo dos trechos da estrada e o número de cavalos, em estradas que isso não era possível, a solução era reduzir a velocidade e suportar o desconforto. Em meados dos anos 1856 com a descoberta e produção do aço, Henry Bessemer marcou seu nome na história, e logo utilizou tal material na fabricação de molas temperadas para melhorar a dirigibilidade de tais carroças.

No entanto, o desenvolvimento contemporâneo de tais componentes começou a tomar forma significativa no início do século XX, com a produção do modelo Ford T.

no ano de 1908, que era equipado com eixos rígidos e molas semielípticas transversais, ou seja, uma mola por eixo que vai de uma roda até a outra.

As vias eram precárias, mas a suspensão do modelo T era eficaz e dava o resultado esperado ao condutor, tanto que a fabricante Ford o manteve o projeto em produção por 19 anos.

Nas décadas subsequentes, as grandes montadoras que surgiram e os fabricantes entusiastas em suas pequenas garagens desenharam, aperfeiçoaram e testaram diversos projetos sempre com o intuito de melhorar o modo de conduzir, tanto em busca de conforto como de segurança.

A partir de 1920 o mercado do segmento automotivo passou por uma revolução no quesito “suspensão”, pois os veículos nesse período estavam sendo equipados com motores mais potentes e conseqüentemente alcançando maiores velocidades, contudo, os projetos de melhorias às suspensões não poderiam ficar engavetados.

Alguns componentes da suspensão passaram por atualizações, já outros foram adicionados ao conjunto, como: molas helicoidais, barras de torção e amortecedores de fricção.

Em 1930 a montadora Citroen trouxe uma novidade ao mercado que o fazia balançar de vez, que foi o modelo de suspensão de Duplo Braço Oscilante, trazendo a proposta de que cada roda deveria se mover separadamente, dando mais estabilidade e conforto aos ocupantes. O sistema consiste em que com cada braço é fixo em 2 pontos do chassi, e que esses braços recebem a montagem das molas e amortecedores hidráulicos (antes eram usados amortecedores de fricção) fazendo o movimento vertical, controlando totalmente em curvas as rodas e parâmetros dos ângulos de camber, caster e convergência/divergência, resultando em ganho de ângulo de camber na roda de dentro e perda de ângulo na roda de fora, dando muito mais estabilidade que o sistema convencional.

O mais popular entre eles é o sistema McPherson, utilizado tanto para veículos de passeio comuns quanto para superesportivos e off-Road, que apesar de algumas desvantagens, como leve variação do ângulo de camber durante curvas mais acentuadas e a não plena absorção de impactos, por conta de o conjunto de amortecimento ser montado diretamente no sistema, ele conseqüentemente transfere uma parte das vibrações para o chassi do veículo. Contudo, é o sistema de amortecimento mais utilizado no mundo por ter vantagens em ser compacto e de baixo custo para aquisição e manutenção.

4.2. Tecnologias Aplicadas e Inovação

4.2.1. Segurança (Conduza com Responsabilidade)

Nos últimos anos, diversas inovações tecnológicas têm impulsionado o seguimento automotivo, sendo aplicadas em todos setores, tais como, motores, material rodante (rodas e pneus), iluminação, funilaria, etc... e um destes setores é a Suspensão Ativa. Para muitos o quesito segurança não tem relação com este sistema, mas sim, está diretamente relacionado. Um novo composto para a produção de pneus melhores, um novo material na funilaria para deixar a carroceria mais leve e resistente, alteração ou adição de componentes do motor para extrair mais potência, etc. Com a suspensão veicular não é diferente, a tecnologia também está a seu favor e ao mesmo tempo que lhe torna mais bem equipada, lhe torna mais eficiente.

Imagine que o veículo está sendo conduzido a uma velocidade alta e por um acaso aparece algo repentinamente na estrada que não deveria estar lá, com o reflexo aguçado o condutor desvia. Neste

cenário incluía a suspensão convencional ao desviar o veículo provavelmente não voltaria para o traçado e sairia da pista, já o veículo equipado com suspensão ativa nivelaria o ângulo de inclinação lateral ao desviar do obstáculo e manteria nivelado para retornar ao traçado original, sem mais problemas, mantendo a integridade do veículo e dos ocupantes.

Sabemos que a Suspensão Ativa tem tecnologia embarcada de sobra, mas 3 avanços tecnológicos são destacados:

- **Leitura antecipada de condições da via** – escaneamento instantâneo do terreno para prever e preparar os atuadores a movimentarem antecipadamente, usando câmeras e sensores;
- **Controle contra inclinação** – visando estabilidade, o sistema anula a força centrífuga, mantendo a carroceria paralela em comparação ao solo nas curvas;
- **Motores elétricos de alta velocidade** – até o momento foram desenvolvidos motores rápidos o suficiente para terem melhor resposta e manterem a carroceria imóvel mesmo em condições extremas no terreno.

4.2.2. Conforto (Inovações no Modo de Conduzir)

Paralelamente às inovações na produção, também há avanços significativos no quesito conforto dos veículos equipados com o sistema ativo de suspensão. Ainda que pareça óbvio à primeira vista, o foco inicial do projeto era estabilidade, já que a proposta era aumentar a velocidade nas curvas em carros de corrida, mas o conforto extremo também é a bandeira que o sistema levanta.

Ter a capacidade de isolar a cabine de vibrações provocadas por irregularidades severas no terreno e oferecer suavidade sem igual aos ocupantes, é um ponto que o avanço tecnológico busca a todo momento. Visando tal conforto, alguns tipos de suspensões têm particularidades, como:

- **Multilink** – cada uma roda se movimenta de forma independente;
- **Amortecedores adaptativos** – endurecem ou amaciam os amortecedores conforme a necessidade;
- **Pneumática** – com esse sistema as irregularidades na pista não são um problema. Além de ser a melhor opção caso o foco seja conforto, a altura pode ser ajustada conforme a vontade do proprietário.

Além da suspensão de fato, alguns outros itens também influenciam para o conforto extremo ao conduzir, tais como:

- **Bancos** – a tapeçaria também se faz necessária para contribuir no conforto ao conduzir;
- **Pneus** – a qualidade da borracha e calibragem dos pneus tem bastante relevância;
- **Amortecedores** – que dependendo do cenário, tem melhor resultado se aplicado da forma correta;
- **Isolamento acústico** – para finalizar, um isolamento eficiente aumenta a sensação de conforto na cabine.

4.2.3. Comparação com Tecnologias de Suspensão Convencional

Quando comparadas às tecnologias de suspensão convencionais, as inovações nos veículos equipados com Suspensão Ativa apresentam diversas vantagens e desafios.

Como foi dito anteriormente, o conceito originou-se no final da década de 1980 e desde então vem evoluindo, porém antes disso o sistema convencional funcionava muito bem. A suspensão convencional é basicamente constituída de componentes mecânicos pré-programados em equilíbrio entre estabilidade e o mínimo de conforto utilizando basicamente amortecedores hidráulicos e molas, já o sistema ativo utiliza de sensores, câmeras, atuadores hidráulicos/elétricos e um cérebro eletrônico para prever e gerenciar quaisquer depressões/afundamentos ou curvas em determinada velocidade.

A Suspensão Ativa tem sua aplicação geralmente voltada para carros de luxo e superesportivos, tendo adaptação imediata a pista e ou condutor, mesmo em terreno irregular e em curvas. O extremo conforto e estabilidade são percebidos.

A suspensão convencional tem aplicação na grande maioria dos carros no mundo, sendo geralmente eles carros de passeio populares, pois já é predisposta de fábrica para ter o equilíbrio entre o mínimo de conforto e durabilidade. É ideal para o uso no dia-a-dia e em terrenos com condições adversas.

4.3. Desafios na Sua Adoção

A análise do ciclo de vida da suspensão ativa é essencial para compreender seu impacto no mercado, desde sua criação até a sua

aplicação. Esta análise abrange todas as etapas, incluindo o projeto no papel, o desenvolvimento, as melhorias das diferentes organizações que abraçaram a ideia até o consumo nas diversas plataformas veiculares ao redor do mundo. No entanto, os veículos equipados com este sistema ainda enfrentam 3 grandes desafios em sua comercialização:

- **Peso** – os vários componentes do conjunto aumentam drasticamente o peso total do veículo, fazendo com que o motor seja mais exigido, conseqüentemente assim aumentando o consumo de combustível;
- **Complexidade técnica** – diferente de uma suspensão convencional, este sistema é bem mais complexo, tanto que possui dezenas de sensores, fios, etc. E quanto mais componentes existem, mais propenso a falhas o sistema se torna. O que torna tudo mais complicado é a escassez de mão de obra qualificada para sua manutenção quando necessária;
- **Custo de produção** – veículos que são equipados com o sistema ativo de suspensão tendem a serem mais caros, tanto na compra como na manutenção, tanto em casos de colisões como de desgaste natural;

4.4. O Futuro da Suspensão Veicular

Ao redor do mundo a grande maioria dos veículos de entrada são equipados com a suspensão mecânica por conta do seu baixo custo e mão-de-obra.

Contudo, a visão do mercado está mudando aos poucos já que até os mais baratos dos carros populares têm muita tecnologia

embarcada. Se seguir este pensamento, em poucos anos a tecnologia de Suspensão Ativa será so mais um acessório.

Devemos tambem levar em consideração que a pesquisa e desenvolvimento é aplicada em todos os setores, incluindo o automotivo. Sendo assim, devemos acreditar que os pontos negativos do projeto no futuro serão solucionados.

5. CONCLUSÃO

O desenvolvimento e a adoção da Suspensão Ativa no mercado automotivo mundial desempenham um papel crucial na promoção da economia sendo um dos itens importantes a investir neste ramo, pois envolve desempenho e segurança. A análise das políticas que incentivam a pesquisa e desenvolvimento no segmento automobilístico revela a importância das regulamentações dos órgãos envolvidos na promoção deste equipamento.

Em várias partes do mundo, empresas desempenham a tarefa de aprimorar o projeto ja existente, adotando praticas mais acessíveis. Essas empresas desempenham um papel vital na viabilidade do produto final ao mundo automotivo, que pelo momento, ainda deve atingir o mercado de médio porte.

No contexto de transição para uma economia sustentável, os modelos de Suspensões Ativas emergem como uma alternativa (ainda que não tão viável no momento) para reduzir a dependência de um único modelo disponível no mercado e mitigar os impactos negativos associados à suspensão convencional existente como de grande maioria no mercado atual.

As reflexões sobre o papel das Suspensões Ativas nessa transição ressaltam a necessidade de um enfoque integrado que aborde tanto a produção acessível quanto o uso eficiente desse conjunto.

Recomenda-se que práticas de produção dos componentes da Suspensão Ativa se concentrem na utilização de matérias-primas alternativas para minimizar os pontos negativos apresentados, como, custo elevado e peso bruto. Além disso, é essencial o investimento em infraestrutura e incentivos fiscais para alavancar a produção e distribuição da tecnologia, bem como a implantação de políticas que promovam a conscientização pública sobre os benefícios oferecidos pelo sistema no modo de condução e segurança do veículo.

Com o avanço da tecnologia e da engenharia, espera-se que inovações tecnológicas surjam, aumentando a eficiência dos componentes deste equipamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Auto Evolution. **Como funcionava a suspensão eletromagnética para carros da Bose, por que ela falhou e o renascimento da ClearMotion.** GUIA AUTOMOTIVO. Disponível em: <https://www.autoevolution.com/news/this-is-how-bose-s-failed-project-sound-electromagnetic-suspension-works-249890.html>.

Acesso em 29 de abril de 2026.

AUTOMTIVE TRAINNING CENTRES. **História dos sistemas de suspensão. treinamento de mecânica automotiva.** Disponível em: <https://www.autotrainingcentre.com/blog/history-car-suspension-systems-interested-auto-mechanic-training/> Acesso em 09 de março de 2026.

Cadê Guincho. **Suspensão ativa: o que é, como funciona e quais os benefícios.** Disponível em:

<https://cadeguincho.com/blog/suspensao-ativa-o-que-e-como-funciona-e-quais-os-beneficios/>. Acesso em 28 de maio de 2026.

Leonardo C. Diniz, Beatriz F. Ferreira, Danilo F. Boti, Leonardo T. da Silva, Lívia A. Silva. **SUSPENSÃO ATIVA: ESTUDOS DE MÉTODOS E MODELOS.** Disponível em:

<https://repositorio-api.animaeducacao.com.br/server/api/core/bitstreams/962423c5-c64e-438c-911c-f15c6a919dd9/content>. Acesso em 09 de março de 2026.

Marca projeto motor. **O elo perdido entre Colin Chapman e a suspensão ativa na F1** disponível em:

<https://projetomotor.com.br/colin-chapman-suspensao-ativa-f1-lotus-williams/>. Acesso em 23 de abril de 2026.

Mercedes-benz - **E-ACTIVE BODY CONTROL** disponível em:

<https://www2.mercedes-benz.com.br/passengercars/services/manuals.html>. Acesso em 08 de junho de 2026.

Mordor intelligence. **ANÁLISE DE TAMANHO E PARTICIPAÇÃO DO MERCADO DE SISTEMA DE SUSPENSÃO AUTOMOTIVA - TENDÊNCIAS DE CRESCIMENTO E PREVISÕES.** Disponível em:

<https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/automotive-suspension-system-market>. Acesso em 28 de maio de 2026.

Science direct. **TEORIA DE CONTROLE BILINEAR DE SISTEMAS DE AMORTECIMENTO INTELIGENTES.** Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/active-suspension>. Acesso em 22 de abril de 2026.

SABÓ. **Suspensão inteligente: a tecnologia dos veículos “incapotáveis”**. disponível em: <https://www.sabo.com.br/e-book/suspensao-inteligente/>. Acesso em 27 de abril de 2026.

TCC stefany patricia dutra. **Universidade federal de SANTA CATARINA, centro tecnológico de Joinville**. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/171644/TCC%20Stefany%20Patricia%20Dutra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 08 de junho de 2026.

USP São Paulo. **LABORATÓRIO DE DINÂMICA E SIMULAÇÃO VEICULAR. Suspensão Ativa**. Disponível em: <https://sites.usp.br/ldsv/automotivo/suspensao-ativa/>. Acesso em 23 de abril de 2026.

UOL. Eduardo Passos. **Suspensão mágica: projeto abandonado nos EUA vira solução para carro chinês**. Disponível em: <https://www.uol.com.br/carros/noticias/redacao/2025/04/17/suspensao-magica-projeto-abandonado-nos-eua-vira-solucao-para-carro-chines.htm>. Acesso em 25 de maio de 2026.

¹ Graduando em Engenharia Mecânica - Fundação, Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica - Faculdade FUCAPI - Manaus - AM – Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

² Professora na Fundação, Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica - Faculdade FUCAPI - Manaus - AM - Brasil. E-mail:

[acesse o artigo original para visualizar o e-mail.](#)