

AVALIAÇÃO DA DISTÂNCIA DE FRENAGEM DOS SISTEMAS DE FREIO VEICULAR: ABS E NÃO ABS

Gabriel Gomes Coelho Pereira¹
Pedro Henrique Acipreste Costa²
Michel Pedrosa Machado³
Aldo Falconi Filho⁴
Matheus Fernandes de Andrade⁵
Carlos Eduardo Marques Cerqueira⁶
Mateus Zanirate de Miranda⁷

michel.p.machado@hotmail.com

ÁREA DO CONHECIMENTO: Engenharias

RESUMO

Este estudo teve como objetivo analisar a eficácia do sistema de freio antibloqueio (ABS) na redução da distância de frenagem em diferentes condições de carga do veículo. Foram realizados testes de frenagem em veículos equipados com e sem sistema ABS em três diferentes condições de carga: apenas motorista, motorista e um passageiro, e motorista e dois passageiros. A distância de frenagem foi medida em cinco repetições para cada condição. Os resultados demonstraram que os veículos com sistema ABS apresentaram uma menor distância de frenagem em todas as condições testadas, em comparação com os veículos sem esse sistema. Além disso, foi observado um aumento na distância de frenagem conforme o acréscimo de passageiros no veículo, tanto para veículos com ABS quanto para veículos sem ABS. Este estudo destaca a importância do sistema ABS na melhoria da segurança veicular, fornecendo evidências sobre sua eficácia na redução da distância de frenagem em diferentes situações de carga do veículo. Esses resultados contribuem para o desenvolvimento de políticas e tecnologias voltadas para a prevenção de acidentes de trânsito e para a promoção da segurança nas vias públicas.

PALAVRAS-CHAVE: sistema de freio antibloqueio (ABS); distância de frenagem; segurança veicular; carga do veículo; prevenção de acidentes.

1 INTRODUÇÃO

¹ Aluno do curso de engenharia mecânica do Centro Universitário Univértix.

² Aluno do curso de engenharia mecânica do Centro Universitário Univértix.

³ Mestre em engenharia mecânica e professor do Centro Universitário Univértix

⁴ Mestre em engenharia mecânica e professor do Centro Universitário Univértix

⁵ Mestre em engenharia mecânica e professor do Centro Universitário Univértix

⁶ Especialista em engenharia de segurança do trabalho e professor do Centro Universitário Univértix

⁷ Especialista em engenharia de segurança do trabalho e professor do Centro Universitário Univértix

O sistema de freio veicular com *Antilock Braking System*, conhecido como ABS (Sistema de Antibloqueio de Freio), é uma tecnologia de segurança avançada projetada para evitar o bloqueio das rodas durante a frenagem brusca. Quando o condutor aciona os freios de forma intensa, o ABS regula automaticamente a pressão de frenagem em cada roda, permitindo que elas continuem a girar e mantendo o controle direcional do veículo. Essa tecnologia é amplamente reconhecida por sua eficácia em reduzir a distância de frenagem e minimizar o risco de derrapagens e perda de controle do veículo (Abeid; Tort, 2014; Dutra *et al.*, 2020; Moore, 2014).

Por outro lado, os veículos sem ABS operam com um sistema de freio convencional, no qual a pressão de frenagem é aplicada igualmente em todas as rodas. Quando o condutor aciona os freios bruscamente, há o risco de as rodas travarem, resultando em derrapagens e perda de aderência ao solo. Isso pode aumentar significativamente a distância de frenagem e comprometer a capacidade de manobra do veículo, especialmente em condições de pista escorregadia. A ausência do sistema ABS pode impactar negativamente a segurança do veículo e dos ocupantes, tornando-o mais suscetível a acidentes em emergências (Bernardino, 2023; Borba *et al.*, 2016; Diniz, 2021).

O aumento nos acidentes de trânsito e a busca por avanços em segurança veicular tornam urgente a avaliação dos sistemas de freio. Este estudo é relevante em razão da gravidade dos acidentes e pela necessidade de soluções que reduzam seus efeitos. A motivação do pesquisador vem de experiências pessoais e da demanda global por melhorias na segurança nas estradas.

Estudos abordam diferentes aspectos dos sistemas de freios veiculares, desde sua eficiência até seu impacto na segurança viária; ainda persiste uma lacuna significativa no que concerne à comparação direta da distância de frenagem entre veículos equipados com ABS e aqueles desprovidos desse sistema. Embora tenham sido realizadas pesquisas abrangentes sobre a eficácia do ABS em evitar o travamento das rodas durante a frenagem e sua contribuição para a redução de acidentes (Dutra *et al.*, 2020; Gioria, 2008), a avaliação específica da diferença na distância de parada entre veículos com e sem ABS é uma área que ainda carece de investigação aprofundada.

Essa lacuna de pesquisa é particularmente relevante considerando-se a importância crítica da distância de frenagem na segurança veicular. Estudos anteriores demonstraram que uma menor distância de parada pode ter um impacto substancial na capacidade de evitar colisões e reduzir a gravidade dos acidentes (Silva *et al.*, 2017; Viveros, 2010).

Ao preencher essa lacuna na literatura científica, este estudo visa a contribuir para o avanço do conhecimento sobre a eficácia dos sistemas de freios veiculares na prevenção de acidentes de trânsito. Além disso, fornecerá informações relevantes para fabricantes de veículos, legisladores e outros profissionais envolvidos no desenvolvimento e regulamentação de tecnologias automotivas, potencialmente influenciando futuras políticas de segurança viária (Costa, 2023; Silva, 2021).

Contudo, tem-se a seguinte questão norteadora: qual a distância de frenagem em veículos equipados com sistema de freio ABS e não ABS? O objetivo deste estudo foi avaliar a distância de frenagem em veículos equipados com sistemas de freio ABS e não ABS.

A distância de frenagem é essencial para a segurança veicular, pois influencia a capacidade de evitar colisões e de mitigar a gravidade dos acidentes. O sistema ABS ajuda a impedir o travamento das rodas durante a frenagem, o que pode reduzir a distância necessária para parar o veículo em situações de emergência.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Funcionamento do sistema freio ABS

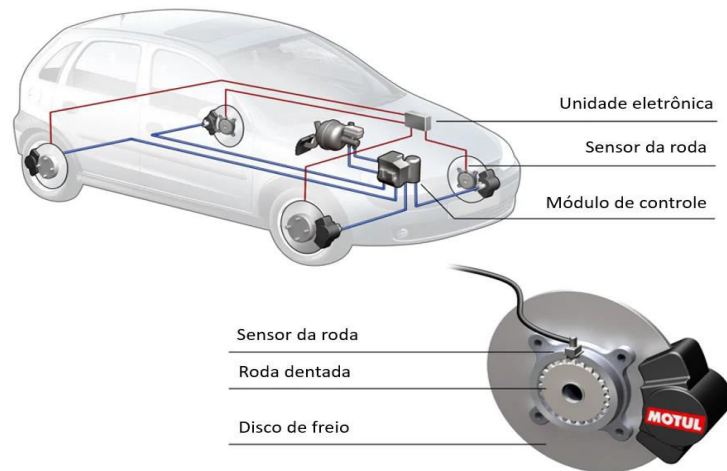
O funcionamento do sistema de freio ABS (*Antilock Braking System*) é fundamental para a compreensão de sua eficácia na redução de acidentes automotivos. O ABS opera detectando o bloqueio das rodas durante a frenagem e modulando a pressão hidráulica nos freios de cada roda de forma independente. Essa ação permite que as rodas continuem girando, mantendo o controle direcional do veículo e reduzindo a distância de frenagem em situações de emergência (Dutra *et al.*, 2020; Moore, 2014; Silva, 2021).

Durante a operação do ABS, sensores monitoram a velocidade de rotação de cada roda e enviam sinais para uma unidade de controle eletrônico. Essa unidade processa as informações recebidas e determina a necessidade de ajuste na pressão de frenagem em cada roda. Em seguida, válvulas solenoides são acionadas para

controlar a pressão hidráulica nos circuitos de freio, impedindo o travamento das rodas e mantendo a aderência ao solo (Amaral, 2019; Mocellin, 2017).

A Figura 1 ilustra os componentes fundamentais para o funcionamento do sistema ABS.

Figura 1 - Funcionamento ABS



Fonte: Bernardino (2023)

O sistema de freio ABS é projetado para funcionar em conjunto com outros sistemas de segurança veicular, como o controle de estabilidade e distribuição eletrônica de frenagem, proporcionando uma resposta coordenada e eficaz em situações de risco (Toresan Jr, 2010). Essa integração de tecnologias contribui para a melhoria da segurança no trânsito e para a redução do número de acidentes causados por perda de controle do veículo durante a frenagem (Borba *et al.*, 2016; Silva, 2017; Viveros, 2010).

A atuação conjunta desses sistemas é especialmente importante em situações em que o veículo enfrenta condições adversas de aderência, em piso molhado ou escorregadio. Nessas circunstâncias, o ABS evita o travamento das rodas, enquanto o controle de estabilidade atua para corrigir a trajetória do veículo e manter sua estabilidade direcional (Silva, 2017).

Estudos demonstram que essa integração de sistemas de segurança veicular contribui significativamente para a redução do número de acidentes causados por perda de controle durante a frenagem, proporcionando uma maior confiança ao condutor e uma resposta mais previsível do veículo em emergências (De Borba *et al.*, 2016; Viveros, 2010).

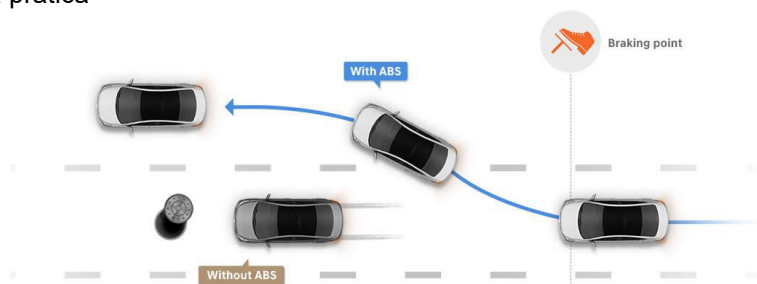
2.2 Eficácia na redução de acidentes

A eficácia do sistema de freio ABS na redução de acidentes automotivos tem sido extensivamente estudada e documentada na literatura científica. Estudos indicam que o ABS contribui significativamente para a redução do número de colisões e acidentes graves, especialmente em condições de frenagem de emergência e em superfícies escorregadias (Abeid; Tort, 2014; Dutra *et al.*, 2020; Gioria, 2008). A

capacidade do sistema de evitar o travamento das rodas durante a frenagem permite ao motorista manter o controle direcional do veículo, mesmo em situações de pista molhada, neve ou gelo, em que a aderência é reduzida (Moore, 2014; Viveros, 2010).

Além disso, estudos de campo e análises estatísticas demonstram uma redução significativa na gravidade dos acidentes envolvendo veículos equipados com ABS em comparação com aqueles sem esse sistema (Bernardino, 2023; Dutra *et al.*, 2020). A capacidade de manter a estabilidade do veículo durante a frenagem contribui para evitar colisões com obstáculos e outros veículos, bem como para reduzir o risco de capotamento e saída de pista, como mostra a figura 2 (Borba *et al.*, 2016; Silva, 2017).

Figura 2 - ABS na prática



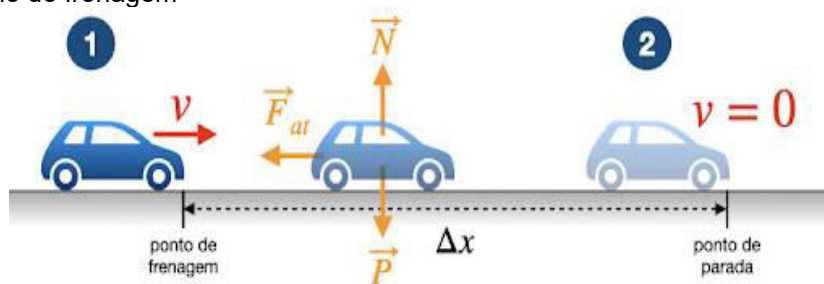
Fonte: Dutra *et al.* (2020)

Esses resultados destacam a importância do sistema de freio ABS como uma tecnologia eficaz de segurança veicular, capaz de salvar vidas e prevenir lesões graves em acidentes de trânsito. A implementação generalizada do ABS em veículos automotivos tem sido incentivada por agências reguladoras e organizações de segurança no trânsito em todo o mundo, como uma medida fundamental para melhorar a segurança nas estradas e reduzir o impacto dos acidentes automotivos na sociedade (Ferreira *et al.*, 2021; Nascimento, 2021).

2.3 Distância de frenagem

A distância de frenagem é um aspecto crucial na avaliação da eficácia dos sistemas de freio veicular, tanto com ABS quanto sem ABS. Estudos comparativos têm investigado a diferença na distância percorrida pelo veículo até a completa imobilização durante a frenagem, em condições controladas de teste (Dutra *et al.*, 2020; Moore, 2014; Silva, 2021). A principal métrica utilizada para avaliar a distância de frenagem é a medida da distância percorrida desde o momento em que os freios são acionados até a parada total do veículo.

Figura 3. Cálculo de frenagem



Fonte: Dutra *et al.* (2020) - adaptado

Pesquisas mostram consistentemente que os veículos equipados com sistema de freio ABS tendem a apresentar distâncias de frenagem menores em comparação com aqueles sem ABS, especialmente em situações de frenagem de emergência e em superfícies escorregadias (Borba *et al.*, 2016; Gioria, 2008). Isso se deve à capacidade do ABS de manter as rodas em movimento, evitando seu travamento e permitindo que o veículo mantenha a tração e o controle direcional durante a frenagem (Bernardino, 2023; Silva, 2017).

Estudos têm investigado os fatores que influenciam a distância de frenagem, incluindo a velocidade inicial do veículo, as condições da pista, a eficiência dos freios e a resposta do motorista ao acionamento dos freios (Mocellin, 2017; Viveros, 2010). Essas análises contribuem para uma compreensão mais abrangente dos determinantes da distância de frenagem e fornecem *insights* importantes para o desenvolvimento e aprimoramento dos sistemas de freio veicular.

3 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa experimental. Esse tipo de pesquisa evidencia a relevância da implementação do ABS nos carros produzidos no país, cuja obrigatoriedade começou em 2014. Foram realizados testes para avaliar o desempenho do sistema de frenagem de um veículo rodoviário motorizado (Borba *et al.*, 2016).

O experimento foi realizado em setembro de 2024, em Sericita, cidade da zona da mata mineira, de 7.345 habitantes. O clima é tropical, de temperatura média de 23°C (IBGE, 2022). Esse experimento consistiu na realização de um teste da distância de frenagem de veículo equipado com o sistema de freios ABS e sem esse sistema.

O veículo utilizado nos testes foi um Volkswagen (VW) Gol MSI Comfortline 2014, mostrado na figura 4, equipado com um motor EA111 de 104 cv e freios a disco na dianteira e a tambor na traseira.

Figura 4 - VW GOL MSI 2014



Fonte: Dados da pesquisa.

A Tabela 1 apresenta informações detalhadas sobre o peso e dimensões do veículo.

Tabela 1 - Peso e Dimensões do veículo Volkswagen Gol MSI Comfortline 2014

Peso e dimensões do veículo	Valores
Altura (mm)	1464 mm
Largura (mm)	1656 mm
Comprimento (mm)	3895 mm
Entre-Eixos (mm)	2465 mm
Peso (Kg)	961 kg
Tanque (L)	55 L
Porta-Malas (L)	285 L
Ocupantes	5

Fonte – Volkswagen (2014).

A Tabela 2 contém as informações sobre o motor do veículo Volkswagen Gol do ano/modelo 2014.

Tabela 2 - Motor e Performance do veículo Volkswagen Gol MSI Comfortline 2014

Motor/Performance	Valores
Motorização	1.6
Alimentação	Injeção Multiponto
Combustível	Gasolina/Álcool
Potência (cv)	104
Cilindrada (cm ³)	1598
Torque (Kgf.m)	15,4
Velocidade Máxima (Km/h)	190
Tempo 0-100 (Km/h)	9,8
Consumo Cidade (Km/L)	10,7
Consumo Estrada (Km/L)	13,7

Fonte – Volkswagen (2014).

A Tabela 3 mostra o tipo de suspensão utilizado nos eixos dianteiro e traseiro, bem como o sistema de assistência de direção.

Tabela 3 - Mecânica Suspensão e Freios do veículo Volkswagen Gol MSI Comfortline 2014

Peso e dimensões	Valores
Câmbio	Manual
Tração	Dianteira
Direção	Hidráulica
Suspensão Dianteira	Independente, McPheson
Suspensão Traseira	Eixo de Torção
Freios Dianteiros	Disco Ventilado
Freios traseiros	Tambor

Fonte – Volkswagen (2014).

O estudo foi realizado em via seca e sem ventos fortes, localizada na cidade de Sericita/MG, em uma parte da Av. Sebastião Gomes dos Reis; foi isolada uma distância de 300 metros para a realização do teste. A área reservada é plana e recentemente pavimentada. Para delimitação da parte da via utilizada foram colocados cones de sinalização e fitas para delimitar o ponto inicial da frenagem.

A Figura 5 é uma imagem de satélite que mostra a via onde o teste prático foi realizado.

Figura 5 – Avenida



Fonte: Google Maps.

Os testes de frenagem foram realizados acelerando-se o veículo até 60 km/h na 3ª marcha por 100 metros. Quando a roda dianteira cruzou o ponto marcado pela fita de sinalização, os freios foram acionados bruscamente e a frenagem foi mantida até a parada total do veículo. A distância de frenagem foi medida utilizando-se fita métrica com escala de 5 metros, desde o ponto de início da frenagem até o cubo das rodas dianteiras do veículo parado.

Essa operação foi repetida cinco vezes para cada sessão de teste, a fim de garantir a consistência e a confiabilidade dos dados obtidos.

A primeira parte do experimento foi realizada com o ABS ativado; em seguida, esse sistema foi desativado e os testes repetidos. Antes de se iniciar o experimento, o carro estava frio e com os pneus calibrados, de acordo com as especificações do fabricante.

É importante ressaltar que todos os procedimentos que foram realizados seguiram princípios éticos e de segurança para garantir a integridade dos participantes e a validade dos resultados obtidos.

Os dados dos testes realizados foram comparados entre as condições com o sistema ABS ativo e inativo. As informações resultantes dessa análise foram disponibilizadas aos usuários para demonstrar os benefícios de se possuir o sistema ABS em seus veículos. Isso ajudará os consumidores a tomarem decisões mais bem informadas na hora de investir-se na compra de um automóvel.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos testes de distância de frenagem para os sistemas de freio com ABS foram registrados em três diferentes condições. Para a configuração com apenas o motorista a bordo, as distâncias variaram de 11,16 metros a 12,00 metros nos cinco testes realizados. Quando um passageiro estava presente, a distância média aumentou cerca de 8,14% em relação à situação com apenas o motorista, com valores entre 12,10 metros e 12,71 metros. Já com dois passageiros, as distâncias registradas ficaram entre 12,95 metros e 13,57 metros, com uma distância média de 13,28 metros, 14,98 % superior à situação apenas com o condutor; os resultados estão na Tabela 1.

Tabela 1. Sistema ABS

Condição	Teste 1 (m)	Teste 2 (m)	Teste 3 (m)	Teste 4 (m)	Teste 5 (m)	Média (m)
Apenas motorista (110 kg)	11,50	12,00	11,24	11,16	11,85	11,55
Motorista e um passageiro (170 kg)	12,65	12,55	12,10	12,47	12,71	12,49
Motorista e dois passageiros (250 kg)	13,30	13,56	12,95	13,05	13,57	13,28

Fonte - Elaborado pelos autores.

Em contraste, para os testes realizados com veículos sem sistema ABS, as distâncias de frenagem foram maiores. Para o cenário com apenas o motorista, as distâncias variaram de 14,20 metros a 14,97 metros. Com um passageiro adicional, as distâncias aumentaram ainda mais, com valores entre 15,44 metros e 16,10 metros, tendo uma média de 9,23 % superior à situação anterior. Por fim, com dois passageiros adicionais, as distâncias registradas foram de 16,53 metros a 17,10

metros, com uma média de 16,86 metros, sendo 16,12% superior em relação a apenas o motorista, conforme detalhado na Tabela 2. Esses resultados evidenciam a importância do sistema ABS na redução da distância de frenagem em diversas condições de carga do veículo.

Tabela 2. Sistema Não ABS

Condição	Teste 1 (m)	Teste 2 (m)	Teste 3 (m)	Teste 4 (m)	Teste 5 (m)	Média (m)
Apenas motorista (110 kg)	14,40	14,97	14,88	14,20	14,17	14,52
Motorista e um passageiro (170 kg)	16,10	15,76	15,44	15,98	16,04	15,86
Motorista e dois passageiros (250 kg)	16,94	16,78	17,10	16,96	16,53	16,86

Fonte: elaborado pelos autores.

Uma comparação direta entre a distância de frenagem nas situações do veículo com e sem ABS destaca a eficiência desse sistema. Na situação apenas com o motorista, observou-se um aumento de 25,71% da distância percorrida até uma parada completa. A distância de frenagem na situação com um e dois passageiros aumentou, respectivamente, 26,98% e 26,95%, um aumento médio de 26,55%. Esses resultados demonstram a influência significativa do sistema ABS na redução da distância de frenagem em diferentes condições de carga do veículo. Essa constatação está em consonância com estudos anteriores que destacam a eficácia do sistema de freio ABS na prevenção de acidentes de trânsito (Bernardino, 2023; Silva, 2017).

Essa diferença pode ser explicada pela capacidade do ABS de evitar o travamento das rodas durante a frenagem, permitindo que o motorista mantenha o controle direcional do veículo e reduza a distância percorrida até a parada completa (Silva, 2021).

Os resultados também colaboram com a teoria que fundamenta o funcionamento do sistema ABS. Ao evitar o travamento das rodas durante a frenagem, o ABS permite que os pneus mantenham a aderência ao solo, possibilitando uma frenagem mais eficaz e controlada (Abeid; Tort, 2014). Isso é especialmente importante em emergências ou em condições adversas de pavimento, em que a perda de aderência, devido ao travamento das rodas, pode resultar em perda de controle do veículo e aumentar o risco de acidentes (Gioria, 2008).

Ademais, os resultados ressaltam a importância de se considerar não apenas a presença do sistema ABS, mas também as condições de carga do veículo ao se avaliar a *performance* de frenagem. Como evidenciado pelos dados, o aumento do peso no veículo contribuiu para um aumento na distância de frenagem, tanto para veículos com ABS quanto para veículos sem esse sistema. Isso reforça a necessidade de os condutores ajustarem sua condução de acordo com a carga do veículo, a fim de garantirem uma resposta de frenagem adequada em diferentes situações (Silva, 2021).

Os resultados também apontam que, à medida que o número de passageiros aumenta, as distâncias de frenagem tendem a se estender tanto para veículos com ABS quanto para veículos sem ABS. Isso sugere que o aumento da carga do veículo influencia negativamente o desempenho da frenagem, independentemente da presença do sistema ABS (Da Costa; Idehara, 2021; Dutra *et al.*, 2020). No entanto, é importante ressaltar que, mesmo nessas condições, os veículos com ABS ainda demonstraram um desempenho superior em termos de distância de frenagem quando comparados aos veículos sem esse sistema.

Os resultados apresentados na Tabela 2 revelam que os veículos sem sistema ABS apresentam distâncias de frenagem consistentemente maiores em comparação com os veículos equipados com esse sistema, corroborando estudos anteriores (De Borba *et al.*, 2016; Silva, 2017). Em todas as condições testadas, os veículos sem ABS exigiram uma distância de frenagem superior para alcançar a parada completa quando comparados aos veículos com ABS (Bernardino, 2023; Diniz *et al.*, 2021). Essa diferença na distância de frenagem é atribuída à incapacidade dos veículos sem ABS de evitarem o travamento das rodas durante a frenagem, o que resulta em uma perda de aderência e controle direcional do veículo (Silva, 2021). Vale destacar que, mesmo sob condições de carga mais elevada, os veículos com ABS ainda apresentaram distâncias de frenagem menores em comparação com os veículos sem ABS.

Além da diferença na distância de frenagem, quando as rodas travam, a capacidade de manobra do veículo é significativamente reduzida, aumentando o risco de perda de controle e de colisões (Abeid; Tort, 2014). Esse fenômeno pode ser especialmente perigoso em condições de estrada escorregadia, com chuva, neve ou gelo, nas quais a aderência já é comprometida (Gioria, 2008).

O travamento das rodas pode levar a padrões de frenagem irregulares, resultando em instabilidade do veículo e aumento do tempo necessário para pará-lo completamente (Moore, 2014). Isso é particularmente crítico em emergências, onde cada centímetro conta na redução do risco de colisão. Estudos demonstraram que o sistema de freio ABS pode reduzir significativamente a probabilidade de acidentes de trânsito ao manter as rodas em rotação e permitir que o motorista mantenha o controle direcional do veículo durante a frenagem (Silva, 2017).

O aumento da distância de frenagem com o acréscimo de peso no veículo pode ser atribuído a vários fatores. Primeiramente, o peso adicional resulta em uma maior carga sobre o sistema de freios, o que pode aumentar o tempo necessário para desacelerar o veículo até a parada completa (Nascimento, 2021). O aumento da massa do veículo pode afetar a distribuição de peso entre as rodas, influenciando a eficácia da frenagem em cada roda individualmente (Silva, 2017). Isso pode levar a diferenças na aderência entre as rodas, resultando em padrões de frenagem desiguais e, conseqüentemente, em um aumento na distância necessária para parar o veículo.

Outro aspecto a ser considerado é o efeito do peso adicional na inércia do veículo. Veículos mais pesados tendem a ter uma inércia maior, o que significa que exigem mais energia para desacelerar e parar completamente (Mocellin, 2017). Isso pode resultar em uma resposta de frenagem mais lenta, especialmente em situações em que o veículo está em movimento rápido.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo destaca a importância do sistema de freio ABS na segurança veicular, evidenciando que ele reduz significativamente a distância de frenagem, independentemente da carga do veículo. Essa melhoria é crucial para proteger ocupantes e demais usuários da via, ajudando a evitar colisões, especialmente em emergências e condições adversas. A integração do ABS com outros sistemas de segurança, como o controle de estabilidade, aumenta a eficácia em situações de risco e oferece mais confiança aos motoristas. O estudo recomenda que a indústria automobilística amplie o uso do ABS e promova a conscientização sobre sua eficácia, com colaboração entre fabricantes, governos e órgãos reguladores para garantir veículos mais seguros e promover uma condução responsável.

REFERÊNCIA

ABEID, L.; TORT, A. C. As forças de atrito e os freios ABS. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s.l.], v. 36, n. 2, p. 2306, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/XzfKVhZ5Pzxd86khL3ciph/?format=pdf&lang=pt> . Acesso em 15 mar. 2024.

AMARAL, M. M. **O desenvolvimento dos sistemas de freios e a apresentação do sistema ABS**. 2019. Monografia (Bacharelado em Engenharia Mecânica) — Anhanguera Educacional, Limeira, 2019. Disponível em: https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/27956/1/MAGNO_MODE_STO_DO_AMARAL_ATIVIDADE4.pdf . Acesso em 07 mar. 2024.

BERNARDINO, L. G. C. **Avaliação da eficácia da manutenção preventiva em freios automotivos**. 2023. Monografia (Bacharelado em Engenharia Mecânica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Guarapuava, 2023. Disponível em: <https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/33170/1/avaliacaomanutencaopreventivafreios.pdf> . Acesso em 15 mar. 2024.

BORBA, T. **Comparação do desempenho em frenagem de veículo com sistema ABS ativo e inativo**. 2016. Monografia (Bacharelado em Engenharia Automotiva) – Universidade Federal de Santa Catarina. Joinville. 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/165263/Trabalho%20de%20Conclus%3%a3o%20de%20Curso%20-%20Thiago%20de%20Borba.pdf?sequence=1&isAllowed=y> . Acesso em 15 mar. 2024.

COSTA, R. T. D. **Desenvolvimento de software e bancada de teste para sensor de velocidade do sistema de freio antitravamento**. 2023. Monografia (Bacharelado em ciência e tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Caraúbas, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/9a34d54d-1534-4507-8410-d46d054e9001/content> . Acesso em 15 mar. 2024.

COSTA, J. P.; IDEHARA, S. J. Modelagem Dinâmica do Desempenho Veicular na Frenagem. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, v. 6, n. 2, p. 46-54, 2021. Disponível em: <http://revistas.poli.br/index.php/rep/article/view/1458/721> . Acesso em 03 set. 2024.

DIAS, I. G.; MATIAS, E. V. A.; FILHO, P. C. O.; GITIRANA, M. B.; SANTOS, A. M.; RODRIGUES, R. F. N. Bancada didática: controle e medição fator de potência. In: Simpósio Nacional de Ciências e Engenharias, 6., 2021. **Anais [...]**. Anápolis: Unievangélica, 2021. p. 91-111. Disponível em: <http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/19617/1/7608-Texto%20do%20artigo-14228-1-10-20220318%20%281%29.pdf> . Acesso em 15 mar. 2024.

DINIZ, J. S. **Dimensionamento de um sistema de freio para um veículo off road tipo Baja SAE**. 2021. Monografia (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina. 2021. Disponível em:

<https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/26267/1/dimensionamentosistemapreioveiculo.pdf>

Acesso em 15 mar. 2024.

FERREIRA, W. R.; BATTISTEL, A.; OLIVEIRA, T. R. Controle por Busca Extrema e por Modos Deslizantes Aplicado a Freios Automotivos do Tipo ABS. *In: Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente*. 15.; 2021. **Anais** [...]. [s.l.]. Disponível em: https://sba.org.br/open_journal_systems/index.php/sbai/article/view/2707/2247 . Acesso em 05 ago. 2024.

GIORIA, G. S. **Influência da utilização do ABS na segurança veicular baseada na eficiência de frenagem e na probabilidade de travamento de roda**. 2008. Tese (Mestrado em Engenharia Mecânica) -Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2008. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18149/tde-22102009-105940/publico/GIORIA_GUSTAVO.PDF . Acesso em 05 abr. 2024.

GOOGLE. **Google Maps: Sericita, MG**. 2024. Disponível em: <https://maps.google.com>. Acesso em: 05 abr. 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - **Área da unidade territorial: Área territorial brasileira**. 2022. Rio de Janeiro: IBGE,2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/sericita/panorama> . Acesso em 5 abr. 2024.

MOCELLIN, N. **Análise dos vestígios produzidos pelas frenagens no pavimento asfáltico pelos veículos equipados por sistema de freio do tipo ABS**. 2017. Monografia (Pós-graduação em perícia de acidentes de trânsito) – Centro de referência em formação e EAD/CERFEAD, Instituto Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/693/Neri%20Mocellin.pdf?sequence=1> . Acesso em 5 ago. 2024.

MOORE, H. F. **Análise de desempenho de um controlador Bang-Bang em um sistema de freio ABS**. 2014. Monografia (Bacharelado em Engenharia Automotiva) – Universidade de Brasília. Brasília. 2014. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/8606/1/2014_HugoFerreiraMoore.pdf . Acesso em 15 mar. 2024.

NASCIMENTO, F. S. **Análise de controlador aplicado a sistema de controle de estabilidade veicular**. 2021. Monografia (Bacharelado em Engenharia Automotiva) – Universidade de Brasília. Brasília. 2021. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/30198/1/2021_FelipeSivaNascimento_tcc.pdf . Acesso em 05 ago. 2024.

SILVA, E. F. **Influência dos sistemas de freios e de suspensão na evitabilidade de acidentes de trânsito**. 2017. Monografia (Pós-Graduação em perícia de acidentes de trânsito) – Centro de referência em formação e EAD/CERFEAD. Instituto Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/647/Eduardo%20Freitas%20da%20Silva.pdf?sequence=1> . Acesso em 05 abr. 2024.

SILVA, N. L. **Desenvolvimento de um Hardware in the Loop (HiL) de um sistema de frenagem com ABS hidráulico**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Politécnica da USP. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2021. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3142/tde-25102021-150656/publico/NouriandresLiborioSilvaCorr21.pdf> . Acesso em 05 abr. 2024.

TORESAN JR, W. Cálculo de velocidade para veículos equipados com sistemas de freios ABS. **Instituto Geral de Perícias–RS**, [s.l], 2010. Disponível em: https://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/pe_Goulart/Material_de_Apoio/Aula%203%20-%20Artigos/Calculo%20Velocidade%20Frenagem%20ABS.pdf . Acesso em: 05 abr. 2024.

VIVEROS, H. P. **Análise do desempenho na frenagem de um cavalo mecânico e semi-reboque com suspensão mecânica e sistema ABS mediante simulação em Matlab/Simulink**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos. 2010. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18149/tde-09022011-120021/publico/MSc_ViverosHP_Desempenho_na_Frenagem.pdf . Acesso em 05 abr. 2024.

VOLKSWAGEN. **Manual de instruções: VW Gol MSI 2014**. São Bernardo do Campo: Volkswagen do Brasil, 2014.