

COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO DE FRENAGEM EM VEÍCULO COM O SISTEMA ABS ATIVO E INATIVO

¹ Alex Ferreira Lima, ² Jesiel de Castro Damas, ³ Carlos Roberto Cordeiro Júnior

⁴Fabio Souza Gomes

¹ Departamento de Engenharia Mecânica, Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, Avenida Universitária, Km 3,3, CEP 75083 – 515 – Cidade Universitária – Anápolis, GO, Brasil.
e-mail: ¹alexferreiralima20@gmail.com, ²jesiel_castro2011@hotmail.com, ³crcfj@icloud.com, ⁴fabioengenheirmecc@gmail.com

Resumo. Este trabalho demonstra um comparativo entre o sistema de freio ABS e com um sistema de frenagem convencional. Nesse comparativo será apresentado em forma de gráficos e tabelas, a eficiência de frenagem e as características de cada teste, utilizando diferentes tipos de ambientes em pista de testes com variações de peso e velocidade no veículo. Para coleta de dados utilizou-se um veículo para os testes com sistema de freios ABS com modelo que proporciona condições de alteração no sistema para ativação e inativação deste sistema. Utilizou-se também uma pista de testes para realização dos ensaios. O objetivo deste trabalho foi avaliar a distância de parada percorrida pelo veículo equipado com o sistema de antibloqueio de freio (ABS) em situações de frenagens bruscas. Os resultados demonstraram que quando comparado, o sistema ABS inativo com o sistema ativo, este último obteve um espaço de 33% menor até o momento de parada do veículo, em relação ao sistema inativo.

Palavras-chave: Comparativo, ABS, Frenagem, Sistema de Freio.

Abstract. This work demonstrates a comparison between the ABS brake system and a conventional brake system. In this comparison, the braking efficiency and characteristics of each test will be presented in the form of graphs and tables, using different types of test track environments with variations of weight and speed in the vehicle. For the data collection, a vehicle was used for the tests with ABS brake system with model that provides conditions of change in the system for activation and inactivation of this system. A test track was also used to perform the tests. The objective of this work was to evaluate the stopping distance traveled by the vehicle equipped with anti-lock brakes (ABS) in sudden braking situations. The results showed that, when compared to the inactive ABS system with the active system, the latter obtained a space of 33% less until the vehicle stops when compared to the inactive system.

Keywords: Comparative, ABS, anti-lock brake system, brake system, brake system

1 INTRODUÇÃO

1.1 Histórico do Freio

Foi determinado na primeira lei de Newton, que um corpo em movimento, vai tender a permanecer em movimento, a não ser que haja uma força contrária que vai impedir a sua trajetória. E foi essa a definição mais coerente que usamos como ponto de partida aos nossos estudos sobre o funcionamento dos freios.

Segundo artigo FEM – UNICAMP, Guilherme Rossi Zangarini. Introdução a Freios Automotivos 2006. Por volta de 1838, Kirkpatrick Macmillan, um ferreiro escocês, criou o primeiro freio que seria posteriormente visto como um freio comercial, onde se pudesse aplicar em outros sistemas. Tratava-se de um freio de pinças onde uma alavanca acionava hastes que fazia uma compressão num bloco de madeira com tiras de couro, ocasionando a frenagem por atrito. Na adequação desse sistema de freio para automóveis, encontrava algumas dificuldades, pois a área de contato do atrito estava muito reduzida e submetendo alguns pontos do sistema a esforços extremos, e isso retardava o tempo de parada de um automóvel.

O francês Louis Renault, apresentou uma melhora bem significativa no sistema de freio, o freio a tambor por expansão interna, que até hoje encontra em alguns carros. Nesse sistema, existia alguns problemas de flexão e ruídos, por conta do material que era ferro, e rapidamente foi trocado pelo ferro fundido, que também posteriormente foi atualizado em 1908, por Herbert Froad e Ferodo, ingleses, que criaram um tipo de resina, com amianto e arames de latão. Quando foram introduzidos nos automóveis, acreditava-se que o freio deveria ser apenas nas rodas traseiras, pois se instalados nas dianteiras, perderiam a estabilidade e o direcionamento do veículo.

Já em 1920, surge o freio nas 4 rodas, que contradiz o modelo anterior, e junto com ele começa a se pensar dispositivos para que não necessite tanto esforço muscular do condutor para o acionamento do freio, vindo a ser criado pelo vácuo do motor, até hoje utilizado, sendo o primeiro carro utilizado em 1921 pela Dusenbergl.

Em 1948, surge o freio a disco, em que a pastilha de freio era forçada contra o disco de freio ocasionando a frenagem por atrito, e por volta de 1960, toma o mercado dos automóveis franceses, ingleses e americanos. E o mais novo modelo de frenagem, que veio a ser introduzido em meados dos anos 90, é o freio ABS.

O objetivo desse experimento foi analisar o desempenho de frenagem de determinado veículo com certas condições adotadas tais estas como variação de velocidade peso e alteração no sistema de ECU no freio ABS (Antilock Brake System) tornando-o ativo ou inativo.

1.2 Funcionamento do Freio Convencional

Freio é um mecanismo cuja real função é diminuir ou parar a velocidade de um determinado veículo. Ao longo do tempo se tornou uma ferramenta indispensável na montagem de veículos e outros meios de transporte. Além de ser um dispositivo de segurança, ele pode frear um veículo caso haja alguma falha ou problema mecânico prevenindo algum tipo de colisão ou um desvio de pista não esperado.

O freio exerce uma função importante nos automóveis, por isso é importante a manutenção, pois ele deve funcionar da melhor forma possível, sem falhas.

1.1.2 Componentes

Um sistema de freio convencional é composto por alguns componentes de fricção e sistema hidráulico. Nos componentes abaixo demonstra-se mais sobre alguns desses elementos, entre esses componentes, estão aqueles que exercem sua função utilizando o atrito entre as partes do freio que serão os principais componentes para exercer a desaceleração do veículo:

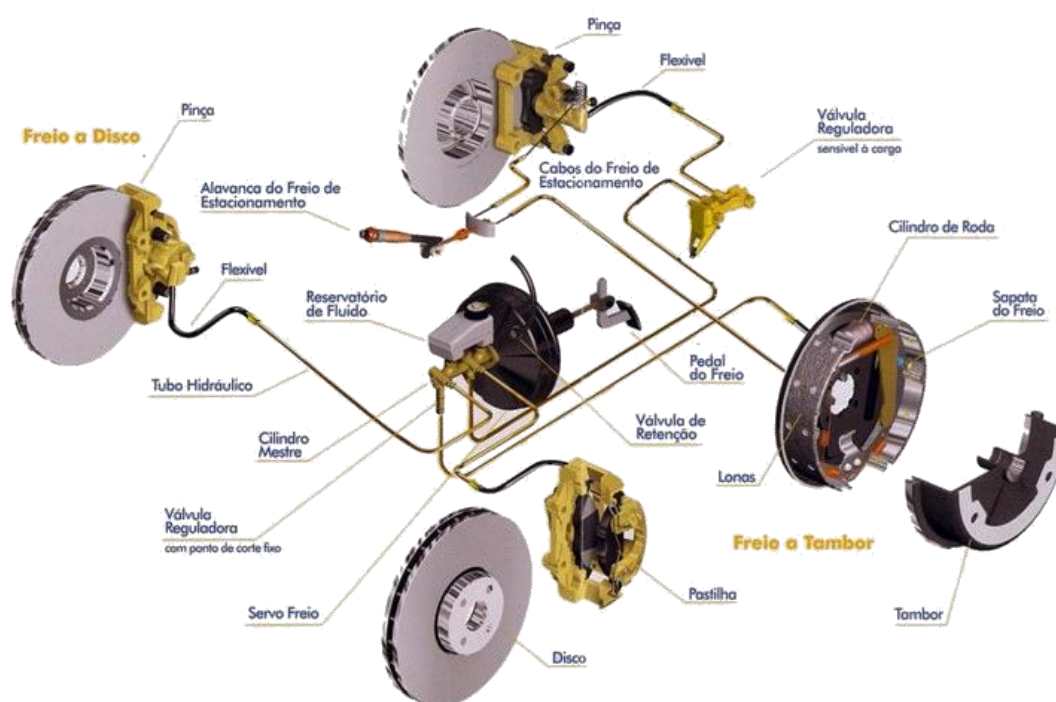


Figura 01. <https://extra.globo.com/noticias/carros-e-motos/dicas-importantes-para-nunca-ficar-sem-freios-13846558.html>

- **Disco de Freio:** ao ser posto em contato com a pastilha de freio, reduz a velocidade da rotação, e é onde é submetido a altas temperaturas;

¹ Alex Ferreira Lima, ² Jesiel de Castro Damas, ³ Carlos Roberto Cordeiro Júnior, ⁴ Fabio Souza Gomes

- **Tambor de Freio:** Responsável por gerar uma superfície de atrito e também evitar a invasão de impurezas no sistema;
- **Pastilhas de Freio:** É o componente que é pressionado ao disco de freio para frear o veículo;
- **Lonas de Freio:** tem a função de realizar o atrito das rodas traseiras com os tambores de freio.

Sistema Hidráulico, O sistema funciona como um potencial de força para as peças que estão em atrito ou também para acionar outras peças que fará o freio funcionar melhor. E os componentes são:

- **Cilindro Mestre:** responsável por direcionar o fluido de freio para cada roda.
- **Servo do Freio:** responsável por dosar ou aumentar a força que é exercida pelo condutor ao acionar o pedal de freio;
- **Cilindro de Roda:** Aciona o freio traseiro quando usar o sistema com tambores;
- **Pinça de Freio:** É o suporte onde se posiciona as pastilhas de freio, e pela função da pressão hidráulica, pressionam as pastilhas para entrar em contato com o disco de freio.

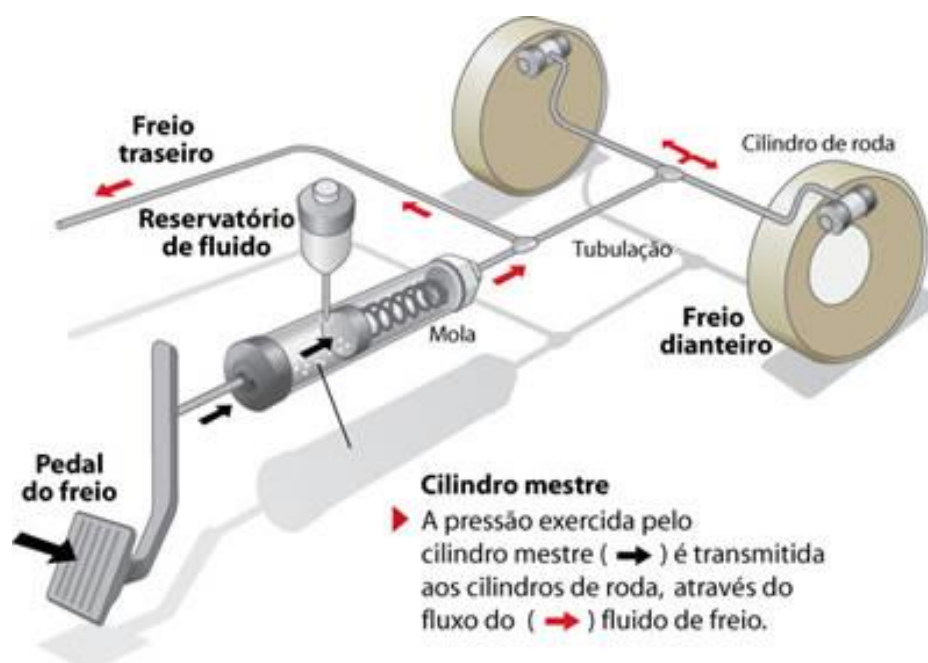


Figura 02. <http://reparandoseucarro.blogspot.com/2015/03/cuidados-com-os-freios.html>

1.3 Histórico do Freio ABS

O sistema ABS foi criado para ajudar aeronaves a parar mais rápido em pistas escorregadias no início de 1900. O primeiro automóvel a ser usado o ABS foi em uma serie limitada Lincoln (empresa Americana) que fabrica automóveis de luxo, sendo então adaptado de um avião. Já no final dos anos 60, Ford, Chrysler e Cadillac adaptaram o sistema em poucos modelos de seus veículos de passageiros.

No ano de 1985 a BMW, Mercedes e Audi usaram um sistema oferecido por uma empresa Alemã conhecida como Bosh, que utilizava mil componentes eletrônicos e ainda eram muito lentos. Já no final dos anos 80, os sistemas ABS já eram oferecidos em vários automóveis de luxo e esporte. Desde os anos 1990, ABS tornou-se comum, muitos motoristas se tornaram conscientes da tecnologia.

Hoje já se vê bastante no Brasil na maioria dos veículos, sendo obrigatórios para carros novos desde 2014, diminuindo de 20% a 30% os números de acidentes graves, onde a frenagem brusca é necessária.

1.4 Funcionamento do Freio ABS

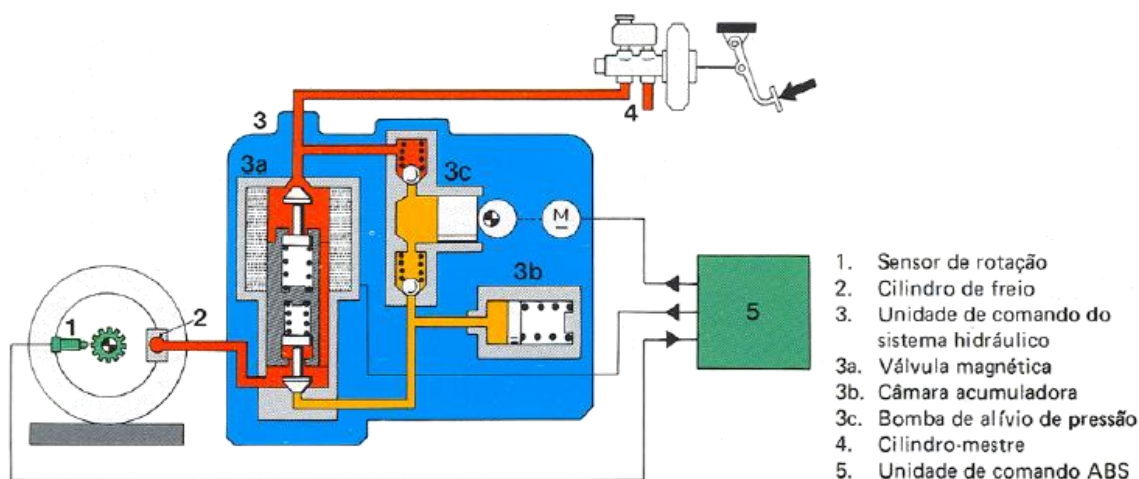
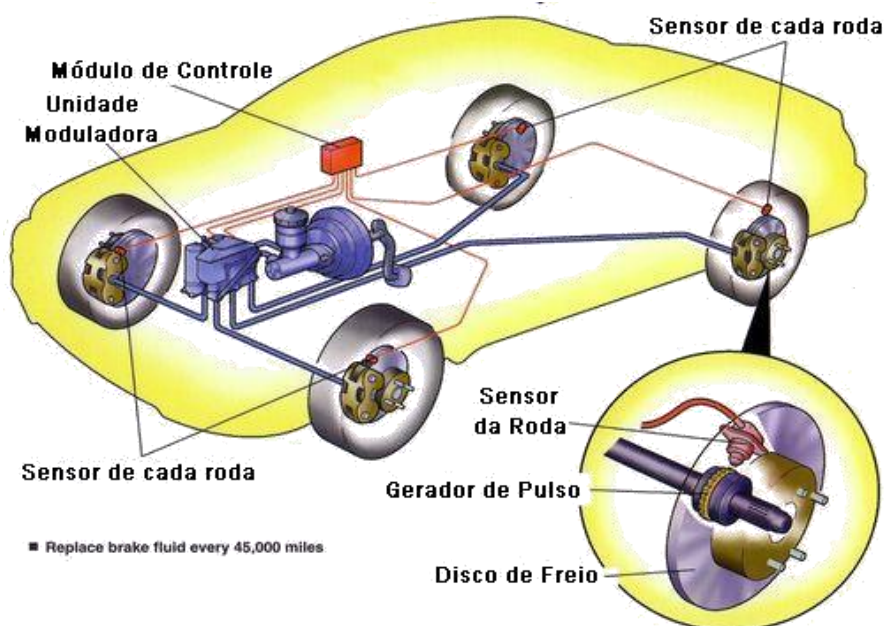


FIGURA 03. <https://f1visaotecnica.wordpress.com/2010/12/21/das-pistas-para-as-ruas-como-funciona-o-abs/>

O ABS é um sistema de frenagem que evita o bloqueio da roda e a derrapagem quando o motorista pisa fortemente no freio, evitando a perda de controle do veículo.

Esse sistema é composto por sensores que possibilita informações da rotação enviadas da unidade de controle do ABS. Se a unidade detectar que algumas das rodas esta prestes a travar, haverá uma ação da central em segundos garantindo assim que a roda não trave permitindo uma frenagem mais segura.



O ABS possui quatro componentes:

- Quatro sensores de velocidade: Um sensor em cada roda tem a função de transmitir a informação de velocidade para a central.
- Unidade hidráulica com fluido de freio: É um Dispositivo hidráulico onde tem a função de manter, aumentar ou reduzir a pressão de frenagem, sob o comando da ECU e ABS.
- Quatro válvulas hidráulicas.
- Um controlador eletrônico: Ele armazena as falhas detectadas pelos sensores e com os esses dados realiza cálculos afim de solucionar as falhas e retorna o comando para o sistema.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para início da coleta de dados experimentais, utilizou-se a área de frenagem da pista de testes da CAO A Montadora S/A. Desligou-se o sistema de freio ABS do veículo para obtenção dos dados de distância percorrida, a partir de um determinado ponto adotado nos experimentos abaixo. Os testes foram executados com sistema ativo, fazendo assim um comparativo da distância de frenagem nas duas condições em que o veículo foi submetido.



Figura 04: Imagem de Satélite Google Maps (Vista total da pista de testes CAO A Montadora).

Os testes ocorreram em via pavimentada na segunda área reservada para testes de pista, a via utilizada tem um total de 2 km de extensão onde são feitos testes de alinhamento, frenagem, ABS (Pista molhada), objetos soltos, piloto automático, estabilidade e etc. em vermelho destacado o ponto área 2 que mostra o segundo ponto onde foram feitos os testes de frenagem.



Figura 05 : Imagem de Satélite Google Maps (Vista do ponto 2 de testes de frenagem da pista)

Utilizamos como referência as placas fixadas na via como referência de distância em metros percorridos pelo veículo após a parada, a distância entre as placas é de 10 metros conforme mostrado na figura 15 abaixo,



Figura 06: Placas fixas na pista de testes - (Referência de metros percorridos na pista) Fonte: Autor

No início da frenagem do veículo foi utilizado um ponto demarcado no solo da via uma indicação de onde deveria se iniciar a frenagem, quando as rodas dianteiras cruzavam a indicação na via os freios eram acionados vigorosamente até a parada total do veículo.



Figura 07: Primeira placa fixa na via - (Ponto de referência para início da frenagem) Fonte: Autor

Com a utilização de uma fita métrica, com escala de 50 metros e resolução de 1 centímetro, foi obtido a distância entre as placas de sinalização fixadas na via, a partir do ponto onde a frenagem teve início indicado na via até o centro das rodas dianteiras do veículo que foi o

ponto exato onde ele parou, determinando a distância em metros percorrida pelo veículo até a parada total, obtendo-se assim a distância de frenagem.

Os ensaios foram realizados utilizando um veículo do modelo Hyundai New Tucson ano/modelo 2017,



Figura 08: New Tucson – (Veículo de teste) Fonte: Autor

As tabelas abaixo apresentam detalhes como peso, especificações mecânicas e performance do veículo informados e coletados através do manual do proprietário (2017 Hyundai) na tabela 2 podemos ver as especificações de peso e dimensão do veículo.

Tabela 02 Peso e Dimensões do veículo.

Peso e Dimensões	Valores
Altura (mm)	1660
Largura (mm)	1850
Comprimento (mm)	4475
Entre-Eixos (mm)	2670
Peso (Kg)	1609
Tanque (L)	62.0
Porta-Malas (L)	513
Ocupantes	5

Fonte: Manual do proprietário (2017).

¹ Alex Ferreira Lima, ² Jesiel de Castro Damas, ³ Carlos Roberto Cordeiro Júnior, ⁴Fabio Souza Gomes

A Tabela 3 apresenta os principais dados referentes a motor utilizados no veículo do modelo Hyundai New Tucson ano/modelo 2017.

Tabela 03 Motor e Performance.

Motor/Performance	Valores
Motorização	1.6
Alimentação	Gasolina Injeção Direta
Combustível	Gasolina
Potência (cv)	177.0
Cilindrada (cm ³)	1.591
Torque (Kgf.m)	27
Velocidade Máxima (Km/h)	201
Tempo 0-100 (Km/h)	9.1
Consumo Cidade (Km/L)	10.9
Consumo Estrada (Km/L)	15.4

Fonte: Manual do proprietário (2017).

A Tabela 4 exhibe o modelo de suspensão aplicado no eixo dianteiro e traseiro assim como o tipo de auxílio na direção.

Tabela 04 Mecânica Suspensão e Freios

Mecânica	Especificação
Câmbio	Dupla embreagem man.sequ.com modo auto de 7 marchas
Tração	Dianteira
Direção	Elétrica
Suspensão Dianteira	Suspensão tipo McPherson e dianteira com barra estabilizadora, roda tipo independente e molas helicoidal.
Suspensão Traseira	Suspensão tipo multibraço e traseira com barra estabilizadora, roda tipo independente e molas helicoidal.
Freios	Quatro freios à disco com dois discos ventilados.

Fonte: Manual do proprietário (2017).

2.1 Coletas de dados

Os testes foram repetidos 10 vezes para cada configuração estas citadas abaixo, descartando sempre a primeira medição devido à sensibilidade do piloto. (11 totais)

Condição da Pista	Quantidade de Passageiros	Velocidade Atingida	Massa Total Aproximado
Seca	2	60 Km/h	160 Kg
Seca	2	80 Km/h	160 Kg

Tabela 01: Distribuição dos testes. Fonte: Autor

Utilizou-se os seguintes parâmetros para início dos testes:

- Realizou-se os testes usando não havia vento forte que possa afetar os resultados na via proporcionando maior precisão na coleta de dados;
- No início dos ensaios os pneus estavam frios e na pressão descrita pelo fabricante; conforme informado no manual do proprietário do veículo.
- O desempenho foi descrito sem desvio do curso, nas ocasiões onde houve o desvio do veículo e o deslocamento da via os testes foram repetidos.

Para execução do primeiro teste usou-se o veículo com o sistema com ABS ativo, a aceleração do veículo do ponto inicial da pista após o teste de estabilidade que é e o primeiro ponto de percurso.

O veículo percorreu uma distancia de aproximadamente 800 metros até o ponto de inicio de desaceleração para os freios serem acionados vigorosamente até a parada total do veículo, sempre mantendo a velocidade de 60 Km/h seguindo a tabela de orientação para execução dos testes mostrada acima.

Para execução do segundo teste foram utilizados os mesmos parâmetros alterando apenas a velocidade que foi de 80 Km/h, o ponto de inicio e de parada não tiveram alterações no decorrer do experimento, sempre conservando o limite de velocidade abordado na tabela de orientações do procedimento.

3 RESULTADOS

Após a finalização dos testes conforme a tabela 01 de orientação com sistema ativo e inativo obtivemos os seguintes resultados, nas condições de pista informadas anteriormente, os testes foram concluídos de forma satisfatória e eficaz nos dando a total possibilidade de coletar os dados sem alterações causadas por variações climáticas ou de funcionamento dos veículos, nos casos de variação do curso e deslocamento do veículo da via os testes foram repetidos e concluídos com êxito garantindo a veracidade dos dados coletados.

Os Gráficos 01 e 03 apresentam o intervalo em que o veículo utilizado se encontra ao ponto final de parada de linha contínua que se refere à mínima e máxima eficiência coletada quando veículo submetido a testes com sistema inativo e ativo. Após os testes analisou-se a diferença dos dados e identificou-se uma variação considerável na distância que cada teste resultou por isso se conclui que os veículos que são equipados com sistema de ABS (Antilock Brake System) tem uma considerável eficiência e pode proporcionar mais segurança ao condutor com relação a veículos que ainda utilizam o sistema convencional mecânico de frenagem.

3.1.1 Teste 01

No teste 01 citado utilizou-se os seguintes parâmetros adotados para levantamento de dados no comparativo, tais esses como condição de pista, quantidade de passageiros visando equilíbrio e peso do veículo durante a execução e velocidade atuante padrão para todos os 10 testes,

Condição da Pista	Quantidade de Passageiros	Velocidade Atingida	Massa Total Aproximado
Seca	2	60 Km/h	160 Kg

Tabela 05 Distribuição de dados teste 01 60Km/h.

Abaixo no gráfico comparativo do teste 01 analisa-se a diferença na distância percorrida nos testes podendo-se visualizar em verde a distancia final até a parada total do veículo com o sistema ativo conforme a legenda e em vermelho a distância total final de parada percorrido com o sistema inativo, a diferença entre o intervalo dos dois testes mostra-se na linha de tendência destacada em amarelo com o percentual de variação entre os testes.

Gráfico 01

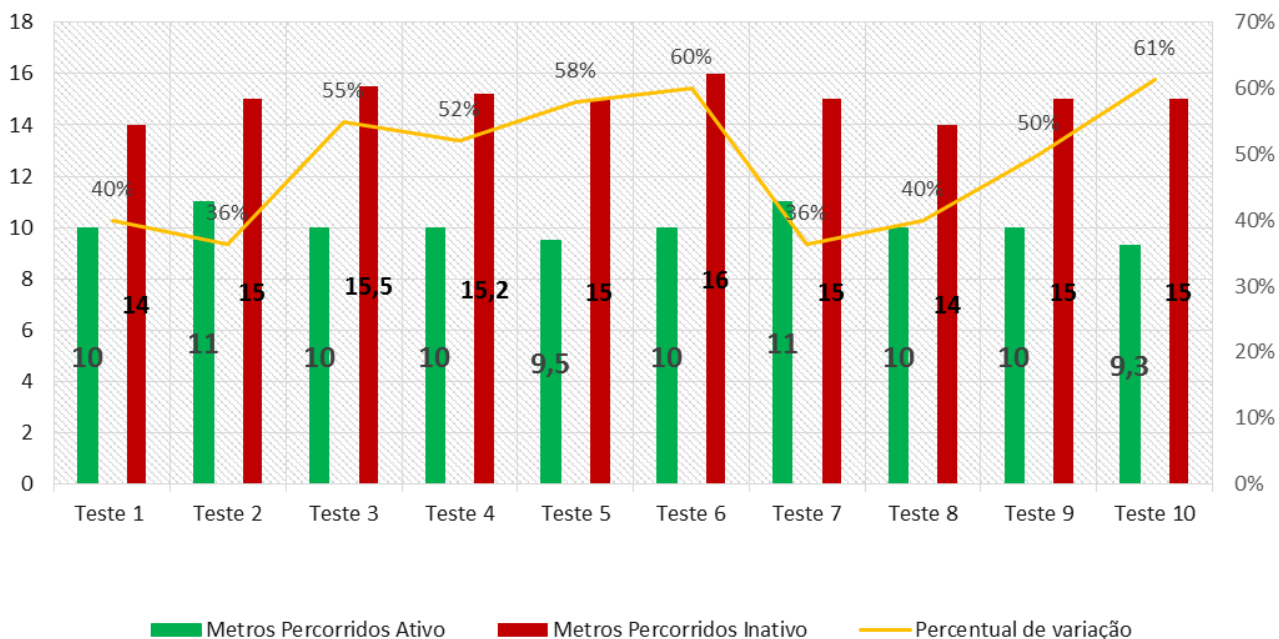


Gráfico 01- Comparativo de distância e percentual de variação Fonte: Autor

No gráfico 01 verifica-se em cada coluna os dados de metros percorridos com veículo em teste com sistema ativo e metros percorridos em veículo em teste com sistema inativo onde gerou-se um percentual de variação onde indicou-se a diferença em percentual de cada um dos 10 testes realizados.

No gráfico 02 de eficiência de frenagem analisa-se por forma de gráfico de linha a variação dos 10 testes com sistema de frenagem ativo destacado em verde e com sistema inativo em vermelho, verifica-se a variação e aumento de deslocamento até o ponto final da frenagem comparando as duas condições do sistema.

Gráfico 02

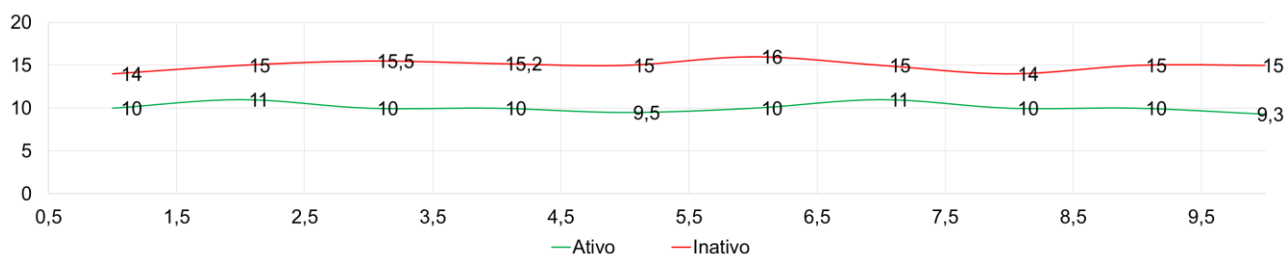


Gráfico 02 - Comparativo de distância e percentual de variação Fonte: Autor

3.1.2 Teste 02

Conforme citou-se acima os detalhes das condições adotadas no teste 01 citado utilizou-se os mesmos parâmetros adotados para levantamento de dados no comparativo alterando apenas a velocidade do veículo, tais esses como condição de pista, quantidade de passageiros visando equilíbrio e peso do veículo durante a execução e velocidade atuante padrão para todos os 10 testes,

Condição da Pista	Quantidade de Passageiros	Velocidade Atingida	Massa Total Aproximado
Seca	2	80 Km/h	160 Kg

Tabela 06 Distribuição de dados teste 02 80Km\h

No gráfico 03 verifica-se em cada coluna os dados de metros percorridos com veículo em teste com sistema ativo e metros percorridos em veículo em teste com sistema inativo onde gerou-se um percentual de variação onde indicou-se a diferença em percentual de cada um dos 10 testes realizados.

Gráfico 03

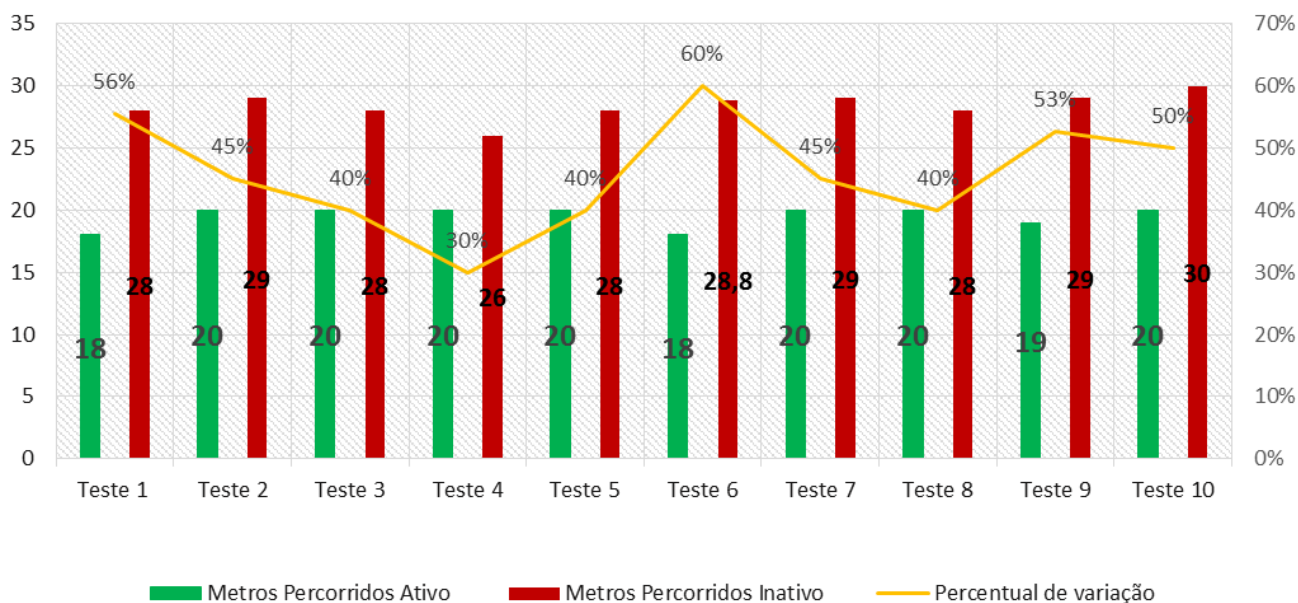


Gráfico 03 - Comparativo de distância e percentual de variação Fonte: Autor

Gráfico 04

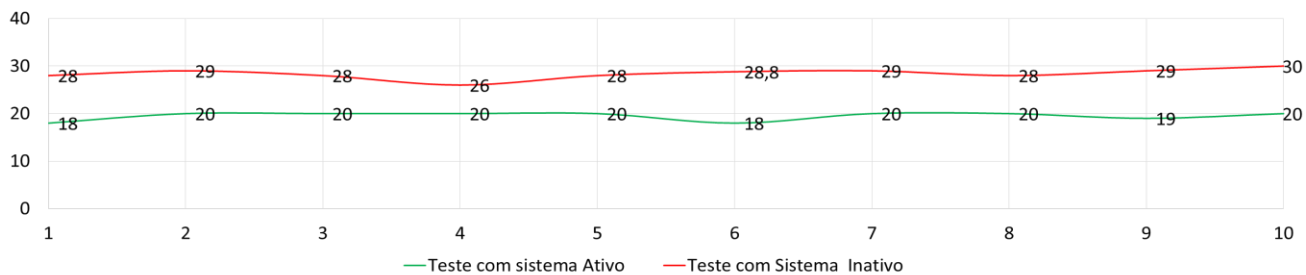


Gráfico 04 - Comparativo de distância e percentual de variação Fonte: Autor

No gráfico 04 de eficiência de frenagem analisa-se por forma de gráfico de linha a variação dos 10 testes com sistema de frenagem ativo destacado em verde e com sistema inativo em vermelho, verifica-se a variação e aumento de deslocamento até o ponto final da frenagem comparando as duas condições do sistema.

Gráfico 05

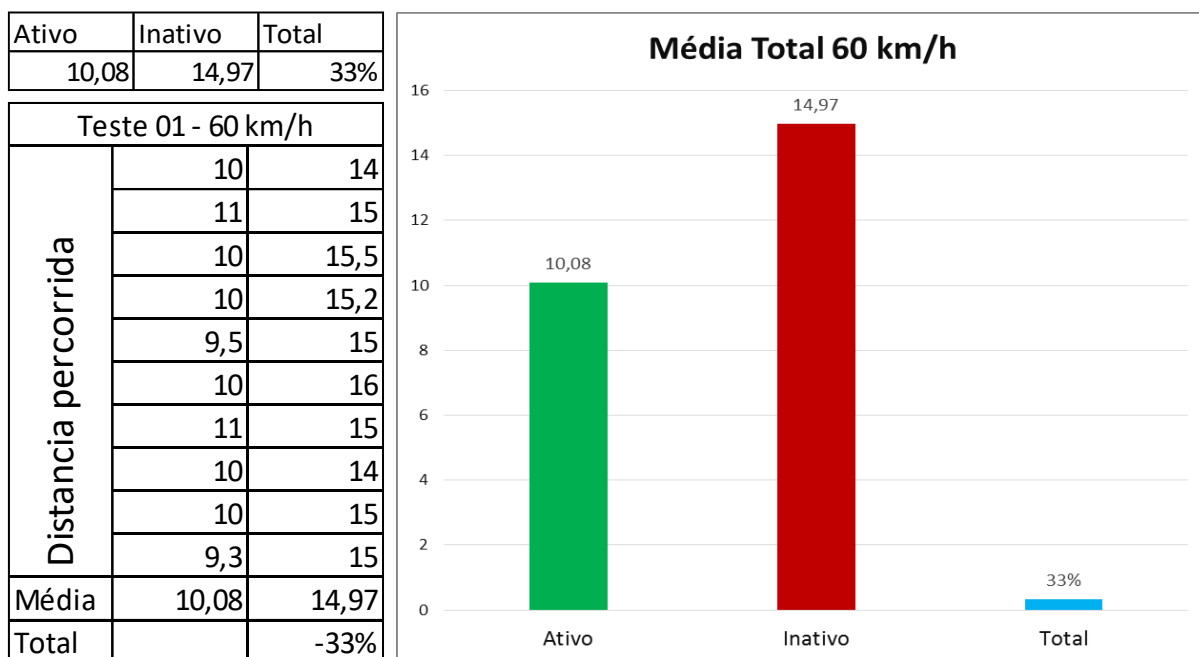


Tabela 07 Detalhamento do teste 01 60Km/h.
Gráfico 05 – Média total dos testes variação Fonte: Autor

Gráfico 05

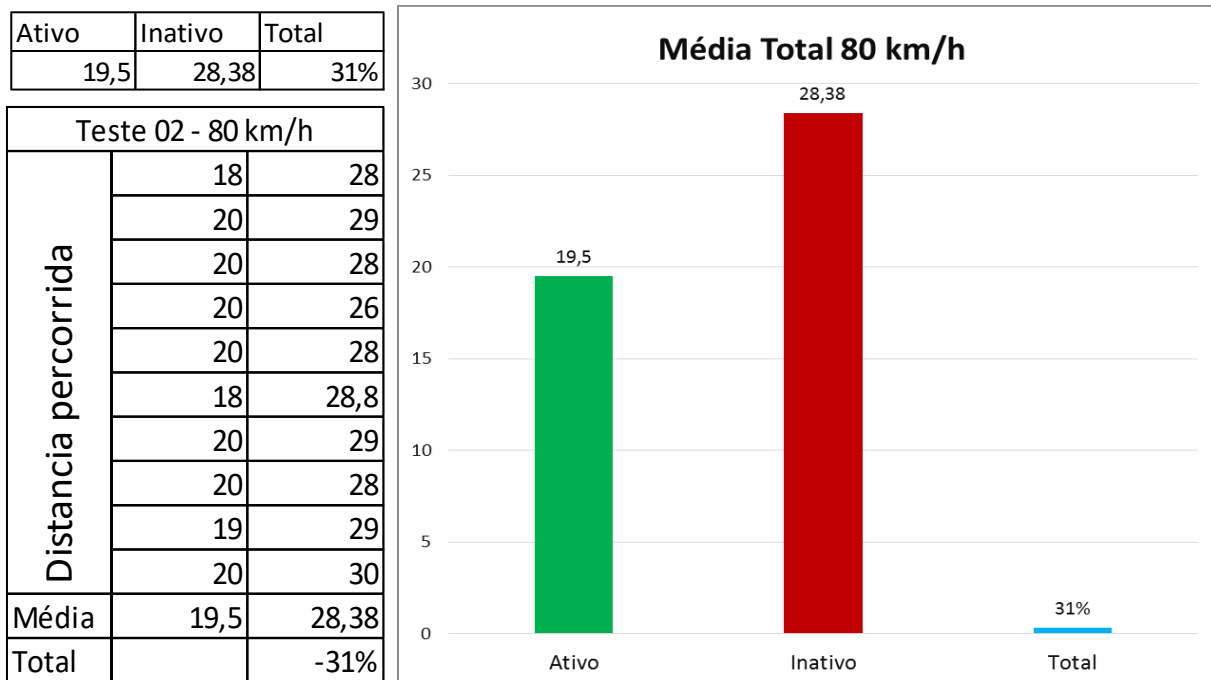


Tabela 08 Detalhamento do teste 02 80Km/h.
Gráfico 06 – Média total dos testes variação Fonte: Autor

4. CONCLUSÃO

A análise de eficiência nos testes de frenagem, os testes demonstraram uma distância de 33% menor a distância de parada percorrida do veículo com o sistema ativo em relação ao sistema inativo, concluindo que o sistema de Antilock Brake System (ABS) é significativamente mais eficiente que o sistema de frenagem convencional.

REFERÊNCIAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14353: Veículos Rodoviários - Veículos motorizados equipados com sistema autobloqueio de frenagem - Medida do desempenho do freio. Rio de Janeiro, agosto 1999. 9 p.*
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14354: Veículos*
- [3] CANALE, A. C. *Desempenho de auto veículos rodoviários. 2004.*
- [4] DEPARTAMENTO DE PROTOTIPAGEM E TESTES CAO/MONTADORA *procedimento de teste de frenagem e Segurança na frenagem: identificando veículos com ABS. [S.l.], Julho 2016.*
- [5] EVANS, L. Antilock brake systems and risk of different types of crashes in traffic. *In: 16th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles*, p. 445–461, 1998. Paper Number 98-S2-O-12.
- [6] CARROSINFOCO. Funcionamento e detalhes dos freios antibloqueios ABS. Disponível em: <http://www.carrosinfoco.com.br/carros/2016/09/funcionamento-e-detalhes-dos-freios-anti-bloqueio-abs/>. Acesso em: 12 abr. 2018.
- [7] FEM – UNICAMP. Guilherme Rossi Zangarini. *Introdução a Freios Automotivos. 2006.*
- [8] QUATRO RODAS. WEB REVISTA. *„Sistemas de freio ABS E EBD – Tudo sobre freios ABS. Disponível em quatrorodas.abril.com.br/tudo-sobre/freio-abs/ Acesso em: 220 març. 2018.*
- [9] SISTEMA ANTIBLOQUEIO (ABS) *Freios eletromecânicos utilizando controle por modos deslizante. [S.l.], Agosto 2005.*
- [10] BOSCH. 25 years ABS from Bosch. 2003. Disponível em: <http://rbk.bosch.de/en/safety/comfort/drivingsafety/abs.html>. Acesso em: 15 abr. 2018.
- [11] L. R. F. Abeid, As forças de atrito e os freios ABS numa perspectiva de Ensino Médio., *Dissertação(Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio de Janeiro,*