

## **DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE FREIO PARA O VEÍCULO OFF ROAD - BAJA**

**Luam de Oliveira Santos**

luam\_oliveirasantos@hotmail.com

**Thais Fernanda Oliveira Nunes**

thaisfno@gmail.com

**Anthony de Souza Matos Leão**

asmlsigaa@gmail.com

**Resumo:** O projeto Baja SAE é um desafio lançado aos estudantes que oferece a chance de aplicar na prática os conhecimentos adquiridos em sala de aula, visando incrementar sua preparação para o mercado de trabalho. Ao participar do projeto Baja SAE, o aluno se envolve com um caso real de desenvolvimento de projeto, desde sua concepção, projeto detalhado e construção. Objetivo do projeto foi elaborar um sistema de freio para um veículo off road do baja. Como objetivos durante o projeto, buscamos as primeiras informações sobre a competição e qual o regulamento para o desenvolvimento do freio. Antes de começar o projeto propriamente dito, serão introduzidos os tipos de freios usados atualmente na indústria automotiva bem como seus componentes e os respectivos funcionamentos. Em seguida serão descritas as premissas para o dimensionamento e escolha dos componentes comprados e das peças projetadas. A partir das dimensões básicas, serão selecionados os componentes adquiridos no mercado automotivo baseados em critérios técnicos e econômicos. Posteriormente serão apresentados os componentes projetados, seus elementos e materiais constituintes bem como a análise de cada componente projetado. O Projeto SAE Brasil, traz ao aluno um conhecimento extra curricular de muita importância, uma vez que ele facilita o contato ao aluno em diversas vertentes. Como por exemplo, a necessidade do trabalho em equipe, o desenvolvimento e o planejamento de se pensar junto e a autonomia que se é exigida por parte do estudante em ser auto ditada, o que lhe proporciona dedicação e responsabilidades, para cumprir com suas metas. Desta forma, desenvolve-se o domínio das práticas, do diálogo e da discussão.

**Palavras-Chave:** Baja; Freios; Pneus.

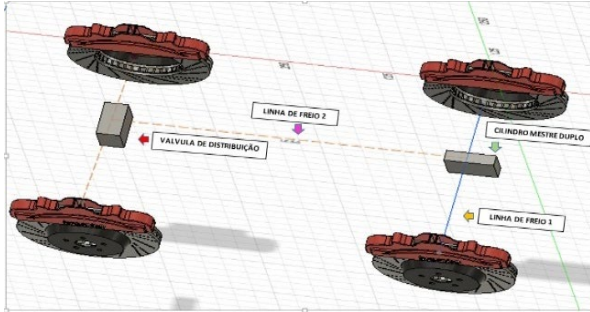
## **INTRODUÇÃO**

O Baja desenvolvido na universidade ou faculdade é uma versão reduzida do veículo tradicionalmente conhecido como carro tradicional, na verdade é um veículo off road. A competição nacional tem duração de quatro dias e é formada por várias provas, cujo sistema de avaliação consiste numa pontuação dividida por provas/etapas. Entre elas está a prova de freio. Devido ao fato de os freios serem componentes fundamentais para a segurança, um vez que ele é responsável por parar ou reduzir a velocidade do veículo, portanto a prova de frenagem é uma das primeiras, a qual caso não passe pela segurança solicitada, o carro já se encontra impossibilitado de seguir adiante. Para a elaboração exata do freio, existe um regulamento, o qual é disponibilizado no próprio site da competição. Desta forma, como o Instituto Federal de Sergipe- Campus Lagarto está com uma equipe denominada: Lizard-baja, a qual pretende competir, encontrou-se a necessidade de ter um projeto de freio para o prosseguimento do projeto, assim seguimos com os objetivos.

Objetivo do projeto foi elaborar um sistema de freio para um veículo off road do baja. Como objetivos durante o projeto, buscamos as primeiras informações sobre a competição e qual o regulamento para o desenvolvimento do freio.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizado o software Autodesk fusion 360 para definir o tipo de ligação que melhor se adaptava ao veículo e as suas funcionalidades, para sabermos como e quais peças utilizar.



(Sistema de freios desenhado no software)

## SISTEMA DE FREIO

O sistema de freio é uma combinação cuja função é reduzir progressivamente a velocidade de um veículo em movimento, ou fazê-lo parar, de conservá-lo imóvel se já estiver parado.

No veículo existem vários subsistemas, dentre um deles é o freio, que por sua vez é de extrema importância, uma vez que está diretamente relacionado a segurança.

O sistema de freio possui como função primordial a desaceleração do veículo, transformando sua energia cinética em térmica, dissipando-a para o ambiente. Para este sistema apresentar eficiência, deve ter características a resistência à erosão, pouco peso, elevada vida útil, redução do ruído e taxa de desgaste, porém com uma relação aceitável entre custo e desempenho.

- Estabilidade de frenagem;
- Distribuição de forças de freio;
- O pneu utilizado e seu estado de conservação;
- O atrito do terreno onde o veículo irá trafegar;
- Frenagem em curvas;
- A força aplicada no pedal;

- A distância de travagem;
- Paradas bruscas;
- Desgaste dos freios prevendo maior durabilidade.

Uma das variáveis de fundamental importância para o sistema de freio é a aceleração. Um freio perfeitamente regulado sua aceleração é de  $-7 \text{ m/s}^2$  para um sistema de freio a disco.

O sistema de freio é constituído por diversos componentes que formam seu layout e esses componentes normalmente são: pedal de acionamento, cilindro mestre, mangueiras, reservatório de fluido, e um rotor que pode ser classificado quanto a sua geometria como freio a disco.

Como no regulamento o indicado é que o freio seja independente e capaz de travar as quatro rodas, o ideal é que seja do tipo hidráulico; onde se destaca o a tambor e o a disco.

## TIPOS DE FREIOS HIDRÁULICOS

Freio a tambor: Composto basicamente por: sapatas, tambor, molas de retorno e pistões, ele, quando é acionado pelo pedal, libera a passagem do fluido, o qual chega aos cilindros que aciona os pistões, os quais empurram as sapatas em direção oposta, ou seja, contra a superfície interna do tambor, com isso as lonas produzem atrito, que por sua vez proporciona a frenagem.

Freio a disco: logicamente possui um disco e esse fica preso ao cubo da roda. No ato da frenagem este disco é comprimido pelas pastilhas que estão nas pinças, isso com o auxílio dos pistões, sendo empurrado assim contra o disco, com este atrito se chega à frenagem.

## VANTAGENS E DESVANTAGENS

Freio a tambor: Relativamente, sua grande vantagem é o seu baixo custo, além do efeito Servo Action – aumento da capacidade de frenagem devido ao torque produzido pelo

próprio movimento de rotação do tambor na sapata principal- embora, quando se trata da dilatação térmica, é uma das principais desvantagens, uma vez que é ocasionado um aumento no tambor e um maior curso do pedal, isso porque ele apresenta uma baixa dissipação da energia absorvida, ademais acumula sujeira dentro do seu interior.

Freio a disco: Já que este sistema corrige as desvantagens do freio a tambor, pois dissipa melhor a sua energia absorvida, devido a sua exposição ao ar, e não acumula sujeira, sua principal desvantagem seria somente o custo em relação ao tambor.

## ESCOLHA DO TIPO DE FREIO A SER USADO

Levando em consideração as regras e os objetivos da competição, ao analisarmos e compararmos, a melhor escolha seria o a disco em vez que:

1. Não acumula sujeira, o que possibilita um melhor desempenho na prova de enduro;
2. Dissipação de energia térmica, facilitando assim a área ventilada e diminuindo a quantidade de calor, o que melhora a vida útil do freio;
3. Ser um sistema mais moderno e de fácil manuseio;
4. Capaz de travar as quatro rodas, obedecendo ao regulamento do campeonato.

## ELEMENTOS DO FREIO A DISCO PEDAL DE ACIONAMENTO



Fonte: google imagens

O pedal de freio é responsável direto pelo início do processo de frenagem de um veículo, uma vez que o pedal é acionado, o pistão do cilindro mestre se move, o mesmo comprime o fluido que está em seu compartimento, e assim promove a frenagem. Ao ser dimensionado o pedal de freio deve ser observado para que a relação forças/desaceleração fique entre 440 N/ ( $g =$  aceleração da gravidade  $9,8 \text{ m/s}^2$ ).

Já os deslocamentos do pedal não devem exceder 90 mm (L1) e 150 mm (L2). Os valores são estabelecidos em função dos valores máximos de força no pé direito para homens e mulheres (823N e 445N, respectivamente), e da velocidade do mesmo que é de aproximadamente 1m/s.

Outro fator a ser observado é a existência de ar na canalização hidráulica do freio, para eliminar esse fator deve ser realizada uma “sangria” no sistema, ou seja, retirar o ar deste sistema. Deve ser realizado com o carro parado e o motor ligado caso possua servo freio assistido com vácuo.

## CILINDRO MESTRE



Fonte: google imagens

Além do que foi dito anteriormente, sua função também é a de manter a pressão residual nos circuitos de freio.

Os regulamentos de segurança exigem veículos com sistemas de freios independentes, para isso se tem a opção de dois cilindros simples ou um duplo.

## PINÇA DE FREIO



Fonte: google imagens

É um dispositivo do veículo, está fixado em sua estrutura, e é constituído por um ou mais pistões que realizam a compressão das pastilhas no disco de freio. Ela pode ser classificada como; pneumática, utilizada em veículos ferroviários e alguns freios de caminhão e ônibus; hidráulica, usada na maioria dos veículos comerciais de pequeno porte; ou elétrico centrífugo; isso quanto ao acionamento.

Quanto as formas que os pistões são alojados na pinça, ela pode ser classificada como flutuante ou fixa. O que diferencia é a quantidade de pistões, que na fixa apresenta pelo menos 2, diferente da flutuante que é apenas 1.

Obs: As pinças fixas foram sendo substituídos a partir da década de 90 pelas flutuantes, devido principalmente a fatores como redução de peso, custo e espaço físico.

## PASTILHAS DE FREIO



Fonte: google imagens

Para facilitar a manutenção, o material de atrito deve localizar-se nas pastilhas, e não nos discos. As pastilhas são compostos químicos constituídos de vários elementos, estes elementos são formados por fibras e material de atrito na forma de pó. Apresentam geralmente um coeficiente de atrito entre 0,35 a 0,45.

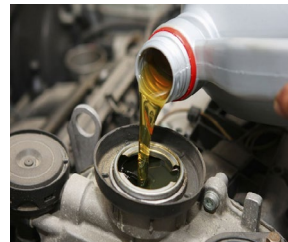
## DISCO DE FREIO



Fonte: google imagens

Os discos de freio sofrem com um elevado torque, normalmente até duas ou três vezes maior que o motor, acarretando um aumento da temperatura dos discos, necessitando de uma grande área de resfriamento. Normalmente o disco de freio é manufaturado em ferro fundido, pois apresenta baixo coeficiente de dilatação térmica, além de apresentar alto coeficiente de atrito.

## FLUIDO DE FREIO



Fonte: google imagens

O fluido consiste num líquido sintético que não ataca a borracha e, não danifica os vedadores dos freios. Tem por função transmitir a pressão no sistema, acionando os cilindros de roda, para efetuar a frenagem do veículo. O fluido é armazenado em um reservatório situado em local de boa visibilidade e fácil acesso. A necessidade de completar o nível do reservatório situado em local de boa visibilidade e fácil acesso. A necessidade de completar o nível do reservatório indica que existe algum ponto de vazamento, necessitando de uma revisão geral do sistema. Além disso, o mesmo autor relata que, o emprego de pastilhas de metal

sinterizado e conseqüentemente com alta condutividade térmica (baixo isolamento térmico), aquece o fluido de freio ocasionando a vaporização.

## RESERVATÓRIO DE FREIO



Fonte: google imagens

É no reservatório de freio que fica armazenado o fluido.

## Pneus e Rodas

Para cada estrada ou modelo de veículo existe um **pneu ideal**. Por isso, existem vários modelos diferentes de pneus, dessa forma, existem características específicas em cada um deles.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Reservatório de fluido de uma Brasília duplo: a escolha veio devido a facilidade de que se adapta ao cilindro mestre, duplo, utilizado no projeto. Foi-se adquirido um deste tipo, o qual será reutilizado.



## FLUIDO DE FREIO DOT 3

Os Fluidos de Freio são classificados conforme o Ministério de Transportes dos Estados Unidos (US Department of Transportation) em:

- DOT 3;
- DOT 4;
- DOT 5 – BASE SILICONE ;
- DOT 5.1 – BASE NÃO SILICONE

A escolha DOT 3 foi devido a sua viscosidade, uma vez que afeta na sua temperatura, como pode ser vista na tabela abaixo:

	Ponto de ebulição fluido seco	Ponto de ebulição fluido contaminado com água
DOT 3	205 °C	140 °C
DOT 4	230 °C	155 °C
DOT 5*	260 °C	180 °C  * Base silicone.
DOT 5.1	270 °C	190 °C

## CILINDRO MESTRE DUPLO

Como uma das exigências do regulamento é que a elaboração do freio seja segregada, ou seja, que mesmo com uma falha em uma das linhas de transmissão de frenagem, ele seja capaz de freia em outra, se resultando em um freio independente, foi indentificado duas formas de fazer, utilizar dois cilindros mestres simples ou um duplo. Como o duplo facilita o trabalho, além de ser mais em conta, se optou por ele. Foi adquirido o do modelo do gol parati saverio Santana. Além disso, utilizando o duplo, evita se trabalhar com o servo-freio- hidrovacúo.



## Pneus e Rodas

Para cada estrada ou modelo de veículo existe um pneu ideal. Por isso, existem vários modelos diferentes de pneus, dessa forma, existem características específicas em cada um deles.

**Sulcos:** Quanto mais espaçosos os sulcos do **pneu** maior é a sua aderência, já que os sulcos fazem com que o excesso de água escoe pelos pneus, principalmente em dias de chuva, evitando que ocorra uma aquaplanagem e que isso remova o contato do pneu com o solo..

**Barras:** toda a parte do pneu que fica em contato com o solo.

**Ombro:** responsável por auxiliar na estabilidade durante as curvas.

**Ranhuras:** Tem como principal função absorver as irregularidades do solo como elevações e também é o responsável por suportar a carga do veículo.

## Pneus off road

Esse modelo de pneus possui a banda de rodagem maior e os sulcos com mais largura, fora que sua estrutura é mais resistente. O off road é o pneu ideal para terrenos sem asfalto, ou seja, pistas de terra, cascalho ou com lama, pois ele é fabricados para suportar esses tipos de solo.

## ESCOLHA DO PNEU E RODA

Para as rodas dianteiros foram escolhidos o de aro 11, já os dianteiros de aro 12, isso devidamente a já ter se tronado uma normalidade nos carros baja, os quais variam de aro 10 ao 12. Além disso, a escolha desses aros veio justamente para garantir uma maior estabilidade e eficiência.

Quanto à escolha do pneu, como se trata de um veículo off road a escolha foi bastante simples, uma vez que esse pneu é fabricado para atender as necessidades justamente deste tipo de carro.

O modelo do pneu é da Carlisle AT26X8R12 e da Grizzly 24X9-11nhs .



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Projeto SAE Brasil, traz ao aluno um conhecimento extra curricular de muita importância, uma vez que ele facilita o contato ao aluno em diversas vertentes. Como por exemplo, a necessidade do trabalho em equipe, o desenvolvimento e o planejamento de se pensar junto e a autonomia que se é exigida por parte do estudante em ser auto ditada, o que lhe proporciona dedicação e responsabilidades, para cumprir com suas metas. Desta forma, desenvolve-se o domínio das práticas, do diálogo e da discussão. Além disso, este projeto, Baja, geralmente é desenvolvido por estudantes de engenharia, e essa realidade sendo posta a um discente técnico, faz com que ele tenha uma visão ampla de sua capacidade e que possa ir além do que ele se imagina, o que contribui para

sua autoconfiança. Ademais, o aluno não fica apenas restrito a teoria, ou melhor, somente na sala de aula, mas sim em ter o contato com a prática logo cedo, o que facilita no seu aprendizado, uma vez que ele agora é capaz de aplicar às fórmulas matemáticas em problemas reais, ainda assim em manusear um software, o que normalmente não é ofertado na grade curricular do curso.

## REFERÊNCIAS

<http://www.formula.ufscar.br/blog/freios-a-disco-ou-a-tambor-diferencas-e-aplicacoes/>, acesso em 31 de janeiro de 2019.

<http://portal.saebrasil.org.br/programas-estudantis/baja-sae-brasil/regras>, acesso em 28 de junho de 2018.

[https://www.google.com/h?q=IMAGENS+D+E+PEDAL+DE+FREIO&rlz=1C1CHWL\\_pt-BRBR832BR832&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjBha7XleLgAhXZK7kGHR8xDtKQ\\_C&biw=1366&bih=657#imgrc=2OkBcDERXjS3vM](https://www.google.com/h?q=IMAGENS+D+E+PEDAL+DE+FREIO&rlz=1C1CHWL_pt-BRBR832BR832&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjBha7XleLgAhXZK7kGHR8xDtKQ_C&biw=1366&bih=657#imgrc=2OkBcDERXjS3vM): acesso em 15 de julho de 2018.

<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10019898.pdf> acesso em 20 de julho de 2018.

[https://www.google.com/h?q=cilindro+mestre+duplo+gol&rlz=1C1CHWL\\_pt-BRBR832BR832&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjF\\_NvrjTgAhUBLLkGHVLDVvS\\_Q\\_igB&biw=1366&bih=608#imgrc=G\\_samfDkHJXsEM](https://www.google.com/h?q=cilindro+mestre+duplo+gol&rlz=1C1CHWL_pt-BRBR832BR832&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjF_NvrjTgAhUBLLkGHVLDVvS_Q_igB&biw=1366&bih=608#imgrc=G_samfDkHJXsEM): acesso em 29 de julho de 2018.

[https://www.google.com/h?q=pin%C3%A7a+de+freio&rlz=1C1CHWL\\_pt-BRBR832BR832&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEWj2no3EjvTgAhVOHLkGHffJD58Q\\_AUI\\_DygC&biw=1366&bih=608#imgrc=gtwDnVz-SEKU\\_M](https://www.google.com/h?q=pin%C3%A7a+de+freio&rlz=1C1CHWL_pt-BRBR832BR832&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEWj2no3EjvTgAhVOHLkGHffJD58Q_AUI_DygC&biw=1366&bih=608#imgrc=gtwDnVz-SEKU_M): acesso em 01 de agosto de 2018.

[https://www.google.com/h?q=pastilha+de+freio&rlz=1C1CHWL\\_pt-BRBR832BR832&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEWjZiLnyjvTgAhWqFbkGHbIcCOwQ\\_C&biw=1366&bih=608#imgrc=ed2OIGxD7bZ3CM](https://www.google.com/h?q=pastilha+de+freio&rlz=1C1CHWL_pt-BRBR832BR832&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEWjZiLnyjvTgAhWqFbkGHbIcCOwQ_C&biw=1366&bih=608#imgrc=ed2OIGxD7bZ3CM): acesso em 08 de agosto de 2018.

[https://www.google.com/q=disco+de+freio&rlz=1C1CHWL\\_pt-BRBR832BR832&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjUzaWZj\\_TgAhWIFbkGHS8sAeoQ\\_ygC&biw=1366&bih=608#imgrc=X-YokrwO6yMhWM](https://www.google.com/q=disco+de+freio&rlz=1C1CHWL_pt-BRBR832BR832&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjUzaWZj_TgAhWIFbkGHS8sAeoQ_ygC&biw=1366&bih=608#imgrc=X-YokrwO6yMhWM): acesso em 10 de agosto 2018.

[https://www.google.com/q=fluido+de+freio&rlz=1C1CHWL\\_pt-BRBR832BR832&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi2oeS9j\\_TgAhUyIrkGHVm8CLIQ\\_AUIDygC&biw=1366&bih=608#imgrc=0dZz3NdFSpY-2M](https://www.google.com/q=fluido+de+freio&rlz=1C1CHWL_pt-BRBR832BR832&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi2oeS9j_TgAhUyIrkGHVm8CLIQ_AUIDygC&biw=1366&bih=608#imgrc=0dZz3NdFSpY-2M): acesso em 18 de agosto de 2018.

[https://www.google.com/search?rlz=1C1CHWL\\_pt-BRBR832BR832&biw=1366&bih=657&tbn=isch&sa=1&ei=RhyFXOGZG-HD5OUPq\\_g&q=foto+de+pneus+diferentes&oq=foto+de+pneus+diferentes&gs\\_l=img.3...14048.17971..18198...0.0..0.207.1936.0j1j1.....1....1..gws-wiz-img.....0j0i30.UN0Mk7TqVhU#imgrc=Rlzyj-YJAfBSKM](https://www.google.com/search?rlz=1C1CHWL_pt-BRBR832BR832&biw=1366&bih=657&tbn=isch&sa=1&ei=RhyFXOGZG-HD5OUPq_g&q=foto+de+pneus+diferentes&oq=foto+de+pneus+diferentes&gs_l=img.3...14048.17971..18198...0.0..0.207.1936.0j1j1.....1....1..gws-wiz-img.....0j0i30.UN0Mk7TqVhU#imgrc=Rlzyj-YJAfBSKM): acesso em 2 de setembro de 2018.

<http://www.gasnagsuspensoes.com.br/conheca-os-diferentes-tipos-de-pneus/>: acesso em 11 de setembro de 2018.