

## **DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE COMBUSTÍVEL PARA UM VEÍCULO FORA DE ESTRADA BAJA SAE**

**Maria Eduarda Parreiras Cardoso <sup>1</sup>; Sinval Pedroso da Silva <sup>2</sup>;**

**1** Maria Eduarda Parreiras Cardoso, Bolsista (CNPq), Curso Integrado em Mecânica, IFMG Campus Congonhas, Congonhas – MG; [dudinacardoso8@gmail.com](mailto:dudinacardoso8@gmail.com)

**2** Orientador: Pesquisador do IFMG, Campus Congonhas; [sinval.pedroso@ifmg.edu.br](mailto:sinval.pedroso@ifmg.edu.br)

### **RESUMO**

Com o início da Globalização, as relações internacionais se intensificaram gradativamente. Por esse motivo, surge a necessidade de um transporte e uma comunicação cada vez mais avançados. Os engenheiros do futuro serão os responsáveis por atender essas necessidades da população, oferecendo produtos inovadores que entreguem cada vez mais praticidade aos usuários. Visando esse objetivo, o programa Baja SAE proporciona aos estudantes do ensino superior de Engenharia e Física a oportunidade de se adequarem ao mercado de trabalho por meio do projeto e fabricação de um protótipo de veículo fora de estrada (*off-road*). O protótipo é constituído por um conjunto de sistemas, cada qual exercendo a sua devida função para o funcionamento completo do veículo. O *Powertrain*, por exemplo, é um sistema composto por conjuntos e componentes, principalmente mecânicos, em um veículo que primeiro produz energia, depois a converte para impulsioná-lo. Essa subdivisão é inicialmente alimentada por um sistema de combustível - parte integrante do *Powertrain* - que transporta o combustível necessário até o motor e a partir daí, toda energia é transformada e transmitida para o restante do veículo. O sistema de combustível pode ser abastecido com gasolina, diesel, etanol e GNV (Gás Natural Veicular), já nos veículos mais modernos, a energia solar se torna uma fonte interessante e viável. No protótipo Baja SAE o combustível utilizado é regulamentado e deve ser, obrigatoriamente, a gasolina automotiva. Com isso, as possíveis vantagens de algumas equipes competidoras sobre outras são devidamente eliminadas, uma vez que o combustível é padrão para todas as equipes. Este trabalho tem como objetivo definir, desenvolver e descrever o sistema de combustível necessário para uma possível fabricação do Sistema *Powertrain* de um veículo fora de estrada Baja SAE. Realizou-se pesquisas baseadas no regulamento disponibilizado pela comissão organizadora Baja SAE Brasil, detalhando os componentes e materiais a serem utilizados, e os meios de fixação. O modelamento 3D destes componentes foi realizado com o uso do *Solid Edge 2021* da Siemens. Com base nos resultados obtidos, foi possível definir e selecionar os melhores produtos a serem utilizados neste sistema, de forma que atendesse o planejamento previamente realizado pela equipe e também as questões econômicas.

**Palavras-chave:** Baja SAE; sistema de combustível; tanque de combustível.

### **INTRODUÇÃO:**

A crescente demanda por produtos cada vez mais avançados, tecnológicos e práticos, intensificam o aumento pela procura de técnicos e engenheiros que atendam a necessidade de inovação exigida pela grande maioria da população (CARDOSO, 2022). Visando a qualificação desses engenheiros, o programa Baja SAE é um desafio lançado aos estudantes de Engenharia que oferece a chance de aplicar na prática os conhecimentos adquiridos em sala de aula, visando incrementar sua preparação para o mercado de trabalho (SAE Brasil, S/D).

O projeto Baja SAE foi criado na Universidade da Carolina do Sul, Estados Unidos, sob a direção do Dr. John F. Stevens, sendo que a primeira competição ocorreu em 1976. O ano de 1991 marcou o início das atividades da SAE BRASIL, que, em 1994, lançava o Projeto Baja SAE BRASIL. Desde 1997 a SAE BRASIL também apoia a realização de eventos regionais do Baja SAE BRASIL, através de suas Seções Regionais. Desde

então, dezenas de eventos foram realizados em vários estados do país como Minas Gerais, Rio Grande do Sul, São Paulo e Bahia (SAE Internacional, S/D).

O objetivo de cada equipe é projetar e fabricar um protótipo fora de estrada (*off-road*), monoposto, robusto, com motor padrão de 10 HP, capazes de transportar pilotos com até 1,90 m de altura e peso de até 109 kg (SAE Brasil, 2021). Este veículo deve ser seguro, facilmente transportável e de simples manutenção e operação, além de ser capaz de vencer terrenos acidentados em qualquer condição climática, sem apresentar danos. Cada equipe compete para ter seu projeto aceito por um fabricante fictício, e para isso, os alunos devem trabalhar em projetar, construir, testar, promover e competir com um veículo que respeite as regras impostas e de conseguir suporte financeiro para ele. Todas essas atividades feitas, claro, respeitando às prioridades acadêmicas (UFES, S/D).

Um sistema *Powertrain* possui fundamental importância para o funcionamento deste tipo de veículo, sendo o setor responsável por projetar e desenvolver um sistema de transmissão para que o máximo de energia gerada pelo motor possa ser distribuída até as rodas do veículo (Equipe própria, 2019). Dentro deste sistema, há uma subdivisão denominada “sistema de combustível”, responsável por ações relacionadas com o combustível e geração de energia para o veículo.

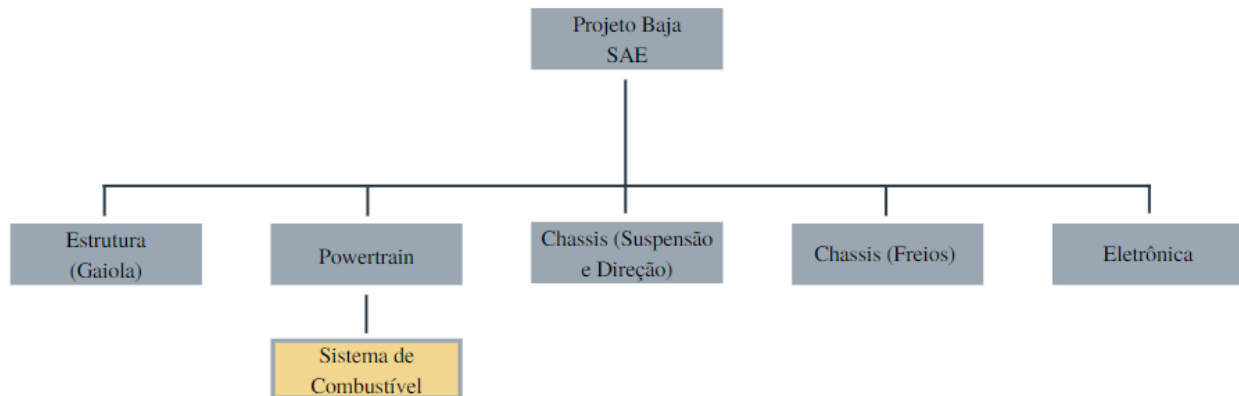
Assim, um sistema de combustível é responsável pelo armazenamento e transporte de determinado combustível até o motor, para que seja realizado a combustão. Por ser o “armazenador e transportador” de um produto tão importante, tal sistema exerce função imprescindível para o funcionamento de um veículo, inclusive para o funcionamento do sistema *Powertrain* de um meio de transporte automotor. O regulamento administrativo e técnico baja SAE Brasil (RATBSB – Emenda 4), descreve as exigências para que o sistema de combustível seja definido e fabricado adequadamente e de forma alinhada, evitando vantagens competitivas de algumas equipes sobre outras, ou mesmo evitar futuros problemas, devido à não existência de um regulamento padrão. Essas exigências vão desde a escolha da marca e modelo do tanque de combustível, podendo ser, por exemplo, *Briggs & Stratton* ou *Pyrotect*, de seus acessórios ou até mesmo a forma de fixação dos componentes e peças no veículo como um todo (SAE Brasil, 2021).

Este projeto tem como objetivo definir, desenvolver e descrever o sistema de combustível necessário para a possível fabricação e montagem do Sistema *Powertrain* de um veículo fora de estrada baja SAE, dando ênfase ao tanque de combustível, linhas de combustível, proteção de derramamento de combustível, a qual evita que o combustível seja acidentalmente despejado na superfície do motor ou no escapamento do veículo durante ou após o abastecimento (SAE Brasil, 2021), assim como seus respectivos acessórios, além do tanque de armazenamento e transporte de combustível. Desta forma, tais exigências são descritas e discutidas no trabalho, garantindo que a futura equipe competidora do IFMG *Campus* Congonhas, tenha maior ciência das especificações técnicas, materiais e componentes necessários e adequados para este sistema.

## **METODOLOGIA:**

Para a metodologia geral do Projeto Baja SAE, existe a proposta de divisão do veículo em cinco sistemas, sendo eles: Estrutura, *Powertrain*, Suspensão e Direção, Freios e Eletrônica, conforme mostrados na Figura 1. Nota-se que o sistema de combustível, objeto deste trabalho, é parte integrante do *Powertrain* e do projeto de pesquisa “Estudo do dimensionamento e desenvolvimento de componentes do sistema *Powertrain* de um veículo fora de estrada Baja SAE”, o qual dispõe de bolsa de iniciação científica.

Figura 1- Representação esquemática dos sistemas de um veículo Baja SAE.



Fonte: Próprios autores, 2022.

As pesquisas foram realizadas no IFMG *Campus* Congonhas e teve a finalidade de desenvolver um sistema de combustível capaz de fornecer opções mais vantajosas aos integrantes da equipe, de forma a resultar em um futuro protótipo bem projetado tecnicamente e com custo eficiente. Tais pesquisas foram realizadas por meio do Google acadêmico, repositórios de instituições de ensino, portal SAE Brasil, com busca de artigos, trabalhos de conclusão de curso (TCC's), relatórios e informações de outras equipes competidoras do projeto Baja SAE nacional e mundial.

As especificações do sistema de combustível para o protótipo foram definidas de acordo com o regulamento administrativo e técnico baja SAE Brasil (RATBSB), emenda 4 (SAE Brasil, 2021), o qual é composto por um tanque de combustível original *Briggs & Stratton* ou *Pyrotec*, linhas de combustível, componentes e peças adicionais, tais como tampa para o tanque, válvulas de corte de combustível e proteção de derramamento de combustível. As informações contidas neste tópico, sobre os devidos temas descritos, são oriundas de pesquisas realizadas com base nesta emenda 4 do RATBSB e de outras equipes competidoras. Os arquivos CAD (Desenho e projeto auxiliados por computador) 2D e 3D, foram desenvolvidos com o uso do *Solid Edge* 2021 da Siemens.

Inicialmente, foram pesquisadas e descritos neste trabalho informações referentes aos dois tipos de tanques de combustível permitidos pela comissão organizadora Baja SAE Brasil, tais como dimensões e capacidade de cada um deles, modelo CAD 3D, desenho 2D e meios de fixação do tanque à estrutura do veículo, seguindo os critérios e exigências do RATBSB. Além disso, os dois tanques foram comparados entre si, tanto referente aos aspectos técnicos quanto econômicos, visando facilidade de instalação, meios de compra, valor no mercado, assim como prazo de entrega.

Na sequência, foi definido as linhas de combustível, que são responsáveis pelo transporte de combustível entre os componentes de um sistema de combustível ao motor. Informações foram pesquisadas e descritas no relatório, tais como dimensões e método de fixação da mangueira de combustível.

O regulamento técnico Baja SAE, exige o desenvolvimento e fabricação de uma proteção de derramamento de combustível, a qual deve ser instalada abaixo do tanque e acima do motor, de forma que respingos de combustível não entre em contato com o motor. Visto isso, uma chapa de proteção foi projetada com o uso do CAD *Solid Edge* 2021 da Siemens, e com base em um modelo 3D digital da estrutura do veículo, denominado "*Buck*", o qual foi desenvolvido por outros integrantes da equipe. Suas dimensões e respectivo posicionamento na estrutura do veículo também foram detalhados neste trabalho.

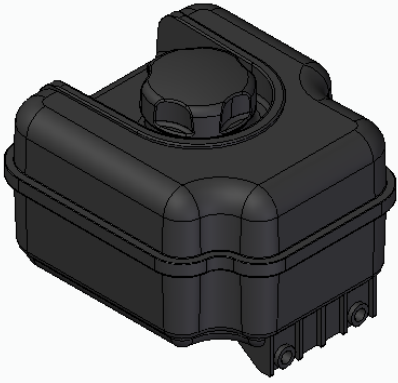
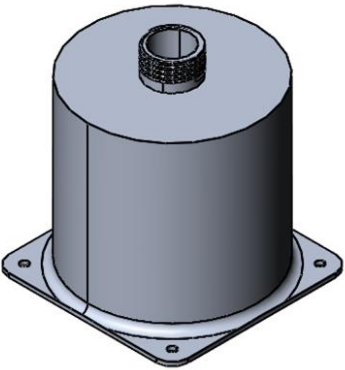
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na metodologia definida, foram desenvolvidos e detalhados os materiais e componentes necessários para a fabricação e montagem de um sistema de combustível de um veículo Baja SAE, os quais são: tanque de combustível (*Briggs & Stratton*); tampa do tanque de combustível (*Briggs & Stratton*); bomba de combustível (*Briggs & Stratton*); mangueira de combustível (*Briggs & Stratton*); registro de combustível (*Briggs & Stratton*); filtro de combustível (*Briggs & Stratton*); abraçadeira - cód. 88304622 (*Briggs & Stratton*);

ilhós; combustível (gasolina); proteção contra derramamento de combustível (contra respingos). Estes componentes estão de acordo com os descritos também por Caldeira (2018), e conforme o regulamento administrativo e técnico baja SAE Brasil (RATBSB).

Comparando características técnicas e econômicas das duas opções de tanques de combustível (*Briggs & Stratton* e *Pyrotect*), notou-se durante o avanço das pesquisas e do desenvolvimento deste trabalho, que o tanque *Briggs & Stratton* é a melhor opção de escolha em relação ao *Pyrotect*, pois possui dimensões, facilidade de fixação, meios de compra, preço e prazo de entrega mais favoráveis. Na Tabela 1, a comparação dessas características é descrita.

TABELA 1- Tabela comparativa dos dois tanques exigidos pelo RATBSB.

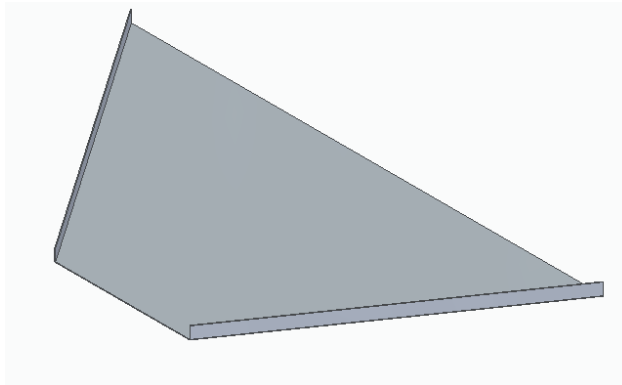
	Tanque de Combustível	
Fatores	<i>Briggs &amp; Stratton</i> (799863)	<i>Pyrotect</i> (SFC1000)
Modelo 3D		
Dimensões (em polegadas)	Comprimento: 228,6 mm (9 polegadas) Largura: 254 mm (10 polegadas) Altura: 228,6 mm (polegadas)	Diâmetro: 203,2 mm (8 polegadas) Altura: 233,43 mm (9,19 polegadas)
Tipo de compra	Internacional	Internacional
Loja	<i>Amazon</i>	<i>Pyrotect Store</i>
Custo do produto (março/2022)	\$ 65,56	\$ 350,00
Custo do frete	\$ 40,22 - \$ 123,33	\$ 96,60 - \$ 542,94
Tempo para entrega	27 dias – 43 dias	3 dias – não informado

Fonte: Próprios autores, 2022.

O material constituinte da linha de combustível, suas dimensões e pesquisas relacionadas à futura compra do material e de acessórios (tais como ilhós e abraçadeiras) foram descritas. Sendo que, a mangueira seria feita de borracha e com dimensões máximas de: 12,7 mm (0,50 polegada) de diâmetro externo e 6,35 mm (0,25 polegada) de diâmetro interno.

Em relação a proteção de derramamento de combustível, foi definido o uso do aço ABNT 1010 ou com porcentagem de carbono similar, e espessura de 1,2 mm, conforme modelo 3D mostrado na Figura 2.

Figura 2- Modelo 3D da proteção de derramamento de combustível do protótipo.



Fonte: Próprios autores, 2022.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos com este trabalho, notou-se que o tanque de combustível *Briggs & Stratton* (código da peça: 799863), é mais vantajoso para a equipe e para a realização do projeto do sistema de combustível e *Powertrain* como um todo, devido ao seu melhor custo-benefício e aplicabilidade mais facilitada no projeto, tendo em vista que já era previsto anteriormente à emenda 4 do regulamento Baja SAE, a qual deu abertura para o uso de um segundo tanque, o *Pyrotect*, que é menos viável para a equipe, tanto tecnicamente quanto financeiramente. Já a linha de combustível irá precisar de maior observação para que seja adquirido um comprimento ideal e correto de mangueira por uma quantia financeira favorável. A proteção de derramamento de combustível deve ser fabricada e instalada seguindo o arranjo (*layout*) de instalação do motor na estrutura do veículo da equipe, de forma a atender os critérios da emenda 4 do regulamento Baja SAE. A chapa de aço definida, referente à proteção de derramamento de combustível, pode ser adquirida no mercado em geral, sendo constituída de aço ABNT 1010, ou com o percentual de carbono similar, e com espessura de 1,2 mm. Espera-se com este trabalho, garantir a realização do projeto e divulgação da metodologia e resultados para serem utilizados como referência para outros sistemas do veículo em desenvolvimento pela equipe, assim como para outras equipes. Como trabalhos futuros, sugere-se a avaliação de fornecedores para aquisição dos componentes, o projeto e fabricação dos dispositivos de fixação e a montagem do sistema de combustível, e a fabricação e montagem do protótipo do veículo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

3D CONTENTCENTRAL. **Tanque de gás baja SAE.** Disponível em: <<https://www.3dcontentcentral.com/parts/download-Part.aspx?id=214383&catalogid=171>>. Acesso em: 27 fev. 2022.

BAJAÇO. **O projeto: Powertrain.** Disponível em: <https://bajaco.cng.ifmg.edu.br/>. Acesso em: 03 mar. 2022.

CALDEIRA, Robson. **Baja SAE Brasil.** 2018. Disponível em: <<https://prezi.com/p/u4yhkkl4mlyk/baja-sae-brasil/>>. Acesso em: 03 mar. 2022.

GARDNER, V. **Bachelor of Science in Mechanical Engineering Technology.** Cincinnati: Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de Cincinnati, 2018.

KELLEY, Benjamin. GRABCAD COMMUNITY. **Baja SAE fuel tank.** Disponível em: <<https://grabcad.com/library/baja-sae-fuel-tank-1>>. Acesso em: 03 mar. 2022.

PYROTECT. **Tanque de combustível baja SAE.** Disponível em: <<https://www.pyrotectstore.com/product/baja-sae/>>. Acesso em: 04 mar. 2022.

SAE BRASIL. 2021. **Regulamento administrativo e técnico baja SAE Brasil: RATBSB – Emenda 4.** 2021. Disponível em: <[http://saebrasil1.hospedagemdesites.ws/RATBSB\\_emenda\\_04.pdf](http://saebrasil1.hospedagemdesites.ws/RATBSB_emenda_04.pdf)>. Acesso em 27 fev. 2022.

SAE BRASIL. (s/d). **Baja nacional.** Disponível em: <<https://saebrasil.org.br/programas-estudantis/baja-sae-brasil/>>. Acesso em: 03 mar. 2022.

SCHMIDT, Leandro. GRABCAD COMMUNITY. **Abraçadeira de aço flexível.** Disponível em: <<https://grabcad.com/library/abraceira-de-aco-flexivel-32-108-1>>. Acesso em 15 mar. 2022.

WIKI. **Fuel line.** Disponível em: <[https://hmn.wiki/pt/Fuel\\_line](https://hmn.wiki/pt/Fuel_line)>. Acesso em: 07 mar. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. (s/d). **Vitória Baja.** Disponível em: <<https://vitoriabaja.ufes.br/o-projeto-baja-sae-Objetivo>>. Acesso em: 28 abr. 2022.