

ESTUDO DE PARÂMETROS PARA MELHORIA DE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA UTILIZADO NO BAJA SAE

Lucas Cruz Dias

lucas.cdias@yahoo.com.br

Eduardo de Oliveira Santos

edu.unit@yahoo.com.br

Resumo: O projeto BAJA caracteriza-se pela fabricação de um veículo off-road de forma “artesanal” com regras bem estabelecidas que devem ser seguidas por todos os interessados. Ao ser construído esse veículo, é possível se inscrever e participar da competição a nível nacional realizada anualmente pela BAJA SAE. Os motores usados nesse tipo de veículo são os mesmos para todos os competidores, cabendo a cada construtor elaborar projeto que atenda ao regulamento, e que obtenha melhor performance que a de seus concorrentes, para isso é possível realizar diversos tipos de ajustes e tipos de montagem no conjunto mecânico (relação, transmissão, suspensão, câmbio) do veículo.

Palavras-Chave: Otimização, produção, motores, combustão, BAJA SAE,

INTRODUÇÃO

Os motores a combustão interna conhecidos atualmente nasceram no século XIX. Nicolaus August Otto criou o primeiro motor a combustão interna que funcionava em um ciclo de 4 tempos, no ano de 1876, que mais tarde receberia o nome de “Ciclo de Otto” que é utilizado nesse projeto. Vinte seis anos mais tarde, em 1893, Rudolf Diesel desenvolve o primeiro motor a combustão interna que operava com o hoje conhecido como “Ciclo Diesel”. Ambos foram desenvolvidos com uma tecnologia relativamente simples, porém inovadoras na época. Historicamente esses dois sistemas de combustão sofreram várias evoluções e assumiram um papel de grande relevância na sociedade atual, grandes setores são movidos através dos motores a combustão interna. A indústria automobilística, naval, de geradores elétricos, de máquinas pesadas

são os principais exemplos. Para descrever o comportamento termodinâmico dos motores são consideradas compressões e expansões isoentrópicas. Nestes dois processos assumimos que o fluido da câmara de combustão não troca calor com a vizinhança (processos adiabáticos).

A fonte da força de propulsão é o motor. Motores devem ser caracterizados por seus Torques e suas curvas de potência/velocidade. Motores a Otto e Diesel têm curvas diferentes de torque e de potência, mas a maior diferença é o consumo de seus respectivos combustíveis, o mais eficiente é o motor a gasolina que pode ter um consumo específico de 0,4 lb/hp-hr, o diesel pode chegar perto de 0,2 ou menos.

A relação de potência do motor e o peso do veículo é a primeira etapa para determinar a performance do carro. Sobre baixas velocidade a aceleração é negada pela força de resistência do veículo, conforme a segunda lei de Newton:

$$F_x = M \cdot a_x$$

F_x = força do motor (N);

M = massa do veículo (kg);

a_x = aceleração do veículo (m/s^2);

Desde que a potência de acionamento e a velocidade do tempo de força tração a equação pode ser escrita:

$$a_x = (m/s^2)$$

g = constante gravitacional (m/s^2);

v = velocidade (m/s);

HP = motor de Horsepower;

m = peso do motor (kg);

Por causa da velocidade no denominador, a aceleração capacidade pode cair confirme o aumento da velocidade. No geral a relação sobre a equação é mostrada para carros e caminhões. Como é notável caminhões tem menor performance do que os carros por causa do peso isso favorecendo a relação de potência sobre o peso. Assim conclui que para melhor performance de um veículo no projeto com melhor desempenho e menor consumo consiste em um motor Otto e com estudo para ter menor peso conforme o regulamento baja SAE com que o motor será utilizado. A SAE *International* é uma das principais fontes de normas e padrões relativas aos setores automotivo e aeroespacial em todo o mundo, congregando 138 mil engenheiros técnicos especialistas relacionados ao mercado automotivo, entre eles: aeroespacial, comerciais, industriais e automobilísticos. Os principais benefícios oferecidos pela organização são o aprendizado duradouro e o desenvolvimento de padrões consensuais voluntários. Por meio de suas revistas conhecidas mundialmente, *Automotive Engineering International*, *Aerospace Engineering e OffHighway Engineering*, mantém a comunidade da mobilidade informada sobre os desenvolvimentos mais recentes do setor, assim como por meio do vasto número de publicações técnicas, históricas e estatísticas da SAE distribuídos para clientes em mais de 65 países anualmente. O braço social da SAE International é a SAE Foundation, que tem como principal objetivo incentivar e apoiar desenvolvimento de profissionais capacitados nas muitas comunidades da mobilidade.

Fundado na SAE *International*, o Baja SAE® consiste em competições que simulam reais projetos de design de engenharia e seus desafios relacionados. Estudantes de engenharia têm a tarefa de projetar e construir um veículo *off-road* que sobreviva à punição severa de terrenos acidentados. Todos os veículos

são movidos por dez cavalos de potência *Intek* Modelo 20, motor da *Briggs&Stratton Corporation*. A utilização do mesmo motor por todas as equipes cria um teste de projeto de engenharia mais desafiador, obrigatório a escolha do motor HP OHV *Intek* Modelos 205432, 205437, 205332 e 20S232, 19L232-0054-G1. Do motor *Briggs&Stratton* 20.

O motor exigido deve ser mantido com componentes originais em todos os aspectos, exceto onde explicitamente permitido por este regulamento. Recondicionamento (retífica) de motor é permitido, desde que utilize apenas peças originais e respeite as especificações do fabricante. Réplicas de motores e partes da *Briggs & Stratton* não são permitidas. Com isso pode ser colocado em um veículo *off-road* baja.

MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais utilizados foram, motor de combustão interna de 10 HP, ferramentas elétricas e manuais, chapas e barras de metal, equipamentos de medição, softwares de simulação dentre outros mais.

A metodologia empregada no presente projeto começou com uma revisão sobre a literatura que envolve os motores de combustão interna, visando proporcionar um aprofundamento teórico sobre o tema. Após a revisão da literatura houve a fase de construção de componentes para a montagem do motor de combustão interna com a finalidade de uma sustentação rígida para a coleta de dados necessários ao desenvolvimento do projeto.

Foi feita adaptação do módulo de Injeção e Ignição ao motor *Briggs&Stratton* 10HP Baja SAE 2018. A estrutura e alguns componentes foram projetados e fabricados para a adaptação no motor. Foi feita calibração calibração em parâmetros para que o motor opere com mistura estequiométrica visando máximo torque em todas as condições de carga e rotação a figura 01- ilustra o motor.

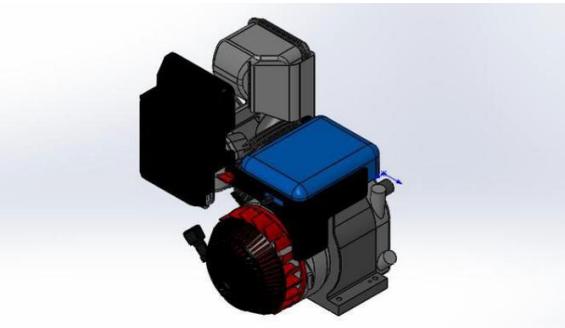


Figura 01 - Modelo do motor.
Fonte: *software Solidworks*)

Após a compra do motor veio etapas de construção de um Veículo *off-road* para com que tenha menor peso, assim tornando mais eficiente. Conforme o regulamento do baja SAE, o veículo não tem limite de peso, porém existe limites de dimensionamento que foi feito através do *software SolidWorks* e *Catia3D*. Desta forma chegou ao modelo criado para o desenvolvimento no campus conforme imagem 02 a seguir.

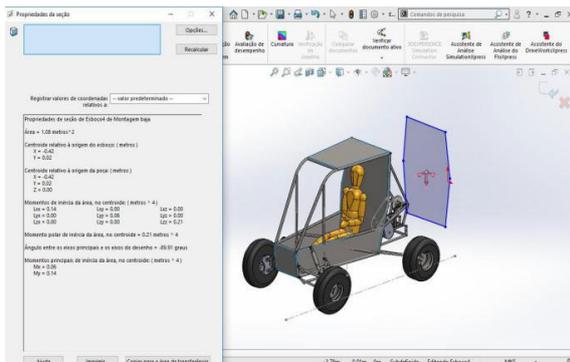
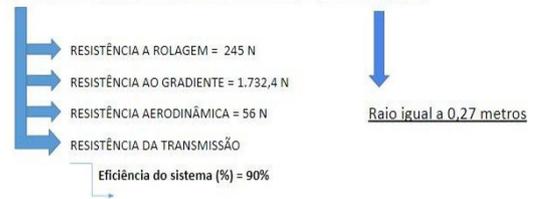


Figura 02 - Projeto do veículo desenvolvido no *software SolidWorks*

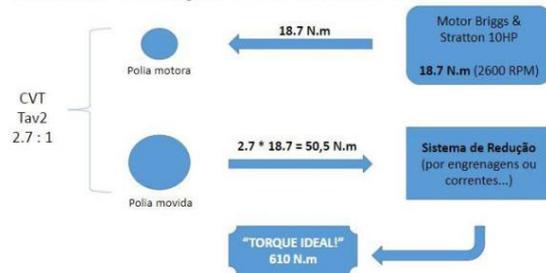
Com o desenvolvimento do veículo através de software de simulação, foi estipulada a sua massa específica, volume e centro de massa, assim tornando possível descobrir o rendimento, potência e redução necessária para que possa atender a demanda do regulamento da Baja SAE. Esses dados foram utilizados para desenvolvimento do sistema de redução.

• $T = \text{Forças de resistência ao movimento} \times \text{raio do pneu}$



Torque necessário = $(245N + 1.732,4N + 56N) / 0,9 \times 0,27$
Torque necessário = 610 N.m

Definindo a relação de transmissão:



Após calcular a redução total, o sistema de redução foi escolhido, uma redução com um conjunto de 4 rodas dentadas movidas por corrente, o número de dentes foi escolhido por fatores da corrente, pois a corrente precisa ser uma para aguentar o desgaste e pistas de *off-road*, fazendo uma pesquisa foi achado o modelo. Uma corrente 530 resiste a maior carga (força) que uma 520. Assim foi constatado que o tipo de roda dentada era padrão o modelo ISO 10A-1, foi feito duas relações de 13x39, assim dando uma redução total esperada de 9, a figura 03 ilustra o conjunto montado.

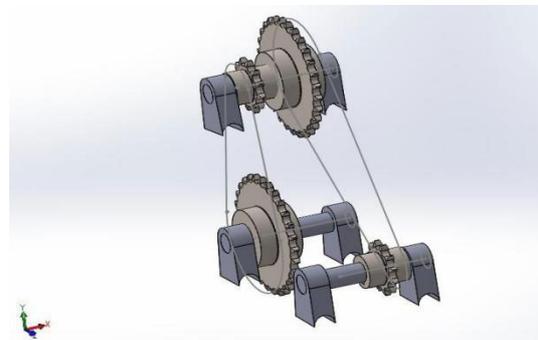


Figura 03 - Relação de redução do veículo.
Fonte: *software Solidworks*

Na a etapa de desenvolvimento da bancada de testes para instalação e testes do motor, foi elaborado um conjunto com o objetivo de comportar o sistema de redução, um sistema de transmissão com câmbio CVT, sistema de frenagem, motor e capacidade de amortecimento, conforme figuras 04 e 05.

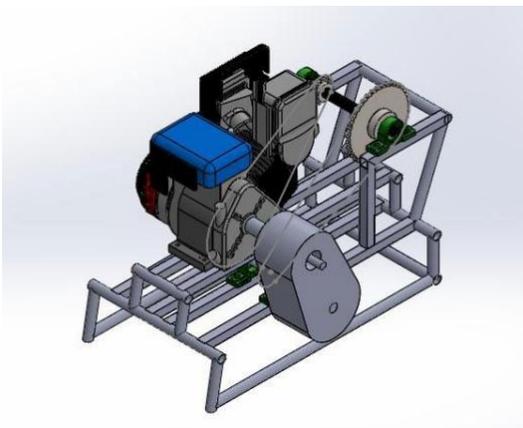


Figura 04 - Sistema de bancada projetada.
Fonte: software Solidworks



Figura 05 - Sistema de bancada projetada e fabricada

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi obtido boa parte de um veículo *off-road* tipo BAJA SAE 2018, com motor, sistema de transmissão e diversas outras partes do veículo. Pela complexidade exigida na integração de diversas áreas que o projeto envolve, o que foi produzido até o presente momento, servirá para pesquisas e projetos futuros em busca do melhoramento dos componentes

desenvolvidos até a obtenção de um veículo BAJA, fabricado dentro dos padrões exigidos, com performance aprimorada e pronto para competir nas provas do BAJA nacional.

CONCLUSÕES

Conclui-se que os motores o rendimento/performance dos motores de combustão interna não dependem somente de seu próprio projeto e construção, ao se escolher um motor é necessário se levar em conta vários fatores do equipamento em que o mesmo será aplicado, no caso proposto, veículo baseado no BAJA SAE, onde existem diversas regras específicas, pode-se perceber que posicionamento do motor, tipo de transmissão, suspensão e vários outros fatores podem influenciar na performance.

REFERÊNCIAS

BRUNETTI, F. Motores de combustão interna. Vol 1. São Paulo: Edgard Blucher, 2012.

FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. Apostila Didática N° 2: Motores de Combustão Interna. 2006. Universidade Estadual Paulista – Campus Jaboticabal.

RODRIGUES, F. A.; SUMIOSHI, S. S. Análise de Eficiência Energética em Motores de Combustão Interna. Disponível em: <<http://fei.edu.br/sites/sicfei/2015/mec%20a2nica/an%20lise%20de%20efici%20ancia%20energ%20tica%20e%20m%20motores%20de%20combust%20o%20interna.pdf>>. Acesso em 19 de jul. 2019.

SAE BRASIL, Regras - BAJA - Nacional e Regionais (21/11/2018). Disponível em: <<http://portal.saebrasil.org.br/programas-estudantis/baja-sae-brasil/regras>>, Acesso em 18 de jul. 2019