



Gabriel Reichert Weis

**IMPLEMENTAÇÃO DE UMA BANCADA DE TESTES PARA OTIMIZAÇÃO DE
DESEMPENHO EM VEÍCULOS BAJA SAE**

Horizontina-RS

2024

Gabriel Reichert Weis

**IMPLEMENTAÇÃO DE UMA BANCADA DE TESTES PARA OTIMIZAÇÃO DE
DESEMPENHO EM VEÍCULOS BAJA SAE**

Projeto do Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a o Trabalho Final de Curso na Engenharia de Controle e Automação da Faculdade Horizontina, sob a orientação do Prof. Me. João Michel Machado de Oliveira

Horizontina-RS

2024

FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso

**Implementação de uma Bancada de Testes para Otimização de Desempenho
em Veículos Baja SAE**

**Elaborada por:
Gabriel Reichert Weis**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Controle e Automação

Aprovado em: 05/12/2024
Pela Comissão Examinadora

Me. João Michel Machado de Oliveira
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

Titulação. Nome do Examinador Interno
FAHOR – Faculdade Horizontina

Titulação. Nome do Examinador Interno
FAHOR – Faculdade Horizontina

**Horizontina - RS
2024**

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento e aplicação de uma bancada de testes inovadora, projetada para atender às necessidades específicas de análise e otimização do desempenho do motor e da transmissão CVT (*Continuously Variable Transmission*) dos veículos Baja SAE da equipe Sinuelo, da FAHOR. A construção da bancada foi cuidadosamente planejada para oferecer um ambiente controlado, onde parâmetros de desempenho podem ser medidos com alta precisão e confiabilidade. Este projeto integra sensores de RPM e o sistema de gerenciamento FT500 da *FuelTech*, que juntos proporcionam a coleta de dados detalhados, essenciais para análises técnicas e melhorias no conjunto motor-CVT. Os ensaios realizados na bancada incluíram diferentes configurações da mola da CVT, permitindo observar e avaliar como essas configurações impactam na troca de relações da transmissão. A análise revelou o comportamento dinâmico do sistema em cenários variados, ajudando a identificar ajustes ideais que aumentam a eficiência e a confiabilidade do conjunto. Além disso, a documentação detalhada dos resultados oferece uma base sólida para decisões técnicas e futuras modificações no projeto. A bancada construída se mostrou uma ferramenta útil para a equipe, não apenas para os ensaios realizados neste trabalho, mas também como suporte para futuras investigações e experimentos. Sua versatilidade possibilita a ampliação do escopo de estudos na área de engenharia automotiva, incluindo a potencial integração de uma célula de carga para medir torque diretamente e a análise de novas configurações de componentes da CVT, como pesos internos e diferentes molas.

Palavras-chave: Baja SAE. Transmissão Continuamente Variável. Otimização de desempenho.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Motor <i>Briggs & Stratton</i>	11
Figura 2 - Motor <i>Honda GX390</i>	12
Figura 3 - Polia motora da CVT.....	13
Figura 4 - Polia movida da CVT	13
Figura 5 - Funcionamento do Sensor Indutivo	16
Figura 6 - <i>FuelTech FT500</i>	17
Figura 7 - <i>FuelTech</i> em Corridas Profissionais.....	17
Figura 8 - Fluxograma do projeto	21
Figura 9 - Bancada	22
Figura 10 - Bancada Modelada	23
Figura 11 - Sistema de freio	23
Figura 12 - Sistema de freio completo	24
Figura 13 - Suporte do sensor da CVT	25
Figura 14 - Suporte do sensor do Motor	26
Figura 15 - Sensor Indutivo LJ12A3-4-Z/BX	26
Figura 16 - Sensores posicionados.....	27
Figura 17 - <i>FuelTech FT500</i>	28
Figura 18 - Conector 24 vias FT500	29
Figura 19 - Eletrônica em <i>ProtoBoard</i>	29
Figura 20 - Eletrônica em Esquemático	30
Figura 21- Configuração de Entrada do Sinal no Pino 11.	31
Figura 22 - Configuração do RPM para a CVT.	31
Figura 23 - Configuração do Sinal de RPM do motor.	32
Figura 24 - Configuração do Painel de visualização.....	33
Figura 25 – Mola da polia movida da CVT.....	33
Figura 26 – RPM do motor e da CVT.....	34
Figura 27 - Relação da CVT com configuração de mola 3.	34
Figura 28 - Relação da CVT com configuração de mola 5.	35
Figura 29 - Relação da CVT com configuração de mola 7.	35
Figura 30 – Relação da CVT com configuração de mola 9.	36

SUMÁRIO

RESUMO	4
LISTA DE FIGURAS	5
1 INTRODUÇÃO	7
1.1 TEMA	7
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	8
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	8
1.4 HIPÓTESES.....	8
1.5 JUSTIFICATIVA	8
1.6 OBJETIVOS	9
1.6.1 Objetivo geral	9
1.6.2 Objetivos específicos	9
2 REVISÃO DA LITERATURA	10
2.1 COMPETIÇÃO BAJA SAE BRASIL	10
2.2 TREM DE FORÇA.....	10
2.2.1 Análise de Motores Permitidos	11
2.2.2 Transmissão Continuamente Variável (CVT)	13
2.2.3 Frequência de Rotação	14
2.2.4 Cálculo de frequência a partir de pulsos	14
2.3 SENSORIAMENTO	15
2.3.1 Sensor Indutivo	15
2.3.2 Painel de captura e visualização dos dados	16
3 METODOLOGIA	18
3.1 MÉTODOS DE ABORDAGEM	18
3.2 MÉTODOS DE PROCEDIMENTOS TÉCNICOS	19
3.3 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS	19
3.4 TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS	20
3.5 FLUXOGRAMA DO PROJETO	20
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS	22
4.1 DESCRIÇÃO DA CONSTRUÇÃO E MONTAGEM DA BANCADA.....	22
4.1.1 Sistema de Freio	23
4.1.2 Adaptações Realizadas	24
4.1.3 Suporte dos Sensores	25
4.2 SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS	26

4.3 ELETRÔNICA	28
4.3.1 Prototipagem	28
4.3.2 Configuração do painel de controle FT500	30
4.4 ENSAIOS REALIZADOS.....	33
CONSIDERAÇÕES FINAIS	37

1 INTRODUÇÃO

A Sociedade dos Engenheiros Automotivos (SAE) desempenha um papel crucial no fomento do conhecimento em engenharia automotiva por meio de competições globais, com destaque para as tradicionais competições Baja SAE, que se tornaram uma tradição para instituições de ensino desde a década de setenta, principalmente nos Estados Unidos. Essas competições desafiam as equipes a conceber, construir e testar veículos off-road capazes de superar obstáculos em condições adversas de terreno e clima.

A equipe Baja SAE Sinuelo da Faculdade Horizontina – FAHOR, situada em Horizontina – RS, engaja-se anualmente em duas etapas deste renomado evento, participando tanto em nível regional quanto nacional. A busca constante por veículos competitivos impulsiona a equipe a investir continuamente em aprimoramento e inovação, enfrentando desafios específicos relacionados ao desempenho dos motores permitidos e da transmissão CVT (*Continuously Variable Transmission*).

Limitações como a ausência de dados precisos sobre o desempenho real dos conjuntos motor-CVT representam obstáculos significativos para a otimização efetiva. A otimização do desempenho não só beneficia diretamente a equipe em competições, mas também contribui para o avanço no conhecimento técnico-científico na área automotiva.

Este projeto tem como objetivo principal desenvolver uma bancada de testes capaz de coletar dados precisos sobre o desempenho dos motores e da transmissão CVT. A validação científica das modificações na CVT, a documentação sistemática dessas alterações e a criação de uma metodologia de otimização são elementos essenciais para alcançar esse objetivo.

Ao final do estudo, espera-se proporcionar à equipe Sinuelo e a outros projetos similares uma abordagem embasada e científica para a otimização de veículos BAJA SAE, contribuindo para o avanço técnico na área de engenharia automotiva.

1.1 TEMA

Otimização do Desempenho de Veículos *Off-Road* através da Análise e Controle da Transmissão Continuamente Variável (CVT): Desenvolvimento e construção de uma bancada de testes para investigação dos parâmetros ideais da rotação da CVT para maximizar a curva de torque do motor.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O trabalho propõe a implementação de uma bancada de testes voltada para a análise e otimização da transmissão CVT do veículo Baja SAE da equipe Sinuelo da Faculdade Horizontina. O foco está em ajustar e avaliar diferentes configurações de compressão da mola da CVT, buscando melhorar a eficiência e o desempenho do conjunto motor-transmissão, com base em dados coletados durante os ensaios.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

A equipe, que se dispõe de motores novos, ainda não possui parâmetros existentes de desempenho desses motores, além de enfrentar a ausência de dados objetivos sobre o desempenho real do conjunto motor-CVT. Além disso, as modificações realizadas na CVT carecem de comprovação científica, resultando em uma dependência excessiva de avaliações empíricas para aprimorar o sistema. Portanto, o problema central é encontrar uma abordagem metodológica que permita a coleta de dados precisos e a comprovação científica necessária para orientar as decisões de otimização, superando as limitações dos motores e proporcionando uma base sólida para aprimorar o desempenho dos veículos. Assim, faz-se necessário a investigação: Como otimizar o desempenho dos veículos BAJA SAE, considerando as limitações impostas pelos motores regulamentados e pela transmissão CVT?

1.4 HIPÓTESES

a) A realização de ajustes na regulagem da transmissão CVT, especificamente na compressão da mola, irá influenciar positivamente o desempenho dos veículos BAJA SAE da equipe Sinuelo.

b) A implementação de uma metodologia sistemática e uma bancada de testes para coletar dados objetivos irá fornecer uma base científica sólida para as decisões de otimização.

1.5 JUSTIFICATIVA

A busca por avanços e inovações na área automotiva é essencial para desenvolver veículos mais eficientes e competitivos. No contexto da equipe Sinuelo e do projeto BAJA SAE, otimizar o desempenho dos veículos é um fator decisivo para elevar a eficiência e a competitividade nas competições. Entre as motivações deste

estudo, destaca-se a necessidade de superar as limitações dos motores Honda e da transmissão CVT.

Atualmente, a equipe possui motores novos sem parâmetros de desempenho avaliados e uma transmissão CVT modificada, com hélices de refrigeração, cuja influência ainda não foi documentada de forma precisa.

A otimização visa aumentar a eficiência dos veículos BAJA SAE, fortalecendo a posição da equipe Sinuelo e incentivando a inovação nos veículos off-road. A documentação científica das modificações na CVT é fundamental, fornecendo uma base objetiva para decisões de otimização. Ao abordar a falta de dados objetivos sobre o desempenho real do conjunto motor-CVT, este projeto contribui para o conhecimento técnico-científico na área de engenharia automotiva, oferecendo *insights* valiosos para pesquisas futuras.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo geral

Desenvolver uma bancada de testes para otimizar o desempenho dos veículos BAJA SAE da equipe Sinuelo da FAHOR, considerando as limitações dos motores permitidos e da transmissão CVT.

1.6.2 Objetivos específicos

- Desenvolver e implementar uma bancada de testes capaz de coletar dados precisos em tempo real sobre os valores de RPM do motor e da transmissão CVT.
- Investigar e realizar ajustes na regulagem da transmissão CVT, com foco na compressão da mola, a fim de otimizar a relação de transmissão para melhorar o desempenho do veículo.
- Coletar dados objetivos e mensuráveis sobre o desempenho dos veículos durante os testes.
- Desenvolver uma coleta de dados para a otimização contínua do desempenho dos veículos, integrando dados anteriores, ajustes na CVT e melhorias identificadas ao longo do projeto BAJA SAE.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 COMPETIÇÃO BAJA SAE BRASIL

O programa Baja SAE (Sociedade dos Engenheiros Automotivos) representa um desafio instigante para os estudantes de Engenharia, oferecendo a oportunidade única de aplicar seus conhecimentos teóricos em um contexto prático e realista. Ao participar do programa, os alunos se envolvem em todas as etapas do desenvolvimento de um veículo *off-road*, desde a concepção inicial até os testes finais. O aspecto mais motivador é que as equipes vencedoras têm a chance de competir internacionalmente nos Estados Unidos, agregando ainda mais valor à experiência de aprendizado (SAE BRASIL, 2024).

No que diz respeito à sua evolução histórica, o Projeto Baja SAE teve sua origem na Universidade da Carolina do Sul, nos Estados Unidos, sob a supervisão do Dr. John F. Stevens, e sua primeira competição foi realizada em 1976. Em 1991, a SAE BRASIL iniciou suas atividades e, em 1994, lançou o Projeto Baja SAE BRASIL.

Em 1995, ocorreu a primeira competição nacional no circuito Guido Caloi, localizado no Bairro do Ibirapuera, na cidade de São Paulo. No ano seguinte, a competição foi transferida para o Autódromo de Interlagos, onde permaneceu até 2002 (SAE BRASIL, 2024).

2.2 TREM DE FORÇA

O Trem de força, ou em inglês, *powertrain*, é o coração do design de veículos, responsável por fornecer a força motriz que impulsiona a mobilidade. Ele engloba a fonte de energia, geralmente o motor de combustão interna, controlado por um sistema de transmissão e linha de transmissão que converte essa energia em esforço de tração para as rodas. O conjunto desses componentes, conhecido como sistema de *powertrain*, é essencialmente controlado pelo motorista (Mashadi; Crolla, 2012).

O sistema de *powertrain*, composto pelo motor, transmissão e estrutura do veículo, está constantemente sob aprimoramento para melhorar a eficiência, reduzir emissões, refinar o desempenho e otimizar os custos. As inovações recentes incluem avanços como a combustão estratificada, sistemas de transmissão de baixo atrito, utilização de materiais mais leves na estrutura do veículo e implementação de sistemas operacionais mais eficientes, como a frenagem regenerativa. Esses esforços

têm como objetivo não apenas aprimorar o desempenho e a eficiência, mas também atender às exigências ambientais e de economia de combustível, demonstrando o contínuo progresso na área da engenharia automotiva.

2.2.1 Análise de Motores Permitidos

De acordo com o regulamento estabelecido no item B2.1.1 (SAE BRASIL, 2023), os motores permitidos são o *Briggs & Stratton OHV Intek Model 20* (série 20) ou o *Briggs & Stratton OHV Vanguard Model 19* (série 19) conforme podemos ver na figura 1, além do *Honda GX390H1 QHBR*, conforme o informativo 18 (SAE BRASIL, 2024). Essa padronização tem como objetivo garantir a uniformidade no desempenho dos veículos e alinhar a competição nacional ao modelo adotado nos Estados Unidos.

Figura 1 - Motor *Briggs & Stratton*



Fonte: *Briggs & Stratton* (2015).

Durante mais de duas décadas, a *Briggs & Stratton* colaborou com a SAE fornecendo motores para seus programas Mini Baja e *Supermileage*. A partir da temporada de 2000, o Programa Mini Baja da S.A.E. começou a adotar o Modelo 20 INTEK como seu motor preferencial, sucedendo ao Modelo 19 após mais de 20 anos como o motor principal e em 2020 essa parceria chegou a completar 40 anos de história. As especificações desse motor estão mostradas no quadro 1.

Quadro 1 – Especificações Técnicas Motor *Briggs & Stratton*

CILINDRADA	305cc
POTÊNCIA	10HP
DIÂMETRO DO CILINDRO	79,2mm
CURSO DO PISTÃO	62,0mm
VÁLVULAS	OHV
FILTRO DE AR	Duplo (Espuma e papel)
LUBRIFICAÇÃO	Splash
PESO	23,4Kg

Fonte: *Briggs & Stratton* (2015).

Como alternativa ao motor *Briggs & Stratton*, a SAE oferece às equipes brasileiras a opção de competir com o motor *Honda GX390*, visto na figura 2, que possui uma potência de 13 HP. Essa decisão foi tomada devido à interrupção na fabricação dos motores Briggs, o que tem tornado sua manutenção cada vez mais complexa e onerosa. O motor Honda oferece uma solução acessível e permite que as equipes continuem competindo enquanto se adaptam à nova configuração (SAE BRASIL, 2024).

Figura 2 - Motor *Honda GX390*



Fonte: *Honda* (2022).

Essa medida serve também como um período de transição, pois o motor atualmente homologado para a competição mundial, realizada nos Estados Unidos, é o *Kohler Command Pro* de 14 HP, cuja importação representa um custo elevado para a maioria das equipes no Brasil. Assim, no âmbito das competições nacionais, são permitidos dois modelos de motor: o *Briggs & Stratton*, tradicionalmente utilizado há muitos anos; e o *Honda GX390*, que se destaca como uma alternativa viável e potente. Essa diversidade busca nivelar as condições de competição, garantindo que mais equipes possam competir em condições semelhantes e desenvolver seus projetos com motores que atendam às exigências de potência e custo (SAE BRASIL, 2024). As especificações desse motor estão mostradas no quadro 2.

Quadro 2 – Especificações Técnicas Motor *Honda*

CILINDRADA	389 cm ³
POTÊNCIA	13 HP
CONSUMO	3,7 l/h
DIMENSÕES CxLxA	405x450x443 mm
VÁLVULAS	OHV
FILTRO DE AR	Duplo
LUBRIFICAÇÃO	Por salpico
PESO	31,5 Kg

Fonte: *Honda* (2022).

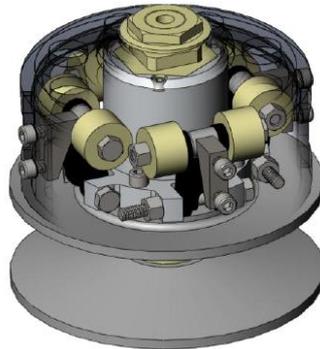
2.2.2 Transmissão Continuamente Variável (CVT)

O sistema CVT é uma forma de transmissão que difere das transmissões convencionais, pois não possui uma sequência de marchas predefinida. Sua característica principal é a capacidade de variar continuamente a relação de transmissão, permitindo que o motor opere na rotação mais adequada conforme a demanda, seja para obter o pico de potência ou o maior torque (Dias, 2010).

A transmissão continuamente variável (CVT) é um sistema composto por duas polias cônicas, uma motriz, uma movida e uma correia em formato de V.

A polia motora, vista na figura 3, opera com base no princípio da força centrífuga, onde os pesos presentes no mecanismo tendem a se mover para fora à medida que a polia motora ganha rotação. Esse movimento abre o sistema e aumenta a área de contato da correia.

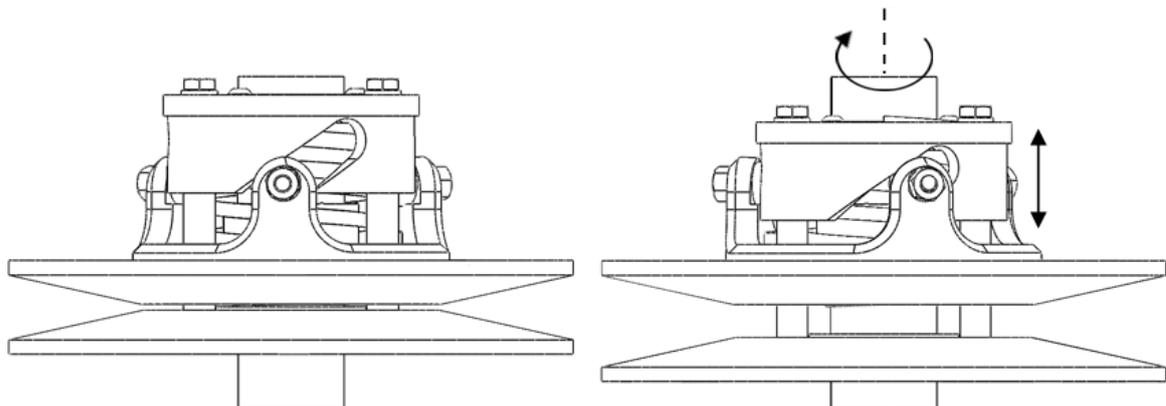
Figura 3 - Polia motora da CVT



Fonte: Quadros et al. (2012).

Por outro lado, a polia movida, visível na figura 4, possui um sistema de molas que, ao girar, a força centrífuga supera a resistência da mola, comprimindo o espaço da correia e reduzindo sua área de contato.

Figura 4 - Polia movida da CVT



Fonte: Quadros et al. (2012).

2.2.3 Frequência de Rotação

RPM (Rotações Por Minuto) é uma unidade de medida que quantifica a frequência de rotação de um objeto, indicando o número de voltas completas realizadas em um minuto. É uma medida comum em sistemas rotativos, como motores e rodas, para descrever a velocidade com que algo gira em torno de um eixo (Wikipédia, 2024).

Na matemática angular, as unidades de medida para calcular o RPM são a Frequência (f), medida em hertz (Hz), e a Frequência Angular (ω), medida em radianos por segundo (rad/s), o cálculo para encontrar esses valores pode ser visto na equação 1. A relação entre RPM e rad/s é derivada com base no fato de que uma rotação completa equivale a 2π radianos e um minuto tem 60 segundos.

Equação 1 – Relação entre Rad/s e o RPM.

$$Rad/s = RPM * \frac{2\pi}{60} \text{ ou } RPM = \frac{rad/s * 60}{2\pi}$$

Hertz mede o número de ciclos por segundo. Como 1 RPM representa uma rotação por minuto, basta dividir RPM por 60 para obter a frequência em Hz, visto na equação 2.

Equação 2 – Cálculo da frequência

$$Hz = \frac{RPM}{60} \text{ ou } RPM = Hz * 60$$

2.2.4 Cálculo de frequência a partir de pulsos

Para se obter o cálculo necessário para obter-se o valor de RPM a partir de uma fonte de pulsos periódicos é necessário entender a relação entre a frequência dos pulsos e as rotações completas de um objeto em movimento. Cada rotação completa gera uma quantidade específica de pulsos, o que permite calcular a frequência e converter essa medida em RPM.

Quando um sensor detecta pulsos a cada porção da rotação, esses pulsos são contados ao longo de um intervalo de tempo definido. Com essa contagem, determinamos a frequência dos pulsos em hertz (Hz), que indica quantos pulsos ocorrem por segundo. A relação entre essa frequência e a rotação do objeto é então convertida em rotações por minuto (RPM).

A fórmula para calcular a frequência e o RPM é a vista na equação 3.

Equação 3 – Cálculo do RPM

$$f = \frac{N^{\circ} \text{ de pulsos}}{t} \text{ e } RPM = \frac{f \cdot 60}{Q}$$

onde:

- f é a frequência obtida dividindo o número total de pulsos pelo tempo,
- Q é a quantidade de pulsos que representam uma rotação completa,
- t é o intervalo de tempo em segundos em que a contagem de pulsos foi feita.

Essa fórmula multiplica a frequência (número de rotações por segundo) por 60 para converter a medida para rotações por minuto (RPM).

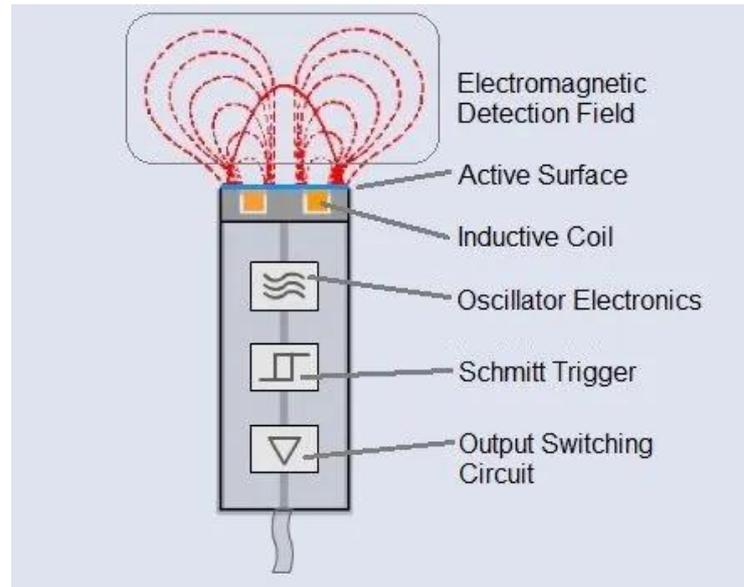
2.3 SENSORIAMENTO

Um sensor é um dispositivo sensível a diferentes formas de energia do ambiente, como luz, calor e movimento, que fornece informações sobre grandezas físicas como temperatura, pressão, velocidade, entre outras. No entanto, muitas vezes o sinal de saída do sensor não é diretamente compatível com o sistema de controle, sendo necessário o uso de uma interface para processar e amplificar esse sinal, tornando-o legível e utilizável pelo controlador. Assim, os sensores desempenham um papel crucial na coleta de dados do ambiente e as interfaces são fundamentais para adaptar esses sinais aos requisitos do sistema de controle (Wendling, 2010).

2.3.1 Sensor Indutivo

Segundo Batista (2018), um sensor indutivo é um dispositivo ativo que opera sem a necessidade de contato direto com um corpo metálico. Ele funciona por meio de um oscilador de radiofrequência cuja oscilação é alterada quando um objeto metálico é colocado dentro do campo magnético da bobina do sensor, retornando ao estado normal quando o objeto é removido. Essas mudanças na oscilação são interpretadas pelo trigger para gerar sinais de saída que alternam entre níveis alto e baixo. Isso permite acionar um circuito de potência, como um transistor, criando uma função de chaveamento liga-desliga para controlar bobinas de relés, contatores ou circuitos lógicos. Esse funcionamento de um sensor indutivo, pode ser visto melhor na figura 5.

Figura 5 - Funcionamento do Sensor Indutivo



Fonte: Automation Insights (2014).

2.3.2 Painel de captura e visualização dos dados

Os sistemas da *FuelTech* permitem um controle altamente preciso e integrado de diversos aspectos do motor, incluindo a injeção eletrônica, sensores de pressão, sistemas de ignição e controles de transmissão, entre outros. A tecnologia permite que sensores de diversos tipos capturem dados do motor e de outros componentes em tempo real, fornecendo informações essenciais para ajustes finos que aumentam a eficiência e a confiabilidade. Além disso, o suporte técnico especializado da *FuelTech* facilita a configuração e o uso dos sistemas, assegurando que as equipes possam aproveitar plenamente os recursos de monitoramento e análise de dados (Lopes; Heringer; Madureira, 2024).

Na faculdade, um exemplar do modelo FT500 está disponível para os alunos e é utilizado pela equipe Baja Sinuelo, a figura 6 mostra como é esse exemplar, ela desempenha um papel fundamental nos testes e no monitoramento de desempenho. No contexto deste TFC, a FT500 é empregada como ferramenta central para a coleta e análise de dados, evidenciando seu valor como um recurso educacional e prático no desenvolvimento de projetos automotivos.

Figura 6 - FuelTech FT500



Fonte: FuelTech (2024).

Esses sistemas de injeção eletrônica da FuelTech são amplamente utilizados na personalização de veículos, especialmente em carros de alto desempenho e em projetos *off-road*, gaiolas e veículos para corridas de arrancada, a figura 7 mostra na prática uma utilização possível para esses sistemas. Por serem centrais de controle “tudo em um,” oferecem alta versatilidade e controle preciso, o que os torna populares entre entusiastas e profissionais do mundo *tuning*, onde são vistos como produtos de ponta e de alto valor. A linha FT, por exemplo, é considerada de luxo devido à robustez, precisão e suporte técnico especializado que oferece, o que a coloca como uma das favoritas para quem busca máxima eficiência e personalização em seus veículos.

Figura 7 - FuelTech em Corridas Profissionais



Fonte: FuelTech (2024).

3 METODOLOGIA

3.1 MÉTODOS DE ABORDAGEM

O método adotado neste estudo é o hipotético-dedutivo, com foco em confrontar os dados teóricos disponíveis nos manuais dos fabricantes com as medições obtidas por meio da FT500, visando validar e ajustar os dados de forma prática. De acordo com Marconi e Lakatos (2019), esse método é conhecido como o método de tentativas e eliminação de erros, no qual se procura esclarecer as premissas e testar as hipóteses, que podem estar corretas ou incorretas. O método orienta-se por uma análise lógica e estruturada, permitindo que o pesquisador parta de regras gerais para explicar um objeto específico, sendo a metodologia analítica uma base para conduzir essas deduções e refinar as interpretações.

A análise aborda especificamente os dados de RPM e torque por RPM, uma vez que não houve a inclusão de uma célula de carga para obter uma curva completa de torque. Assim, o estudo limita-se à observação direta desses parâmetros, excluindo medições detalhadas de força devido à ausência desse equipamento específico.

A forma de abordagem do problema é qualitativa e quantitativa. De acordo com Pereira (2019), a principal característica do método quantitativo é a utilização da quantificação, seja na coleta de dados ou no seu tratamento. Este método foi utilizado na coleta e no tratamento dos dados referentes à otimização do desempenho dos veículos, ajustes na CVT e melhorias identificadas ao longo dos testes. Para Marconi e Lakatos (2019) a pesquisa qualitativa envolve a obtenção de dados descritos nas perspectivas da investigação crítica ou interpretativa e estuda as relações humanas nos mais diversos ambientes, assim como a complexidade de um determinado fenômeno, a fim de decodificar e traduzir o sentido dos fatos e acontecimentos.

Com base nos objetivos, a pesquisa adota uma abordagem exploratória-descritiva. Segundo Pereira (2019), a pesquisa exploratória visa tornar o problema mais compreensível e ajuda a construir hipóteses a partir de uma análise inicial, enquanto a pesquisa descritiva busca caracterizar fenômenos e identificar relações entre variáveis (Gil, 2018). A metodologia analítica se mostra útil nesse processo, pois facilita uma interpretação mais aprofundada das informações levantadas, promovendo uma abordagem organizada e estruturada para interpretar as características observadas e relacioná-las com os objetivos do estudo.

3.2 MÉTODOS DE PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

Todo estudo científico inicia com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer de forma aprofundada o assunto sendo ela elaborada a partir de material já publicado, constituído de livros, artigos de periódicos e material disponibilizado na internet (Gil, 2018).

Com base nos procedimentos técnicos trata-se de uma pesquisa experimental onde determina-se um objeto de estudo, selecionam-se as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definem-se as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto (Marconi e Lakatos, 2019).

Além disso, foi realizada pesquisa de campo, incluindo a aplicação de questionários, para investigar fenômenos específicos relacionados à otimização de desempenho em veículos Baja SAE.

3.3 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS

Como descrito por Pereira (2019), a coleta de dados está relacionada ao problema de pesquisa e às hipóteses, onde busca-se obter informações para alcançar os objetivos da pesquisa. Assim, os resultados dos ensaios foram analisados para identificar padrões de desempenho, pontos de melhoria e comparativos com referências de desempenho estabelecidas. Foram utilizadas técnicas de simulação de condições operacionais, como velocidade, carga e variação de terreno, para avaliar o desempenho dos componentes em diferentes cenários.

Os componentes mecânicos utilizados nos ensaios foram obtidos a partir do veículo Baja SAE da instituição, garantindo a autenticidade e relevância dos dados coletados. A bancada de testes foi montada na Central de Laboratórios e Projetos Especiais Professor Engenheiro Mecânico Mestre Adalberto Lovato, equipado com os recursos necessários para a realização dos ensaios.

Além dos componentes mecânicos, a equipe dispõe dos equipamentos eletrônicos como sensores, baterias e a MCU (Unidade de Controle Micro Programável), que foram empregados no monitoramento e controle dos testes realizados na bancada de testes.

Adicionalmente, o *software Fritzing* foi utilizado para projetar o sistema elétrico da bancada de testes, incluindo a montagem em *protoboard* e o diagrama

esquemático. Essa abordagem permitiu documentar e visualizar a estrutura do circuito elétrico de forma clara, facilitando tanto a implementação quanto a reprodução do sistema.

3.4 TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS

A análise de dados compreendem tanto métodos quantitativos quanto qualitativos. Os dados quantitativos foram analisados por meio de testes das hipóteses e correlação, enquanto os dados qualitativos foram submetidos a uma análise de conteúdo e discurso.

Os dados coletados foram registrados e analisados utilizando métodos estatísticos e técnicas de processamento de dados. Os resultados foram interpretados a partir de testes experimentais e simulações, isso permitiu uma compreensão abrangente e aprofundada dos resultados obtidos, proporcionando insights valiosos para a otimização dos veículos Baja SAE.

Além disso, o *software FTManager* foi amplamente utilizado para configurar a *FuelTech FT500* e extrair os dados obtidos durante os ensaios experimentais. O *FTManager* facilitou o acesso aos registros de desempenho e permitiu realizar análises detalhadas das variáveis monitoradas, contribuindo significativamente para a compreensão e otimização dos resultados.

3.5 FLUXOGRAMA DO PROJETO

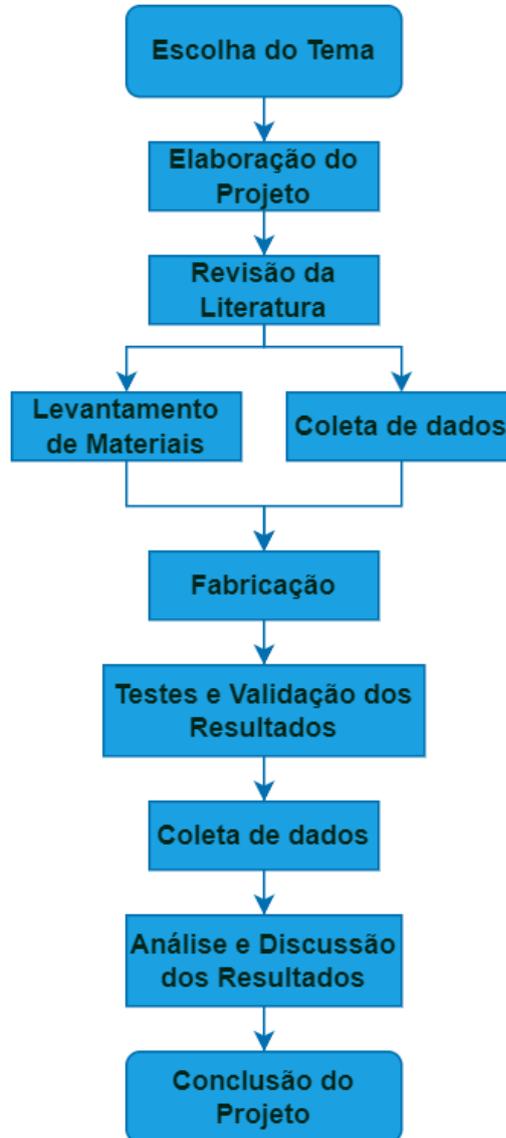
Para alcançar os objetivos propostos e responder à problemática de pesquisa, o projeto segue um fluxograma, que delineará as etapas que serão seguidas desde a montagem da bancada de testes até a análise e interpretação dos dados obtidos nos ensaios, este fluxograma pode ser visto na figura 8.

O projeto teve início no começo de 2024, com a escolha do tema, seguido pela elaboração do projeto e revisão da literatura existente sobre o assunto. Após essas etapas iniciais, foi realizado o levantamento dos materiais necessários para a construção da bancada de testes, ao mesmo tempo em que dados preliminares de pesquisa foram coletados.

No segundo semestre de 2024, iniciou-se o processo de fabricação da bancada, que incluiu testes para validar tanto a construção quanto o funcionamento do sistema. Com a bancada em pleno funcionamento, foram realizados ensaios e

coletados dados resultantes das análises experimentais. Por fim, os resultados foram analisados e discutidos, levando à conclusão e encerramento do projeto.

Figura 8 - Fluxograma do projeto



Fonte: Autor (2024).

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 DESCRIÇÃO DA CONSTRUÇÃO E MONTAGEM DA BANCADA

Foi utilizada uma bancada já existente no laboratório, que estava inativa. Esta bancada contava previamente com um disco de freio montado sobre um eixo, conforme ilustrado na figura 9. O primeiro passo foi avaliar o estado atual da bancada e verificar sua adequação para os testes. Inicialmente, foi posicionado o motor para a verificação das medidas, garantindo que a correia da CVT ficasse adequadamente tensionada e em seu ponto de operação ideal.

Figura 9 - Bancada



Fonte: Autor (2024).

Durante esse processo, medidas detalhadas da bancada foram coletadas, com o objetivo de desenvolver um modelo tridimensional da montagem utilizando o *software SolidWorks* (Figura 10), que auxiliou no desenvolvimento e adaptação da bancada para o projeto. Esse modelo permitiu simular as possíveis interferências e posicionamentos de componentes, garantindo maior precisão na adaptação.

Figura 10 - Bancada Modelada



Fonte: Autor (2024).

4.1.1 Sistema de Freio

Iniciou-se o processo de reativação do sistema de freios visto na figura 11. Para reinstalar o sistema de freio da bancada, inicialmente aproveitou-se o cilindro mestre já montado. Foi acoplado a ele um novo reservatório de fluido de freio, permitindo o abastecimento e pressurização do sistema. Em seguida, o sistema de pressão do cilindro mestre foi adaptado com a inclusão de um parafuso sextavado, para ser usado como atuador do freio.

Figura 11 - Sistema de freio



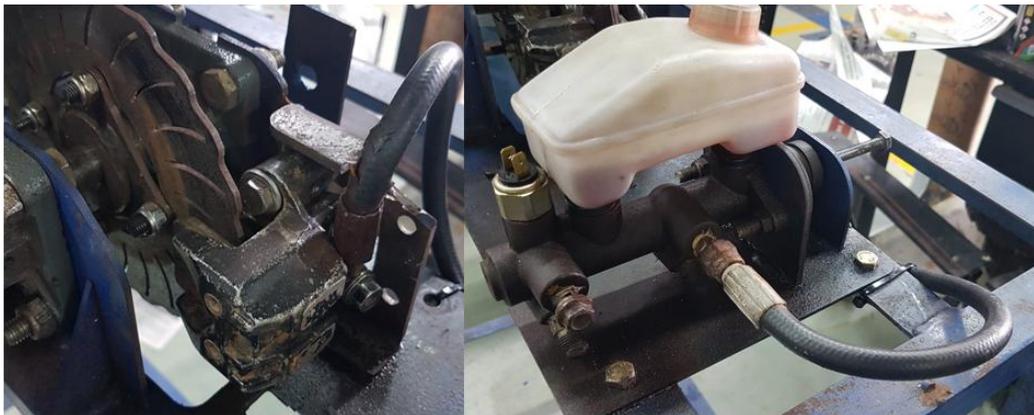
Fonte: Autor (2024).

Em seguida, o eixo que se encontrava na bancada foi removido para a realização de manutenção nos encaixes. Após a inspeção e o ajuste dos encaixes, o eixo foi posicionado corretamente na bancada.

Com o eixo posicionado, um suporte metálico foi soldado na lateral da bancada, especificamente para fixação da pinça de freio. Uma vez o suporte instalado, a pinça de freio foi montada neste local, e a mangueira de freio, que já estava conectada ao cilindro mestre, foi então conectada à pinça de freio.

Com o sistema mecânico completo, foi necessário adicionar o fluido de freio ao reservatório. Após o preenchimento, iniciou-se o processo de sangria do sistema, necessário para eliminar quaisquer bolhas de ar presentes na linha de freio, garantindo que o sistema estivesse devidamente pressurizado para operação. A montagem final do sistema de freio pode ser observada na figura 12.

Figura 12 - Sistema de freio completo



Fonte: Autor (2024).

4.1.2 Adaptações Realizadas

Para adequar a bancada às necessidades do projeto, inicialmente foram tiradas as medidas da chapa destinada à fixação do motor. Avaliou-se que a chapa atual poderia ser reutilizada, desde que fossem realizadas novas furações para fixar o motor com segurança sobre ela. Assim, pontos de fixação foram perfurados, permitindo uma montagem do motor na estrutura da bancada.

Outra adaptação foi a remoção completa da chapa frontal da bancada. O eixo da CVT estava posicionado em um ponto muito baixo, impossibilitando a instalação adequada da CVT, pois a chapa frontal impedia seu encaixe. Mesmo com a remoção da chapa frontal, a estrutura permaneceu estável devido às duas chapas laterais paralelas, que ainda estão fixadas nas laterais da bancada.

4.1.3 Suporte dos Sensores

Devido à complexidade de fixar um sensor diretamente no eixo da CVT de modo que permitisse a remoção posterior da transmissão CVT, optou-se por instalar um sensor na parte traseira desse eixo. Para isso, foi soldada uma pequena chapa perpendicular ao eixo da CVT, com o meio da chapa fixado ao eixo e suas laterais expostas. Essa configuração possibilita ao sensor realizar duas leituras por revolução. Um suporte adicional para o sensor foi montado na parte traseira da bancada, alinhado com a chapa soldada, assegurando uma área de captura ampla o suficiente para que o sensor detecte com precisão as variações de posição do eixo. Isso pode ser observado na figura 13.

Figura 13 - Suporte do sensor da CVT



Fonte: Autor (2024).

Para o sensor de RPM (frequência) do motor, foi projetado e soldado um suporte em forma de triângulo, com a extremidade vertical ligeiramente alongada para comportar um furo que acomoda o sensor. Este suporte foi soldado na lateral esquerda da bancada, na área onde a chapa frontal havia sido removida, posicionando o sensor de forma que ele tenha uma linha de visão direta para a polia motora acoplada ao motor. Esse suporte pode ser observado na figura 14.

Figura 14 - Suporte do sensor do Motor



Fonte: Autor (2024).

Com as instalações concluídas, foi realizado um teste inicial de funcionamento para verificar o alinhamento e a operação tanto do motor quanto da CVT. O sistema foi acionado para garantir que a correia da CVT estivesse operando sem problemas de tensão ou desalinhamento. Simultaneamente, o disco de freio foi testado para assegurar que a pinça pudesse aplicar resistência controlada ao eixo, simulando as condições reais de operação de um veículo Baja SAE.

4.2 SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS

O sistema de aquisição de dados foi composto por sensores indutivos do modelo LJ12A3-4-Z/BX, como mostrado na figura 15. Eles transmitem sinais diretamente para a central de injeção eletrônica *FuelTech* FT500, que é responsável pelo processamento e registro dos dados coletados.

Figura 15 - Sensor Indutivo LJ12A3-4-Z/BX



Fonte: Autor (2024).

Conforme ilustrado na figura 16, os sensores de RPM para o motor e para a CVT foram instalados em seus suportes designados na bancada. O sensor de RPM do motor foi fixado no suporte triangular soldado à lateral da bancada. Já o sensor da CVT foi instalado no suporte traseiro, alinhado com a chapa de 90° soldada ao eixo da CVT.

Figura 16 - Sensores posicionados.



Fonte: Autor (2024).

A *FuelTech* FT500 (figura 17) possui diversas funcionalidades integradas, incluindo filtros e atenuadores de sinal, que garantem uma leitura precisa dos dados, eliminando a necessidade de componentes adicionais para tratamento de sinal, como resistores *pull-up* ou controladores de tensão. O sistema conta com um painel touchscreen altamente customizável, que permite o monitoramento em tempo real das medições realizadas, além de um *datalogger* interno, que armazena os dados para análise posterior. A alimentação de todo o sistema é realizada por uma bateria de 12V, que fornece energia tanto para os sensores indutivos quanto para a central FT500.

Figura 17 - *FuelTech* FT500

Fonte: Autor (2024).

O painel da *FuelTech* FT500 permite a visualização em tempo real dos valores de RPM medidos, facilitando o acompanhamento imediato das variações de velocidade entre o motor e a CVT durante os testes. Além disso, a FT500 oferece a opção de gravar todos os dados no *datalogger* interno, que pode ser exportado para análise posterior utilizando o *software* de configuração da própria *FuelTech*.

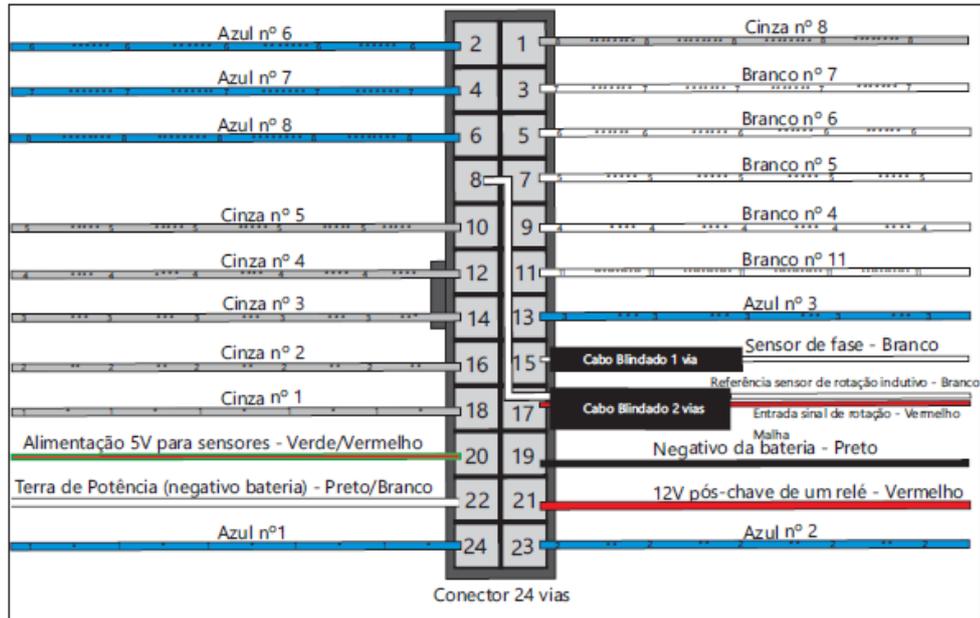
Por conta da alta compatibilidade da FT500 com os sensores utilizados, a instalação do sistema de aquisição de dados foi simplificada, eliminando a necessidade de circuitos externos complexos, como divisores de tensão ou interfaces de condicionamento de sinal.

4.3 ELETRÔNICA

4.3.1 Prototipagem

Para a montagem do esquema elétrico da bancada, foi utilizado o *software* *Fritzing*, que possui duas formas de visualização bastante práticas, em formato de Protoboard que é visto na figura 19 e do Esquemático visto na figura 20. Os componentes principais utilizados foram os sensores indutivos, a bateria de 12V e o conector de 24 vias da FT500 (figura 18).

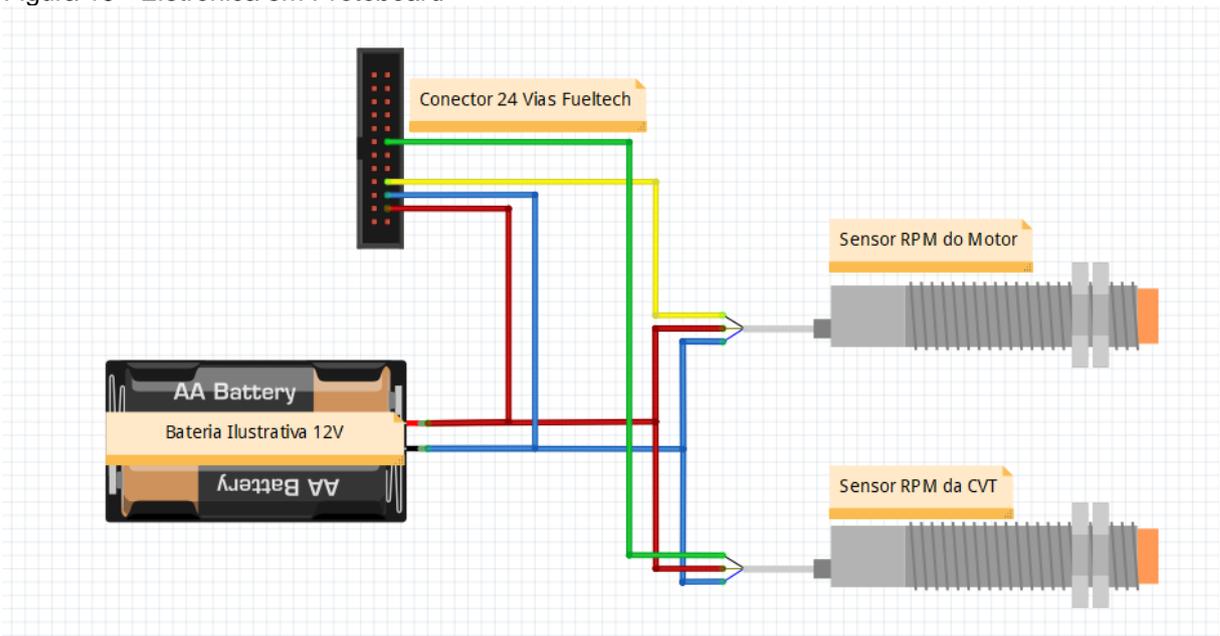
Figura 18 - Conector 24 vias FT500



Fonte: FuelTech (2024).

Primeiro, o polo positivo da bateria foi conectado tanto ao terminal positivo dos sensores indutivos quanto ao pino de entrada de 12V da FT500, que corresponde ao pino 21 no conector de 24 vias. Em seguida, o polo negativo da bateria foi ligado ao terminal negativo dos sensores e ao pino de aterramento (GND) da FT500, localizado no pino 19.

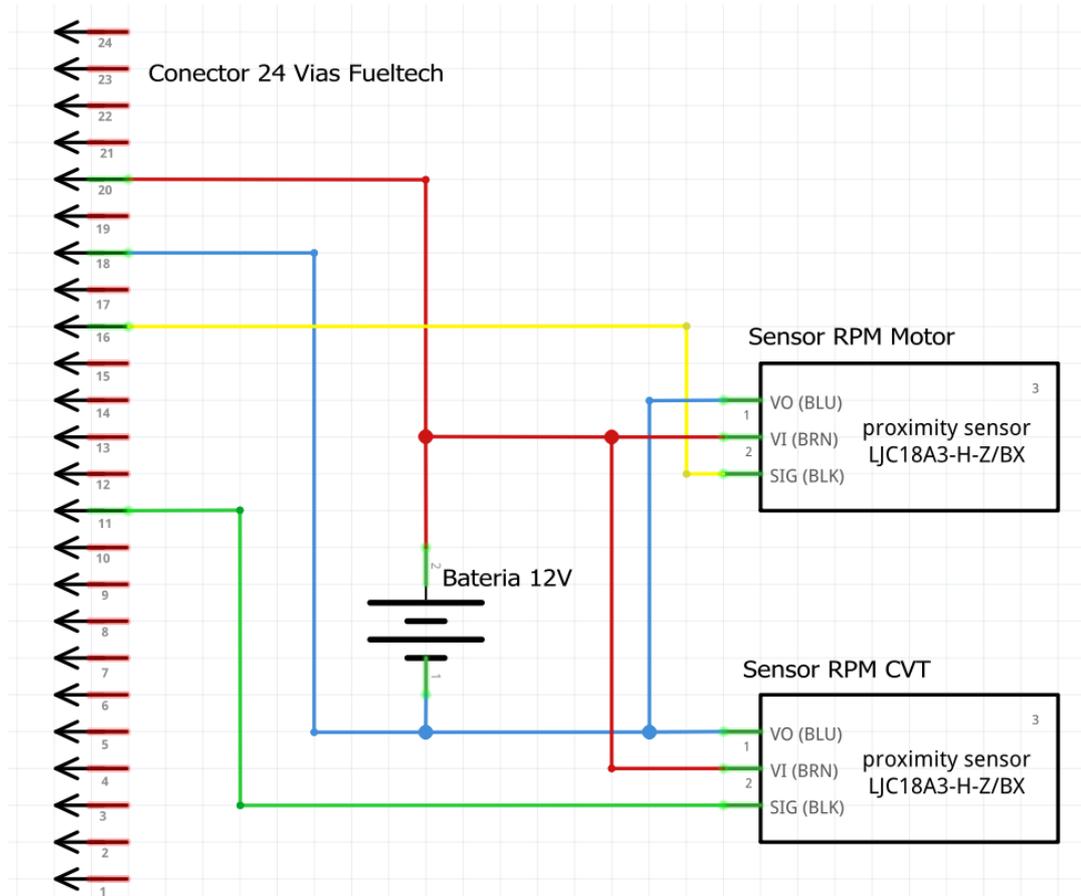
Figura 19 - Eletrônica em Protoboard



Fonte: Autor (2024).

Os sinais de saída dos sensores indutivos, responsáveis pela captura de dados de rotação, foram então conectados aos respectivos pinos de entrada de RPM da FT500. O sensor posicionado no motor foi ligado ao pino 17, destinado à leitura de RPM do motor, enquanto o sensor no eixo da CVT foi conectado ao pino 11. Essas conexões permitem que a FT500 registre e exiba as informações de RPM em tempo real, proporcionando um monitoramento dos dados.

Figura 20 - Eletrônica em Esquemático



Fonte: Autor (2024).

4.3.2 Configuração do painel de controle FT500

Para a configuração da FT500 foi utilizado o *software FTManager*, disponibilizado pela própria FT500. Primeiramente, foi configurado o pino 11 da FT500 como o canal de entrada para o sinal de RPM do *cardan*. Esse canal já possui a função específica para leitura de RPM no programa da FT500, simplificando o processo. No *FTManager*, foi então especificado que o tipo de sensor conectado a esse pino seria um sensor indutivo, que realiza duas leituras de sinal por cada rotação do *cardan*,

permitindo que o sistema interprete com precisão a frequência do sinal. Isso pode ser visto nas figuras 21 e 22.

Figura 21- Configuração de Entrada do Sinal no Pino 11.

Fonte: Autor (2024).

Figura 22 - Configuração do RPM para a CVT.

Fonte: Autor (2024).

Em seguida, o pino 17, que é designado exclusivamente para a leitura de RPM do motor, foi configurado para receber o sinal do sensor indutivo instalado próximo ao motor. No *FTManager*, o tipo de sensor foi selecionado como indutivo, e o *software* foi ajustado para reconhecer que esse sensor realiza quatro leituras de sinal por rotação do motor. Essas configurações de leituras podem ser visualizadas na figura 23.

Figura 23 - Configuração do Sinal de RPM do motor.

Sinal de RPM

Tipo do sensor de rotação

Hall

Indutivo simples

Indutivo diferencial

Roda Fônica

Roda fônica

Customizado

Alinhamento do primeiro dente (graus)

90,0 ° 1 dentes 0,0°

Tipo de roda fônica

Com dente faltando

Número de dentes da roda

4

Número de dentes faltando

0

Ângulo de dente adicional

0,0

Tempo de duração da falha

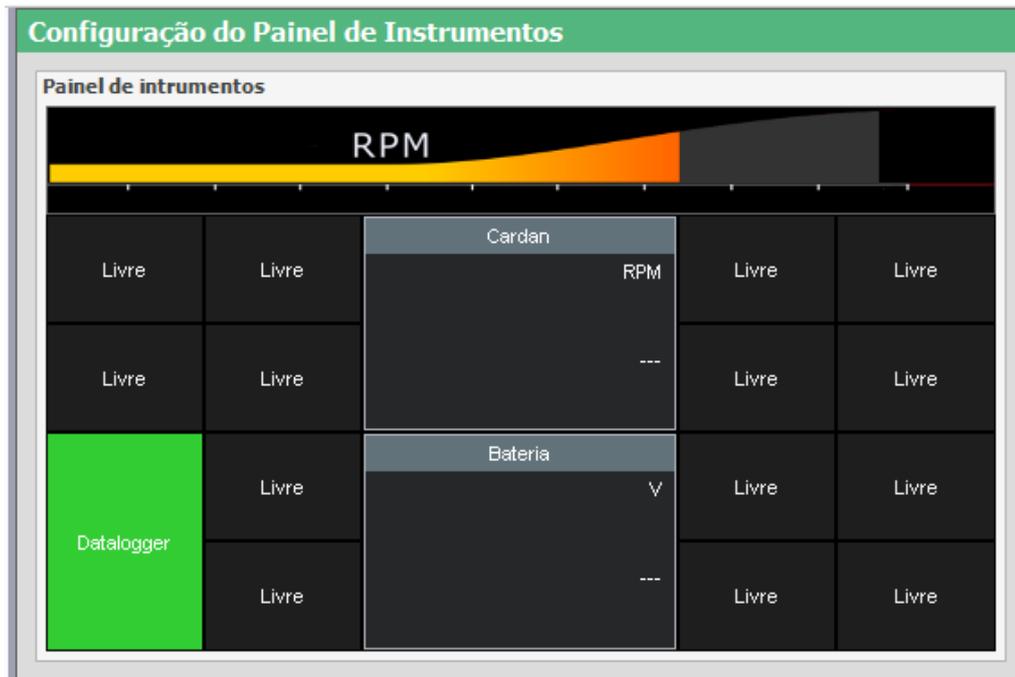
0,00

Sincronia inteligente de partida

Fonte: Autor (2024).

Para o painel de instrumentos, foi configurado um layout com dados necessários para monitoramento e análise. Na parte superior, o RPM do motor é exibido para facilitar a leitura rápida do desempenho do motor principal. Logo abaixo, o RPM do *cardan* é apresentado, permitindo uma comparação visual direta entre as rotações dos eixos e, assim, uma percepção mais clara da transmissão de força. A tensão da bateria também é monitorada no painel, possibilitando a verificação imediata de seu estado de carga, o que ajuda a identificar se a alimentação está dentro dos níveis esperados. Além disso, foi adicionado um botão dedicado ao *datalogger*, que, quando acionado, inicia a gravação dos dados exibidos, armazenando informações para análises futuras e permitindo a avaliação do desempenho durante as operações. Esse painel pode ser visualizado na figura 24. Após a definição desses parâmetros, as configurações foram enviadas para a FT500 pelo *FTManager*.

Figura 24 - Configuração do Painel de visualização.



Fonte: Autor (2024).

4.4 ENSAIOS REALIZADOS

Durante os ensaios, foram testadas diferentes configurações de compressão da mola da CVT nas posições 3, 5, 7 e 9. Essa mola pode ser vista na figura 25. O objetivo era avaliar o comportamento da relação de transmissão em resposta à aceleração gradual do motor, verificando como a CVT alterava sua relação de 3,9 para 1. Para cada configuração, foi coletado o gráfico de RPM do motor e da CVT no *software FTManager*, permitindo a análise detalhada do desempenho.

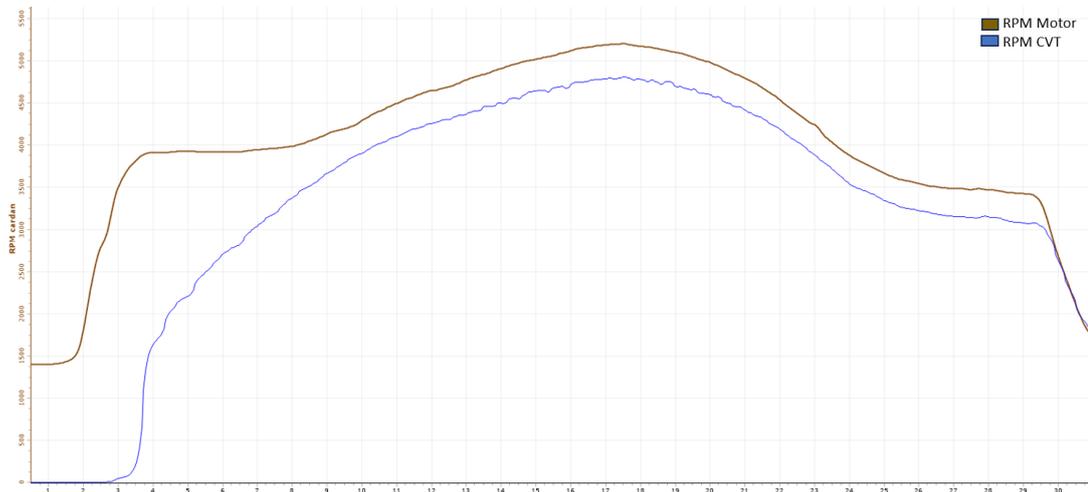
Figura 25 – Mola da polia movida da CVT.



Fonte: Autor (2024).

Na figura 26, é possível observar o gráfico de RPM do motor e da CVT, demonstrando as respostas dinâmicas do sistema durante os testes. Esse gráfico serviu como base para compreender o comportamento em cada configuração de mola e verificar os padrões de troca de relação.

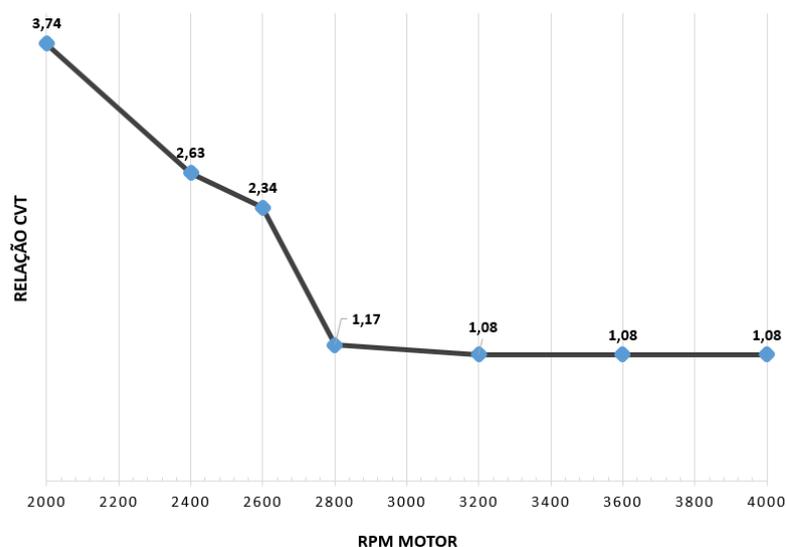
Figura 26 – RPM do motor e da CVT.



Fonte: Autor (2024).

A figura 27 apresenta os resultados obtidos com a mola na posição 3. Nessa configuração, a relação de transmissão da CVT caiu muito rapidamente para 1, indicando uma troca de relação precoce. Esse comportamento pode ser inadequado para determinadas aplicações, uma vez que limita a exploração de faixas intermediárias de rotação.

Figura 27 - Relação da CVT com configuração de mola 3.

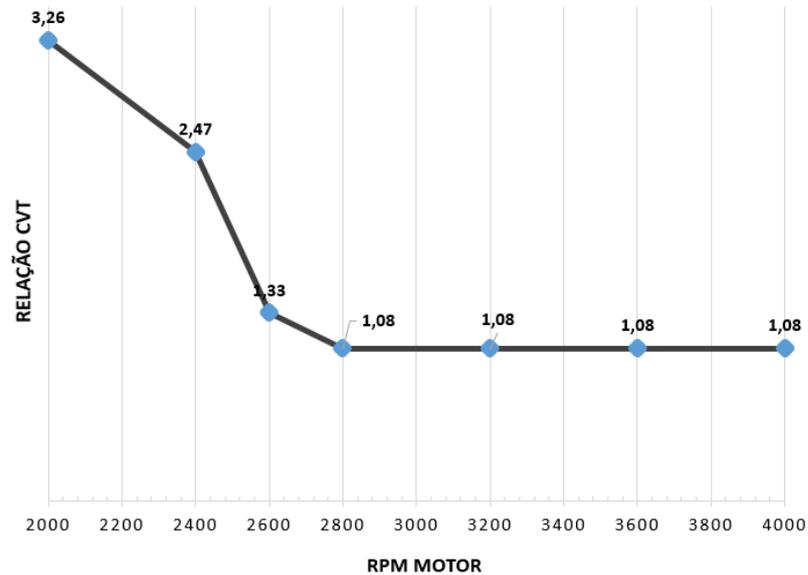


Fonte: Autor (2024).

Já na figura 28, com a mola na posição 5, a troca inicial da relação foi mais lenta. No entanto, após um curto intervalo, a relação também caiu rapidamente para

1. Esse comportamento sugere uma leve melhoria em relação à posição 3, mas ainda há perda de progressividade na transição.

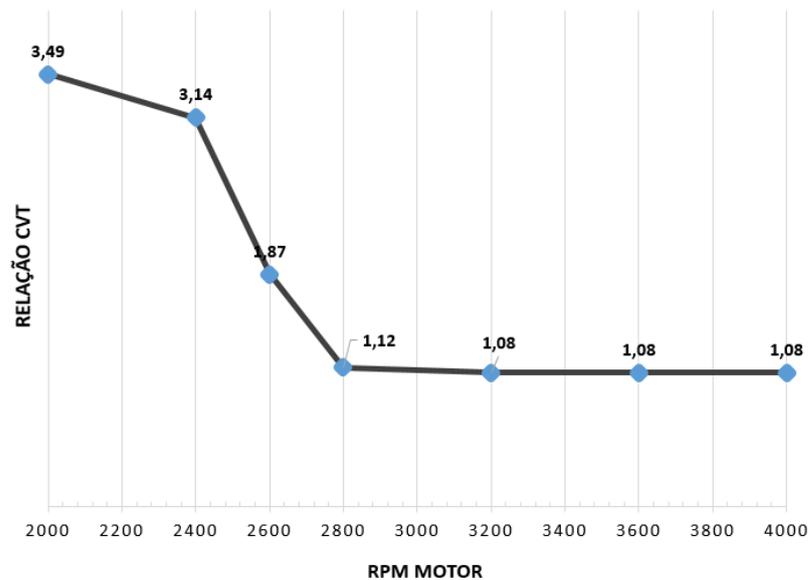
Figura 28 - Relação da CVT com configuração de mola 5.



Fonte: Autor (2024).

Na figura 29, correspondente à configuração da mola 7, foi observada uma curva mais estável e progressiva. Esse comportamento demonstrou maior consistência na troca de relação, permitindo um melhor aproveitamento do regime intermediário de rotação, o que pode ser vantajoso em cenários que demandam maior controle e eficiência.

Figura 29 - Relação da CVT com configuração de mola 7.

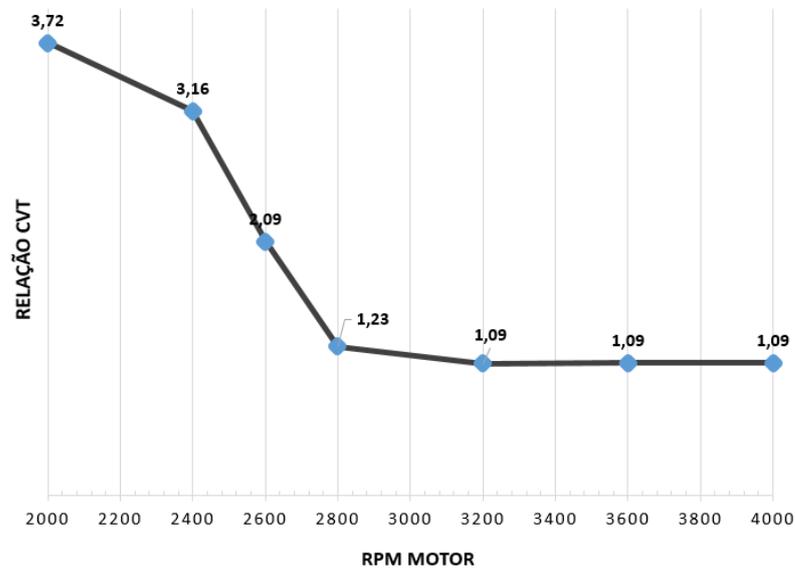


Fonte: Autor (2024).

Por fim, a figura 30 mostra os resultados com a mola na posição 9. Nesse caso, a CVT demorou demais para alterar sua relação, indicando que a troca foi

excessivamente tardia. Isso pode ser problemático em situações que exigem respostas rápidas do sistema.

Figura 30 – Relação da CVT com configuração de mola 9.



Fonte: Autor (2024).

Buscando uma configuração de mola que ofereça um equilíbrio ideal, que não altere a relação da CVT de forma prematura, mas que também não demore excessivamente para alcançar a relação final, evitando perda de desempenho, a mola na posição 7 apresentou os melhores resultados. Essa configuração demonstrou uma transição mais estável e eficiente, iniciando a troca no momento adequado e alcançando a relação final mais rapidamente do que a posição 9, tornando-se a escolha mais apropriada para otimização do desempenho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção da bancada de testes foi concluída com sucesso, permitindo a coleta e análise de dados do comportamento do motor e da transmissão CVT. Durante os ensaios realizados, foi possível compreender como diferentes configurações da mola influenciam a troca de relação da CVT, obtendo informações relevantes para a otimização do desempenho dos veículos Baja SAE da equipe Sinuelo. Além disso, os gráficos obtidos no *software FTManager* forneceram uma base sólida para a análise, possibilitando identificar a configuração de mola mais estável e eficiente.

Este projeto demonstrou que, com ferramentas adequadas e metodologia bem estruturada, é viável desenvolver soluções práticas para melhorar o desempenho de sistemas automotivos. Os dados gerados oferecem uma contribuição importante para o avanço técnico da equipe e estabelecem um ponto de partida para investigações mais aprofundadas.

Embora os resultados obtidos sejam satisfatórios, há um amplo espaço para trabalhos futuros. Novos ensaios podem ser realizados com diferentes componentes da CVT, incluindo a troca das peças desgastadas, alterações nos pesos internos e a substituição da mola. Essas modificações têm o potencial de refinar ainda mais o desempenho do sistema e ampliar a capacidade de ajuste às condições específicas de competição.

Como uma continuidade do projeto, recomenda-se a instalação de uma célula de carga na bancada. Com isso, seria possível medir diretamente o torque no eixo da CVT, fornecendo dados quantitativos mais precisos sobre o desempenho do sistema. Essa melhoria ampliaria significativamente as possibilidades de análise e ajustamento, além de fortalecer a base científica para futuros desenvolvimentos na área de veículos off-road.

REFERÊNCIAS

AUTOMATION INSIGHTS. **Basic Operating Principle of an Inductive Proximity Sensor**. [S. l.]: Henry Menke, 2014. Disponível em: <https://automation-insights.blog/2014/03/05/basic-operating-principle-of-an-inductive-proximity-sensor/>. Acesso em: 9 mar. 2024.

BATISTA, Rilberson Silva. **Análise e Sensoriamento dos Parâmetros de Funcionamento do Sistema Powertrain de Um Veículo Baja SAE**. 2018. 63 p. Projeto de Graduação (Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual do Maranhão, São Luis, 2018. Disponível em: <https://repositorio.uema.br/handle/123456789/1184>. Acesso em: 2 mar. 2024.

BRIGGS & STRATTON CORPORATION. **Manual do Operador**. Milwaukee: 2015.

DIAS, Felipe Maciel. **PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UMA NOVA BANCADA DE ENSAIO DE CVT**. 2010. 65 p. Projeto de Graduação (Engenharia Mecânica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2010. Disponível em: <http://fga.unb.br/articles/0000/5974/PG2.pdf> Acesso em: 2 mar. 2024.

FUELTECH. **Fueltech**. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://fueltech.com.br>. Acesso em: 1 out. 2024.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

HENRIQUES, Antonio Manoel Dias. **Bancada de ensaios mecânicos à fadiga de cabos condutores de energia**. 2006. 162 p. Tese de Doutorado (Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006. Disponível em: <http://www.realp.unb.br/jspui/handle/10482/2006>. Acesso em: 4 mar. 2024.

HONDA. **Manual do Proprietário**. GX270-GX390, 2022.

LOPES, Maizy dos Santos; HERINGER, Eudiman; MADUREIRA, Eduardo Miguel Prata. **O IMPACTO DA TECNOLOGIA TURBO NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA COM USO DA FUEL TECH**. 11º Simpósio da Sustentabilidade, Faculdade Assis Gurgacz, 16 maio 2024. Disponível em: <https://www.fag.edu.br/novo/arquivos/anais/2024/Administração%20-%20Maizy%20dos%20Santos%20Lopes.pdf>. Acesso em: 1 out. 2024.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

MASHADI, Behrooz; CROLLA, David. **Vehicle Powertrain Systems**. 1. ed. London: Wiley, 2012. 538 p. v. 1. ISBN TL260.M37 2012.

PEREIRA, M. J. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

QUADROS, Flávio Domingos de Azevedo et al. **Modelagem de uma transmissão continuamente variável de polias expansivas**. 2012. 17 p. Relatório parcial

(Engenharia Mecânica) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SAE BRASIL. **Baja Nacional**. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://saebrasil.org.br/programas-estudantis/baja-sae-brasil/>. Acesso em: 2 mar. 2024.

SAE BRASIL. Informativo 18. **Motor Honda**, [S. l.], 23 fev. 2024. Disponível em: <https://saebrasil.org.br/programas-estudantis/baja-sae-brasil/mensagens-e-informativos/>. Acesso em: 2 mar. 2024.

SAE BRASIL. EMENTA 5. **Regulamento Administrativo e Técnico BAJA SAE BRASIL**, [S. l.], 1 ago. 2023. Disponível em: <https://saebrasil.org.br/programas-estudantis/baja-sae-brasil/regras-e-relatorios-2/>. Acesso em: 2 mar. 2024.

WENDLING, Marcelo. **Sensores**. 2010. 19f. Apostila – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2010.

WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. **Revolutions per minute** Flórida: Wikimedia Foundation, 2024. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Revolutions_per_minute>. Acesso em: 8 nov. 2024.

WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. **Radian per second** Flórida: Wikimedia Foundation, 2024. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Radian_per_second>. Acesso em: 8 nov. 2024.