

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ
LUCAS GIEBMEYER**

**AVALIAÇÃO DA VARIAÇÃO DE POTÊNCIA DE UM MOTOR DE
COMBUSTÃO INTERNA UTILIZANDO DISTINTAS RESTRICÇÕES NA
EXAUSTÃO**

**CASCABEL – PR
2019**

LUCAS GIEBMEYER

**AVALIAÇÃO DA VARIAÇÃO DE POTÊNCIA DE UM MOTOR DE
COMBUSTÃO INTERNA UTILIZANDO DISTINTAS RESTRICÇÕES NA
EXAUTÃO**

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Mecânica, do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz - FAG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Professor Orientador Engenheiro Mecânico:
Carlos Alberto Breda.

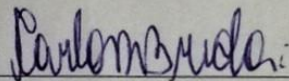
**CASCADEL – PR
2019**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
LUCAS GIEBMEYER**

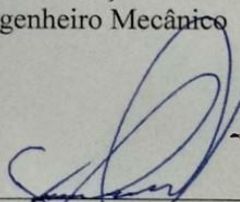
**AVALIAÇÃO DA VARIAÇÃO DE POTÊNCIA DE UM MOTOR DE
COMBUSTÃO INTERNA UTILIZANDO DISTINTAS RESTRICÇÕES NA EXAUSTÃO**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário FAG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob orientação do Professor Mestre engenheiro Mecânico Carlos Alberto Breda.

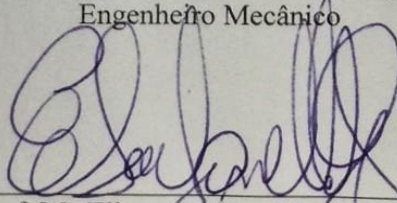
BANCA EXAMINADORA



Orientador Me. Carlos Alberto Breda
Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz – FAG
Engenheiro Mecânico



Prof. MSc. MBA Sérgio Henrique Mota
Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz – FAG
Engenheiro Mecânico



Prof. Me Eliseu Avelino Zanella Junior
Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz – FAG
Engenheiro Mecânico

Cascavel, 27 de junho de 2019.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a todos os membros da minha família em especial pela dedicação e apoio em todos os momentos difíceis e a todos os meus amigos que acreditaram no meu potencial.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a minha família Claudio Giebmeier, Roseli Giebmeier, Felipe Giebmeier e Thiago Giebmeier que me proporcionaram a oportunidade de cursar engenharia mecânica.

Agradeço também a todos os professores desta instituição que ao decorrer do curso transmitiram seus conhecimentos em diversas áreas da engenharia, em especial agradeço meu orientador Carlos Alberto Breda que mesmo com as dificuldades do projeto não me deixou desanimar.

Agradeço as empresas Claudio Auto Elétrica que me orientou e ajudou na montagem de todo o projeto e Hc centro automotivo fornecendo os gráficos e cooperação na coleta dos dados.

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo avaliar o diferencial de potência de um motor de combustão interna boxer refrigerado a ar, ciclo otto 4 cilindros de 1600 cilindradas, utilizando como alimentação de combustível injeção eletrônica adaptada, sendo o mesmo sobrealimentado com um turbocompressor da marca Biagio. Para realização dos testes foi utilizado um dinamômetro, medindo a potência do motor e coletando alguns dados, como por exemplo pressão de ar na admissão, potência do motor, rotação máxima e temperatura do motor. Após ser removida e instalada uma nova restrição na exaustão de gases expelidos pela turbina será medido a potência do veículo para verificar sua possível alteração. O objetivo deste estudo é verificar variações na produção de potência do veículo devido a diferença de pressão na admissão exercida pelo turbo compressor em função da facilidade em expelir os gases após aproveitamento da energia dos mesmos.

PALAVRAS-CHAVE: Turbocompressor; Motor; Exaustão.

ABSTRACT

This work of course completion aims to evaluate the power differential of an internal combustion boxer air-cooled engine, cycle otto 4 cylinders of 1600 cylinder capacity, using as fuel power an adapted electronic injection, being the same supercharged with a turboblower of the brand Biagio. To perform the tests was used a dynamometer measuring the power of the engine and collecting some data, such as air pressure at the inlet, motor power, maximum speed and engine temperature. After being removed and installed a new restriction on the exhaustion of gases expelled by the turbine, will be measured the power of the vehicle to verify its possible change. The goal of this study is to verify variations in the production of the vehicle power with different pressures in the admission exerted by the turboblower due to the ease in expelling the gases after the use of the energy of the same ones.

Keywords: Turbocharger; Engine; Exhaust.

LISTA DE TABELA

TABELA 1: Resultados utilizando ambos diâmetros de exaustão	26
---	----

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Wolksvagem Variant	14
FIGURA 2: Motor Boxer	16
FIGURA 3: exaustão turbina trinta e oito milímetros	20
FIGURA 4: Exaustão cinquenta milímetros	21
FIGURA 5: Posição ventilador	22
FIGURA 6: Display central injeção registro pressão 1	23
FIGURA 7: Display central injeção registro temperatura 1	25
FIGURA 8: Display central injeção registro temperatura 2	26
FIGURA 9: Display central injeção registro pressão 2	26

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATÓES

bar – Unidade de Pressão

CV – Cavalos de Potência

kg.m – Quilograma. Metro

m – Metro

mm – Milímetro

cm³ – Centímetros Cúbicos

L – Litros.

m/s – Metros por Segundos

rpm – Rotação por minuto

°C – Grau Celsius

PMI – Ponto morto inferior

PMS – Ponto morto superior

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	11
1.1. OBJETIVOS	12
1.1.1 Objetivos Gerais	12
1.1.1. Objetivos específicos	12
1.2. JUSTIFICATIVA	12
1.3 PROBLEMATIZAÇÃO	13
1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3 METODOLOGIA	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
APÊNDICE A: GRÁFICO DE POTÊNCIA – TESTE UTILIZANDO EXAUSTÃO COM DIAMETRO DE TRINTA E OITO MILIMETROS.....	30
APÊNDICE B: GRÁFICO DE POTÊNCIA – TESTE UTILIZANDO EXAUSTÃO COM DIAMETRO DE CINQUENTA MILIMETROS.....	31

1 INTRODUÇÃO

Neste trabalho de conclusão de curso será apresentado a avaliação de potência de um motor sobrealimentado utilizando duas tubulações exaustões de gases de diferentes diâmetros.

A exaustão dos gases é através de um tubo, também conhecido como escape, ele canaliza e direciona os gases pra fora do cofre do motor, geralmente canalizado até a parte traseira do veículo levando os gases pra longe da carroceria.

Para verificação das possíveis alterações na produção de potência, serão realizadas análises e comparações no motor, utilizando os dois modelos de exaustão, podendo assim decidir qual modelo será melhor indicado ao uso do projeto, levando em considerações potência fornecida, espaço e características do veículo e custo do material, visto que as análises deste trabalho possivelmente serão utilizadas em projetos subsequentes, com o objetivo de identificar as diferenças de potência obtida nas simulações para avaliar a sua significância em função da percepção do condutor do veículo e do ruído emitido pelo motor.

O motor que será utilizado para os testes de medição da variação de potência será um motor de combustão interna boxer, tipo Otto, de ciclo 4 tempos, sendo nestes motores o seu ciclo funcionando em forma de admissão da mistura de ar mais combustível, compressão da mistura seguido da expansão produzida com auxílio de uma centelha disparada da bobina antes do ponto morto superior do pistão a qual inicia a combustão da mistura ar mais combustível, sendo logo em seguida à exaustão dos gases é canalizada ao coletor de escapamento que os direciona para a turbina que entrará em ação com o acionamento do turbo compressor sobrealimentando o motor, após a utilização da energia produzida pelo fluxo dos gases, os mesmos são descarregados para a atmosfera através da exaustão em tubos utilizados neste ensaio.

O veículo em estudo originalmente utiliza aspiração de ar natural através de diferencial de pressão provida do deslocamento do pistão do ponto morto

superior ao ponto morto inferior, durante a abertura da válvula de admissão baixando a pressão interna do cilindro que será preenchido pela mistura ar mais combustível, sendo esta admissão substituída por um turbo compressor indicado às características e dimensões originais do motor, com o objetivo de aumentar sua potência introduzindo mais massa de combustível e ar no cilindro.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivos Gerais

Medir a potência transmitida para as rodas de tração do veículo pelo motor utilizando a tubulação de exaustão com diâmetro original do veículo e repetir o procedimento com uma tubulação de exaustão de diâmetro maior, em seguida medir e analisar o diferencial de potência, preocupando-se com a vida útil dos componentes do sistema.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Evidenciar o desempenho do motor com os diferentes diâmetros de exaustão, primeiro utilizar diâmetro de 38mm e depois utilizando diâmetro de 50mm.
- Estudar o comportamento do turbocompressor;
- Efetuar a escolha da exaustão a ser instalada ao projeto;

1.2 JUSTIFICATIVA

Desenvolver um trabalho que auxilie na escolha da exaustão adequada para projetos relacionados, visando um superior desempenho e melhorar as características de performance de um motor, com uma configuração desejada e possível de ser instalada no motor específico.

Servir o presente trabalho para desenvolvimento ou confecção de um sistema de exaustão adaptado, levando em consideração espaço disponível no

veículo, custo, tempo e desejo do condutor, sempre supondo uma configuração original do veículo, onde as alterações de potência devem ficar sem aspectos externos visíveis, visto que o veículo já está equipado com um turbo compressor sobrealimentando o motor, item adaptado na tentativa de aumentar a potência do motor, dentre as formas de ganho de potência é a que possui maior facilidade de aplicação e os resultados são significativos.

1.3 PROBLEMATIZAÇÃO

A utilização de um diâmetro incorreto na exaustão de um motor sobrealimentado pode trazer algumas complicações durante o uso, podendo gerar contra pressão dentro do turbo danificando retentores gerando vazamentos de óleo, e durante solicitação de carga podendo os gases de escapamento entrar na linha de lubrificação do turbo interferindo na pressão de óleo, também podendo fazer com que o motor trabalhe com temperaturas acima das permitidas, perdendo assim suas propriedades mecânicas originais levando o sistema a falhar gerando perda de eficiência podendo causar quebras nos componentes, comprometendo assim o funcionamento do motor segundo BRUNETTI(2012).

Com o uso correto da saída pode-se eliminar as complicações citadas, pois os gases serão expelidos de forma adequada removendo também o calor dos componentes.

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Este trabalho tem como objetivo evidenciar um possível ganho de potência com redução de pressão na exaustão dos gases após a turbina. O motor utilizado nos ensaios é de combustão interna boxer ciclo Otto 4 cilindros com 1.6 L, 8 válvulas com comando no bloco movimentado por engrenagem e acionamento de válvulas por vareta, tem sua alimentação de combustível por eletroválvulas

injetoras gerenciadas por um módulo de injeção eletrônica da marca Fueltech modelo FT250. Originalmente o motor é alimentado por dois carburadores da marca Solex modelo PDIS32, essa alteração facilita a regulação da mistura de ar e combustível que será inserida no motor.

O motor possui dimensões originais tendo 1600cm³ de cilindradas, o sistema de alimentação de ar originalmente por aspiração natural foi substituído por um turbo compressor dimensionado ao motor em questão com objetivo de melhorar seu rendimento. Segundo P. FILHO (1983) a utilização de turbo compressores têm sido relevante pra atingir grande rendimento volumétrico que tem como consequência o aumento de potência que em motores preparados a alto rendimento trabalhando entre 30% a 100%.

O sistema de exaustão do veículo não possui abafador de ruídos e catalizador, a tubulação formada por um coletor tubular com diâmetro de trinta e oito milímetros para cada saída de cilindro juntando os quatro tubos e direcionados ao turbocompressor que em sua saída tem apenas um tubo de exaustão com vinte centímetros de comprimento que será provado em dois diâmetros diferentes encontrados comercialmente.

O motor citado equipa originalmente o Volkswagen Variant 1600 perua de pequeno porte produzido no Brasil em 1972, as alterações do veículo não atendem as normas do código de trânsito brasileiro tendo as mesmas alterações feitas com única finalidade de estudos, veículo de teste figura 1.



Figura 1 – Volkswagen Variant.

(Fonte: Autor 2019)

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Breda (2018) os motores são compostos por um conjunto de componentes associados com finalidade de transformar energia calorífica provida da mistura ar e combustível em energia mecânica para fornecer trabalho. O combustível pulverizado e misturado com o ar, entra em combustão dentro da câmara que fica no cabeçote após receber centelha provida da bobina de ignição, em seguida com o aumento de pressão dentro da câmara o embolo denominado pistão exerce uma força axial sobre a biela que esta acoplada a árvore de manivelas transformando em movimento de rotação para ser transmitido as rodas de tração. Motores de ciclo Otto tem como princípio de funcionamento a aspiração da mistura ar-combustível e posteriormente promovem a combustão pela queima da mistura através de uma faísca.

Breda (2018) ressalta que automóveis movidos a gasolina, álcool e gás natural são comumente equipados com motores de ciclo Otto 4 tempos, garantindo menor emissão de gases poluentes com maior economia de combustível, para que o motor realize os 4 tempos são necessárias duas voltas do virabrequim ocorrendo uma queima por cilindro a cada duas voltas, para que cada cilindro complete o ciclo ele segue as quatro etapas sendo admissão, compressão, combustão e por fim escape.

Breda (2018) diz que motores Boxer possuem cilindros dispostos em ambos os lados do virabrequim (Figura 2) utilizam dois cabeçotes para alojamento de válvulas sendo posicionados um para cada lado do bloco com acionamento de válvulas por varetas pois o comando de válvula fica situado no bloco sincronizado com o virabrequim por um par de engrenagens, são planos, achatados facilitando a refrigeração dos cilindros, configuração utilizada para motores refrigerados a ar onde os cilindros e cabeçotes possuem aletas para dissipação de calor, seu formato possibilita sua instalação na parte inferior do veículo, por ser de pequenas dimensões os espaços de alojamento no cofre também são reduzidos e dimensionados para que o ar tenha um bom fluxo por entradas de ar na carroceria afim de remover o excesso de calor ali.

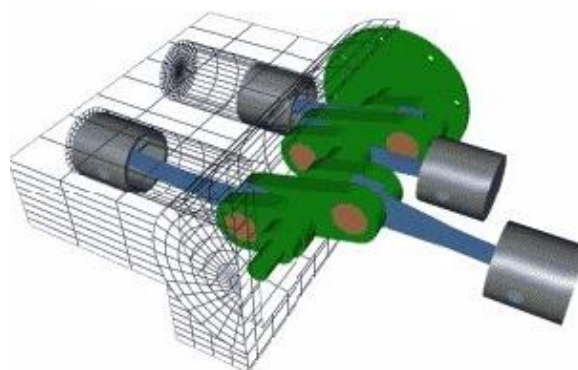


Figura 2 – Motor Boxer

(Fonte: Apostila MCI2, 2016)

Breda (2018) conceitua-se basicamente um motor de combustão interna pelo torque que varia conforme sua curva de torque, sendo o resultado do produto da força atuante sobre o embolo pelo raio da árvore de manivelas, é expressado geralmente em m.kgf indicado junto a rotação medida, o torque máximo de um motor ocorre antes de sua rotação máxima, interessante o conhecimento da rotação de torque máximo de um veículo para melhores mudanças de marcha e otimização do consumo de combustível.

Breda (2018) diz que potência também é um conceito básico, conceituasse em converter energia química do combustível em trabalho, a potência é o trabalho desenvolvido pelo motor em um período e expressada geralmente em CV. A máxima potência desprendida pelo motor ocorre um pouco antes de sua rotação máxima admitida pelo mesmo, os valores são fornecidos pelo fabricante ou aferidos em dinamômetro.

Breda (2018) ressalta que para melhor entendimento utilizasse um gráfico de curvas de potência e torque, que serve para identificar regimes diversos de funcionamento de um motor identificando máximos pontos de potência e torque. As curvas visualizadas no gráfico Apendice A e Apendice B são geradas com o uso de dinamômetro que submetem o motor a solicitação máxima de carga podendo simular diversas condições de funcionamento.

Milhor (2002) diz que o sistema de controle eletrônico dos motores de combustão interna é formado por um conjunto de sensores, atuadores e central de comando, esse sistema é responsável por controlar a quantidade ideal de combustível para cada rotação do motor, para controlar um motor de combustão interna são necessárias algumas informações como temperatura do motor, temperatura do ar admitido, rotação do motor, pressão no coletor, posição da borboleta, nível e oxigênio do escapamento, todos esses dados são coletados por sensores e indicados a UCE (unidade de comando eletrônico), após receber os dados são iniciados os comandos das eletroválvulas injetoras responsáveis por inserir o combustível próximo a válvula de admissão no cabeçote, a UCE comanda as eletroválvulas com pulsos em milissegundos, a maioria dos motores utilizam um pulso de válvula injetora a cada duas voltas da árvore de manivelas pulsando todas simultaneamente.

Segundo manual da Fueltech (2016) suas unidades de comando eletrônico são programáveis, ou seja, podem ter seus mapas alterados pelo usuário de forma a atender suas necessidades de utilização do motor, podendo ajustar o tempo de injeção das eletroválvulas de acordo com cada rotação, para efetuar o ajuste em busca da mistura estequiométrica é utilizado o sensor lambda na exaustão, com a sonda ligada a UCE teremos valores próximos a 1,0 volts indicados pela central onde pode-se avaliar para cada rotação, valor lambda menor que 1,0 considera-se mistura rica (deficiência de ar), lambda igual a 1,0 mistura estequiométrica (ideal), lambda maior que 1,0 mistura pobre (excesso de ar), facilita o ajuste da mistura ar-combustível em veículos sobrealimentados e com gerenciamento eletrônico substituindo o carburador.

Brunetti (2012) diz que sobrealimentação com turbocompressor aumenta significativamente a potência com baixa adição de peso, em seu funcionamento o motor tem um tempo disponível para a queda de pressão provida pelo deslocamento do pistão do PMS ao PMI aspirando a mistura ar e combustível, aproveitar esse tempo é uma forma de melhorar o rendimento do motor, quanto maior a quantidade de ar colocada dentro do cilindro conseqüentemente maior é a quantidade de combustível.

Brunetti (2012) turbocompressores são dispositivos ligados à exaustão e admissão do motor, onde a exaustão esta ligada a turbina e a admissão ao compressor, as duas partes do dispositivo se conectam por um eixo, a turbina recebe a energia cinética dos gases de escape que por sua vez transfere a energia através do eixo para o compressor que pressuriza o ar na admissão do motor, seu eixo é lubrificado com o mesmo óleo do motor sendo indispensável pois o mecanismo pode atingir rotações próximas a cento e vinte mil rotações por minuto em pressões elevadas, sendo um equipamento de altíssima precisão deve-se aguardar em marcha lenta antes do desligamento do motor a fim de baixar o regime de rotações da turbina.

Brunetti (2012) completa que o uso do turbo compressor é benéfico para os motores ciclo otto, pois é constituído, basicamente, por um compressor centrífugo, o qual é acionado por uma turbina radial, aproveitando a energia presente nos gases de escapamento, melhorando o desempenho do motor, pois fornece maior massa de ar e com maior densidade, o controle de pressão gerada pelo compressor é proporcional a força dos gases no escapamento, seu controle é de extrema importância para que o compressor não exceda a pressão suportada pelo motor ou insira quantidade de ar superior a que o sistema de combustível possa homogeneizar proporcionando uma mistura pobre podendo levar os componentes do motor a fadiga.

O controle de pressão é feito com um desvio (*by-pass*) entre a entrada de gases na turbina e sua exaustão acionado por uma válvula pneumática alimentada pelo compressor, ela atua mecanicamente e é conhecida como válvula *waste gate*.

O veículo mostrado na Figura 1 – Wolkswagen Variant foi avaliado em um dinamômetro do tipo inercial, os quais são utilizados para veículos de acelerações rápidas e de massa reduzida, este tipo de dinamômetro simula as condições em que os veículos rodam normalmente, segundo Martins (2006).

O mesmo autor nos sugere que este tipo de dinamômetro simula a inércia do veículo e mede a velocidade do motor em função do tempo, que com o aumento de velocidade multiplicado pela inércia do dinamômetro nos dá o torque e potência debitado pelo motor.

Relata ainda que este tipo de dinamômetro consiste em colocar diretamente o motor ou as rodas motrizes do veículo nos rolos inerciais, girando a massa dos rolos para realizar os cálculos de torque e potência

A vantagem da utilização deste dinamômetro, é que ele não necessita de sistema de arrefecimento, diferente dos dinamômetros hidráulicos, além do fácil manuseio. Porém existem algumas desvantagens, o equipamento não realiza medições referentes ao consumo de combustível e não poder ser usado para fazer mapeamento de injeção eletrônica e gravação de dados de ignição, como nos diz Martins (2006).

O dinamômetro utilizado para coletar a potência do veículo é um inercial da marca DYNOTECH modelo 720i, com a capacidade máxima de 1800 cavalos, localizado em Cascavel Paraná, na empresa HC Centro Automotivo.

Segundo P. Filho (1983) para a preparação de um motor de alto rendimento, deve-se tomar alguns cuidados, levando em consideração os limites de resistência das peças que compõe o motor, pois uma má preparação, pode trazer alguns riscos ao motor, como desgastes prematuros ou quebras inesperadas, o autor salienta que o ganho de potência parece fácil, mas não é.

3. METODOLOGIA

Além de pesquisa bibliográfica em livros referentes ao tema, também foram feitas análises e comparações dos dados salvos pela central de injeção eletrônica, como pressão de ar na admissão, temperatura do motor, utilizando a restrição com diâmetro de trinta e oito milímetros, repetindo o procedimento com uma restrição de cinquenta milímetros de diâmetro essa medida foi adotada por ser comercialmente fácil de encontrar, medindo novamente a potência do motor transferida as rodas de tração utilizando ambas restrições postas a prova através de um dinamômetro marca Dynotech, modelo 720i, no dia 04/06/2019. Após os testes avaliamos qual diâmetro seria adotado ao projeto analisando os dados registrados pela central de injeção eletrônica, potência através do dinamômetro e a diferença que o condutor relatou.

A primeira exaustão utilizada tem diâmetro de trinta e oito milímetros este diâmetro foi escolhido por ser o mesmo do restante da tubulação utilizada no coletor de escape original, visando ser utilizada para a confecção da exaustão da turbina por ter maior facilidade em dobras ocupando menos espaço visto que o veículo possui restrições dimensionais para o alojamento da exaustão, a figura 3 mostra o item citado destacado em vermelho já instalado no veículo.

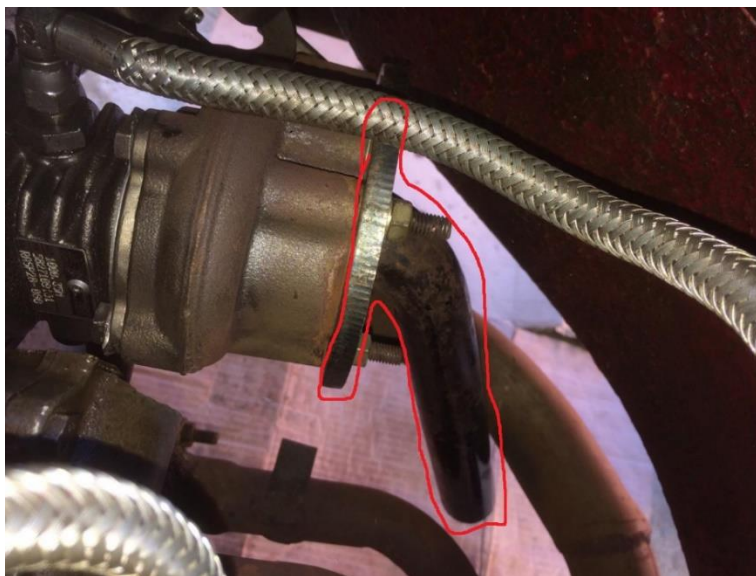


Figura 3 – exaustão turbina trinta e oito milímetros

(Fonte: Autor, 2019)

A fins comparativos utilizamos também uma exaustão com diâmetro de cinquenta milímetros com a intenção de facilitar a exaustão de gases pela turbina demonstra a figura 4 com o item instalado marcado em amarelo.

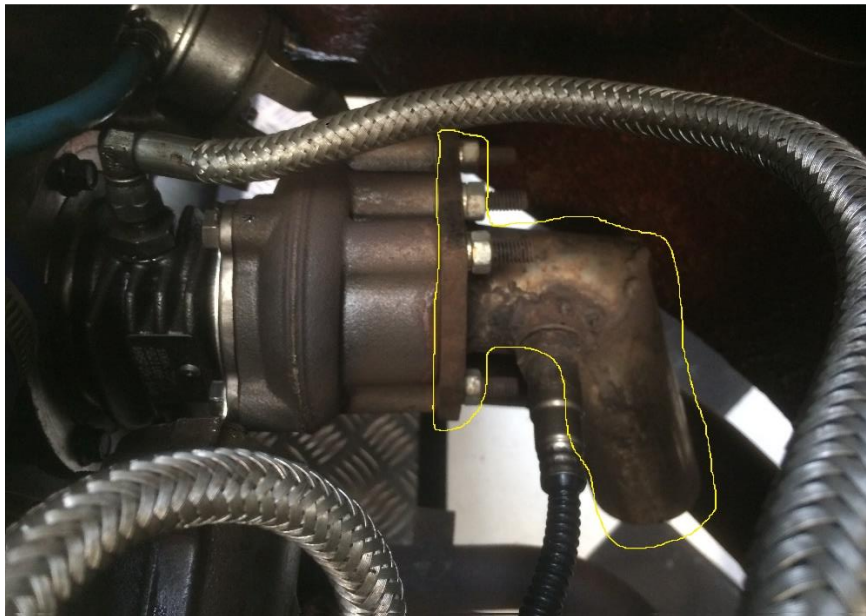


Figura 4 – exaustão turbina cinquenta milímetros

(Fonte: Autor, 2019)

O sistema de exaustão do veículo, originalmente não possui sistema de catalizador, tem apenas abafador de ruídos que deu lugar a um novo conjunto de tubulações para acoplamento da turbina, o novo sistema instalado é de tubulações diretas a fim de reduzir perdas de carga e aproveitar espaço para a instalação do turbocompressor, não será analisado emissões de poluentes visto que o sistema não possui componentes de tratamento dos gases que serão dissipados na atmosfera.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a realização dos testes, utilizou-se um ventilador situado na traseira do veículo, pois se trata de um veículo com motor traseiro refrigerado a ar, enquanto encontrava-se posicionado no dinamômetro seria solicitado a potência máxima do motor segundo figura 5.

Dados do ar fornecidos pelo dinamômetro utilizado:

- Velocidade do ar – 5,5 m/s
- Umidade relativa – 70 %
- Temperatura do ar – 20 °C



Figura 5 – posição do ventilador

(Fonte: Autor, 2019)

Efetuando o ensaio medindo a potência do motor transferida as rodas no dinamômetro em terceira marcha com o motor girando a 2000 rpm levando o motor até o marco de rotação de 5300rpm limitado pela central de injeção que efetua o corte de combustível quando atinge rotação máxima estipulada pelo preparador e temperatura inicial do motor a 65°C, utilizando exaustão com

diâmetro de trinta e oito milímetros foram coletados dados sendo eles, pressão de ar na admissão exercida pelo turbo compressor, temperatura do motor e potência fornecida as rodas de tração APÊNDICE A pelo motor obtivemos os seguintes resultados:

- Temperatura atingida pelo motor após ensaio - 68°C
- Pressão de ar na admissão 0.83Bar
- Potência – 100,5CV a 5225 rpm
- Torque – 14kgm

Valores do ensaio registrados pela central de injeção de acordo com figura 6 registrando pressão atual da admissão que no momento da foto o motor encontrava-se desligado registrando -0.08bar e a pressão máxima atingida durante o ensaio que foi 0.83bar.

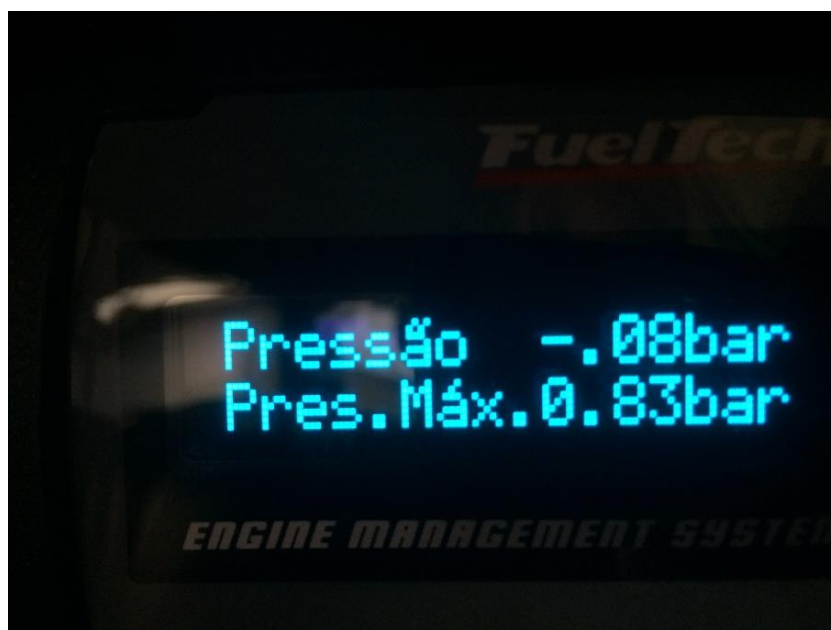


Figura 6 – Display central injeção registro pressão 1

(Fonte: Autor, 2019)

A temperatura do motor registrada pela central de injeção após o ensaio foi de 68°C demonstrado na figura 7 com a temperatura atual do motor e a temperatura máxima atingida durante o ensaio.

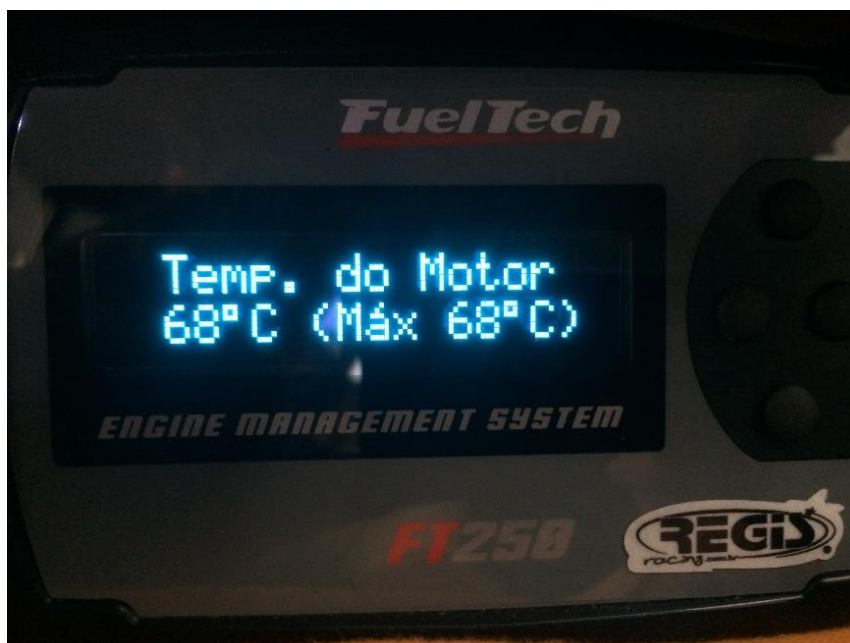


Figura 7 – Display central injeção registro temperatura 1

(Fonte: Autor, 2019)

A substituição da exaustão é rápida e fácil, fixada apenas por parafusos. Efetuada a troca de diâmetro de trinta e oito milímetros pra cinquenta milímetros ensaiamos o veículo novamente medindo sua potência APENDICE B, iniciando o teste a 2000 rpm levando até o corte em 5300 rpm e temperatura inicial do ensaio com motor a 65°C ao termino do teste extraímos os seguintes dados:

- Temperatura atingida pelo motor após ensaio - 67°C
- Pressão de ar na admissão 0.91Bar
- Potência – 117,27CV a 5275 rpm
- Torque – 16kgm

O valor registrado pela central de injeção eletrônica com o motor desligado e temperatura máxima do motor durante o ensaio com exaustão de cinquenta milímetros como mostra figura 8, foi de 67°C, a temperatura de 66°C é temperatura atual do motor, e tendo como pressão máxima atingida de 0.91Bar figura 9 a qual mostra pressão atual do motor que no momento estava deligado e a pressão máxima atingida durante o ensaio.



Figura 8 – Display central injeção registro temperatura 2

(Fonte: Autor 2019)

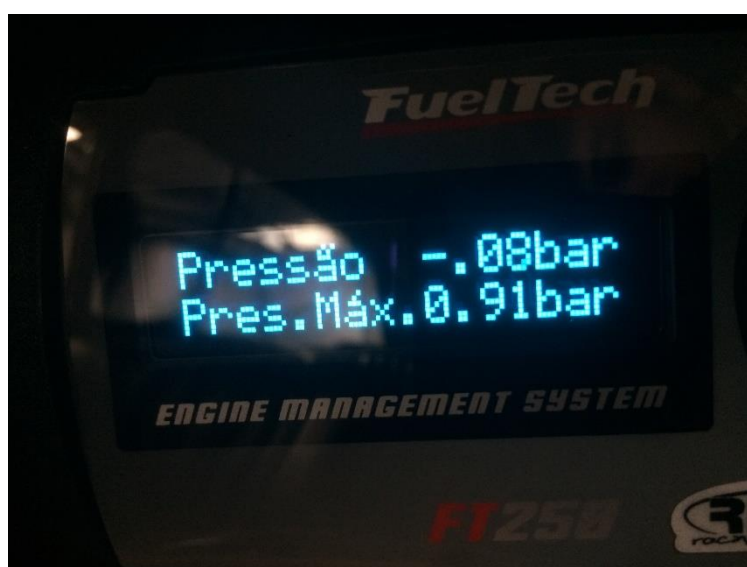


Figura 9 – Display central injeção registro pressão 2

(Fonte: Autor, 2019)

Os resultados alcançados foram satisfatórios, pois houve aumento na vazão de exaustão, ocasionando adição de aproximadamente 17% de potência, o que pode ser comprovado através dos gráficos feitos com base no dinamômetro, apêndice A e apêndice B.

5. CONCLUSÃO

Os resultados esperados foram atingidos, os quais eram, a melhoria no desempenho do motor, melhoria da potência sem precisar mexer em outros componentes do motor que venham alterar características visíveis, tirando ainda mais as características originais, sendo que o motor já usa turbocompressor que não é um item genuinamente dele, já que, cada vez que muda algo no motor pode trazer benefícios, como também, prejuízos por conta das alterações.

Abaixo temos os valores coletados mostrando o aumento de potência em função da pressão do coletor exercido pelo turbocompressor com o uso das duas exaustões estudadas.

Tabela 1: Resultados utilizando ambos diâmetros de exaustão.

Diâmetro exaustão	Pressão máxima coletor admissão	Temperatura Máxima motor	Potência máxima fornecida
38milímetros	0.83bar	68°C	100,5CV
50milímetros	0.91bar	67°C	117,27CV

(Fonte: Autor, 2019).

O projeto será executado com exaustão de cinquenta milímetros, pois apresentou maior potência do motor durante o teste, esse ganho é devida a pressão exercida pelo turbo compressor, que utilizando maior diâmetro de exaustão teve maior facilidade em expelir os gases aumentando assim sua rotação que conseqüentemente pressurizou maior massa de ar admitida pelo motor.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Análise de potência utilizando outros diâmetros de exaustão.
- Análise de temperatura dos componentes do motor utilizando exaustões distintas.
- Estudo de possível alteração no consumo de combustível utilizando exaustões ensaiadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PENIDO FILHO, PAULO. **Motores de Combustão Interna**. 1ª ed. – Belo Horizonte – 1983.

BRUNETTI, FRANCO. **Motores de Combustão Interna**. 2ª ed. – São Paulo – 2012.

NAKANO, DANILLO GABRIEL. **Estudo Sobre Instalação de um Turbocompressor em Automóvel Nacional** – São Paulo – 2007.

BREDA, CARLOS ALBERTO. **Como Melhorar a Potência de um Motor** – Cascavel – 2018.

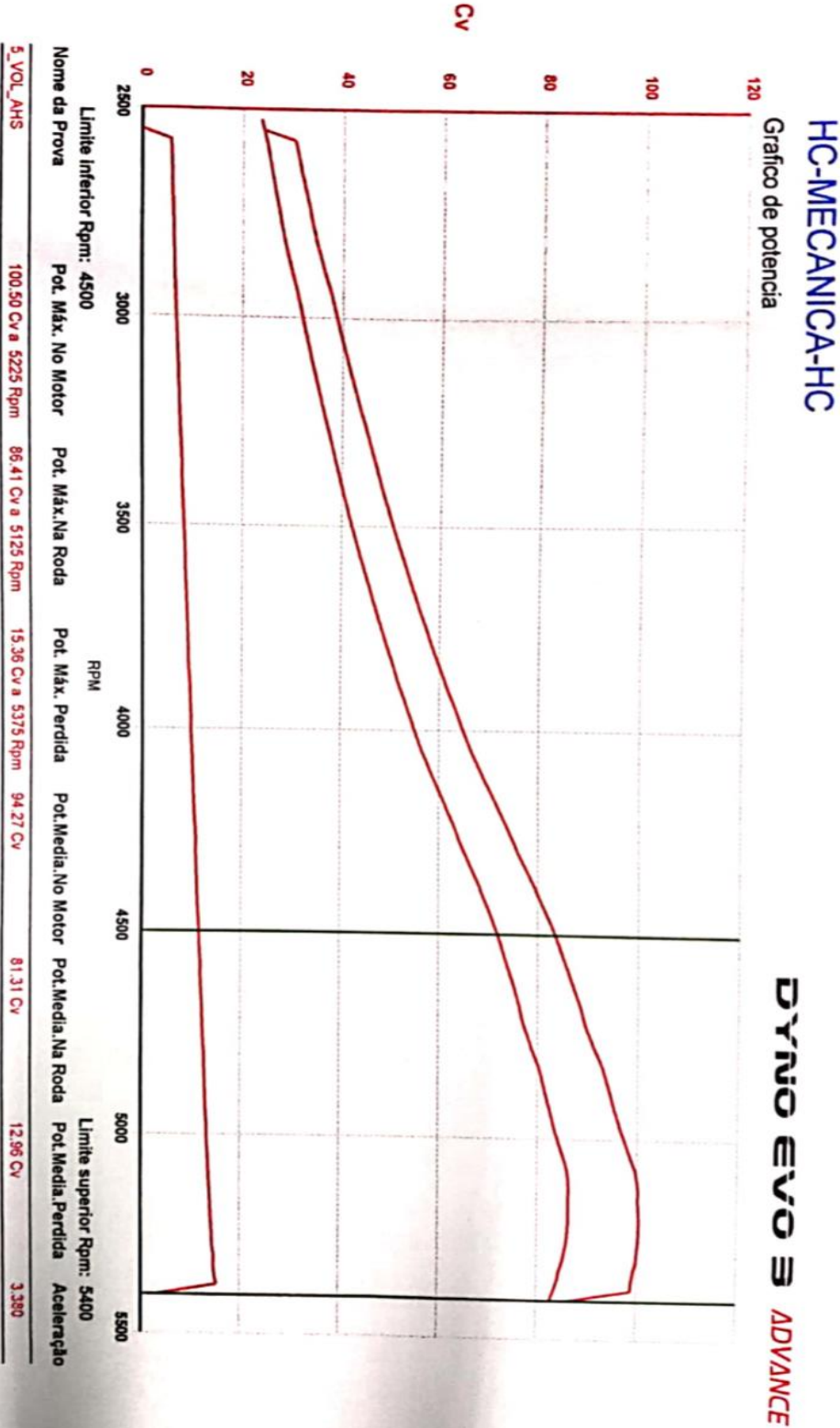
MILHOR, CARLOS EDUARDO. **Sistema de Desenvolvimento para Controle Eletrônico dos Motores de Combustão Interna** – São Carlos – 2002.

Outras referencias

Manual de instalação e Operação de injeção eletrônica programável FuelTech versão 1.7 – 2016.

Apostila Motores de Combustão Interna MCI2 – Centro universitário Assis Gurgacz.

(APÊNDICE A - GRÁFICO DE POTÊNCIA – TESTE UTILIZANDO EXAUSTÃO COM DIÂMETRO DE TRINTA E OITO MILIMETROS)



HC-MECANICA-HC

Gráfico de potencia

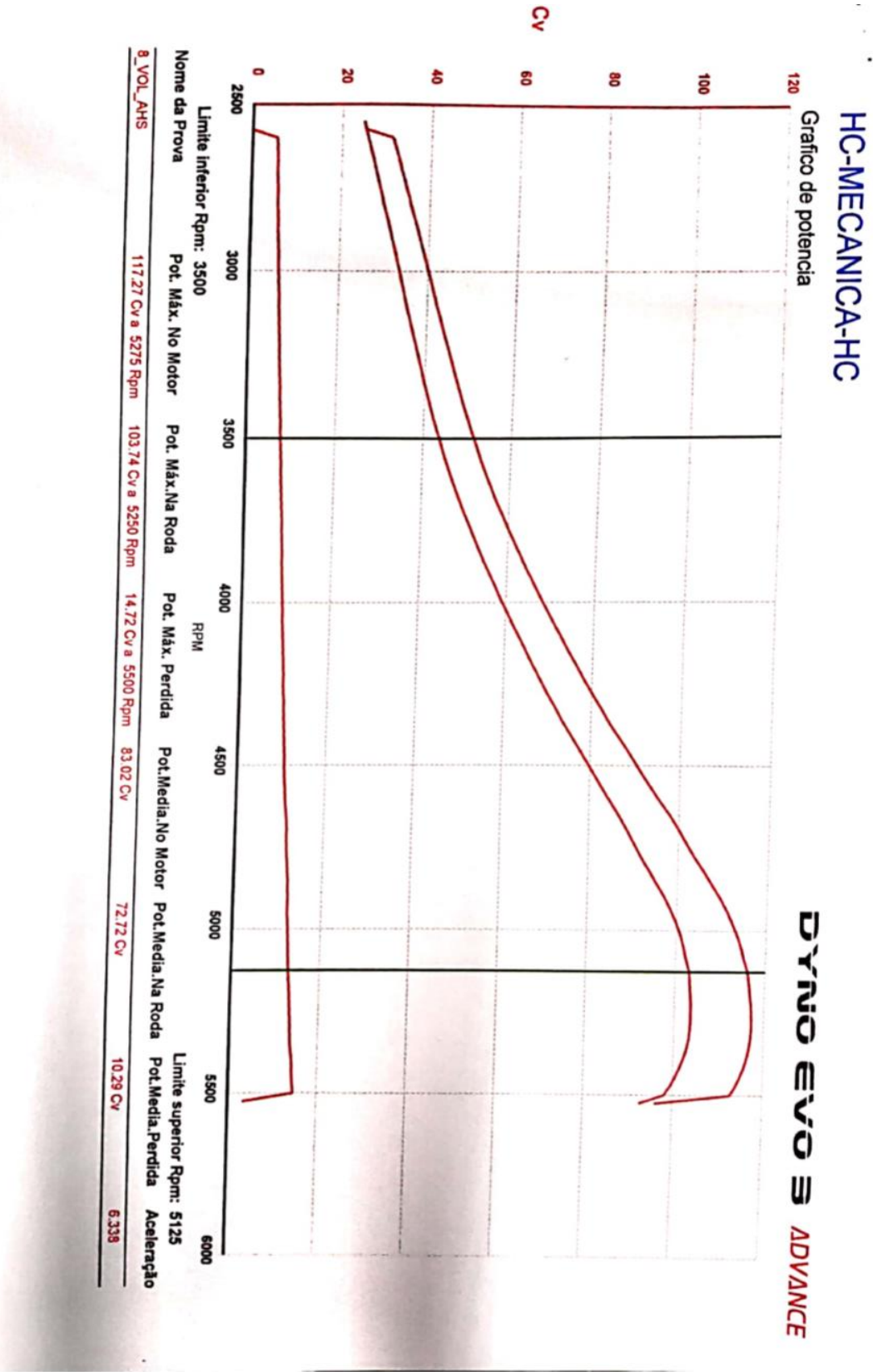
DYNO EVO 3 ADVANCE

CV

Limite inferior Rpm: 4500
Nome da Prova
Pot. Máx. No Motor
Pot. Máx. Na Roda
Pot. Máx. Perdiça
Pot. Media. No Motor
Pot. Media. Na Roda
Pot. Media. Perdiça
Accleração

5_VOL_AHS
100.50 Cv a 5225 Rpm
86.41 Cv a 5125 Rpm
15.36 Cv a 5375 Rpm
94.27 Cv
81.31 Cv
12.96 Cv
3.300

(APÊNDICE B - GRÁFICO DE POTÊNCIA – TESTE UTILIZANDO EXAUSTÃO COM DIAMETRO DE CINQUENTA MILIMETROS)





CENTRO
UNIVERSITÁRIO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Eu, Carlos Alberto Breda professor do Centro Universitário Assis Gurgacz e orientador do acadêmico Lucas giebmeyer no Trabalho de Conclusão de Curso, declararam que as correções solicitadas pela banca foram efetuadas corretamente.

Carlos Alberto Breda

Cascavel, 01 de Julho de 2019