

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS
ENGENHARIA MECÂNICA
JOSÉ LUIZ BOTREL CARDOSO NOGUEIRA

**ANÁLISE DO AUMENTO DE EFICIÊNCIA DOS MOTORES DE COMBUSTÃO
INTERNA SOBREALIMENTADOS**

Varginha
2021

JOSÉ LUIZ BOTREL CARDOSO NOGUEIRA

ANÁLISE DO AUMENTO DE EFICIÊNCIA DOS MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA SOBREALIMENTADOS

Projeto de pesquisa apresentado ao curso de Engenharia
Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas UNIS
MG, sob a orientação do Prof. Thiago Luís Nogueira
Silva.

Varginha 2021 SUMÁRIO

1 TEMA.....	02
2 PROBLEMA DE PESQUISA.....	03
3 HIPÓTESE	03
4 OBJETIVOS.....	03
4.1 Objetivo geral.....	03
4.2 Objetivos específicos.....	03
5 JUSTIFICATIVA.....	04
6 REFERENCIAL TEÓRICO.....	04

6.1 Motores ciclo otto quatro tempos.....	04
6.2 Turbocompressores.....	07
6.3 Motores Volkswagen.....	08
7 METODOLOGIA.....	08
8 CRONOGRAMA.....	08
REFERÊNCIAS.....	10

1 TEMA

No Brasil atualmente existem por volta de 58.850.554 de automóveis (Governo Federal, 2021), e as empresas automobilísticas se tornaram grandes potências desde a popularização destes automóveis, já que o número de veículos aumentou 1,2% de janeiro a agosto de 2021 (Governo Federal, 2021), e para que isso aconteça, é preciso sempre estar inovando e buscando novas tecnologias.

Os motores a combustão usados nestes automóveis utilizam a combustão de um determinado combustível junto ao ar ambiente para transformar a energia calorífica contida no mesmo, em movimento. Com a modernização destes motores, sempre buscando mais eficiência, surgiram os turbocompressores, que são equipamentos que comprimem o ar e conseguem jogar uma maior quantidade de oxigênio na mistura com o combustível.

Este trabalho busca entender essa tecnologia e comparar a eficiência destes motores turbos em relação aos naturalmente aspirados, já que se trata de uma tecnologia onde grande parte das montadoras estão aderindo a ela e prometendo uma maior eficiência e potência, com um motor relativamente menor.

2 PROBLEMA DE PESQUISA

A sobre alimentação dos motores de combustão interna resultam em uma maior eficiência termodinâmica em relação aos motores aspirados naturalmente de mesmas cilindradas?

3 HIPÓTESE

Pensando no funcionamento de motores a combustão interna, a utilização de oxigênio contido no ar atmosférico é de extrema importância para seu funcionamento. Devido a isto, motores maiores geram mais potência pois o volume de ar e combustível que os mesmos conseguem aspirar é maior.

O turbocompressor consegue por meio da reutilização dos gases expelidos pela câmara de combustão, comprimir o ar limpo e jogar uma maior quantidade do mesmo dentro do motor. Sendo assim gera uma maior potência no motor, mesmo que seu tamanho seja menor que um motor naturalmente aspirado.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Comparar os motores sobrealimentados em relação à motores naturalmente aspirados de mesmas cilindradas cúbicas, visando demonstrar as vantagens de desempenho e ganhos em eficiência.

4.2 Objetivos específicos

- Explicar o funcionamento de um motor ciclo otto quatro tempos;
- Explicar o funcionamento de um turbocompressor;
- Obter dados sobre motores naturalmente aspirados;
- Obter dados sobre motores sobrealimentados;
- Fazer comparação dos dois tendo em vista desempenho e eficiência;
- Analisar desempenho e eficiência em relação ao custo.

5 JUSTIFICATIVA

A escolha do tema está relacionada a evolução que está acontecendo nos motores de veículos, tendo em vista que os motores mais modernos sobrealimentados prometem uma maior eficácia se comparados aos motores naturalmente aspirados que estão ficando obsoletos.

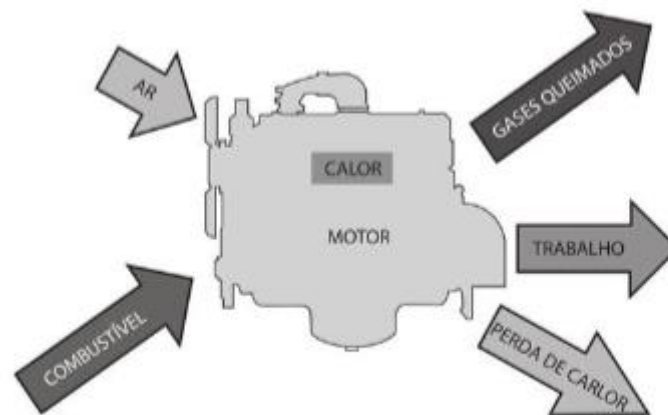
A tendência das montadoras é cada dia mais usar motores sobrealimentados em seus veículos, com a promessa de uma maior eficiência, sendo ela no menor consumo, ou uma potência maior por meio de um motor de cilindradas menor (Hyundai, 2021).

6 REFERENCIAL TEÓRICO

6.1. Motores ciclo otto quatro tempos

Máquinas térmicas são dispositivos que permitem transformar calor em trabalho por meio da combustão conforme é exemplificado na figura 1 (BRUNETTI, 2018).

Figura 1: Fluxos de massa e energia em um motor de combustão interna.



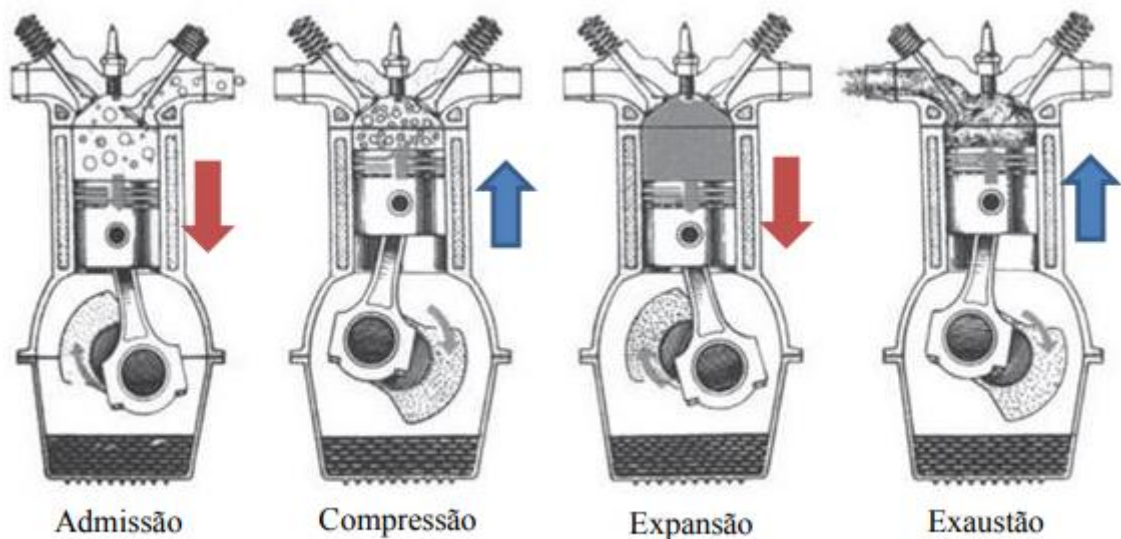
Fonte: Adaptado de Brunetti (2018).

Segundo Capelli (2010), é necessário o uso de três elementos para que a energia química se transforme em energia calorífica: o comburente, que no caso é seria o ar atmosférico; a fonte de ignição que no caso é a faísca emitida de pelas velas; e o combustível.

Os motores estudados são os motores de ciclo otto de quatros tempos, que funcionam por meio de quatro meias-voltas ou conhecido como “tempos” que são: admissão, compressão, expansão e exaustão. (HEYWOOD, 1988)

Segundo Brunetti (2018), o primeiro tempo é a admissão, onde a válvula de admissão se abre e o pistão desloca do ponto superior até o ponto inferior, possibilitando a admissão da mistura ar-combustível, no segundo tempo ocorre a compressão, cuja movimentação do pistão vai do ponto inferior ao ponto superior, sendo este movimento acontecendo com todas as válvulas fechadas. No terceiro momento, ocorre a expansão, onde a mistura de ar e combustível entra em ignição causando a movimentação do pistão para o ponto inferior, e é neste momento que o pistão transfere a energia contida no combustível para os demais elementos do motor, gerando trabalho. No último tempo ocorre a exaustão, onde os gases são expelidos do motor por meio da movimentação do pistão para o ponto superior e a abertura da válvula de escape, conforme é mostrado na figura 2.

Figura 2: Funcionamento dos quatro tempos no motor de combustão interna ciclo Otto.



Fonte: Adaptado de Capelli (2010).

De acordo com Brunetti (2012), o rendimento de um motor é calculado pela razão da massa de ar que entra no cilindro e a massa de ar que o pistão desloca.

A quantidade de cilindros cúbicos de um motor é o volume movimentado quando o pistão varia do ponto morto inferior ao ponto morto superior multiplicado pela quantidade de cilindros, conforme mostra a equação 1 (BRUNETTI, 2012).

$$C = \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L \right) \cdot N_c \quad (1)$$

Onde: C é a cilindrada cúbica total do motor [cm^3]; D é o diâmetro do pistão [cm]; L é o curso entre o ponto morto superior e o ponto morto inferior [cm]; N_c é o número de cilindros do motor.

Taxa de compressão é usada para mostrar quantas vezes o volume da mistura ar-combustível consegue ser comprimido dentro do motor. Esta taxa está relacionada com a eficiência térmica do motor (CAPELLI, 2010).

A potência que um motor gera, pode ser descrita pela equação 2 (BRUNETTI, 2012).

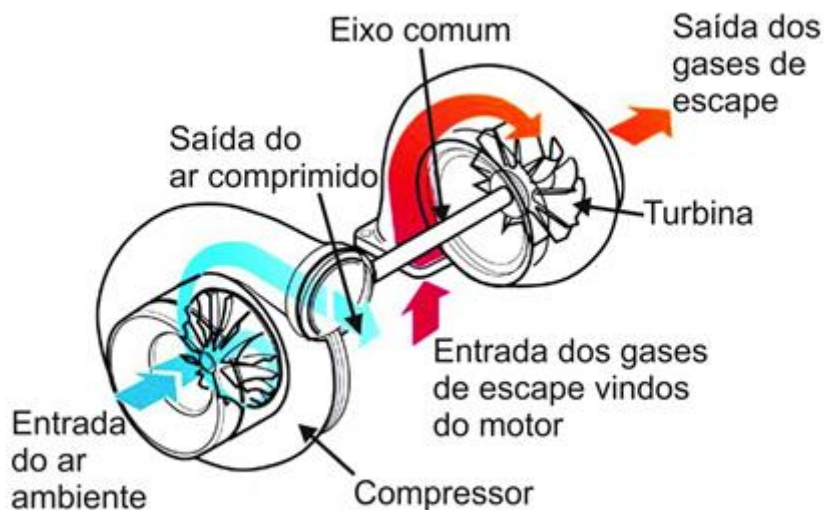
$$N_e = \dot{m}_c \cdot PCI \cdot \eta_t \cdot \eta_m \quad (2)$$

Onde N_e é a potência efetiva; \dot{m}_c é a taxa de combustível admitido; PCI é o poder calorífico inferior; η_t é a eficiência térmica; e η_m é a eficiência mecânica;

6.2. Turbocompressores

Turbocompressor é um equipamento formado por um compressor e uma turbina, e são unidos por um eixo. A parte da turbina canaliza os gases que saem da exaustão de um motor e transforma em rotação no eixo por meio de aletas. Esta rotação faz com que a parte do compressor, comprima o ar e desta forma, joga uma quantidade maior de oxigênio dentro da câmara de combustão conforme é mostrado na figura 3 (BOSCH, 2005).

Figura 3: Diagrama de um turbocompressor.



Fonte: Adaptado de SIMPLO (2019)

Segundo Capelli (2010), turbocompressores aumentam em cerca de 50% a massa de ar para dentro do motor, correspondendo a um ganho de potência na mesma proporção. Porém, o valor efetivo fica entre 30% e 40%, pelo fato de parte da energia dos gases de descarga deve girar a turbina, o que restringe seu fluxo e gera uma pequena contrapressão no cilindro

Turbocompressores podem aumentar em torno de 50% a massa de ar que entra no motor, porém na realidade este valor fica na faixa de 30% a 40%, pois uma parte da energia se dissipa no movimento da turbina (CAPELLI, 2010).

6.3 Motores Volkswagen

Para comparação do trabalho, será apresentado dois motores da montadora Volkswagen. Os dois motores exemplos equipam o mesmo veículo, sendo este o Volkswagen Polo.

O primeiro motor é o 1.0 MPI naturalmente aspirado, que segundo a Volkswagen (2021) possui 999 cm³, uma potência máxima de 84 cv a 6.350 rpm. O torque máximo é entregue na faixa de 3.000 rpm e possui 10,4 kgfm. O desempenho de aceleração de 0 km/h até 100 km/h fica na faixa de 13 segundos.

O segundo motor é o 1.0 TSI que possui um turbocompressor. Este motor entrega uma potência máxima de 128 cv a 5.500 rpm, um torque máximo de 20,4 kgfm a 2.000 rpm e aceleração

de 0 km/h a 100 km/h em 9,5 segundos, sendo do mesmo tamanho do motor 1.0 MPI, ou seja, com 999 cm³ (VOLKSWAGEN, 2021)

6 METODOLOGIA

O trabalho será elaborado com base em informações disponíveis no referencial teórico. Primeiramente será feito uma explicação sobre o que é motores ciclo otto e turbocompressores.

Após esta etapa, por meio de dados obtidos nas pesquisas sobre motores, será feita a comparação dos dois tipos de alimentação de oxigênio em um motor de automóveis.

7 CRONOGRAMA

Agosto	- Definição do Tema – linhas de pesquisa; Escolha do Orientador;
	Pesquisa bibliográfica sobre o tema e listagem das referências (usar NBR 6023:2018) – 10 fontes; Análise do cenário para definir o tipo de pesquisa a ser desenvolvida.
Setembro	- Definição do Problema de Pesquisa e hipótese; Formulário de aceitação de orientação; Objetivo geral, objetivos específicos, justificativa; submissão das atividades elaboradas para avaliação do professor de TCC1 e para o orientador; análise das demandas para o início da pesquisa prática.
Outubro	- Elaboração do Referencial teórico; início das atividades práticas da pesquisa.
Novembro	- Metodologia, cronograma, referências; Revisão Projeto – orientador; Formulário de pesquisa – Unis; Continuidade das atividades de pesquisa.
Dezembro	- Revisão final do Projeto; Elaboração dos slides; Banca de defesa do projeto; Continuidade das atividades de pesquisa.

Janeiro	- Revisão juntamente com o orientador das sugestões da banca; Continuidade das atividades de pesquisa.
Fevereiro	- Revisão do referencial teórico; Continuidade das atividades de pesquisa; início da descrição da execução da metodologia; início da elaboração da monografia a partir do projeto de pesquisa e das orientações do professor de TCC2.
Março	- Elaboração e formatação da monografia; descrição da execução da metodologia e análise dos resultados, submissão das atividades já executadas ao professor de TCC2 e ao orientador.
Abril	Finalização da elaboração e redação da monografia; entrega final.
Mai	Elaboração dos slides; revisão do texto e banca de defesa da monografia.
Junho	

REFERÊNCIAS

FROTA DE VEÍCULOS. **Governo Federal**, 2021. Disponível em:

<<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/frota-de-veiculos-2021>>. Acesso em: 01/11/2021.

MOTORES TURBO. **Hyundai**, 2021. Disponível em:

<<https://www.hyundai.com.br/hyundaiexplica/tudo-sobre-motores-turbo.html>>. Acesso em: 01/11/2021.

BRUNETTI, Fabiano. **Motores de combustão interna**: Volume 1. Editora Blucher, 1 de jan. de 2018.

CAPELLI, Alexandre. **Eletroeletrônica automotiva**: injeção eletrônica, arquitetura do motor e sistemas embarcados. São Paulo: Érica, 2010.

HEYWOOD, John B. **Internal combustion engine fundamentals**. New York McGraw-hill, 1988.

BRUNETTI, Franco. **Motores de combustão interna**. V.1, São Paulo: Blucher, 2012.

BOSCH, Robert. **Manual de tecnologia automotiva**. Edgard Blucher, 2005.

ENTENDA COMO FUNCIONA O TURBOCOMPRESSOR. **SIMPLIO**, 2019. Disponível em: <<https://blog.simplusbr.com/turbo-compressor>>. Acesso em: 01/11/2021.

MODELOS. **Volkswagen**, 2021. Disponível em: <<https://www.vw.com.br/pt/carros.html>>. Acesso em: 01/11/2021.