

Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG
Curso de Engenharia Mecânica

EDUARDO HENRIQUE NUNES GARCIA

ANÁLISE DE DESEMPENHO DE MOTOR TURBO UTILIZANDO O SOFTWARE
HOTFLIX

Publicação Nº 02

Goianésia - GO
2023

EDUARDO HENRIQUE NUNES GARCIA

ANÁLISE DE DESEMPENHO DE MOTOR TURBO UTILIZANDO O SOFTWARE
HOTFLIX

Publicação Nº 10

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO, EM FORMA DE ARTIGO,
SUBMETIDO AO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA DA FACEG

Aprovados por:

Ariane Martins Caponi Lima
Ariane Martins Caponi Lima, Mestre (FACEG)
(ORIENTADOR)

Jessica Nayara Dias
JESSICA NAYARA DIAS, Mestre (FACEG)

Alessandro Morais Martins
ALESSANDRO MORAIS MARTINS, Mestre (FACEG)

Goianésia - GO
2023

FICHA CATALOGRÁFICA

GARCIA, EDUARDO HENRIQUE NUNES.

Análise de desempenho de motor turbo utilizando o software Hotflx [Goiás] 2023 xi, 17P (ENC/FACEG, Bacharel, Engenharia Mecânica, 2023).

ARTIGO – FACEG – FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

Curso de Engenharia Mecânica.

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1. Turbocompressor | 2. Combustão |
| 3. Turbina | 4. Veículo |
| I. ENM/FACEG | II. Título (Série) |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

GARCIA, E. H. N. Análise de desempenho de motor turbo utilizando o software Hotflx. Artigo, Publicação XX 2023/1 Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG, Goianésia, GO, 17p. 2023.


CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Eduardo Henrique Nunes Garcia

TÍTULO DO TRABALHO DO ARTIGO: Análise de Desempenho do Motor com Adição de Componentes Mecânicos

GRAU: Bacharel em Engenharia Mecânica ANO: 2023

É concedida à Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Eduardo Henrique Nunes Garcia
Endereço: Rua 20
CEP -76380-000 Goianésia/GO – Brasil

ANÁLISE DE DESEMPENHO DE MOTOR TURBO UTILIZANDO O SOFTWARE HOTFLIX

Eduardo Henrique Nunes Garcia¹
Ariane Martins Caponi Lima²

RESUMO

Com base em estudos, a busca por melhoria contínua na eficiência de um motor, tem por origem a adição de um kit turbo somado as características originais. Buscar métodos de implementação da sobrealimentação, realizado uma pesquisa de veículos os quais receberam essa mudança de fábrica. Percebe-se que o veículo sobre alimentado tem maior potência que o aspirado, para comprovar está afirmação, um levantamento de dados teve suma importância, porém para realizar a sobrealimentação em um motor que nunca recebeu essa modificação, foi necessário o uso de um *Software*. O Hotflix é um *Software* que, calcula aproximadamente o valor com uma sobrealimentação. Aplicando o mesmo em alguns veículos os quais já receberam a adição de turbo, conclui-se que há veracidade e confiabilidade no Hotflix, pelo fato dos valores obtiveram uma margem de diferença mínima. Foi atingido o resultado com essa modificação aumentando, em tese, 58,2%, veículo original tem 67 Cv, e o motor sobrealimentado obteve uma potência de 106 Cv. Conclui-se que tendo em vista que o objetivo principal do artigo foi confirmado, ou seja, aumento da potência, pode ser dado continuidade neste, realizando a montagem do projeto, por ser muito benéfico para o proprietário, sendo inúmeras suas finalidades, aumento de potência, até um protótipo com finalidade competitiva.

Palavras-chave: Turbocompressor, combustão, turbina, veículo.

¹ Discente do curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Evangélica de Goianésia (FACEG). E-mail: henriquemurdock00@gmail.com

² Mestre, professor do curso da Faculdade Evangélica de Goianésia. E-mail: arianecaponilima@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios a necessidade de locomoção sempre esteve presente na sociedade, sendo feita por meio de animais e invenções ao longo dos anos. Dentre estas invenções surgiu a criação do automóvel, veículo movido a combustão. Em 1885 foi criado o primeiro automóvel movido a gasolina, o exemplar tinha apenas 3 rodas e foi funcional. Desde então ao longo dos anos houve uma grande revolução (SANTANA, 2018).

Existem veículos que são compostos de vários componentes mecânicos desenvolvidos apenas com a função de associar potência e funcionalidade, conhecidos como veículos turbo. Segundo Fonseca (2021), veículos turbo originais de fábrica tem um valor de mercado acima dos veículos convencionais. O autor mostrou uma possibilidade de transformar um carro convencional em um carro turbo, o qual atenderá as expectativas e funcionalidades de um carro mais potente.

Costantin (2017), demonstrou que para aumentar a relação de compressão do motor sem alterar as suas características originais de fábrica, propõe-se a utilização de turbocompressor que aumenta a eficiência do motor sem alterar sua composição original, ou seja, adicionando o kit turbo na saída da admissão do motor, aumenta o fluxo de ar, que seriam descartadas pelo fluxo de escape, assim sendo reutilizados e transformando a pressão em positiva, afetando significativamente no curso dos pistões, aumentando a potência.

Se a composição original do veículo não está atendendo as expectativas de uma velocidade específica, com o aprimoramento da sobrealimentação será possível atingir uma velocidade esperada, a qual será levado em consideração um valor acima de 150 Km/h, que é a imposta pelo fabricante (NAKANO, 2007).

Transformar um automóvel clássico em um veículo com maior potência está atingindo bastante público, pois há vários pontos de aproveitamento no mercado. Dentre eles, está o menor consumo de combustível e o maior rendimento do veículo em uma rodovia. Para se ter um carro turbo, estima-se que o valor é mais alto do que uma pessoa de classe média pode pagar, então, com a instalação em carros que são mais acessíveis, se tornou uma grande opção para quem deseja possuir um veículo com maior eficiência. (SANTANA, 2018).

Outras vantagens também podem ser analisadas, dentre elas o aumento de torque e consequentemente o aumento da potência, reduzindo a emissão de gases poluentes liberados na atmosfera, pelo reaproveitamento do ar do escape. Outra vantagem interessante é que devido a forte turbulência no motor, resultado de maior fluxo de ar no pistão, o combustível se torna mais homogêneo, tornando-se mais eficiente.

Assim, tem-se como problema de pesquisa, se há possibilidade de aumentar a potência do veículo com suas características originais? De acordo com Nakano (2007) pode-se adicionar uma turbina no motor, ela trabalhará juntamente com a admissão, dando início ao chamado “ciclo de admissão” que será o aumento de fluxo de ar no motor, consequentemente ocorre um crescimento na pressão transformando-o em uma alta positiva nos pistões, e tendo um acréscimo na eficiência do automóvel.

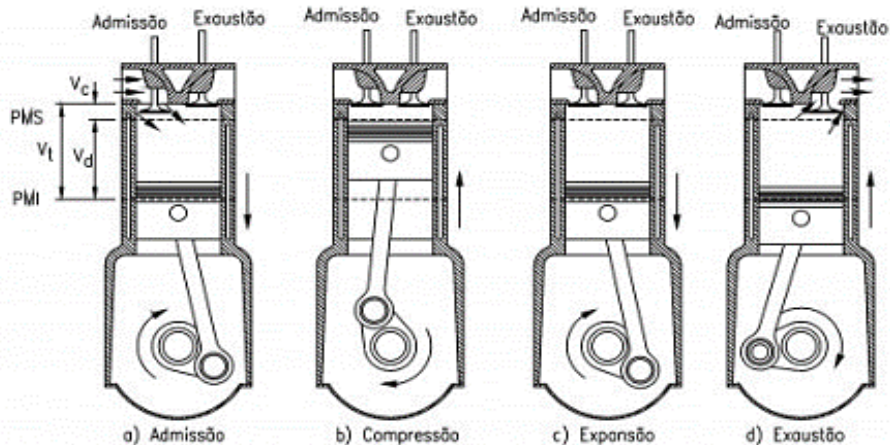
Assim, o presente trabalho tem por finalidade realizar uma análise de desempenho de um aumento da potência de um motor à combustão original de fábrica e motores turbo no mercado consumidor. Também é conhecida como turbocompressor, a turbina cuja finalidade é de transformar parte do fluxo de ar que seria descartado pelo escape, em pressão positiva, direcionando-o até o conjunto de admissão, consequentemente gerando maior eficiência ao motor (COSTANTIN, 2017).

2 REVISÃO DE LITERATURA

Na década de 1860 iniciou o ciclo de análise de motores a pistão, com um engenheiro francês conhecido como Beau Rochas, concretizando a construção do primeiro motor Otto, no fim dessa década. A priori são baseados em termodinâmica clássica, usando simples considerações que resultavam em soluções fechadas. Desde então vários estudos foram destinados a aprimorar o motor a combustão, que tem por função transformar energia química em energia mecânica através de um ciclo termodinâmico, que inclui compressão e expansão dos gases (COSTANTIN, 2017).

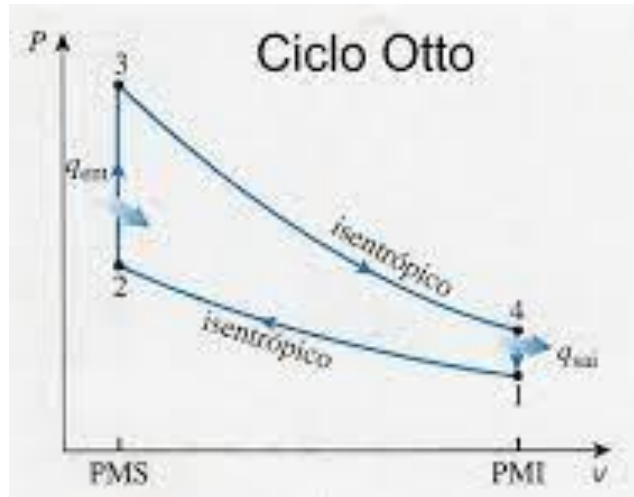
Como pode ser observado na Figura 1, no primeiro momento ocorre a entrada da mistura de combustível com o ar atmosférico no motor, em seguida ocorre a compressão desta mistura. Neste instante, o bico injetor origina uma centelha, onde ocorre a combustão, e causa a expansão, empurrando o pistão, que movimenta o virabrequim, que conseqüentemente transporta a força para a movimentação do veículo (COSTANTIN, 2017).

Figura 1 - Motor de combustão interna de quatro tempos



Fonte: Cultura Mix,(2010)

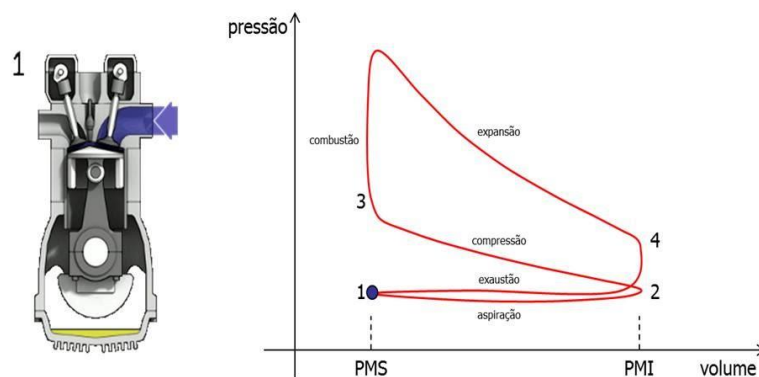
Figura 2- Ciclo Otto ideal.



Fonte: editado de ÇENGEL; BOLES, 2013.

O ciclo de Otto é o ciclo termodinâmico que representa o funcionamento dos motores a combustão, baseado em admissão isobárica, compressão adiabática, expansão adiabática e exatão isobárica. Na fase de admissão, o pistão se move recebendo a mistura de ar combustível sob pressão, a qual é chamada de isobárica pois é uma transformação sob pressão constante. Na fase de compressão, o pistão realiza um movimento rápido, comprimindo a mistura, aumentando a pressão e diminuindo o volume. Na fase da expansão, a mistura comprimida recebe uma centelha elétrica, onde ocorre uma explosão, gerando uma grande quantidade de energia térmica a qual é convertida em energia mecânica. E por fim a fase de exatão, quando o pistão chega a posição maior, os gases são direcionados ao sistema de escape onde são liberados pelo escapamento, como apresentado na Figura 3. (BRUNETTI, 2012).

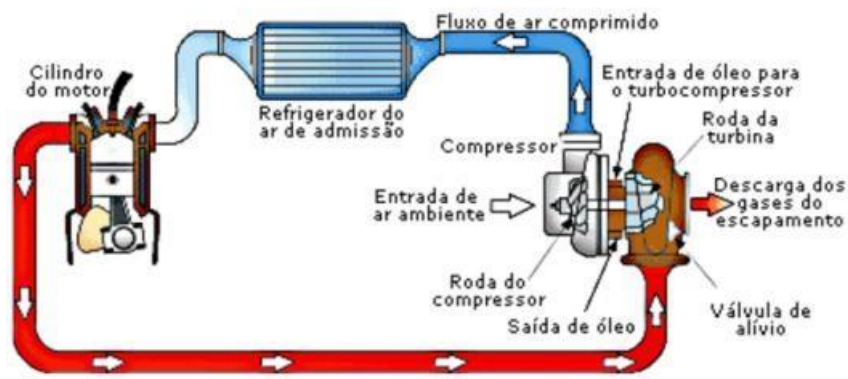
Figura 3- Ciclo Otto -Ciclo real.



Fonte: editado de ÇENGEL; BOLES, 2013.

No ciclo com a adição de uma turbina, segundo Costantin (2017), acompanhando o fluxo normal, percebe-se que os gases são liberados pelo sistema de escape assim que finalizam o procedimento de combustão. Parte desses gases retornam para o sistema por meio da turbina, gerando um maior fluxo de combustão e realizando uma maior pressão. Pressão que logo será transformada em energia mecânica e consequentemente realizará a força de movimentação do veículo, assim como demonstrado na Figura 4.

Figura 4 - Funcionamento de um turbocompressor



Fonte: Costantin, (2017).

De acordo com Brunetti (2012), cilindrada é o volume deslocado pelo pistão do ponto morto superior (PMS) até o ponto morto inferior (PMI), multiplicado pela quantidade de cilindros do motor. Relação de compressão é o espaço livre da cabeça do pistão, ou seja, do ponto morto do pistão ao ponto inferior onde ocorre a combustão. Torque é o resultado da força que o pistão exerce ao receber a o resultado da combustão sobre o os demais componentes do motor, fazendo com que o mesmo ganhe potência, que é o trabalho exercido em uma unidade de tempo.

Segundo Nakano (2007), o turbocompressor, para aumentar a potência é importante, pois existem vários tipos diferentes de modelos referenciando principalmente nos seus componentes de fabricação, pois uma turbina mal dimensionada pode gerar falha e quebra de ambas as partes, tanto na sua composição quanto na do motor. A turbina deve ter uma melhor resistência na carcaça, melhor aerodinâmica interna, o que facilita o fluxo de ar, melhorando a queima de combustível, conter um triplo selo de vedação, o que impede qualquer tipo de líquido acessar locais que possa danificar o rotor interno. E também com um dissipador de calor interno que possa impedir que atinja temperaturas elevadas.

O turbocompressor tem por princípio basicamente aproveitar uma certa quantidade de energia contida no escapamento, utilizada para comprimir o ar que vai ser admitido pelo motor, tendo como resultado final um acréscimo de 30 a 200% (variando com a pressão utilizada). Gases provenientes do motor são direcionados por meio do coletor de escape para a carcaça da turbina. Esses gases possuem energia na forma de pressão, temperatura e velocidade no rotor da turbina e consequentemente no rotor do compressor. Com a rotação o ar atmosférico é aspirado e comprimido pelo rotor do compressor, de onde segue para os cilindros, os que os direcionam para o coletor de admissão. Com a maior entrada de ar, há uma maior queima de combustíveis e uma melhor combustão na mistura. Com todo esse processo tem-se uma significativa diminuição de poluentes e uso de combustível, aumento de torque e potência.

Nakano (2007), realizou o estudo da construção do protótipo, e verificou que a adaptação de um sistema de turbocompressor é possível em automóveis nacionais, realizando

alguns ajustes e adaptações necessárias para o funcionamento e não afetando a dirigibilidade, porém reduziu um pouco a sua durabilidade. Realizando esta montagem é possível esperar um ganho de 80% de potência do veículo em questão.

Constantin (2017) por sua vez, demonstrou que esse tipo de aplicação tem sido observado com bons olhos, por proprietários de carros que desejam uma maior potência em seus veículos. Ele afirmou também, que mesmo tendo realizado a adaptação do automóvel com o turbocompressor para ter uma maior potência, a relação do consumo do combustível com o turbo se mantém.

Santo (2019), com seu estudo sobre aplicação de maneira sucinta de um turbo compressor em motores da atualidade, consegue mostrar que há inúmeros benefícios como um aumento de 20% sem realizar muito esforço nos componentes do veículo. Realizando a aplicação do Downsizing, aumentando a potência tem-se maior introdução de ar no cilindro, o motor automaticamente pode queimar um volume maior de combustível e ter um aumento significativo de potência.

Pastorelli (2015), realizou a análise de um protótipo monomotor da Fórmula SAE, que estava com uma adição de um turbocompressor, realizando o comparativo de um motor original com o motor com adição do turbo, cuja única finalidade era o aumento de potência. Resultados da simulação apontam ganhos de 13,8% de potência máxima e 19% de torque máximo em relação ao desempenho do motor original.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Software Hotflix

O *Software* em questão foi desenvolvido por uma comunidade chamada *Eu Hot Rodder*. Sua finalidade é auxiliar na criação de projetos, voltados para melhoria de desempenho dos veículos, fornecendo tutoriais, acessos ao *software* e cursos. O Hotflix, é uma ferramenta desenvolvida com a finalidade de calcular aproximadamente resultados finais do projeto, somente aproximados, pelo fato de ser única cada montagem, pois existem fatores como conservação, montagem e dimensionamento a serem levados em consideração. Por este motivo, o mesmo não consegue atingir a exatidão, pois não há como calcular peças.

Seu funcionamento é bem simples, trabalhando com potência e pressão como base. Para saber a pressão, segue-se orientação do catálogo para de aplicação para definição do modelo da turbina, para realizar a conversão de Kgf para psi. Feito isso, adicionar o valor da potência do veículo, em Cv, para o resultado aproximado ser exibido subsequente.

Figura 5- Interface para adição de informações do *Software*.

Quantos HP se eu instalar um Turbo?
INSIRA A PRESSÃO DO TURBO EM PSI E QUANTOS HP TEM NO MOTOR ORIGINAL

Pressão do Turbo em PSI

Pressão em PSI

Potência original do motor

HP motor original

Calcular Cavalaria

RETORNA

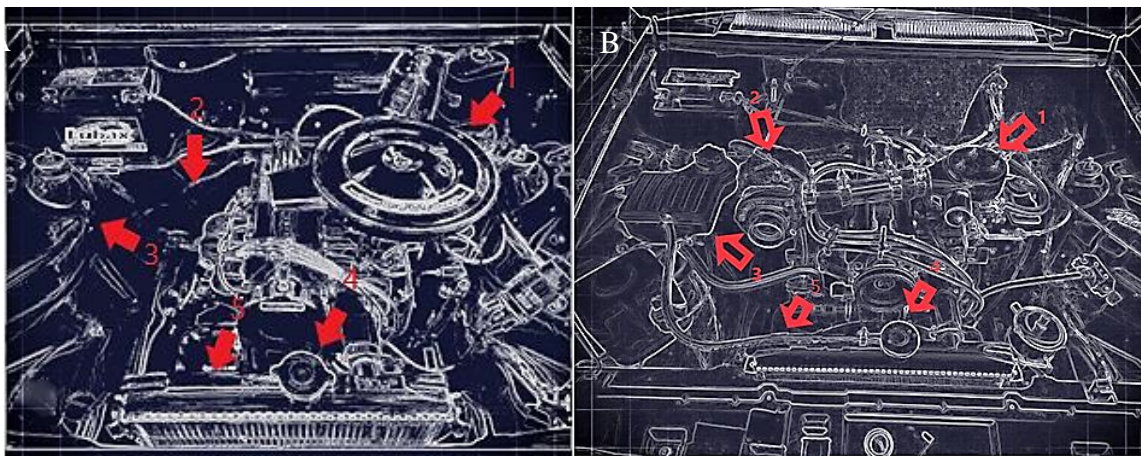
Fonte: Hotflix, (2023).

3.2 Análise de turbocompressor

Os principais elementos a serem analisados nesse artigo é o motor e o turbocompressor, assim, será proposto uma análise de desempenho do turbocompressor para verificar o aumento de potência de um veículo, ou seja, realizando uma simulação da adição de uma turbina e seus componentes para o aumento da potência.

A Figura 6 mostra os desenhos comparativos das diferenças entre um motor original e um motor com a adição do turbocompressor, editados pelo *software PhotoShop*, visando o auxílio para a compreensão das mudanças.

Figura 6 - Desenho do motor original e um motor com a adição do turbocompressor, respectivamente



Fonte: Proprio autor, 2023

A Figura 6 demonstra o ciclo termodinâmico comparativo das diferenças entre um motor original e um motor com a adição do turbocompressor. Pode observar se algumas modificações visíveis, como a alteração do filtro de ar (Figura 6-A, posição 1), com uma adição de um sistema de admissão (Figura 6-B, posição 1), o qual é ligado ao turbocompressor (Figura 6-B, posição 2), que continua o processo por estar conectado ao motor. Para o sistema de arrefecimento (Figura 6-B, posição 3), foi instalado um reservatório ligando-o ao respiro da tampa (Figura 6-B, posição 4), retornando para o sistema pela mangueira do radiador (Figura 6-B, posição 5).

Será proposto nesse trabalho as seguintes análises:

- Comparativos de potência e consumo de carros comerciais utilizando o motor com e sem turbocompressor;
- Validação do software comparando com os carros comerciais.
- Verificação do uso do software com um modelo de automóvel com motor sem turbocompressor;

Foi realizado um levantamento de dados do mercado consumidor dos veículos sobrealimentados, que são motores que recebem a adição de um componente como o turbocompressor, a fim de entender como a sociedade avalia essa adição de componentes com a finalidade de melhorar a eficiência dos automóveis. Pesquisas realizadas diretamente com informações das montadoras foram fundamentais para o andamento deste artigo, pois as informações e dados do consumidor foram buscadas na mesma. A visão do consumidor tem aumentado significativamente, observando que a procura de mercado tem crescido ao longo do tempo, percebe-se que a modificação tem grande valia. Os carros comerciais para a análise escolhidos foram pelos seguintes critérios, questão de um dos primeiros a serem comercializados com essa modificação e o atuais que estão em domínio de comércio, descritos na tabela

Figura 7- Veículos escolhidos.

Modelo	Ano de fabricação
Volkswagen Gol	2001
VW UP	2016
HB20	2022
Chevrolet Onix	2022

Fonte: Proprio autor, 2023

A aplicação do *software* será feita no motor o qual não recebe a sobrealimentação de fábrica. Para verificarmos a validação do mesmo, será aplicado as mesmas condições aplicadas no motor sem a turbina, nos modelos escolhidos referidos na Figura 7, pois tais veículos recebem a sobrealimentação de fábrica e também foram comercializados originais. A principal finalidade deste comparativo é, verificar se as condições propostas pelo *software* assemelham-

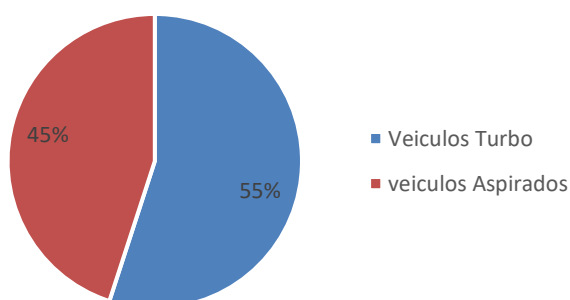
se ao resultado final fornecido pela montadora. A turbina escolhida é indicada pelo Catálogo (Biagio Turbos) a qual é descrita que, para veículos com uma motorização de 1.0 a 1.4, não se deve trabalhar abaixo de 0.8 BAR, pois sua eficiência não seria concreta, fazendo assim com que o motor trabalhe mais forçado e resultaria na quebra.

Em seguida, foi verificado um automovel sem a versão turbo. O carro é um Chevette motor Chevrolet 1.4, 4 cilindros em linha, trabalhando com uma potência de 67 Cv, entregando uma velocidade final de 150km/h. Contando com 1393 cm³ de cilindrada, este motor compacto rotacionando a 3600 rpm, alcança 10,81 kgmf de torque máximo. Na época do lançamento do modelo conseguia ótimos resultados chegando a atingir 150 km/h, número bastante respeitado, para um compacto nacional, que tinha um baixo consumo de combustível, no auge da crise do petróleo, chegando a fazer 14,6 km/L na estrada (KLEISER, 2019).

4 DISCUSSÃO E RESULTADOS

As montadoras estão realizando estudos e fabricando veículos, cujo o motor é sobrealimentado. Ao observar o ranking de 2021 de veículos mais vendidos no Brasil, tem se um resultado animador. Dentre os 20 veículos mais vendidos, 11 deles possuem uma motorização turbinada, tem se por exemplo o Chevrolet Onix e Onix plus, Hyundai HB20, Fiat Toro e Honda HRV, como pode observar pela figura 6 (Semi Novos, 2022).

Figura 6 – Ranking de vendas 2021



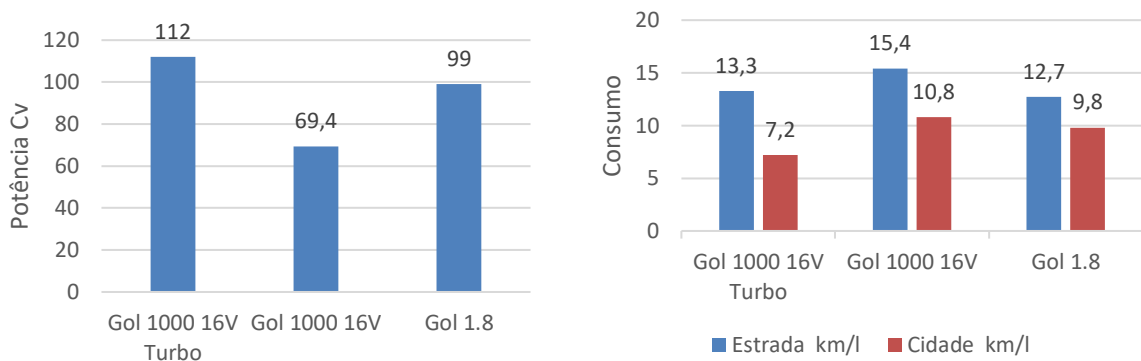
Fonte- Proprio autor, 2023

Atualmente é muito comum ver veículos turbo, porém a primeira montagem nacional foi realizada pela FIAT, em seu modelo UNO em 1994. O automovel era equipado por um motor de 1372 cm³, sobrealimentado por uma turbina com 0.8 bar de pressão os quais trabalhando em conjunto, eram responsáveis por fornecer ao mesmo uma potência de 118 CV e torque de 17,5 m/kgf. Observando as características do mesmo veículo, porém sem a alimentação do turbocompressor, os resultados são uma potência de 56.1 CV e torque de 8,2 m/kgf. (SANTO, 2019)

Desde então tal prática foi se tornando bastante comum e aprimorada. Realizando comparativos de veiculos montados originais de fábrica, visando viabilizar a utilização da montagem do kit turbocompressor com finalidades de ganho de potência, torque.

O Volkswagen Gol fabricado em 2001, grande inovação no mercado da época, atendendo a população com 3 versões disponíveis para o mercado: Gol 1000 16V, Gol 1000 16V TURBO e Gol 1.8. A potência tem um aumento notável no veículo sobrealimentado e o consumo continua relativamente parecido. Outro ponto a se avaliar é o torque que no Gol 1000 16V é de 9,4 Kgfm a 4500 rpm, no Gol 1000 16V TURBO é de 15,8 Kgfm a 2000 rpm e no Gol 1.8 é de 15,5 Kgfm a 3000 rpm, percebe-se que o veículo turbo tem maior torque em uma menor rotação. A Figura 7, pode identificar um comparativo entre a potência e o consumo das versões do VW Gol.

Figura 7 – Comparativo de potência e consumo entre as versões do VW Gol

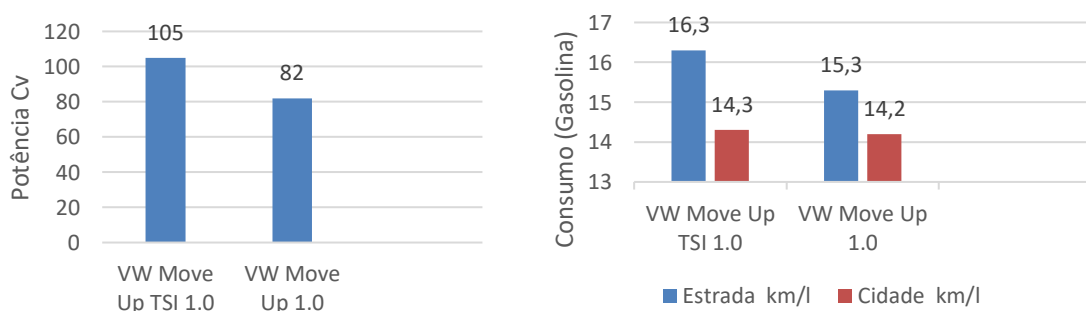


Fonte: Proprio autor, 2023

Segundo Santo (2019), mesmo com todas as dificuldades da época, poucas informações sobre a aplicação do turbocompressor, o veículo teve bastante aceitação, entretanto, por ser um automóvel com maior força e maior desempenho foi difundido como um super esportivo e realizadas manutenções de um veículo comum o qual necessitava de um cuidado mais especial.

Desde então as montadoras continuaram a desenvolver veículos com sobrealimentação e, com isso, realizando mudanças. Assim alguns veículos que conseguiram chegar ao bem comum que era esperado, ou seja, aumento de potência. Em 2016 os veículos começaram a ter uma procura maior, ganhando mercado e a confiança dos consumidores, o principal deles era o VW UP. Disponibilizado em 2016 para o acesso a população, nas versões VW Move Up TSI 1.0 (Sobrealimentado) e VW Move Up 1.0., mostrado na Figura 8. Observa-se que a potência tem um aumento notável no veículo sobrealimentado e o consumo continua relativamente parecido. O torque tem um aumento de 6,2 kgfm, ou seja o sobrealimentado é 16,8 kgfm o sem sobrealimentação é 10,4 kgfm.

Figura 8 – Comparativo de potência e consumo entre as versões do VW UP



Fonte: Proprio autor, 2023

No top 5 de veículos turbo compressores mais vendidos está um sedã ano 2022, o qual recebeu uma motorização 1.0 sobrealimentado pelo turbo compressor. Trata-se do HB20S que, dentre todos os modelos turbo, está entre os mais confiáveis e com uma boa resposta de potência e em relação a outros modelos sobrealimentados, independente de ser um pouco mais pesado, tem um bom consumo de combustível e uma alta eficiência em velocidade final. A Figura 9, dois modelos de veículos, um aspirado e o outro sobrealimentado. (Semi Novos, 2022)

Figura 9- Comparativo entre versões do Hyundai HB20S

Especificação	HB20S 1.0 T-GDI Platinum Plus		HB20S 1.0 Comfort	
Potência	120 CV		75/80 CV	
Torque	17,5 Kgfm		9,4/10,2 Kgfm	
Consumo (Etanol/Gasolina)	Etanol-	Estrada 10,3 km/l	Etanol-	Estrada 10,4 km/l
		Cidade 8,9 km/l		Cidade 9,4km/l
	Gasolina –	Estrada 14,3 km/l	Gasolina –	Estrada 14,8 km/l
		Cidade 12,2 km/l		Cidade 13,2 km/l

Fonte: Proprio autor, 2023

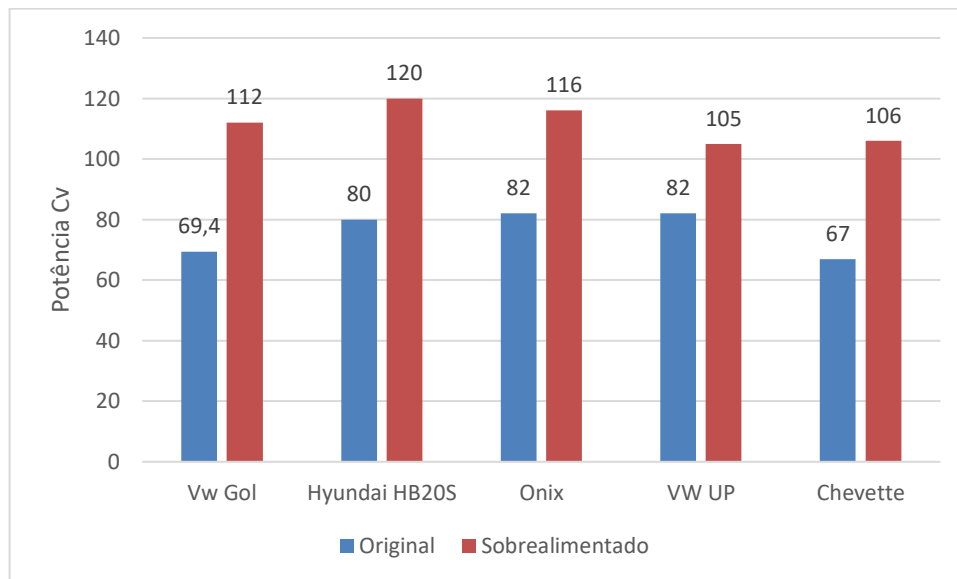
O Chevrolet Onix, em sua versão turbo é acompanhado por um motor 1.0 de 3 cilindros em linha, é um *hacht compacto* de 12 válvulas, que foi líder de vendas por um bom tempo. Devido a escassez de suprimentos, reflexos da pandemia, teve sua linha de produção reduzida e acabou perdendo a liderança de vendas ds veículos sobrealimentados. (Semi Novos, 2022) (Figura 10).

Figura 10- Comparativo entre versões do Chevrolet Onix

Especificação	Onix 1.0 Versão RS		Onix 1.0 Versão LT	
Potência	116 CV		78/82 CV	
Torque	16,8 Kgfm		9,7/10,6 Kgfm	
Consumo (Etanol/Gasolina)	Etanol-	Estrada 10,4 km/l	Etanol-	Estrada 12 km/l
		Cidade 8,4 km/l		Cidade 9,5km/l
	Gasolina –	Estrada 15,1 km/l	Gasolina –	Estrada 13,8 km/l
		Cidade 11,9 km/l		Cidade 16,6 km/l

Fonte: Proprio autor, 2023

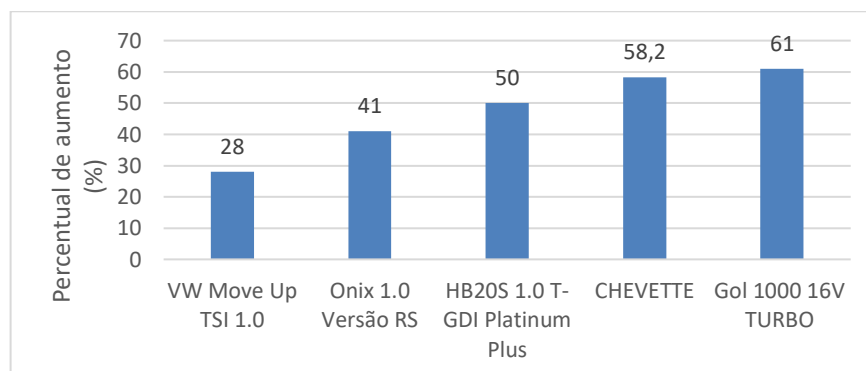
Assim, foi realizado uma comparação com as potências dos modelos citados nesse artigo. Na Figura 11 mostra o comparativo das potências dos modelos originais e sobrealimentados dos automóveis analisados.

Figura 11 – Comparativo das potências dos veículos

Fonte: Proprio autor, 2023

Pode observar que a aplicação de um turbo compressor, sendo utilizado para sobrealimentar o motor, aumenta a relação do ciclo de compressão introduzindo maior fluxo de ar no motor, o qual segue o processo do Ciclo Otto, aumentando a potência e o torque do motor. Com esse maior fluxo uma melhor reação química de ar/combustível, a qual melhora a queima e o rendimento do mesmo fazendo com que prolonga sua eficiência. Seguindo as informações de veículos os quais foram testados, pode perceber que essa forma de melhorar o condicionamento vem sendo aprimorada eventualmente, mostrando assim a viabilidade, do aumento da potência do veículo, fazendo com que ele também diminua a quantidade de CO² liberado pelo automóvel. Em relação ao combustível, pode se perceber que o aumento é mínimo, sem levar em consideração que o VW Up teve uma redução, pois o mesmo tem uma relação de peso.

Na Figura 12 mostra um percentual do aumento da potência, o qual foi citado o parâmetro de aproximadamente um aumento de 20% a 60%, para os veículos citados.

Figura 12 – Percentual de aumento dos modelos comerciais.

Fonte: Proprio autor, 2023.

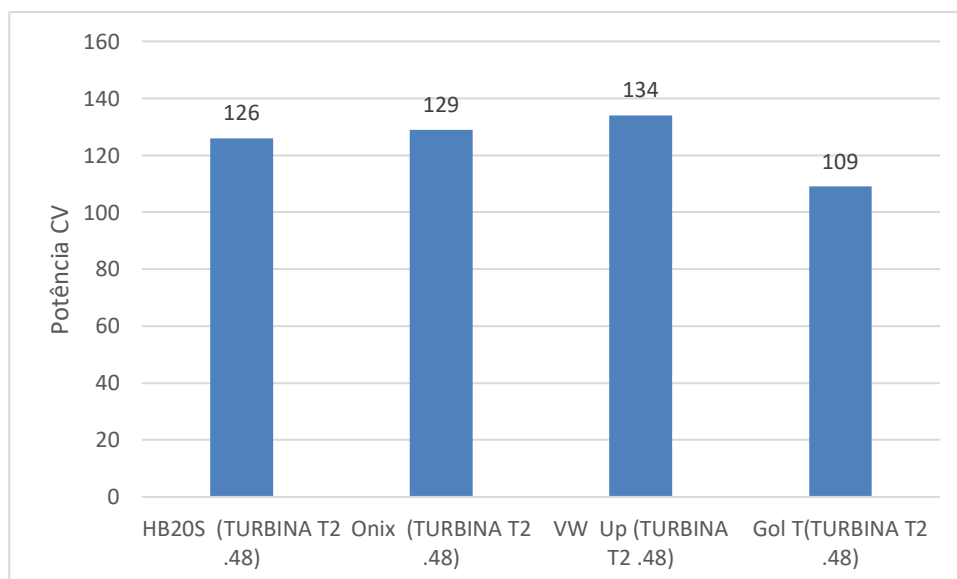
Os automóveis descritos na Figura 12, demonstra que os veículos obtiveram sucesso em relação a sobrealimentação, com um percentual aumento entre 20 a 60%, o qual foi descrito ao longo deste. O Gol por ser um motor mais antigo e por ter maior conjunto de válvulas, porém não apresentaram tanta confiabilidade e custo de manutenção, pelo fato das tecnologias tem recursos limitados. Pode-se observar que o HB20S, tem uma potência boa, um aumento significativo, um motor mais compacto que tem uma maior confiança para o consumidor final, com um sistema mais tecnológico, mais avançado e com custo mais simples, ou seja, quanto mais os estudos obtiverem, maior será os resultados de avanços.

Pode observar que a aplicação de um turbo compressor, sendo utilizado para sobrealimentar o motor, aumenta a relação do ciclo de compressão introduzindo maior fluxo de ar no motor, que segue o processo do Ciclo Otto, aumentando a potência e o torque do motor. Com esse maior fluxo uma melhor reação química de ar/combustível, que melhora a queima e o rendimento do mesmo prolonga sua eficiência. Seguindo as informações de veículos que foram testados, pode perceber que essa forma de melhorar o condicionamento vem sendo aprimorada eventualmente, mostrando assim a viabilidade, do aumento da potência do veículo, fazendo com que ele também diminua a quantidade de CO² liberado pelo automóvel. Em relação ao combustível, pode se perceber que o aumento é mínimo, sem levar em consideração que o VW Up teve uma redução, pois o mesmo tem uma relação de peso.

Foi simulado no software o Chevette, motor Chevrolet 1.4, ao aplicar a TURBINA T2 .48 (a qual é a sugestão da fabricante Biagio Turbos,2022), seguindo catalogo para aplicação, com intuito de não forçar o motor de forma desnecessária. O veículo originalmente apresenta 67 Cv, a turbina trabalhará calibrada para a aplicação de 1 Kgf, realizando a conversão de Kgf para a Psi, numa escala de 7Kgf/cm², será aproximadamente 14 Psi.

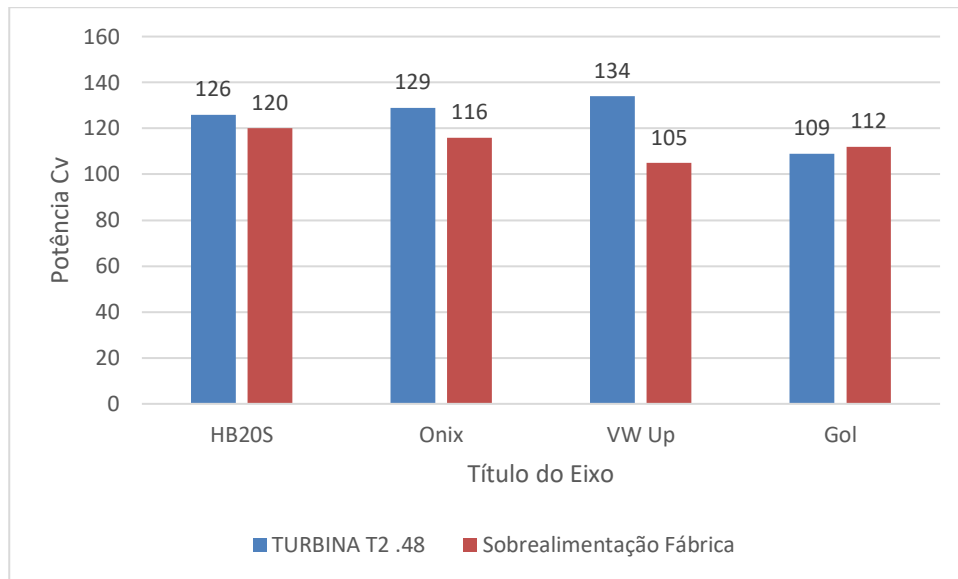
Para a simulação foi usado os veículos mencionados. Na Figura 13, pode-se observar o resultado destas simulações.

Figura 13– Simulação das potências dos veículos com motor sem turbo e utilizando o Software Hotflix com a adição da TURBINA T2 .48



Fonte: Próprio autor, 2023

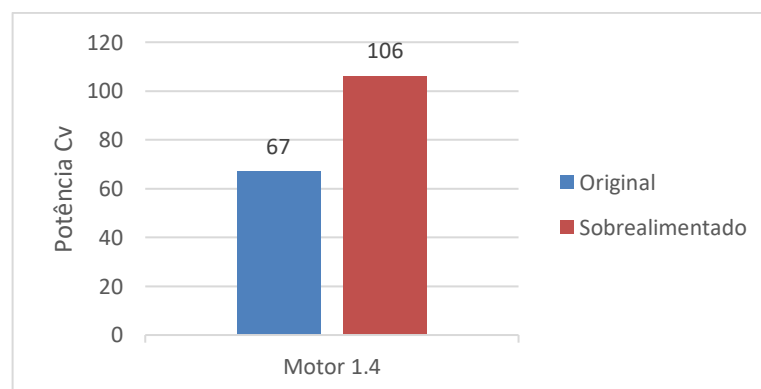
Figura 14– Comparação das potências dos veículos com motor sem turbo e utilizando o Software Hotflix com a adição da TURBINA T2 .48



Fonte: Próprio autor, 2023

Pode-se observar a viabilidade da utilização do *software*, pelo fato de demonstrar que seguindo o passo a passo de dimensionamento e inserção de dados, obtém-se uma proximidade nos valores fornecidos pelo *software* e os valores coletados nos veículos sobrealimentados de fábrica. Podemos observar que houve uma margem de perda mínima, com exceção do UP, o qual foi modificada sua tecnologia. É possível ter uma aproximação da potência final do motor com a sobrealimentação, o mesmo utiliza os cálculos base de termodinâmica e máquinas térmicas, como pode observar na Figura 15.

Figura 15 – Comparativo do motor 1.4 original e sobrealimentado com o uso do Software Hotflix



Fonte: Proprio autor, 2023

A aplicação em um motor faz com que ele tenha um aumento variável em 58,2%. De acordo como catálogo (Biagio Turbos, 2022), a aplicação da turbina vai depender do

condicionamento e da eficiência do motor original, pode se ter um aumento de 20% a 60%. A manutenção deste tipo de veículo so deve ser mais cautelosa, ou seja, um cuidado maior, pois o veículo tem uma entrega de eficiência maior que o convencional.

6 CONCLUSÃO

Ao entender estes resultados e aplicar no cotidiano, percebe-se que um veículo sobrealimentado gera até uma maior segurança para o condutor, por exemplo em uma ultrapassagem, pois o tempo de resposta é menor que um veículo sem a alimentação do turbocompressor, ou seja, o automóvel atingirá uma maior velocidade em menor tempo.

A aplicação do mesmo só foi possível seguindo os parâmetros de aprendizagem desenvolvidos ao longo da graduação, pois entender cada componente e cada função é o principal fundamento para que seja possível aumentar o desempenho do motor. Observando que todos os automóveis descritos atingiram o aumento, alcançando uma taxa de 28% a 61%, avaliamos que esta aplicação possui uma viabilidade benéfica.

Pode-se perceber que a um maior aumento com a aplicação da TURBINA T2 .48, feito a simulação pelo *Software* a um aumento ainda maior, pois o mesmo não calcula as perdas, porém pelo catálogo tem-se a informação de que pode existir de 10% a 20% de perda. Realizando cálculos, baseados nos veículos descritos pode-se calcular uma perda de 15% no motor do Chevette, ou seja, ficaria aproximadamente com 97 CV.

O principal objetivo do artigo foi alcançado pois o aumento da potência, segundo os dados, é possível e viável. Pode-se concluir que, ao longo dos anos foram desenvolvidos técnicas e estudos de aperfeiçoamento para a melhor utilização do turbocompressor, e pode-se perceber que foram atendidas as expectativas de aumento de potência, diminuir a liberação de Gás Carbônico na atmosfera e também conseguir fazer com que um motor mais compacto tenha o mesmo desempenho ou até mais do que um motor mais robusto, ou seja, a perceptiva de crescimento dessa técnica cada vez mais seja melhor aprimorada e introduzida ao mercado, sempre com novas tecnologias

REFERÊNCIAS

BRUNETTI, Franco. **Motores de combustão interna**. 1. ed. [S. l.: s. n.], 2012.

Catálogo de aplicação linhas agrícola e construção, Biagio Turbos, disponível em: https://www.biagioturbos.com/pdf/catalogo_hdm.pdf. Acesso em: 30 de novembro de 2022

Motores a combustão, CULTURA MIX, disponível em: <https://www.culturamix.com/wp-content/uploads/2010/09/imagem-500x263.jpg>. Acesso em: 30 de novembro de 2022

COSTANTIN, Luis. **Dimensionamento de turbocompressores para aplicação em motores de combustão interna**. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Uberlândia, [S. l.], 2017.

FONSECA, Gustavo. Tudo o Que Você Precisa Saber Sobre Carros Turbinados. **Fique dentro da lei**, [S. l.], p. 1/12, 1 jun. 2021.

KLEISER, Jairo. **História do Chevette**, disponível em: <https://motortudo.com/chevette-sl-1-4-1979-reinado-absoluto-no-final-da-decada/> Acesso em 15 de outubro de 2022

KLEISER, Jairo. Chevette SL 1.4 1979 reinado absoluto no final da década. **Motor Tudo News**, [S. l.], p. 3/35, 1 jan. 2019.

NAKANO, Danillo. **Estudo sobre instalação de um turbocompressor em automóvel nacional**. 2007. Análise de projeto e análise de caso (Mestre Profissional em Engenharia Automotiva) - Engenharia Mecânica, [S. l.], 2007.

SANTANA, Mirian. **História do automóvel**. Curiosidades Infoescola, [S. l.], p. 1/7, 1 set. 2018.

SANTO, Andre E. **Utilização de turbocompressor em veículos da atualidade**. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel Engenharia Mecânica) - Universidade de Taubaté, [S. l.], 2019.

PASTORELLI, Pedro. **Análise numérica da implementação de um turbocompressor em motor monocilíndrico para competição fórmula SAE**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Engenheiro Automotivo no Curso de Engenharia Automotiva) - Universidade Federal de Santa Catarina Centro de Joinville Departamento de Engenharias da Mobilidade Curso de Engenharia Automotiva, [S. l.], 2015.

Carros turbo com alta procura no brasil, Veículos turbo, disponível em : <https://seminovos.com.br/noticias/carros-turbo-com-alta-procura-brasil-deve-ganhar-mais-modelos/> acesso em 2023.

Calcule a melhor potência para seu HotRoad, Hotflix Hotrods, disponível em : <https://app.euhotrodder.com/turbo?d=174230943>, acesso em 2023.

ÇENGEL, Yunus A.; BOLES, Michael A. **Termodinâmica**. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.