

**CENTRO PAULA SOUZA  
FATEC SANTO ANDRÉ**

**Tecnologia em Mecânica Automobilística**

**Alexandre Hora da Silva Junior**

**Álvaro José Vega**

**Dênis Flôres Vieira de Oliveira**

**Felipe Pereira de Oliveira**

**MOCK-UP DIDÁTICO DO MOTOR DIESEL POWER STROKE 3.0**

**Santo André**

**2024**

**Alexandre Hora da Silva Junior**

**Álvaro José Vega**

**Dênis Flôres Vieira de Oliveira**

**Felipe Pereira de Oliveira**

**MOCK-UP DIDÁTICO DO MOTOR DIESEL POWER STROKE 3.0**

Trabalho de conclusão de curso entregue a Fatec Santo André como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Mecânica Automobilística

Orientador: Prof. Marco Aurélio Fróes

**Santo André**

**2024**





Faculdade de Tecnologia de Santo André

CENTRO PAULA SOUZA

GOVERNO DO ESTADO  
DE SÃO PAULO

## LISTA DE PRESENÇA

Santo André, 03 de julho de 2024.

LISTA DE PRESENÇA REFERENTE À APRESENTAÇÃO DO  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO COM O TEMA:  
“DESENVOLVIMENTO DE UM MOCKUP DIDÁTICO PARA  
MOTORES DIESEL POWER STROKE 3.0” DOS ALUNOS DO 6º  
SEMESTRE DESTA U.E.

### BANCA

PRESIDENTE:

PROF. MARCO AURÉLIO FRÓES \_\_\_\_\_

MEMBROS:

PROF. FERNANDO GARUP DALBO \_\_\_\_\_

PROF. ORLANDO DE SALVO JUNIOR \_\_\_\_\_

ALUNOS:

ALEXANDRE HORA DA SILVA JUNIOR \_\_\_\_\_

ÁLVARO JOSÉ VEGA Alvaro José Vega

DENIS FLÔRES VIEIRA DE OLIVEIRA Denis Flôres Vieira de Oliveira

FELIPE PEREIRA DE OLIVEIRA Felipe Pereira Oliveira

Santo André

2024

Dedico este trabalho aos meus familiares, amigos, orientador e colegas de trabalho que me apoiaram e ajudaram na concretização de mais uma etapa da minha carreira profissional e vida. A todos, um sincero muito obrigado.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos mestres e funcionários da instituição Fatec Santo André que contribuíram para a nossa formação acadêmica. Aos nossos pais que nos apoiaram com veemência durante a elaboração deste trabalho e em todo o período da formação do curso. Aos nossos amigos e colegas da faculdade por todo suporte.

*“O insucesso é apenas uma  
Oportunidade para recomeçar  
Com mais inteligência”.*

*Henry Ford*

## RESUMO

O principal objetivo do projeto é corrigir as falhas diagnosticadas com o intuito de fazer o motor diesel entrar em funcionamento mantendo seu padrão construtivo e o perfeito acerto mecânico servindo como objeto de estudos para as atuais e futuras gerações de alunos da Faculdade de Tecnologia de Santo André.

Palavras-chave: Falhas. Motor. Diesel. Funcionamento. Estudo.

## **ABSTRACT**

The main objective of the project is to correct the faults diagnosed with the aim of making the diesel engine start operating while maintaining its construction standard and perfect mechanical adjustment, serving as an object of study for current and future generations of students at the Faculty of Technology of Santo André.

Keywords: Faults. Engine. Diesel. Operation. Study.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Motor Diesel C15 CAT .....	13
Figura 2 - Cabeçote do motor.....	15
Figura 3 - Comando de válvulas.....	16
Figura 4 - Bloco do motor .....	17
Figura 5 - Camisa do cilindro.....	18
Figura 6 - Árvore de manivelas .....	19
Figura 7 - Pistão .....	20
Figura 8 - Biela .....	20
Figura 9 - Cárter do motor .....	21
Figura 10 - Câmara de combustão.....	21
Figura 11 - Funcionamento do motor diesel.....	22
Figura 12 - Admissão .....	23
Figura 13 - Compressão.....	24
Figura 14 - Expansão .....	25
Figura 15 - Descarga.....	26
Figura 16 - Visão geral do sistema Common rail.....	27
Figura 17 - Bomba de alta pressão .....	28
Figura 18 - Rail.....	29
Figura 19 - Injetores .....	30
Figura 20 – Módulo de gerenciamento eletrônico .....	30
Figura 21 – Tubos pressurizados .....	30
Figura 22 – Sistema Common Rail.....	32
Figura 23 – OBD´S 2.....	30
Figura 24 - <i>Mok-up diesel Power stroke</i> .....	30
Figura 25 - Bomba de pressurização .....	30
Figura 26 - Radiador furado .....	30
Figura 27 - Tanque com a bomba de baixa pressão instalada.....	30
Figura 28 - ECU do <i>mock-up</i> diesel .....	30

## LISTA DE ABREVIATURAS E SILGAS

PMS	Ponto Morto Superior
PMI	Ponto Morto Inferior
ECU	Unidade de Controle do Motor
OBD	Diagnóstico a bordo
CAN	Rede de área do controlador
FIG	Figura
DTC	Código do problema de diagnóstico

## SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	12
1. INTRODUÇÃO .....	13
1.1 Objetivo .....	13
1.2 Motivações .....	13
1.3 Conteúdo.....	13
2. PRINCIPAIS PARTES DO MOTOR .....	13
2.1 Cabeçote do motor .....	14
2.1.1 Eixo de cames ou de comando de válvulas. ....	15
2.2 Bloco do motor .....	17
2.2.1 Cilindro .....	17
2.2.2 Eixo árvore de manivelas .....	18
2.2.3 Pistão .....	19
2.2.4 Biela .....	20
2.3 Cáster do motor .....	21
2.4 Câmara de combustão .....	21
2.5 FUNCIONAMENTO DOS MOTORES DIESEL .....	22
2.5.1 Primeiro curso: admissão .....	22
2.5.2 Segundo curso: compressão.....	23
2.5.3 Terceiro curso: expansão .....	25
2.5.4 Quarto curso: descarga .....	26
2.5.5 SISTEMA DE INJEÇÃO ELETRÔNICA <i>COMMON RAIL</i> .....	27
2.5.6 Bomba alta pressão.....	28
2.5.7 <i>Rail</i> ou acumulador de pressão .....	28
2.5.8 Válvulas injetoras <i>common rail</i> .....	29
2.5.9 Modulo de gerenciamento eletrônico .....	30
2.5.10 Tubos de alta pressão .....	31
4. A INJEÇÃO <i>COMMON RAIL</i> NO MOTOR DIESEL .....	33
5. SISTEMAS DE DIAGNOSE OBD'S 2 .....	35
6. <i>MOCK-UP</i> MOTOR DIESEL .....	36
7. REFERÊNCIA .....	41

## 1. INTRODUÇÃO

Com a evolução dos motores diesel, foram necessárias criar algumas ferramentas que atendessem novas demandas e facilitar o trabalho dos profissionais da área de manutenção, desta forma foi criado o sistema de diagnose OBD, um recurso onde realiza análises no motor de forma prática, encontrando falhas que por vezes eram difíceis de encontrar. Neste projeto que estamos desenvolvendo, nos foi apresentado um *mock-up* do motor diesel Ford *Power Stroke* 3.0, o qual foi fornecido como material didático para a faculdade pela *MWM International*, porém não entrava em funcionamento já na fábrica e não tinha sido realizado nenhum tipo de diagnose.

### 1.1 Objetivo

O principal objetivo do projeto é corrigir as falhas diagnosticadas com o intuito de fazer o motor entrar em funcionamento mantendo seu padrão construtivo e o perfeito acerto mecânico.

### 1.2 Motivações

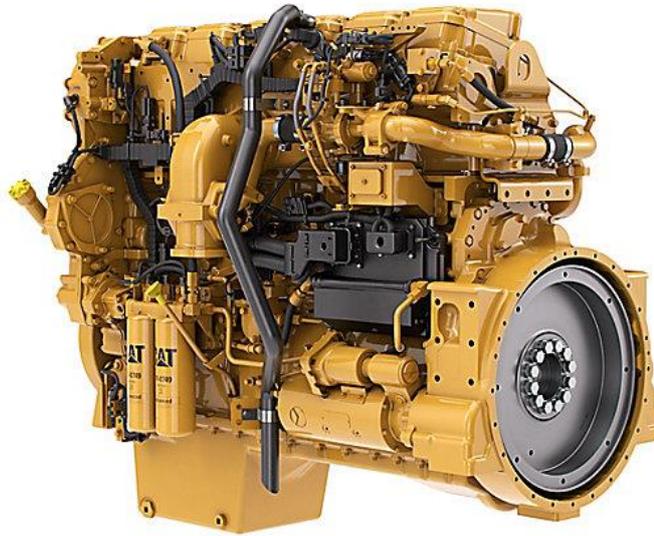
Tivemos como motivação deste trabalho o desafio de solucionar o problema apresentado com os conhecimentos que obtivemos ao decorrer do curso e deixar um material didático do qual deixará a disciplina de ciclo Diesel mais completa.

### 1.3 Conteúdo

Para a realização teremos algumas etapas, a primeira vai ser a diagnose guiado por aparelhos e também a mecânica, em seguida após os relatórios de falhas prontos vamos realizar os reparos necessários visando o funcionamento. A última etapa será os testes e validação desse motor.

## 2. PRINCIPAIS PARTES DO MOTOR

Com base nos estudos de Varella e Santos (2010), os componentes principais de um motor de combustão interna são a parte superior, onde ocorre a combustão (cabeçote), a seção central que abriga os cilindros e movimento dos pistões (bloco), e a parte inferior responsável pelo armazenamento do óleo lubrificante (cárter). A Fig. 1 demonstra um motor pronto para ser instalado no veículo.



Fonte – extraído de: [https://www.cat.com/pt\\_BR/products/new/power-systems/industrial/industrial-diesel-engines/18375173.html](https://www.cat.com/pt_BR/products/new/power-systems/industrial/industrial-diesel-engines/18375173.html)

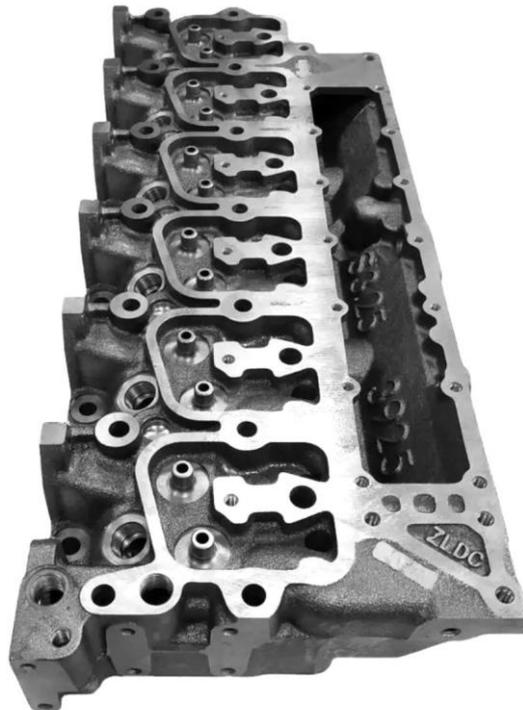
## 2.1 Cabeçote do motor

O cabeçote de um motor diesel, localizado na parte superior, é comumente produzido em ferro fundido para motores resfriados a água, mas em situações específicas que demandam redução de peso, é fabricado em alumínio.

Atualmente, a maioria dos motores possui suas válvulas instaladas no cabeçote, responsáveis por regular a entrada e saída dos gases nos cilindros. Durante a admissão dos gases, a temperatura na válvula de admissão é mantida entre 250°C e 300°C.

Um motor de quatro tempos convencional conta com duas válvulas por cilindro: uma para admissão e outra para escape. De acordo com TAYLOR (1976), a capacidade de fluxo da válvula de escape pode ser inferior à da válvula de admissão, e é recomendado que o diâmetro da válvula de escape seja de 0,83 a 0,87 do diâmetro da válvula de admissão. A Fig. 2 representa o cabeçote totalmente desmontado de um motor Diesel.

Figura 2 - Cabeçote do motor



Fonte – extraído de:

<https://www.bulltechdiesel.com.br/motor/cabecotes/cabecote-cummins-serie-b-6-desmontado-motor-3966454>

### **2.1.1 Eixo de came ou de comando de válvulas.**

Como bem nos assegura Varella e Santos (2010), esse componente da câmara tem a função de controlar o funcionamento das válvulas de entrada e saída do motor. Ele recebe movimento da árvore de manivelas e possui uma parte saliente ou uma protuberância para cada válvula, girando a uma velocidade que é a metade da velocidade da árvore de manivelas. Essas protuberâncias agem sobre os mecanismos que movem as válvulas em momentos específicos. Os eixos nos quais essas

protuberâncias estão localizadas são feitos de aço forjado ou ferro fundido (especificamente níquel-cromo-molibdênio). Eles passam por processos como cementação e têmpera para aumentar a resistência ao desgaste das protuberâncias. O eixo de controle das válvulas pode ser encontrado na parte superior do motor (cabeçote) ou na parte central (bloco do motor). Em seguida temos a Fig. 3, um eixo comando de válvulas, responsável pelo tempo de abertura e fechamento das válvulas do cabeçote.

Figura 3 - Comando de válvulas



## 2.2 Bloco do motor

Segundo Varella (2007), essa seção refere-se à estrutura central do motor, conhecida como bloco. Geralmente feito predominantemente de ferro fundido, o bloco do motor pode ser reforçado com ligas metálicas para aumentar sua resistência. Alguns blocos são construídos com misturas de metais mais leves para reduzir o peso e melhorar a dispersão de calor. Quando feito dessa forma, o cilindro é normalmente revestido com uma camada de ferro fundido. A Fig. 4 representa o bloco do motor totalmente desmontado de um motor Diesel.

Figura 4 - Bloco do motor



Fonte – Autolinea peças (2022)

### 2.2.1 Cilindro

De acordo com Varella e Santos (2010), o cilindro é um orifício no centro do bloco do motor, com aberturas em ambas as extremidades. Em alguns casos, esse espaço é revestido por uma peça adicional chamada camisa, que é inserida no orifício

do bloco para protegê-lo do desgaste. Essa camisa ou revestimento também pode servir como passagem para a circulação de água usada para resfriar os cilindros. Frequentemente, essa camisa é fabricada em conjunto com o bloco, fazendo parte integrante da estrutura. Fig. 5 representa uma camisa do cilindro fora do bloco do motor.

Figura 5 - Camisa do cilindro



Fonte – Volvo Camisa de Cilindro para Caminhões Volvo (2023)

### 2.2.2 Eixo árvore de manivelas

O eixo árvore de manivelas é a parte central do motor, composta por um eixo longo. Na extremidade de trás, há um flange usado para conectar o volante do motor, enquanto na outra extremidade, existe um eixo para transferir o movimento de rotação ao eixo de comando das válvulas. Esse movimento pode ser transmitido diretamente ou por meio de uma corrente ou correia dentada. Geralmente, essas árvores são feitas de aço ou aço fundido, garantindo sua resistência e durabilidade. A Figura 6 mostra a árvore de manivelas com suas bronzinas de mancais. Em seguida temos a Fig. 6, representando a árvore de manivelas.

Figura 6 - Árvore de manivelas



Fonte: extraído em:

<<https://www.volvopecas.com.br/oredemanivelasparvaraonibusvolvoreman85022686k/p>>

### 2.2.3 Pistão

Na ideia de Varella e Santos (2010), o pistão é uma peça fechada na parte de cima e aberta na inferior, movendo-se de forma linear dentro do cilindro em um percurso específico chamado de curso. Esse percurso refere-se à distância entre os pontos mais alto e mais baixo alcançados pelo pistão. No topo do pistão, há sulcos onde são fixados os anéis de segmento. Existem dois tipos de anéis: os de vedação, que impedem que os gases comprimidos e queimados passem para o cárter, mantendo a pressão constante sobre o topo do pistão; e os anéis de lubrificação, que raspam o excesso de óleo presente na parede do cilindro, removendo-o para o cárter. Esses anéis são cruciais para a vedação e a eficiência do motor. Na Fig. 7 temos o pistão com seus anéis e as travas do pino.

Figura 7 - Pistão



Fonte – extraído em:

<<https://www.volvopecas.com.br/kitdopistao22331205k/p>>

#### 2.2.4 Biela

De acordo com Santos e Varela (2010), a biela é responsável por converter o movimento linear para o virabrequim. Fixada nos mancais móveis ou de bielas do virabrequim, ela não tem contato direto com o eixo. Entre a biela e o virabrequim, são inseridos casquilhos para prevenir o desgaste do virabrequim. Apesar disso, não há um encaixe perfeito entre essas peças, deixando uma pequena folga por onde o óleo lubrificante circula. Em seguida temos a Fig. 8, uma biela que é responsável por converter o movimento linear para o virabrequim.

Figura 8 - Biela



Fonte – Ive Biela para motor Diesel (2019)

### 2.3 Cárter do motor

Segundo Varella (2007), o cárter é localizado na base do motor, funciona como o reservatório primário de óleo lubrificante nos motores de quatro tempos. É nele que a bomba de óleo está posicionada para garantir a circulação adequada do óleo pelo motor. Na Figura 9 temos o cárter do motor feito em aço.

Figura 9 - Cárter do motor



Fonte – Ive Cárter para motor Diesel (2021)

### 2.4 Câmara de combustão

A câmara de combustão é o espaço dentro do motor localizado entre a parte superior do pistão, quando está no ponto mais alto, e a superfície do cabeçote. É nesse espaço que a mistura ar-combustível é comprimida e queimada durante o funcionamento do motor. Na Fig. 10, podemos observar a câmara de combustão com uma imagem ilustrativa.

Figura 10 - Câmara de combustão



Fonte – extraído em:

<https://gauss.com.br/tecgauss/motor-diesel/>

## 2.5 FUNCIONAMENTO DOS MOTORES DIESEL

De acordo com Martins (2006), os motores de quatro tempos são chamados assim devido à maneira como o pistão executa seu ciclo completo. Esse ciclo consiste em quatro etapas distintas, que são: admissão, compressão, combustão/expansão e exaustão. Na Fig. 11, podemos observar as quatro fases que temos em um motor quatro tempos com uma imagem ilustrativa.

Figura 11 - Funcionamento do motor diesel



Fonte – extraído em:

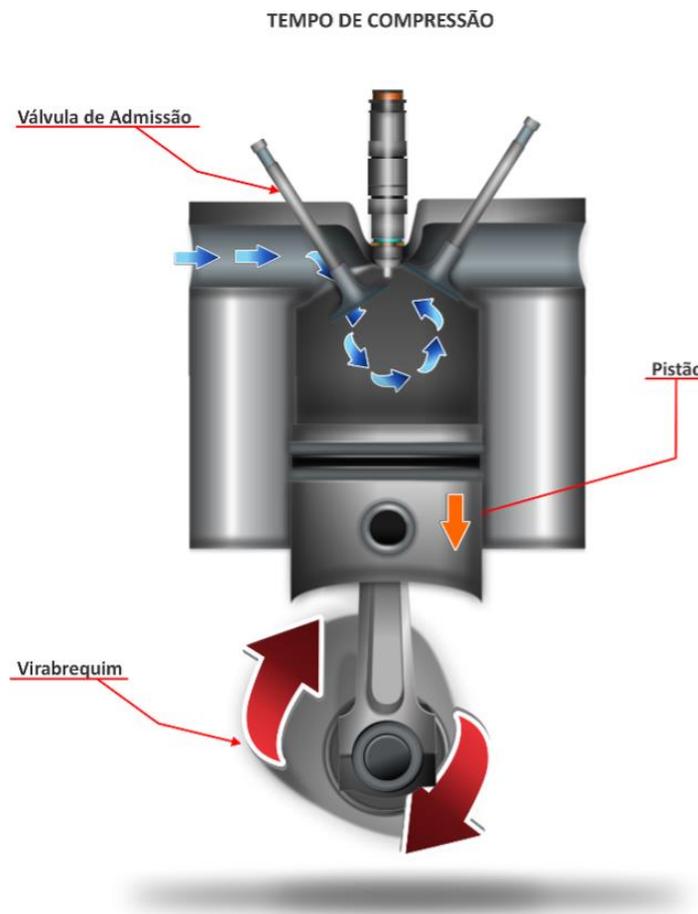
<https://www.patreon.com/Lesics>

### 2.5.1 Primeiro curso: admissão

Na ideia de Martins (2006), durante o movimento do pistão do PMS (Ponto Morto Superior) para o PMI (Ponto Morto Inferior), ocorre apenas a entrada de ar no cilindro. Durante esse processo de admissão, a válvula de admissão permanece aberta enquanto a válvula de escape permanece fechada. A quantidade de ar que

entra é conhecida como volume de admissão ou cilindrada parcial do motor. Essa quantidade de ar aspirado permanece constante, e a variação na potência do motor é alcançada ajustando a quantidade de combustível injetado, de acordo com a posição do acelerador. Em seguida, na Fig. 12 temos uma representação da fase de admissão.

Figura 12 - Admissão



Fonte - Simplusbr motores ciclo diesel (2017)

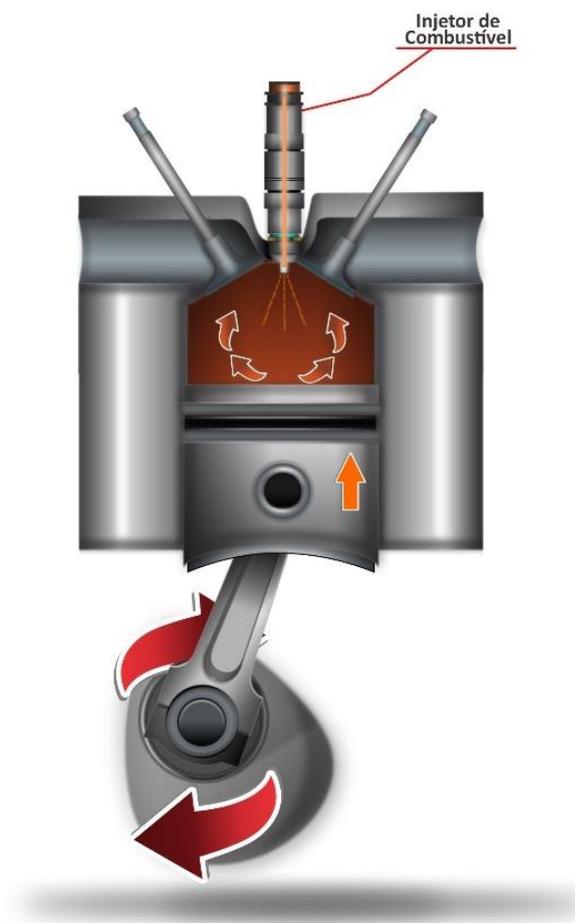
### 2.5.2 Segundo curso: compressão

De acordo com Martins (2001) enquanto o pistão se move do ponto morto inferior para o ponto morto superior, a compressão do ar acontece dentro da câmara de combustão. Durante esse movimento, tanto a válvula de admissão quanto a de escape permanecem fechadas. Esse processo de compressão aumenta consideravelmente a temperatura do ar na câmara. No momento em que a

compressão atinge uma relação volumétrica de 18:1, a pressão chega a cerca de 40-45 kgf.cm<sup>-2</sup> e a temperatura se eleva a aproximadamente 800 °C.

Neste estágio final da compressão, o combustível é cuidadosamente dosado e injetado na câmara de combustão. O timing preciso da injeção e a quantidade exata de combustível são cruciais para o desempenho ideal dos motores a diesel. A introdução do combustível na câmara ocorre através do injetor de combustível. Logo após a injeção, o combustível entra em ignição devido ao calor do ar comprimido, iniciando assim o processo de combustão. Em seguida, na Fig. 13 temos uma representação da fase de compressão.

Figura 13 - Compressão

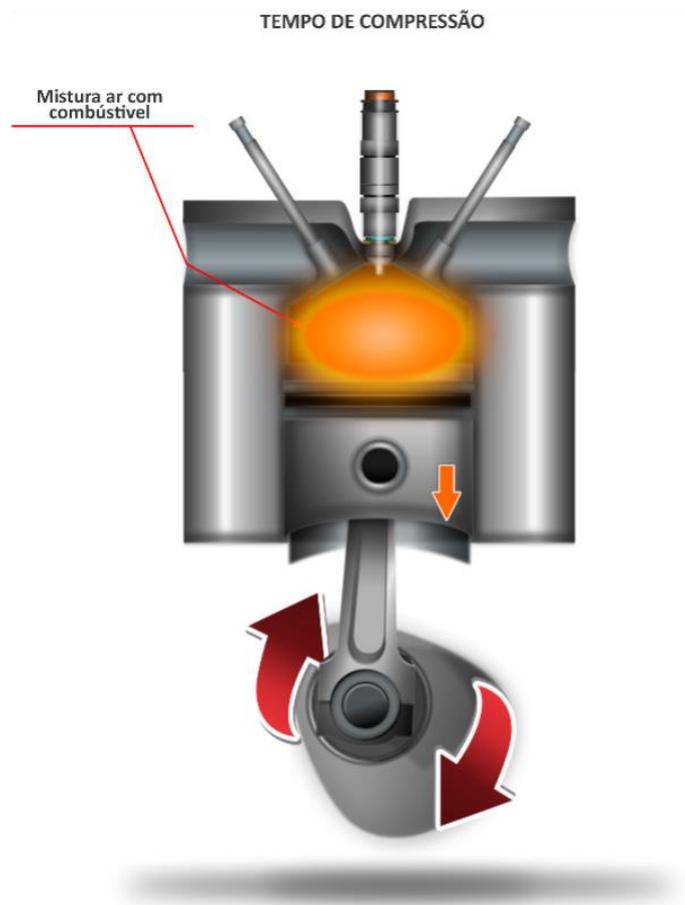


Fonte - Simplusbr motores ciclo diesel (2017)

### 2.5.3 Terceiro curso: expansão

Conforme Martins (2001), durante o deslocamento do pistão do ponto morto superior (PMS) para o ponto morto inferior (PMI), ocorre a fase de expansão da mistura ar-combustível. Durante essa fase, as válvulas de admissão e descarga permanecem fechadas. À medida que o combustível é injetado e se inflama, a temperatura dos gases aumenta, levando-os a se expandirem. Durante essa expansão, a força gerada pelos gases em expansão empurra o pistão, convertendo a energia térmica em energia mecânica. Essa força é transferida para a árvore de manivelas por meio da biela, gerando o movimento rotativo do motor. Vale destacar que a fase de expansão é o único estágio que converte energia. Parte dessa energia é armazenada na árvore e no volante do motor para ser utilizada nos outros três estágios do ciclo. Em seguida, na Fig. 14 temos uma representação da fase de expansão.

Figura 14 - Expansão

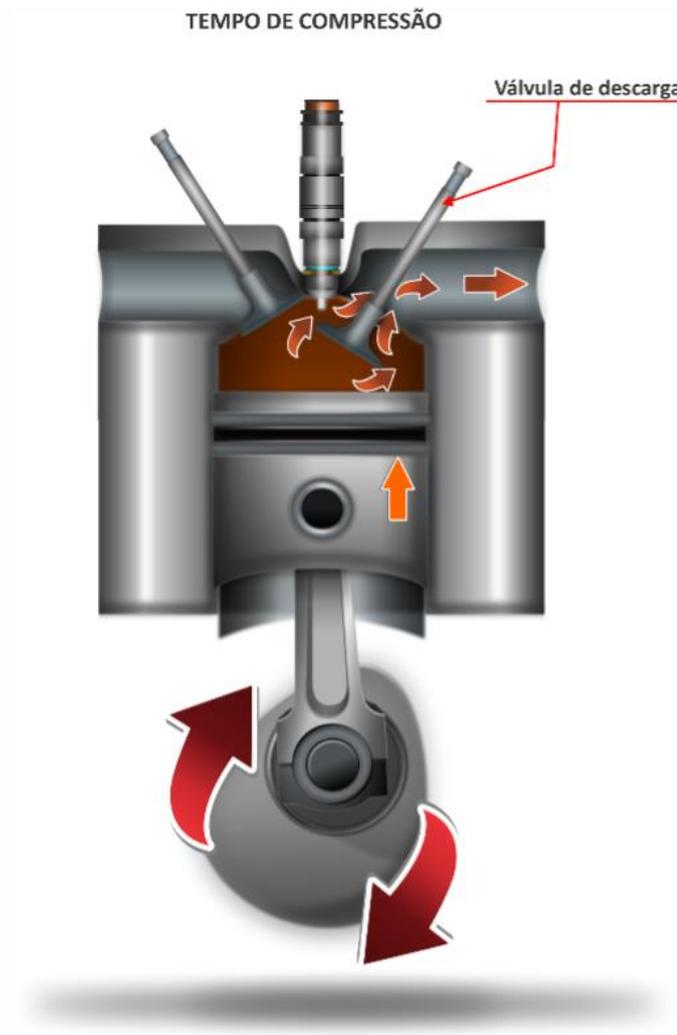


Fonte - Simplusbr motores ciclo diesel (2017)

#### 2.5.4 Quarto curso: descarga

De acordo com Martins (2001) No movimento do pistão do Ponto Morto Inferior (PMI) para o Ponto Morto Superior (PMS), acontece a fase de eliminação dos gases resultantes da queima da mistura combustível. Durante este curso, a válvula de admissão permanece fechada, enquanto a válvula de escape se encontra aberta. O deslocamento ascendente do pistão pressiona os gases residuais para fora do cilindro, permitindo sua saída através da válvula de escape, liberando os resíduos da combustão para o ambiente externo. Na Fig. 15 temos a representação da fase de escape.

Figura 15 - Descarga



### 2.5.5 SISTEMA DE INJEÇÃO ELETRÔNICA *COMMON RAIL*

Com base nos estudos da *Bosch* elaborado junto de Martins (2001), o sistema de injeção eletrônica *common rail* é um dos mais versáteis e modernos disponíveis, e tendo vista os requisitos atuais cada vez mais rígidos em emissões, acústica, consumo energético e desempenho o sistema consegue atendê-los com tranquilidade ofertando alto conforto aos usuários. A seguir na Fig. 16, podemos observar de uma forma simples o sistema *Common rail*.

Figura 16 - Visão geral do sistema *Common rail*.



Figura 1: Sistema Common Rail completo, com:  
 1 = Bomba de alta pressão tipo CP3.3  
 2 = Injetores  
 3 = Rail  
 4 = tubos de pressão Rail → Injetores  
 5 = tubo de pressão Bomba → Rail  
 6 = Caixa de Comando

Fonte – Sistema Bosch (2018)

Os componentes principais de um sistema *Common Rail* são descritos a seguir.

### 2.5.6 Bomba alta pressão

De acordo com Martins, se trata de uma bomba radial composta por pistões internos, que captam o óleo diesel da linha de baixa pressão, realiza compressão a pressões de até 1350 bar, o fluxo do combustível é definido por uma válvula reguladora comandada por uma caixa. Fato interessante é que a lubrificação desta bomba é realizada pelo próprio óleo diesel. Na Fig. 17, uma bomba de alta pressão mostrada em corte.

Figura 17 - Bomba de alta pressão



Fonte – Bomba de alta pressão *Bosch* (2022)

### 2.5.7 Rail ou acumulador de pressão

Segundo Martins (2001), O *rail* é constituído de um tubo com conexões roscadas, uma delas é a conexão de óleo diesel que vêm da bomba de alta pressão e as outras (a quantidade de conexões depende do número de cilindros do motor) são para a transferência de combustível pressurizado para os injetores. Importante relatar que o *rail* é equipado com o sensor de pressão do sistema e com uma válvula de

segurança que limita a pressão no sistema. Em seguida temos a Fig. 18 mostrando o acumulador de pressão.

Figura 18 - Rail



Figura 2: Rail, sendo que 1=válvula limitadora de pressão, 2=conexão de alta pressão e 3=sensor de pressão do sistema

Fonte – Rail Bosch (2019)

### 2.5.8 Válvulas injetoras *common rail*

As válvulas injetoras recebem o óleo diesel pressurizado do *rail* e o injetam na câmara de combustão do motor de forma direta. A injeção é feita comandada pela caixa de comando, que aciona eletricamente o magneto (solenoide) de cada injetor. Pelo fato de a pressão estar sempre disponível no *Rail*, a injeção pode ser feita de maneira bastante versátil, podendo-se realizar até duas pré-injeções, uma injeção principal e duas pós injeções. Isto é importante para a diminuição do ruído do motor, otimização da combustão e redução de emissões gasosas. Em seguida as Fig. 19 e 20 representam uma válvula injetora *commom rail*.

Figura 19 - Injetores

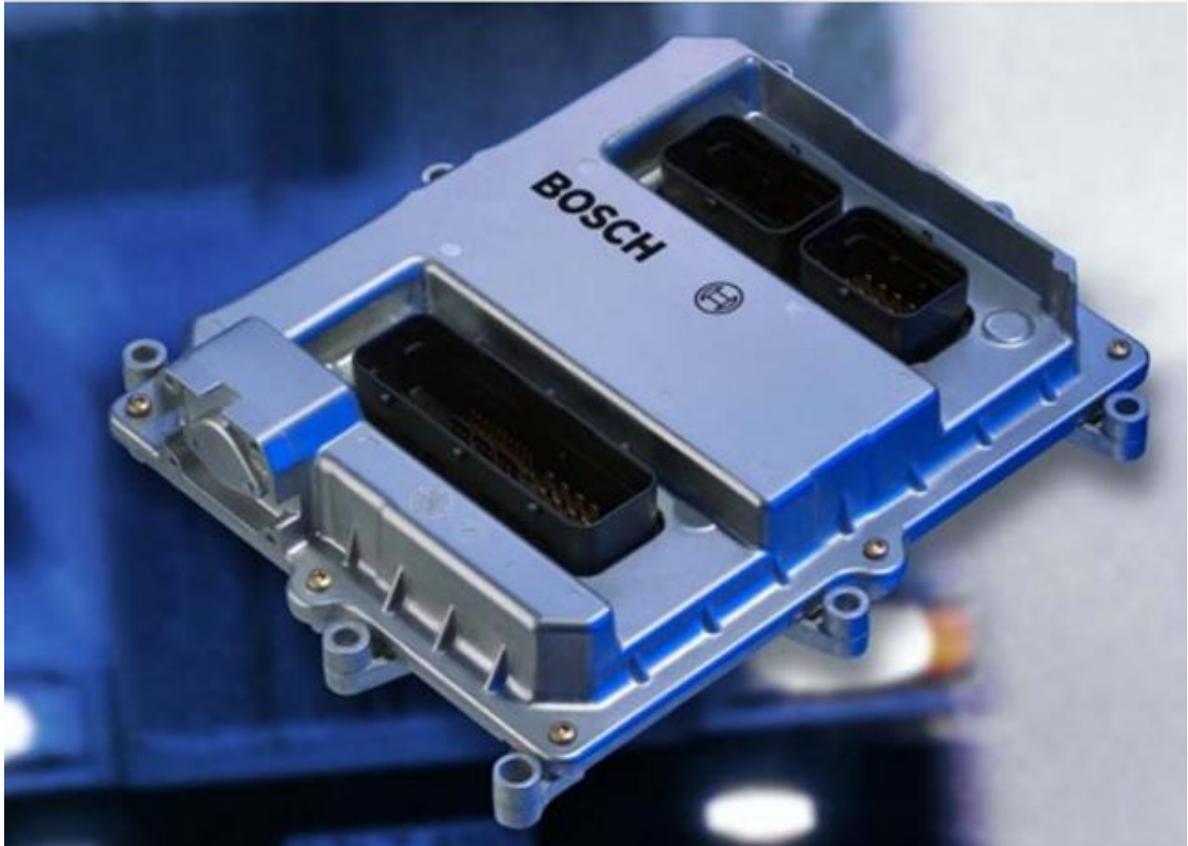


Fonte –Bosch (2020)

### 2.5.9 Modulo de gerenciamento eletrônico

De acordo com Salles (2014), a central ou modulo de gerenciamento eletrônico tem função de receber dados dos sensores (ex. sensores de rotação, temperaturas da água, óleo e ar, pressão do turbo e do combustível no *rail*, posição do pedal do acelerador etc.), avaliar os dados baseado nos mapas de comando previamente programados em sua memória e desta forma comandar o sistema de injeção, definindo a quantidade injetada, a pressão do sistema, entre outros parâmetros. Na Fig. 20 podemos ver um modulo de gerenciamento do sistema de injeção.

Figura 20 - Módulo de gerenciamento eletrônico

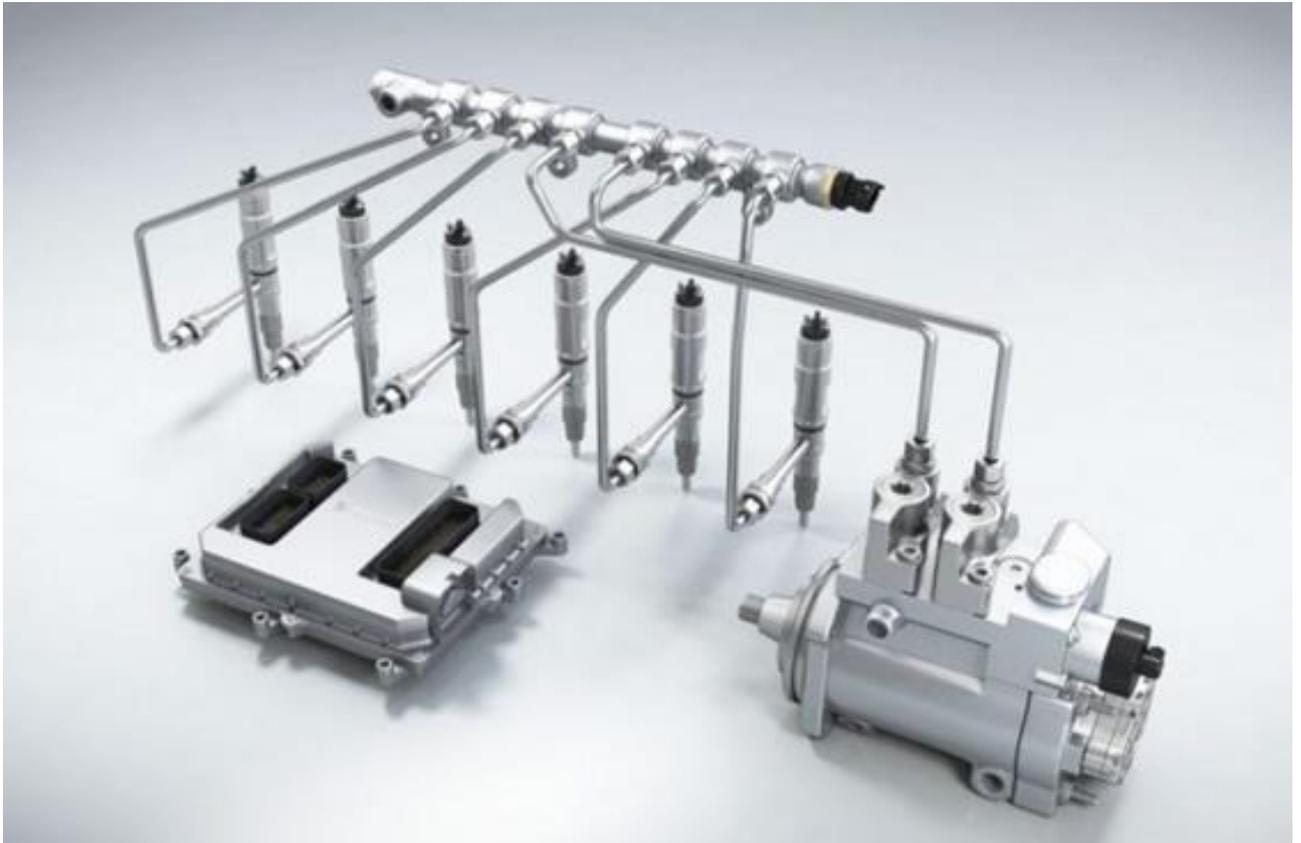


Fonte –Bosch (2018)

### 2.5.10 Tubos de alta pressão

São tubos de aço especial que conectam a bomba CP ao *Rail* (acumulador de pressão) e o *Rail* até os injetores. Abaixo temos a Fig. 21 com os tubos de alta pressão.

Figura 21 - Tubos pressurizados

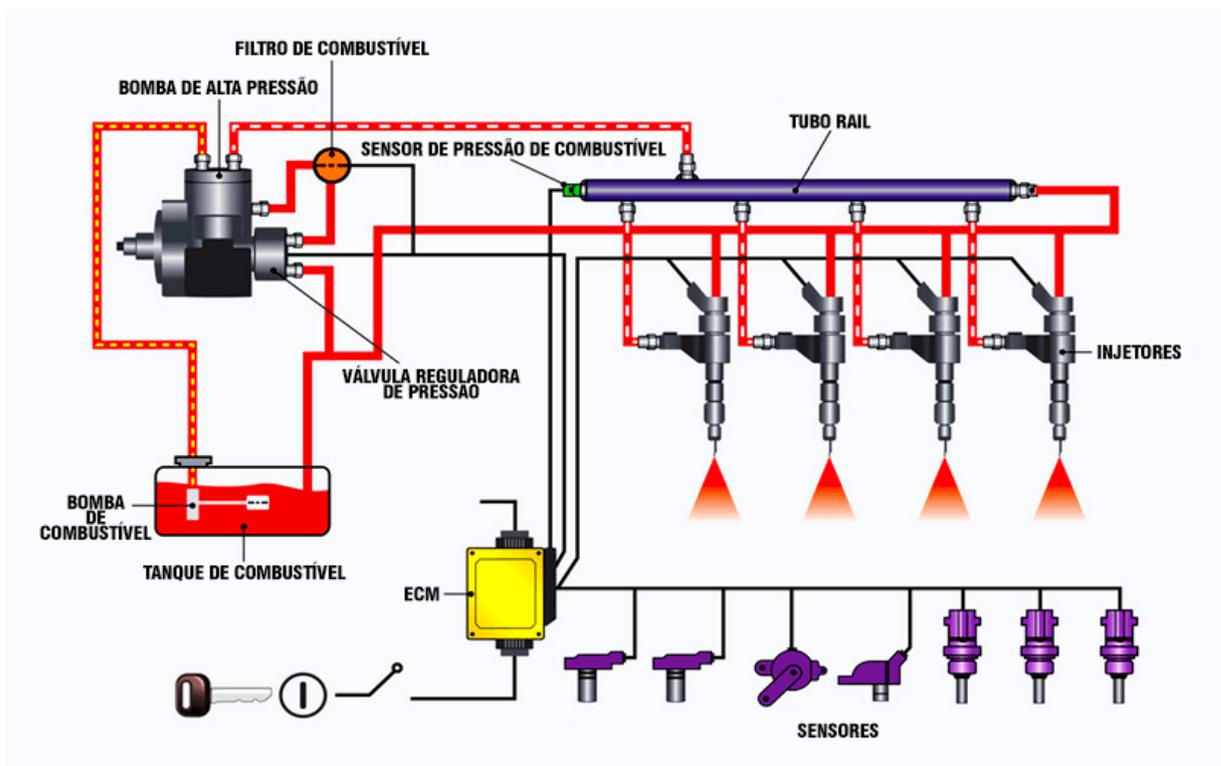


Fonte – Chiptronic (2021)

#### 4. A INJEÇÃO COMMON RAIL NO MOTOR DIESEL

Segundo a *International* (2008), a injeção eletrônica common rail é uma tecnologia sofisticada que se tornou fundamental nos motores diesel contemporâneos, representando um avanço significativo em termos de eficiência, desempenho e controle de emissões. Nesse sistema, um único *rail* (trilho) fornece combustível pressurizado para todos os cilindros, possibilitando a realização de injeções em múltiplas etapas. Entre as principais vantagens do sistema common *rail*, destaca-se a formação aprimorada do combustível, que resulta em uma combustão mais eficiente e com menor impacto ambiental. A tecnologia permite ainda a realização de várias injeções em um único ciclo do motor, o que não só melhora o desempenho e a potência, mas também reduz o nível de ruído e melhora a resposta do acelerador.

Figura 22 – Sistema Common Rail.



Fonte – <https://blog.girotti.com.br/como-funciona-o-sistema-common-rail/>

O funcionamento do sistema é baseado em componentes essenciais, como a bomba de alta pressão, os injetores (que podem ser do tipo solenoide ou piezoelétrico) e a unidade de controle eletrônico (ECU). A ECU é responsável por gerenciar a

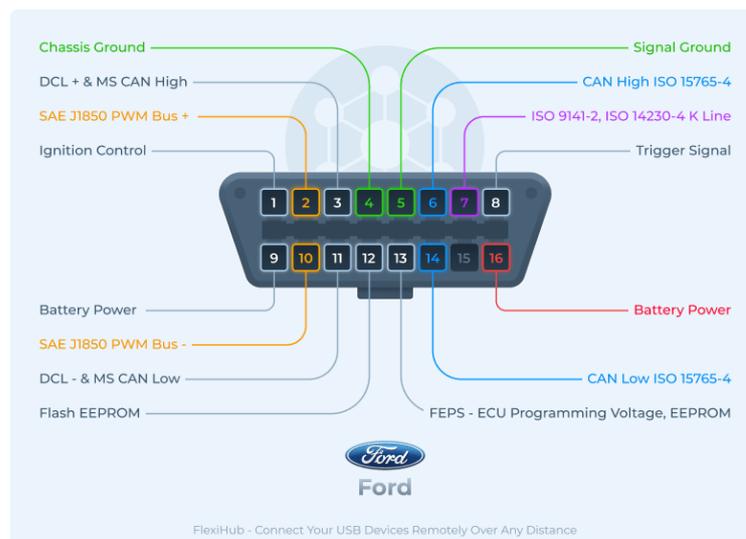
pressão do combustível e o tempo de injeção, utilizando informações coletadas por diversos sensores, assegurando que o motor opere em condições ideais em diferentes situações de carga e velocidade. Apesar de suas vantagens, o sistema de injeção eletrônica *common rail* também enfrenta alguns desafios. A necessidade de uma filtragem eficaz do combustível para proteger os injetores e a bomba é um dos principais pontos a serem considerados, além dos custos mais altos relacionados à sua instalação e manutenção.

## 5. SISTEMAS DE DIAGNOSE OBD'S 2

De acordo com Salles (2014), o sistema de diagnose a bordo (OBD II) é uma ferramenta fundamental para a monitorização e diagnóstico de veículos, incluindo motores a diesel. Este sistema foi implementado para atender a normas de emissões e para facilitar a detecção de falhas nos componentes do motor e no sistema de controle de emissões.

O OBD II é composto por uma série de sensores e módulos de controle eletrônico que coletam dados em tempo real sobre o desempenho do motor, incluindo a eficiência da combustão, a qualidade do combustível, e a operação dos sistemas de emissões. Para motores diesel, o sistema também monitora parâmetros específicos, como a pressão do turbo, a temperatura do gás de escape e a operação do sistema de recirculação de gases de escape (EGR).

Figura 23 – OBD'S 2



Fonte – <https://www.flexihub.com/pt/oobd2-pinout/>

Uma das principais vantagens do OBD II é sua capacidade de gerar códigos de falhas (DTCs) que ajudam os mecânicos a identificar rapidamente o problema. Esses códigos podem ser lidos através de um scanner OBD II, o que torna o processo de diagnóstico mais eficiente. Além disso, o OBD II também permite que os sistemas de controle do motor realizem adaptações em tempo real para otimizar o desempenho e reduzir as emissões.

## 6. MOCK-UP MOTOR DIESEL

Desde o início deste projeto ele já se demonstrou desafiador, fazer a manutenção de um motor parado a anos, sem qualquer tipo de conhecimento da condição dele, foi um verdadeiro desafio. Segue abaixo a Fig. 22, *Mock-up* diesel *power stroke* 3.0.

Figura 24 – *Mock-up* diesel *Power stroke* 3.0



Fonte – Autores (2024)

Como primeiro passo, optamos pela diagnose, com o intuito de ver possíveis falhas antes de tentar uma ação mecânica, em um primeiro momento não obtivemos sucesso, tentamos diversos aparelhos, quase todos não conseguiram estabelecer uma comunicação com a ECU (*Engine Control Unit*).

Com a eletrônica apresentado este defeito, optamos por dar continuidade nos cuidados mecânicos primeiros para eliminar novos possíveis encaços. O primeiro teste que fizemos foi girar o eixo de árvores de manivela, verificando assim a hipótese de o motor estar travado. Ocorreu tudo certo e fomos para o passo seguinte, troca de óleo lubrificante do motor, fluído do sistema de arrefecimento e verificação dos filtros, no qual notamos vazamentos no sistema de arrefecimento.

Realizamos o teste de pressurização e descobrimos que o radiador estava com um grande furo, após a descoberta realizamos o reparo e funcionou. Na Fig. 23, se encontra a realização do teste de pressurização do sistema de arrefecimento e já na Fig. 24, podemos analisar o grande furo que foi encontrado no radiador do *mock-up*.

Figura 25 - Bomba de pressurização



Fonte – Autores (2024)

Figura 26 - Radiador furado



Fonte – Autores (2024)

Após o sistema de arrefecimento estar funcionando, focamos no funcionamento do sistema de alimentação de combustível, onde adaptamos uma bomba de baixa pressão em seu reservatório de combustível. Assim como podemos verificar na Fig. 25.

Figura 27 - Tanque com a bomba de baixa pressão instalada



Fonte – Autores (2024)

Inicialmente verificamos o esquema elétrico do motor para assim encontrar o chicote da bomba de baixa pressão de combustível, após encontrá-lo identificamos o próprio.



Com o desenvolvimento das etapas para o funcionamento do motor diesel *Power Stroke* 3,0, foi possível identificar problemas que foram sanados, mas ainda necessita de alguns ajustes na bomba de alta pressão e no sistema de alimentação do motor.

## 7. REFERÊNCIA

CUMMINS. **Cummins anuncia novo motor X10 em 2026.** Disponível em: <<https://www.cummins.com/pt/news/releases/2023/02/13/cummins-announces-new-x10-engine-next-fuel-agnostic-series-launching-north>>. Acessado em 01 de dezembro de 2023

BULL TECH DIESEL. **Catálogo de peças.** Disponível em: <<https://www.bulltechdiesel.com.br/motor/cabecotes/cabecote-cummins-serie-b-6-desmontado-motor-3966454>>. Acessado em 01 de dezembro de 2023.

BULL TECH DIESEL. **Catálogo de peças.** Disponível em: <<https://www.bulltechdiesel.com.br/motor/comando-de-valvulas/eixo-comando-de-valvula-motores-cummins-serie-c-6-cilindros-3923478>>. Acessado em 01 de dezembro de 2023.

AUTOLÍNEA. **Catálogo de peças.** Disponível em: <<https://www.autolinea.com.br/catalogo/bloco-de-motor-18/>>. Acessado em 01 de dezembro de 2023.

VOLVO. **Catálogo de peças.** Disponível em: <<https://www.volvopecas.com.br/camisadecilindrocaminhaovolvo21884503/p>>. Acessado em 01 de dezembro de 2023.

VOLVO. **Catálogo de peças.** Disponível em: <<https://www.volvopecas.com.br/oredemanivelasparvaraonibusvolvoreman85022686k/p>>. Acessado em 01 de dezembro de 2023.

VOLVO. **Catálogo de peças.** Disponível em: <<https://www.volvopecas.com.br/kitdopistao22331205k/p>>. Acessado em 01 de dezembro de 2023.

IVEPARTS. **Catálogo de peças.** Disponível em: <<https://www.iveparts.com.br/motor/biela-motor-fiat-ducato-2-3-16v-multijet-2010-a-2017peugeot-boxer-2-3-16v-2010-a-2017citroen-jumper-2-3-16v-2010-a-2017-504341501->>>. Acessado em 01 de dezembro de 2023.

IVEPARTS. **Catálogo de peças.** Disponível em: <<https://www.iveparts.com.br/motor/carter-oleo-motor-fiat-ducato-2-3-multijet-2010-a-2017peugeot-boxer-2-3-16v-2010-a-2017citroen-jumper-2-3-2010-a-2017-504328878>>. Acessado em 01 de dezembro de 2023.

ROCHA VARGAS FOGAÇA JENNIFER. **Mundo Educação - Funcionamento motor ciclo otto.** Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/funcionamento-motor-combustao-interna.htm>>. Acessado em 01 de dezembro de 2023.

FERREIRA GARCIA RICARDO, UENF. **Como funciona um motor à diesel.** Disponível em: <<https://revistacultivar.com.br/noticias/como-funciona-o-motor-a-diesel-e-suas-vantagens>>. Acessado em 01 de dezembro de 2023.

RABELO LAERTE. **Motor Ciclo Diesel: princípio de funcionamento, componentes, particularidades e manutenção.** Disponível em: <<https://blog.simplusbr.com/motor-ciclo-diesel/>>. Acessado em 01 de dezembro de 2023.

RABELO LAERTE. **Motor Ciclo Diesel: princípio de funcionamento, componentes, particularidades e manutenção.** Disponível em: <<https://blog.simplusbr.com/motor-ciclo-diesel/>>. Acessado em 01 de dezembro de 2023.

RABELO LAERTE. **Motor Ciclo Diesel: princípio de funcionamento, componentes, particularidades e manutenção.** Disponível em: <<https://blog.simplusbr.com/motor-ciclo-diesel/>>. Acessado em 01 de dezembro de 2023.

RABELO LAERTE. **Motor Ciclo Diesel: princípio de funcionamento, componentes, particularidades e manutenção.** Disponível em: <<https://blog.simplusbr.com/motor-ciclo-diesel/>>. Acessado em 01 de dezembro de 2023.

VARELLA, Carlos Alberto Alves; SANTOS, Gilmar de Souza. **Noções básicos de motores diesel**. Ed. 1. Rio de Janeiro: UFRRJ, 2010.

INTERNATIONAL, Mwm. **Apostila de treinamento**. Ed.1. Brasil: A Navistar Company, 2008.

SALLES, Afonso Pompeu Soroldoni. **Controle eletrônico da injeção de Motores**. Ed. 1. Rio de Janeiro: Centro de instrução Almirante Graça Aranha, 2014.

MARTINS, Jorge. **Motores de combustão interna**. Ed. 2. AIRD, Forbes. Bosch fuel injections systems. ED. 1. Nova Iorque: HPBooks, 2001.

CAT: **Motor Diesel Industrial C15**. Disponível em: <

[https://www.cat.com/pt\\_BR/products/new/power-systems/industrial/industrial-diesel-engines/18375173.html](https://www.cat.com/pt_BR/products/new/power-systems/industrial/industrial-diesel-engines/18375173.html)> Acessado em 05 de junho de 2024.

LESICS, **Paetreon**. Disponível em: <<https://www.patreon.com/Lesics>> Acessado em 05 de junho de 2024.

VARELLA, Carlos Alberto Alves. **Princípios de funcionamento dos motores de combustão interna**. Universidade federal rural do rio de janeiro, 2007.

Tec Gauss. Catálogo de Peças. Disponível em:

< <https://gauss.com.br/tecgauss/motor-diesel/> > Acessado em 25 de agosto de 2024.