



# **Procedimentos técnicos na reparação de sistemas de propulsão, transmissão e controlo de emissões automóveis**

Relatório de Estágio

Mestrado em Engenharia Automóvel

Sandro Guillermo Galarza Guzmán

Leiria, outubro de 2021





# **Procedimentos técnicos na reparação de sistemas de propulsão, transmissão e controlo de emissões automóveis**

Relatório de Estágio

Mestrado em Engenharia Automóvel

Sandro Guillermo Galarza Guzmán

Estágio realizado sob a orientação do Doutor Paulo Alexandre Matos, Professor da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria e sob supervisão do Senhor Nelson Duarte, Supervisor da entidade de estágio.

Leiria, outubro de 2021



# Resumo

O presente relatório aborda as principais atividades desempenhadas no âmbito do estágio curricular do Mestrado em Engenharia Automóvel. Decorreu na sede da empresa do sector automóvel denominada Leiridiesel Group. A empresa é líder de mercado na prestação de serviços de reparação técnica de sistemas de veículos automóveis. As atividades apresentadas são feitas nas áreas técnicas de aplicação de procedimentos na reparação de sistemas de Turbocompressores, componentes Diesel (bombas de injeção, injetores), filtros de partículas e caixas de velocidades.

As secções mencionadas apresentam uma descrição detalhada das etapas e procedimentos técnicos de revisão e reparação requeridas que avalizam o funcionamento dos respetivos sistemas.

Na secção “Turbocompressores” é apresentado um caso de estudo com uma descrição detalhada dos procedimentos técnicos para a revisão, reparação, afinação e são expostas as avarias mais comuns neles. Na secção “Injeção Diesel” são apresentados os procedimentos para a revisão, reparação e acondicionamento de bombas injetoras convencionais, bombas *common rail*, injetores e unidades de injeção para veículos ligeiros e pesados, é exposto um exemplo de injetores VDO. Na secção “Controle de Emissões” é apresentado o procedimento para a limpeza e reparação de filtros de partículas e catalisadores. Na secção “Transmissões Automáticas” é apresentado o processo de reparação de uma caixa de velocidade com o seu conversor de binário.

**Palavras-chave:** *Serviço após-venda, Procedimentos de reparação e acondicionamento, Sistemas de veículos automóveis, Afinação e equipamentos.*



# Abstract

This report approaches the main activities performed within the curricular internship of the Master in Automotive Engineering. It took place at the headquarters of the automotive company named Leiridiesel Group. The company is a market leader in technical repair services for motor vehicle systems. The activities presented are carried out in the technical areas of application of procedures in the repair of Turbocharger systems, Diesel components (injection pumps, injectors), particle filters and gearboxes.

In each of these report sections it is presented a detailed description of the technical steps and procedures for overhauling and systems repair according to certified practices and guarantee purposes for the refurbished components.

In the “Turbochargers” section, a case study is presented with a detailed description of the technical procedures for overhauling, repairing, tuning and exposing the most common faults in them. In the “Diesel Injection” section the procedures for the overhaul and repair of conventional injection pumps, common rail pumps, injectors and injection units for light and heavy vehicles are presented, an example of VDO injectors is shown. In the “Emissions Control” section, the procedure for cleaning and repairing particulate filters and catalysts is presented. In the section “Automatic Transmissions” the process of repairing a gearbox with its torque converter is presented.

**Keywords:** *After-sales service, repair and overhaul procedures, vehicle systems, tuning and equipment.*



# Índice

<b>Resumo.....</b>	<b>iii</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>v</b>
<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>xi</b>
<b>Lista de Tabelas.....</b>	<b>xiv</b>
<b>Lista de Siglas e Acrónimos .....</b>	<b>xv</b>
<b>1. Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Objetivos.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. Organização do relatório .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Caracterização da Entidade de Acolhimento.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Introdução .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. LD Auto – Leiridiesel Group.....</b>	<b>3</b>
<b>2.3. Missão, visão e valores .....</b>	<b>4</b>
<b>2.4. Apresentação das áreas de trabalho .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Atividades desempenhadas na secção de turbocompressores .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1. Introdução .....</b>	<b>9</b>
<b>3.2. Identificação e método de trabalho.....</b>	<b>9</b>
3.2.1. Desmontagem e orçamentação .....	11
3.2.2. Lavagem .....	12
3.2.3. Montagem.....	12
3.2.4. Afinação.....	12
3.2.5. Acabamento .....	12
<b>3.3. Turbocompressor .....</b>	<b>13</b>
<b>3.4. Desmontagem do Turbocompressor .....</b>	<b>15</b>
3.4.1. Desmontagem das carcaças .....	16

3.4.2.	Desmontagem do corpo central <i>core</i> – compressor e turbina .....	18
3.4.3.	Desmontagem dos elementos internos do <i>core</i> .....	19
3.4.4.	Inspeção das peças .....	19
<b>3.5.</b>	<b>Lavagem .....</b>	<b>20</b>
<b>3.6.</b>	<b>Montagem e afinação .....</b>	<b>22</b>
3.6.1.	Equilíbrio do <i>core</i> .....	22
3.6.2.	Montagem das evolutas do turbocompressor .....	24
3.6.3.	Afinação da geometria .....	25
<b>3.7.</b>	<b>Acabamento .....</b>	<b>26</b>
<b>3.8.</b>	<b>Avárias nos turbocompressores .....</b>	<b>27</b>
3.8.1.	Turbocompressores com <i>wastegaste (bypass)</i> .....	27
3.8.2.	Turbocompressores de geometria variável (VTG).....	29
3.8.3.	Turbocompressores com atuador elétrico .....	31
3.8.4.	Entrada de objetos pela admissão.....	32
3.8.5.	Entrada de objetos pelo escape.....	33
3.8.6.	O excesso de folga axial.....	33
3.8.7.	Problemas de lubrificação e folga radial .....	34
<b>4.</b>	<b>Atividades desempenhadas na secção de injeção Diesel .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1.</b>	<b>Introdução.....</b>	<b>37</b>
<b>4.2.</b>	<b>Sistemas de injeção.....</b>	<b>37</b>
4.2.1.	Bombas de injeção CDRI.....	37
4.2.2.	Injetores .....	39
<b>4.3.</b>	<b>Método de trabalho secção de injeção Diesel.....</b>	<b>40</b>
4.3.1.	Desmontagem e avaliação .....	40
4.3.2.	Lavagem .....	42
4.3.3.	Montagem.....	44
4.3.4.	Afinação .....	44
4.3.5.	Acabamento.....	45
<b>5.</b>	<b>Atividades desempenhadas na secção filtros de partículas .....</b>	<b>48</b>

<b>5.1.</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>48</b>
<b>5.2.</b>	<b>Funcionamento do Catalisador e do FAP .....</b>	<b>48</b>
5.2.1.	Função do catalisador .....	48
5.2.2.	Função do filtro de partículas - FAP .....	49
<b>5.3.</b>	<b>Método de trabalho na secção FAP.....</b>	<b>50</b>
<b>5.4.</b>	<b>Desmontagem.....</b>	<b>51</b>
<b>5.5.</b>	<b>Medições e limpeza .....</b>	<b>53</b>
5.5.1.	Primeira medição do FAP .....	54
5.5.2.	Primeira limpeza do FAP .....	55
5.5.3.	Segunda medição FAP .....	56
5.5.4.	Processo térmico do FAP e do Catalisador .....	56
5.5.5.	Segunda limpeza do FAP. ....	57
5.5.6.	Terceira e última medição do FAP .....	58
<b>5.6.</b>	<b>Montagem.....</b>	<b>58</b>
<b>5.7.</b>	<b>Acabamento.....</b>	<b>60</b>
<b>6.</b>	<b>Atividades desempenhadas na secção caixas de velocidades .....</b>	<b>62</b>
<b>6.1.</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>62</b>
<b>6.2.</b>	<b>Método de trabalho e procedimentos.....</b>	<b>62</b>
6.2.1.	A caixa de velocidade manuais .....	62
6.2.2.	Desmontagem e avaliação .....	64
6.2.3.	Lavagem .....	66
6.2.4.	Montagem.....	67
6.2.5.	Acabamento.....	69
<b>6.3.</b>	<b>Equipamentos para teste de conversores de binário .....</b>	<b>70</b>
<b>7.</b>	<b>Conclusão .....</b>	<b>73</b>
	<b>Bibliografia .....</b>	<b>75</b>
	<b>Anexos .....</b>	<b>77</b>

<b>Anexo I – Exemplo de OR Preenchida. ....</b>	<b>77</b>
<b>Anexo II – Peças de reposição - Bomba de alta Pressão CP4. ....</b>	<b>79</b>
<b>Anexo III – Injetor <i>Bosch</i> 0 445 110 183 – peças de reposição. ....</b>	<b>83</b>
<b>Anexo IV – Visualização dos testes nos injetores VDO. ....</b>	<b>85</b>

# Lista de Figuras

Figura 1 – Secção técnica turbocompressores. ....	5
Figura 2 – Secção técnica Diesel. ....	6
Figura 3 – Secção técnica filtros de partículas.....	6
Figura 4 – Secção técnica de caixas de velocidades. ....	7
Figura 5 – Placas de identificação K03 e Garrett. ....	10
Figura 6 – Pesquisa por referência OEM. (TurboMaster.info) .....	11
Figura 7 - Processo de circulação do Ar no Turbocompressor (Seidel Diesel Group, 2021). ....	13
Figura 8 – Componentes externos do turbocompressor.....	14
Figura 9 – Vista em corte do turbocompressor adaptado de (Dashmesh Diesel Service, 2021).....	14
Figura 10 – Elementos do <i>core</i> do turbocompressor. ....	15
Figura 11 – Posição do sensor EGT na evoluta de escape adaptado de (Mte-Thomson, 2021) .....	16
Figura 12 – Diferentes turbocompressores a desmontar. ....	16
Figura 13 – Desmontagem da evoluta de escape. ....	17
Figura 14 – Desmontagem do <i>core</i> e evoluta de admissão.....	18
Figura 15 - Desmontagem do compressor e a turbina do corpo central.....	18
Figura 16 – Desmontagem do <i>core</i> .....	19
Figura 17 – Inspeção visual das peças.....	20
Figura 18 – Peças com elevado desgaste. ....	20
Figura 19 – Máquina de ultrassons. ....	21
Figura 20 – Procedimento de lavagem e limpeza. ....	22
Figura 21 – Elementos antes e depois do processo de lavagem.....	22
Figura 22 - Afinação do corpo central <i>core</i> . ....	24
Figura 23 - Montagem das evolutas através dos quadros guia. ....	25
Figura 24 - Afinação da geometria. ....	26
Figura 25 – Acabamento dos turbocompressores. ....	27
Figura 26 – Esquema de funcionamento do <i>wastegate</i> , adaptado de (Oficinaecia.com). ....	28
Figura 27 – Atuador pneumático e o braço de manivela (BiagioTurbos, 2021) .....	28
Figura 28 – Fissura na evoluta de escape. ....	29

Figura 29 – Geometria variável a) baixas rpm, b) altas rpm. ....	30
Figura 30 – Avaria na GV por a) excesso de fuligem b) partículas metálicas. ....	31
Figura 31 – Avaria nas palhetas da GV.....	31
Figura 32 – Atuador elétrico. ....	32
Figura 33 – Desgaste nas pás do compressor. ....	32
Figura 34 – Danos causados pela entrada do objetos estranhos pelo escape.....	33
Figura 35 – Folga axial nos componentes do turbocompressor. ....	34
Figura 36 – Lubrificação deficiente. ....	35
Figura 37 – Folga radial nos componentes do turbocompressor. ....	35
Figura 38 – Esquema da bomba de alta pressão (0 445 010 507). ....	38
Figura 39 – Sistema <i>Common Rail</i> .....	39
Figura 40 – Esquema do injetor <i>Bosch</i> (0 445 110 183). ....	40
Figura 41 – Identificação do Injetor <i>Siemens VDO</i> . ....	41
Figura 42 – Desmontagem de injetores VDO. ....	42
Figura 43 – Limpeza do injetor na escova de aço. ....	42
Figura 44 – Injetores para ser limpos na máquina de ultrassons. ....	43
Figura 45 – Limpeza e secado.....	43
Figura 46 – Montagem do Injetor VDO.....	44
Figura 47 – Máquina <i>Carbon Zapp</i> para injetores <i>Siemens VDO</i> .....	45
Figura 48 – Início e fim do teste do <i>software</i> .....	45
Figura 49 – Marcação laser do injetor VDO. ....	46
Figura 50 – Selagem e embalagem dos injetores <i>Siemens VDO</i> .....	46
Figura 51 – Catalisadores de diferentes substratos, adaptado de (filtroparticulas.com).....	49
Figura 52 – Filtro de partículas, adaptado de (filtroparticulas.com). ....	50
Figura 53 – Filtro de partículas, Catalisador + Filtro de partículas (RealOEM, 2021). ....	51
Figura 54 – Separação do FAP e Catalisador.....	52
Figura 55 – Visualização do filtro de partículas: a) entrada, b) saída, c) catalisador.....	53
Figura 56 – Banco de teste de obstrução para FAP - a) Baixa, b) Media, c) Excessiva.....	54
Figura 57 – Primeira medição de fluxo de ar do FAP.....	55
Figura 58 – Equipamento de limpeza de ar de alta pressão do FAP. ....	55

Figura 59 – Equipamento de limpeza manual de ar de alta pressão do catalisador. ....	56
Figura 60 – Segunda medição de fluxo de ar do FAP. ....	56
Figura 61 – Equipamento para tratamento térmico.....	57
Figura 62 – Terceira medição de fluxo de ar do FAP. ....	58
Figura 63 - Filtro e catalisador antes e depois da limpeza. ....	59
Figura 64 – Fixação das flanges com soldadura MIG. ....	59
Figura 65 – Soldadura TIG e marcação do FAP. ....	60
Figura 66 – Acabamento e embalagem do filtro de partículas. ....	60
Figura 67 – Caixa de velocidade manuais, adaptado de (blog.texoleo.eu) ....	63
Figura 68 – Engrenagem e veios. ....	63
Figura 69 – Inspeção visual da caixa de velocidades. ....	64
Figura 70 – Verificação manual na caixa de velocidades. ....	65
Figura 71 - Desmontagem da caixa de velocidades manuais.....	65
Figura 72 – Secção limpeza da área de caixas.....	67
Figura 73 – Árvore em processo de montagem. ....	68
Figura 74 – Montagem das árvores de dentados.....	68
Figura 75 – Montagem de árvores de dentados e carcaças da caixa de velocidades. ....	69
Figura 76 – Caixa pronta para entregue ou montagem. ....	69
Figura 77 – Abertura do conversor de binário.....	70
Figura 78 – Análise e substituição de peças. ....	71
Figura 79 – Procedimento de soldagem do conversor de binário. ....	71
Figura 80 – Equipamento de estanquicidade para conversor de binário.....	72

# Lista de Tabelas

Tabela 1. Tipos e referências mais comuns dos turbocompressores. ....	11
Tabela 2. Referências e ângulos nos turbocompressores obtido de (TurboMaster, 2021) .....	24
Tabela 3. Valores de funcionamento VDO .....	41
Tabela 4. Descrição dos componentes do FAP. ....	51

## Lista de Siglas e Acrónimos

OR	-	Ordem de Reparação/Folha de Obra
FO	-	Folha de orçamento
ID	-	Identificação
OEM	-	Referência do fabricante - <i>Original Equipment Manufacture</i>
UCE	-	Unidade de Controlo Eletrónica
EGT	-	Medidor de temperatura dos gases de escape
DOE	-	Danos por Objetos Estranhos
ECM	-	Módulo de Controlo Eletrónico do veículo
CRDI	-	Sistema de injeção direta <i>Common Rail</i>







# 1. Introdução

O sector automóvel em Portugal tem uma grande expansão e importância comercial, a Leiridiesel Group está inserida neste sector e é uma das maiores empresas Portuguesas nesta área de negócios.

O Grupo LD Auto Leiridiesel tem sua sede principal em Ortigosa, distrito Leiria, local onde decorreu este estágio. Dedicar-se à reparação, reconstrução, compra e venda de peças e componentes automóveis de diferentes marcas a nível nacional e internacional.

Na Leiridiesel existem áreas técnicas especializadas na reparação dos principais grupos de componentes do automóvel, nomeadamente na verificação e reparação de turbocompressores, componentes Diesel, filtros de partículas, caixas de velocidades, motores e mecânica geral.

Os serviços incorporam uma componente técnica muito forte e excelente no contexto do setor da reparação automóvel, sendo esta uma referência nacional e internacional. A demonstração deste facto decorre de grande parte dos seus clientes serem empresas do ramo profissional (empresas de reparação independentes, fornecedores de peças, concessionários, etc.) que recorrem aos seus serviços especializados.

Dentro da sua área de negócio, é reparadora oficial das principais marcas de componentes automóveis, cumprindo as regras e elevados padrões de qualidade de cada uma delas. Na área dos turbocompressores, é reparadora oficial da Garret, Holset, IHI, Turbolader, Mitsubishi e Toyota. Relativamente na área do Diesel é reparadora oficial Delphi, Bosch, Denso, Siemens, Yanmar, Stanadyne e Lombardini. No que respeita a filtros de partículas trabalha com vários fabricantes como: FOMOCO, Magneti Marelli, GM, BMW, FPT (Power Trens Tecnologia), Bosal Lalker, entre outros e por fim na área das caixas de velocidade é reparadora oficial ZF, GM, Mercedes e Aisin Warner.

## **1.1.Objetivos**

O objetivo geral do presente estágio foi o de compreender, acompanhar e desenvolver competências práticas da organização e procedimentos técnicos inerentes na reparação de sistemas e componentes dos veículos automóveis.

Os objetivos específicos propostos foram os seguintes:

- Aplicação e desenvolvimento dos conhecimentos adquiridos no âmbito do Mestrado em Engenharia Automóvel.
- Desenvolvimento de competências ao nível da análise e orçamentação dos componentes e sistemas de veículos automóveis nas diferentes secções.
- Identificação e análise das diversas fases da reparação e testes dos componentes específicos.
- Desenvolvimento de competências técnicas de diagnóstico e resolução de anomalias nos componentes de sistemas automóveis.

## **1.2. Organização do relatório**

O relatório está estruturado de acordo com as principais áreas técnicas existentes na empresa e a sua apresentação respeita a ordem cronológica do acompanhamento de cada área durante o estágio.

## **2. Caracterização da Entidade de Acolhimento**

### **2.1. Introdução**

O estágio curricular do Mestrado em Engenharia Automóvel iniciou em setembro de 2020 e teve uma duração de 9 meses. O estágio foi realizado numa conceituada empresa líder na área dos serviços técnicos de manutenção, reconstrução e reparação de componentes automóveis de combustão interna com manutenção geral em veículos multimarca. No presente capítulo é feita a apresentação da empresa, é realizada uma breve abordagem histórica e é apresentada a sua “missão”, “visão” e “valores”. Por fim são apresentadas as áreas da empresa onde decorreu o estágio.

### **2.2. LD Auto – Leiridiesel Group**

A LD Auto começou a sua história em 1990 como um pequeno negócio familiar na região de Leiria. A principal atividade consistia na reparação de componentes de injeção diesel, bombas injetoras e injetores.

Atualmente a LD Auto é uma das marcas que constitui o Grupo Leiridiesel. Esta denominação foi criada para dar resposta às necessidades do mercado, manter a liderança no setor da reparação de componentes injeção diesel e, em simultâneo, cimentar o posicionamento no setor da manutenção e reparação de veículos multimarca.

Com mais de cem profissionais dedicados, a empresa está comprometida em distribuir o seu conhecimento por todas as suas delegações no país.

Uma das chaves do sucesso para o crescimento no setor da mobilidade automóvel tem sido a procura constante de soluções de assistência automóvel, tendo sempre presente a garantia de um serviço de excelência para o cliente. Neste sentido, a empresa intervém na manutenção multimarca de veículos com motor a combustão, elétrico e híbrido, e intervém na reparação e reconstrução de componentes de injeção diesel e gasolina, turbos, caixas de velocidades e filtros de partículas.

Hoje, a empresa orgulha-se de ser uma referência no setor da mobilidade em todo o país, na manutenção e reparação de veículos multimarca, contando com 30 anos de experiência e mais de uma centena de colaboradores.

Está presente de norte a sul do país:

Região Norte: Porto e Maia

Região Centro: Aveiro, Coimbra, Leiria e Ortigosa

Região de Lisboa: Lisboa, Cacém e Torres Vedras

Região do Algarve: Loulé

Ilha da Madeira: Funchal

É no segmento das oficinas multimarca que se destaca entre os parceiros da rede *Bosch Car Service*, quer pelo número de oficinas, quer pelo investimento humano e tecnológico que tem sido feito ao longo dos últimos anos.

É através dos centros LD Auto que presta um serviço eficiente e eficaz a inúmeras frotas empresariais e construtores automóveis, assim como a clientes particulares, que procuram garantia de serviço e preços competitivos, (Leiridiesel SA, 2021).

### **2.3. Missão, visão e valores**

A *LD Auto – Leiridiesel Group* é especializada na reparação, reconstrução e comercialização de componentes e serviços do ramo automóvel.

A sua missão consiste em disponibilizar as melhores soluções no sector do após-venda automóvel, garantindo a maior qualidade a um preço justo, utilizando os melhores e mais avançados recursos disponíveis de modo a satisfazer as necessidades dos clientes mais exigentes.

Tem como visão ser líder a nível nacional em todos os serviços que disponibiliza, atendendo sempre às alterações no mercado.

Os principais valores da LD Auto são:

#### **Rigor**

Na conceção do produto, cumprindo todos os procedimentos operacionais de forma a garantir a melhor qualidade. Na imagem do produto e embalamento, de forma a que o mesmo seja facilmente reconhecido e associado à LD Auto. Na distribuição,

definindo os meios mais adequados para fazer chegar o produto ao cliente no menor tempo possível.

### **Competência**

Garantindo um nível de formação adequado e elevado de todas as equipas. Garantir que todos os equipamentos dos diversos laboratórios estão atualizados e prontos a funcionar quando necessário, seguindo os planos de manutenção dos mesmos.

### **Honestidade**

Praticar sempre um preço justo para cada produto ou serviço, tendo sempre como foco a qualidade. Departamento de após-venda e gestão de reclamações, justo, assertivo e tecnicamente capaz.

### **Compromisso**

Orientação total para o Cliente, auscultando sempre as suas opiniões e necessidades.

## **2.4. Apresentação das áreas de trabalho**

A empresa Leiridiesel realiza diversas atividades técnicas, pelo que cada área onde decorreu o estágio encontra-se bem definidas por zonas. As figuras seguintes apresentam as secções da empresa onde foram desempenhadas tarefas.

Na Figura 1, é apresentada a zona especializada em turbocompressores para desmontagem, montagem, orçamentação e as diferentes bancadas de trabalho.



**Figura 1 – Secção técnica turbocompressores.**

Na Figura 2 mostra um conjunto de imagens da secção Diesel, da esquerda a direita são mostradas, sequencialmente, a zona de montagem e desmontagem de bombas injetoras, zona de montagem e desmontagem de injetores e por fim, do lado direito, a secção das máquinas de afinação no qual decorre as verificações e parâmetros pertinentes para garantir a qualidade e a excelência do trabalho.



**Figura 2 – Secção técnica Diesel.**

Na Figura 3 mostra a zona de filtros de partículas, da esquerda para a direita, pode-se ver o forno térmico e as máquinas de afinação e limpeza e do lado direito a área de soldadura.



**Figura 3 – Secção técnica filtros de partículas.**

Na Figura 4 mostra a zona de caixas de velocidades, do lado esquerdo pode-se ver a zona de desmontagem e orçamentação de componentes, do lado direito se observa a área dedicada aos conversores de binários.



**Figura 4 – Secção técnica de caixas de velocidades.**



## **3. Atividades desempenhadas na secção de turbocompressores**

### **3.1. Introdução**

O capítulo seguinte apresenta as atividades desempenhadas na secção de turbocompressores. Acompanhamento e execução de todas as etapas do processo dedicado à reparação e recondicionamento de turbocompressores de veículos ligeiros e pesados, desmontagem, orçamentação, lavagem, montagem e afinação. São abordados em maior detalhe os procedimentos de utilização de equipamentos especializados em: ajuste do atuador, ajuste de geometrias, máquinas de equilíbrio de *core*.

O componente chega à secção acompanhado por uma etiqueta identificadora e por uma folha de obra. Na etiqueta constam o Número de Obra e o nome do cliente, que pode ser particular ou profissional. A Folha de Obra, a partir daqui denominada OR, possui toda a informação relativa ao componente a analisar, sintomas que o veículo apresenta, informação do cliente e vários campos a preencher até o processo estar finalizado. O Anexo I apresenta um exemplo de uma OR com os vários campos preenchidos.

Nas secções que se seguem serão apresentados os processos passo a passo para ter uma reparação ou recondicionamento de um turbocompressor. Assim a secção 3.2 mostra o método de identificação de turbocompressores e o método de trabalho estabelecido; A secção 3.3 apresenta um turbocompressor e os seus componentes; A secção 3.4 mostra o desmontagem do turbocompressor; A secção 3.5 apresenta o procedimento de lavagem de todas as peças, e o equilíbrio de um *core* (corpo central do turbocompressor); A secção 3.6 mostra o processo de montagem e substituição das peças do componente, e o método utilizado para a afinação do componente de modo a garantir seu funcionamento correto; A secção 3.7 apresenta o acabamento final e a preparação para entrega ao cliente. Por fim, na secção 3.8 serão apresentadas as avarias mais comuns encontradas nos componentes dos turbocompressores ao decorrer do estágio e as suas causas prováveis.

### **3.2. Identificação e método de trabalho**

Nesta secção é apresentada a identificação de turbocompressores, para tal existe uma equipa de trabalho especialista na qual desmonta, recondiciona e repara os turbocompressores de diferentes nomenclaturas como: *Garrett, Bosch Mahle, Borgwarner-*

kkk, Schwitzer, Mitsubichi, Toyota, Holset, Komatsu, etc. Os quais são reacondicionados dependendo das necessidades para armazenamento, venda e distribuição que vai a depender da oferta e demanda de consumo do mesmo mercado destes produtos.

Todos os turbocompressores podem ser identificados através de uma placa série que pode estar gravada na evoluta de admissão ou como uma chapa com rebites num lado no corpo do turbocompressor.

A Figura 5 mostra duas placas de identificação, de esquerda a direita, uma nomenclatura utilizada nos turbocompressores *Borgwarner-kkk* e a seguir uma nomenclatura referente aos turbocompressores *Garrett* gravada na evoluta de admissão.

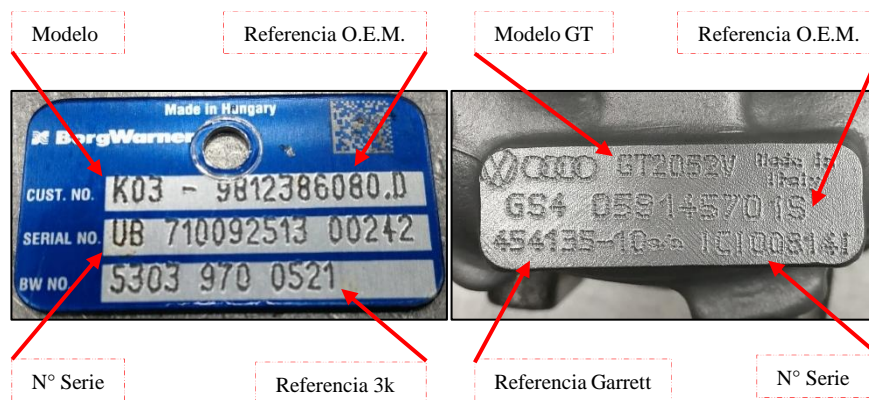


Figura 5 – Placas de identificação K03 e Garrett.

É possível identificar o turbocompressor correto para um modelo específico de motor através da referência da peça ou P/N (*Part Number*) ou através da referência do fabricante OEM (*Original Equipment Manufacturer*) (AlcoaDiesel, 2021).

Outros dados relevantes são o número de série o S/N, que é um número único para cada turbocompressor e o modelo útil para serviços de reparação.

Na Tabela 1 mostra-se exemplos de identificação dos turbocompressores mais comuns.

**Tabela 1. Tipos e referências mais comuns dos turbocompressores.**

	<i>Garrett</i>	<i>Holset</i>	<i>M.H.I</i>	<i>KKK</i>	<i>Schwitzer</i>
<b>Tipo de Turbocompressor</b> , enlaça o tamanho do turbo e a sua família (não contém a referência)	GT17	HIC	TD04	K03	S2A
	T2, T3	H2D	TE05	K04	S3B
	GT04B	HX50	TD08	K16	S4T
<b>Referência P/N</b> define o turbo de forma exata (é o dato a procurar)	<b>454135-10</b>	3522778	49177-02501	<b>5303-970-0521</b>	311041

Em alguns tipos de turbocompressores só aparece a referência OEM do fabricante. Nestes casos terá que se efetuar uma pesquisa na *internet* para o cruzamento de informação, usando um motor de busca da *internet*, entrando na referência OEM e selecionando a pesquisa "por referência OEM". A Figura 6 apresenta como exemplo a referência OEM:059 145 701S que corresponde ao turbocompressor modelo GT2052V, apresentado na Figura 5.

The screenshot shows the TurboMaster website interface. At the top, there is a search bar with the text 'Aplicaciones por referencia' and the value '454135-0010'. Below the search bar, there are navigation links: HOME, TURBOS, APLICACIONES, PREFILTROS, JUNTAS, CATÁLOGOS, HERRAMIENTAS. The main content area shows the search results for 'Turismos'. The results are displayed in a table with the following columns: FABRICANTE, MODELO, AÑO, MOTOR, CÓDIGO, CV, CC, C, MODELO, REFERENCIA, REF. O.E.M, ALT, and BLT. The table contains five rows of results, all for the year 2003 and engine Euro3, with the same turbo model GT2052V and reference 454135-0010. The OEM references are 059 145 701K for Audi A4, A6, and A8, and 059 145 701S for Audi ALLROAD TDI and Skoda SUPERB TDI. Each row has a plus icon for alternatives and a document icon for the bulletin.

**Figura 6 – Pesquisa por referência OEM. (TurboMaster.info)**

### 3.2.1. Desmontagem e orçamentação

O componente ao ser entregue é direcionado para a área técnica para a sua análise correspondente. É cuidadosamente desmontado sendo efetuada uma verificação visual de todas as suas peças de modo encontrar o problema descrito pelo cliente. O orçamento é efetuado com todas as peças necessárias para a completa reparação do elemento. Só após a

anuência do cliente relativamente ao orçamento apresentado se pode continuar com o processo de reparação.

Outro método de trabalho realizado é o recondicionamento dos turbocompressores. Consiste na reparação e substituição dos componentes de desgaste e danificados de forma a colocar o equipamento numa condição de funcionamento e garantia semelhante à do produto original. Após a completa desmontagem, os componentes vão para uma limpeza e posterior análise. Em peças muito carbonizadas, às vezes é preciso prolongar o tempo de banho na máquina de ultrassons e dar um jato de areia para remover todos os resíduos.

Os clientes são informados das opções disponíveis para seu artigo, como a reparação, compra de um novo ou compra de um artigo recondicionado. Se o cliente quiser um item recondicionado, tem de entregar o item correspondente defeituoso.

### **3.2.2. Lavagem**

Procede-se à limpeza de todas as peças através de uma máquina de ultrassons de aquecimento, uma escova de aço, máquina de jato de areia para as componentes exteriores (depende do componente) e uma limpeza manual com o líquido desengordurante (detergente para peças *Ultrasonic-17*), por fim o componente é limpo e seco com ar comprimido.

### **3.2.3. Montagem**

Neste ponto, após ter limpas todas as partes dos componentes, procede-se à sua montagem com as peças novas para substituição. O processo é acompanhado por uma folha de obra.

### **3.2.4. Afinação**

Neste ponto, após finalizada a montagem, o componente é colocado no banco de ensaio que permitem realizar os ajustes necessários. Este são parametrizados de acordo com as especificações técnicas do fornecedor do componente.

### **3.2.5. Acabamento**

Neste ponto, o item reparado encontra-se parcialmente pronto a ser entregue ao cliente, com as respetivas tampas colocadas nas entradas e saídas do elemento para impedir a entrada de sujidade ou objetos indesejados. É efetuada uma marcação manual ou com o laser, que

permite identificar que o componente foi reparado na Leiridiesel. Por último é aplicado um spray anticorrosivo antes de ser embalado para a entrega ao cliente.

### 3.3. Turbocompressor

O turbocompressor fica ligado ao coletor de escape de um motor de combustão, e aproveita a energia dos gases de escape gerados no motor para girar uma turbina conectada por meio de um eixo comum a um compressor, o qual tem a função de pressurizar o fluxo de ar para os cilindros.

As setas azuis assinalam o fluxo do ar que vem do exterior (ar ambiente), que passa pelo compressor. Em vermelho assinalam-se os gases de escape que são responsáveis pelo acionamento do turbocompressor como apresenta a Figura 7.

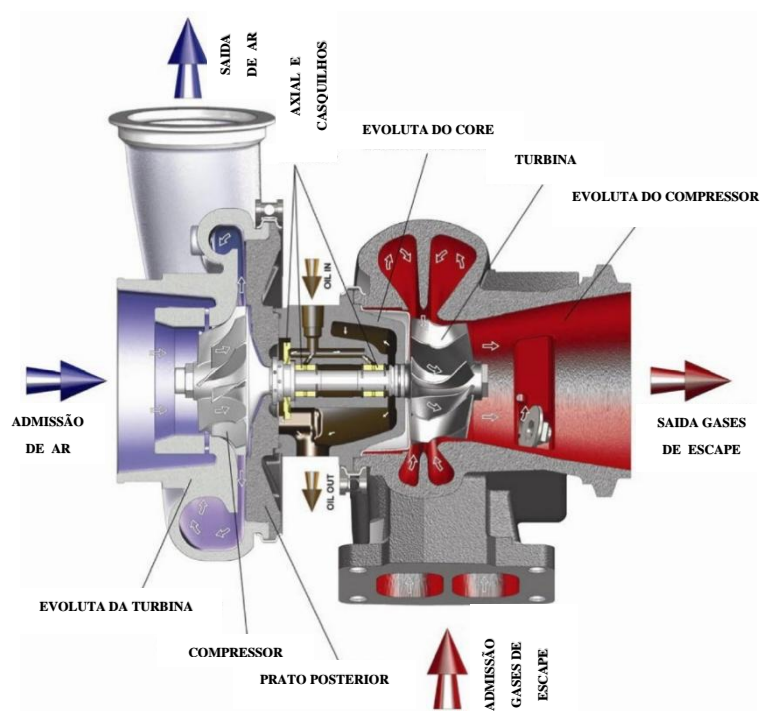
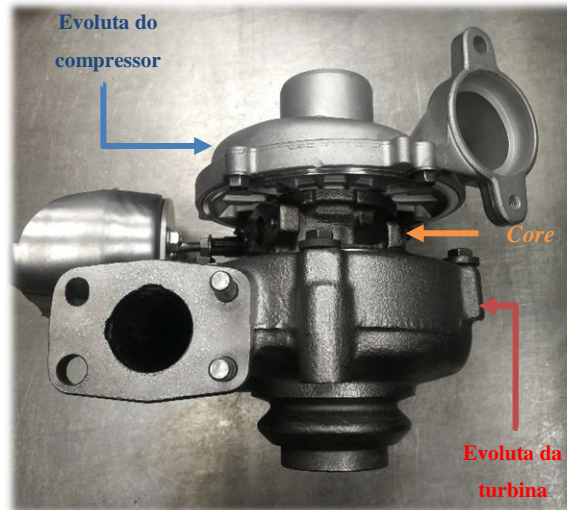


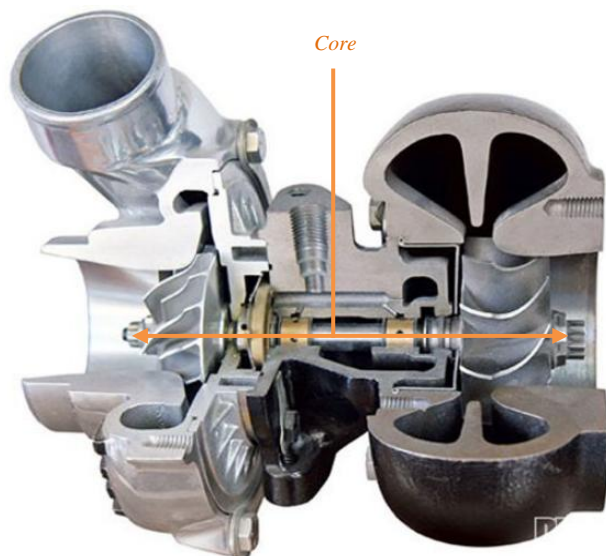
Figura 7 - Processo de circulação do Ar no Turbocompressor (Seidel Diesel Group, 2021).

Um turbocompressor inclui um par de rotores radiais, ligados num só eixo, que giram de um lado como turbina e do outro como compressor. Seus principais componentes são carcaça ou evoluta de compressor, carcaça ou evoluta da turbina e conjunto central ou *core* apresentado na Figura 8. O *core* corresponde ao corpo interior do turbocompressor como

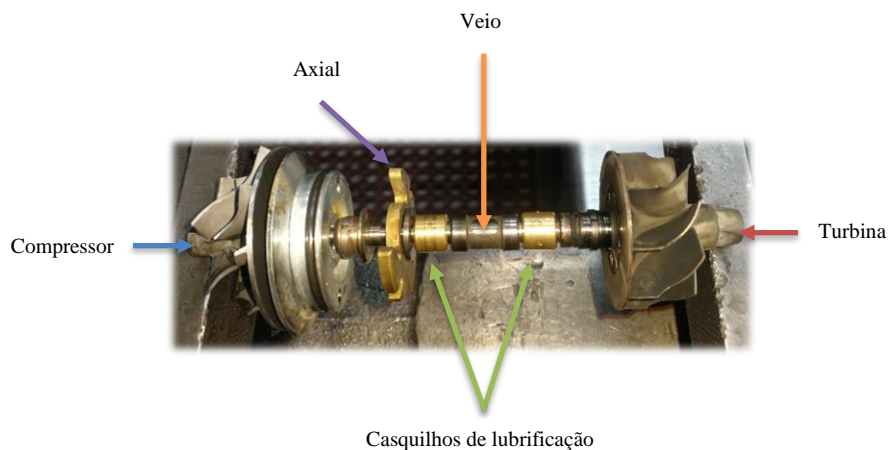
mostra na vista em corte apresentada na Figura 9, o que inclui as partes moveis: compressor, turbina, axial, veio de turbina e casquilhos como mostrado na Figura 10.



**Figura 8 – Componentes externos do turbocompressor.**



**Figura 9 – Vista em corte do turbocompressor adaptado de (Dashmesh Diesel Service, 2021).**



**Figura 10 – Elementos do *core* do turbocompressor.**

### 3.4. Desmontagem do Turbocompressor

A desmontagem de qualquer turbocompressor é um processo meticuloso, já que podem-se danificar de forma permanente o corpo ou as peças do *core*.

A evoluta do compressor (carcaça de admissão) é tipicamente produzida em alumínio fundido, já que não irá ter de suportar temperaturas tão altas como a turbina.

A evoluta da turbina (carcaça de escape) e o conjunto central, geralmente são produzidos em ferro fundido juntamente com outras ligas e metal, já que num motor de ignição por faísca, devem ser suportadas temperaturas dos gases de escape de até 1.050°C na área da evoluta da turbina (AskChemicals, 2021).

Os turbocompressores atingem uma temperatura normalmente entre os 600°C até os 700°C, podendo chegar a alcançar os 900°C em motores de competição. A temperatura é medida através de uma sonda EGTS (*Exhaust Gas Temperature Sensor*) denominada termistor de tipo NTC ou PTC a qual deteta a temperatura nos gases do escape e envia a sinal à ECU onde a ação apropriada é tomada. O EGTS é localizado no escape do motor antes do turbocompressor como apresenta o esboço do lado esquerdo da Figura 11 (T3) e do lado direito assinalado com uma seta vermelha a ubiqação real na evoluta de escape do turbocompressor.

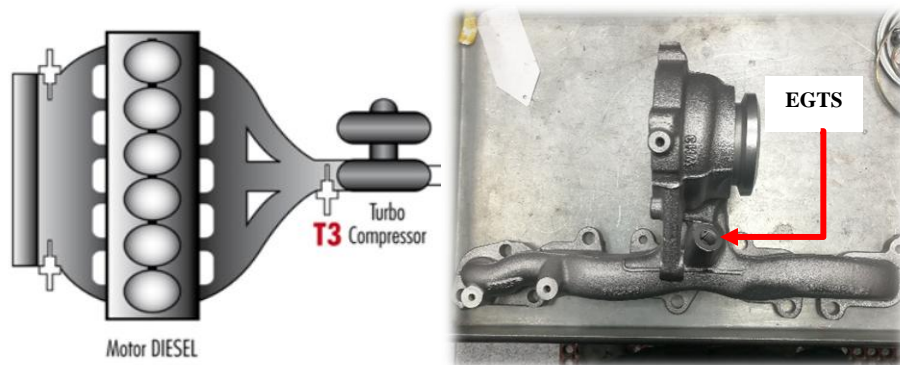


Figura 11 – Posição do sensor EGT na evoluta de escape adaptado de (Mte-Thomson, 2021)

### 3.4.1. Desmontagem das carcaças

Nesta secção serão apresentados os passos a seguir para uma correta desmontagem da maioria dos turbocompressores como os mostrados na Figura 12.



Figura 12 – Diferentes turbocompressores a desmontar.

O primeiro passo é fixar o turbocompressor no torno pelo lado da evoluta da turbina como mostra a Figura 13a), ficando a parte da evoluta de admissão na parte superior. Não é recomendável fixar pelo lado da evoluta de admissão já que o material do mesmo é alumínio e pode ficar danificado ou mesmo partir. A seguir efetua-se uma marcação de referência na evoluta de admissão e na de escape. Estas marcações são para que, quando se estiver a montar o componente, as evolutas voltem à mesma posição que tinham antes da sua desmontagem.

Para aliviar os parafusos da evoluta de escape e do atuador de vácuo pode ser necessário usar ferramenta de pancada conjugada com aplicação de spray penetrante e antiferrugem.

Este procedimento permite quebrar as microligacões existentes e potenciadas pela corrosão, permitindo a desmontagem, sem rotura, dos parafusos mostrados na Figura 13b). É removido como primeiro elemento o atuador de vácuo assinalado com a seta amarela.

Depois de tirar os parafusos do corpo de escape pode ser necessário repetir o procedimento na evoluta de escape para separar a evoluta de admissão como mostra a Figura 13c). Os elementos do corpo central *core* são desmontados em conjunto como mostrado na Figura 13d). O processo será feito delicadamente com um martelo com ponta de *nylon* na base da evoluta de escape com cuidado especial de modo a não o danificar.

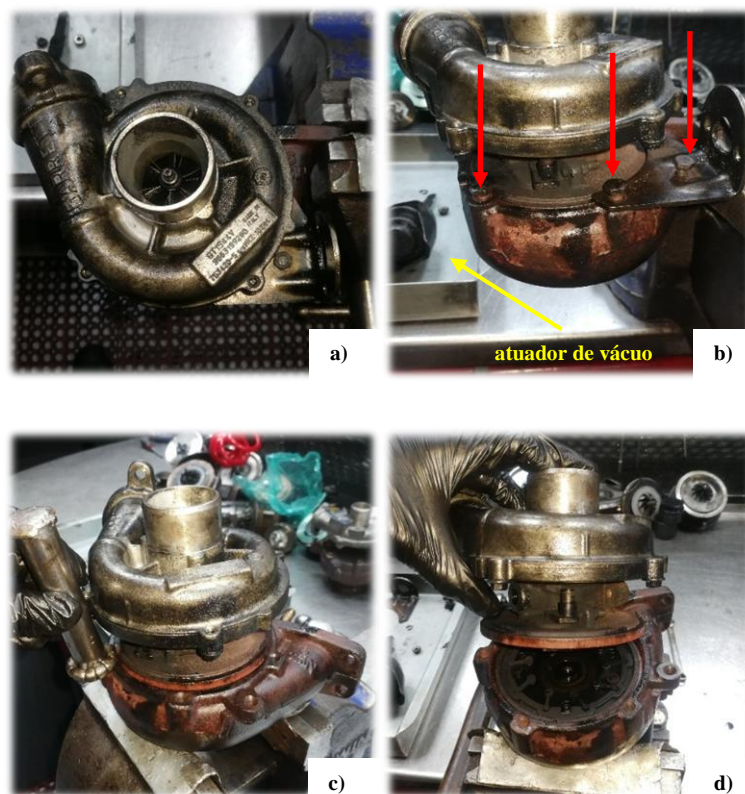


Figura 13 – Desmontagem da evoluta de escape.

Para tirar o corpo central deve-se fixar a evoluta de admissão e seguir o mesmo procedimento descrito anteriormente. É importante ter cuidado com esta operação, para não deformar a evoluta de alumínio. A Figura 14a) mostra o conjunto do core e evoluta de admissão fixos para a desmontagem. Na Figura 14b) temos o corpo central *core* totalmente separado das evolutas de escape e admissão.

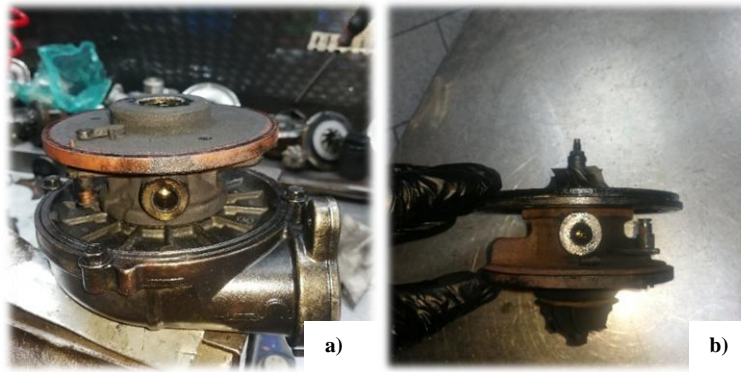


Figura 14 – Desmontagem do *core* e evoluta de admissão.

### 3.4.2. Desmontagem do corpo central *core* – compressor e turbina

Sabendo que o veio e a turbina são mesmo um corpo unificado vão a sair ao longo do corpo central do *core*, o procedimento é feito cuidadosamente para evitar que os elementos internos como os casquilhos radiais e o corpo não sofram deformações.

A desmontagem pode proporcionar uma ideia inicial de como se encontram internamente os componentes de modo a tentar identificar anomalias no *core*. O primeiro passo é fixar o corpo central no torno, de seguida remove-se a porca do compressor como mostra a Figura 15a). A seguir para desmontar o veio da turbina há que bater suavemente com o martelo de aço e um ponteiro como mostra a Figura 15b). No final deste processo, o veio da turbina vai sair do corpo central, tal como mostrado na Figura 15c). Neste ponto o componente deve ser verificado e analisado.

A verificação das peças é feita visualmente, se for preciso são lavadas para uma boa observação de qualquer anomalia que pode ser a causa do dano no componente.



Figura 15 - Desmontagem do compressor e a turbina do corpo central.

### 3.4.3. Desmontagem dos elementos internos do *core*

Para se poderem extrair os elementos do *core* serão retirados os parafusos da tampa externa, como mostra a Figura 16a). De seguida extraem-se os parafusos, ou eventualmente um freio que cumpra a mesma função de segurança no axial, como mostra a Figura 16b) e c). A seguir tiram-se do interior do corpo central todos os elementos restantes como os casquilhos da turbina, como mostra a Figura 16d).

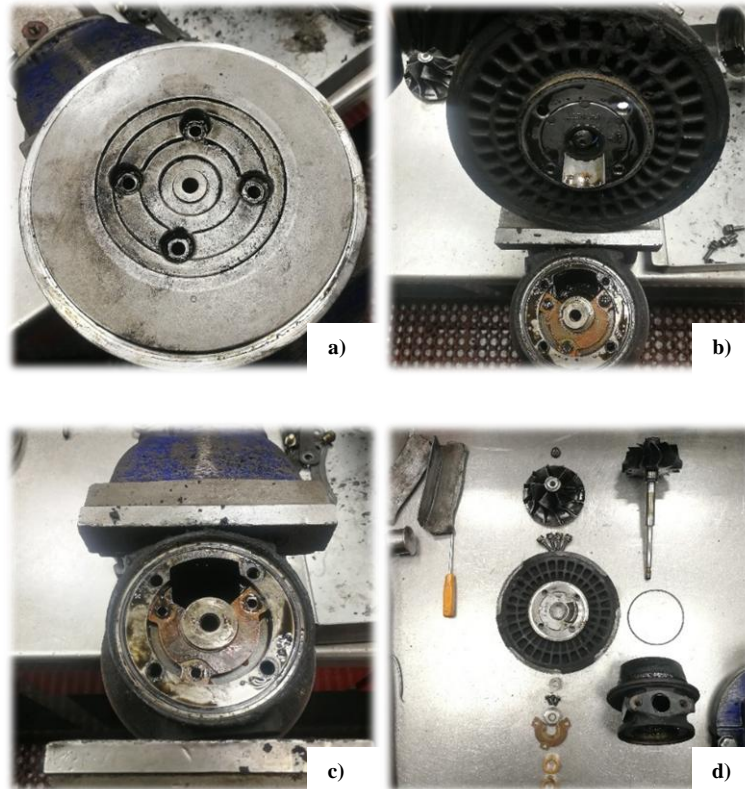
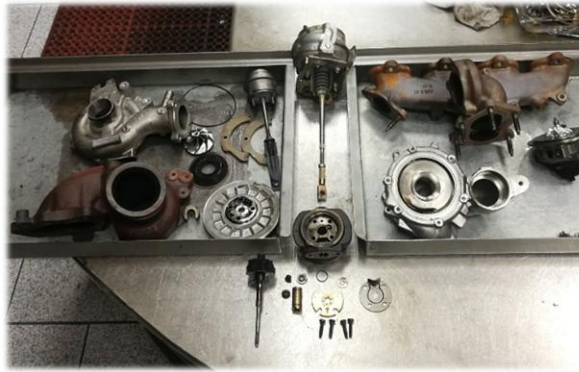


Figura 16 – Desmontagem do *core*.

### 3.4.4. Inspeção das peças

Todas as peças desmontadas devem ser inspecionadas antes e depois de serem limpas com solvente especial. Têm de ser organizadas de forma a que não existam trocas de componentes na montagem.

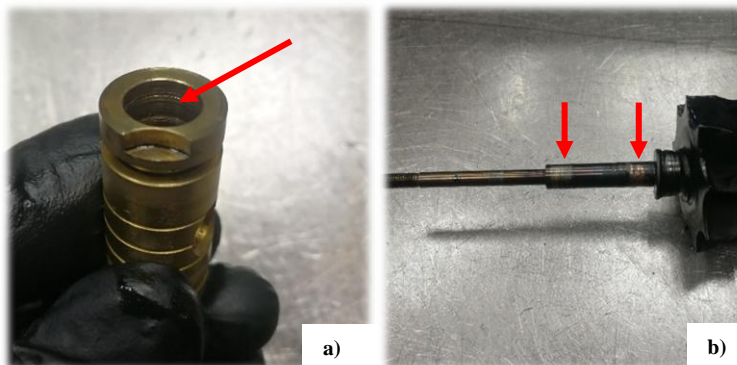
As evolutas de admissão e escape, juntas, parafusos, porcas, freio de segurança, geometria, compressor, turbina, casquilhos, axial, veio da turbina são também verificados e ordenados como mostra na Figura 17.



**Figura 17 – Inspeção visual das peças.**

Ao verificar cada uma das peças, devem ser identificados todos os possíveis defeitos produzidos por desgaste ou corrosão. Verifica-se a condição dos retentores, o desgaste dos casquilhos, as pás da turbina e o compressor e o estado no qual se encontram as evolutas. É verificado se há obstruções nos tubos de óleo, que tornem difícil ou restrinjam a sua passagem.

Se alguma peça for encontrada com desgaste muito elevado, fissurada ou partida, é substituída diretamente para a montagem como mostram as Figura 18a) e b). As setas vermelhas da figura assinalam o desgaste devido à falta de lubrificação entre o casquilho e o veio da turbina.



**Figura 18 – Peças com elevado desgaste.**

### **3.5. Lavagem**

As peças que estão contaminadas com óleo são colocadas na máquina de ultrassons como mostra a Figura 19.

Os elementos do turbocompressor são imersos no tanque com líquido onde o procedimento de limpeza ocorre por cavitação induzida por ultrassons.

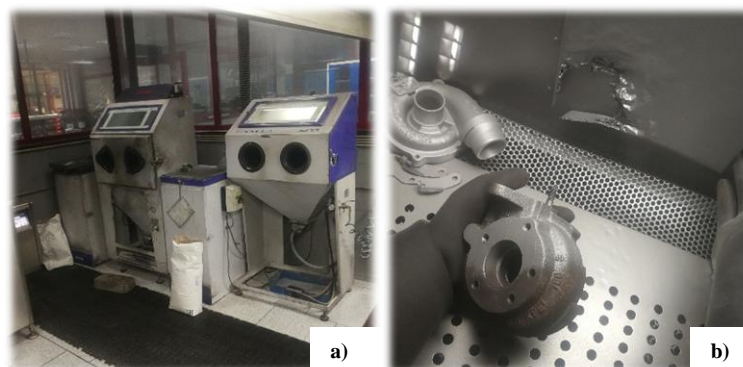


**Figura 19 – Máquina de ultrassons.**

Em seguida, as peças sofrem uma limpeza adicional por jato de areia mostradas nas Figura 20a) e b).

O jato é aplicado a uma distância de entre 5 a 10 cm, sendo importante não manter fixo o fluxo do jato de areia num só ponto do contacto nos elementos de menor resistência como a evoluta de admissão, já que pode originar um desgaste e deformação na peça.

A seguir são sopradas com ar comprimido, para eliminar os resíduos produzidos por as partículas de areia. O processo de limpeza termina com uma lavagem com solvente de limpeza manual como mostra a Figura 20c). Para as peças de maior resistência como a evoluta de escape pode ainda ser usada uma escova de arame giratório para aprimorar o acabamento, tal como mostrado na Figura 20d). Neste caso, é necessário voltar a limpar com o solvente para retirar a gordura provocado por o processo.



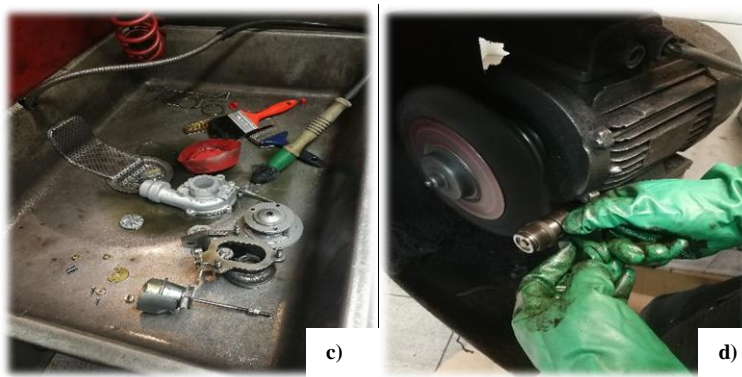


Figura 20 – Procedimento de lavagem e limpeza.

Por fim na Figura 21 mostra um “antes” e um “depois” dos procedimentos descritos.

Neste ponto os técnicos especializados realizam novamente uma inspeção e verificação das peças à procura de pequenos desgastes ou fissuras que não tenham sido identificadas anteriormente.



Figura 21 – Elementos antes e depois do processo de lavagem.

### 3.6. Montagem e afinação

Neste ponto será abordada a parte de montagem do corpo central *core* sua afinação, montagem das evolutas de admissão e escape do turbocompressor.

#### 3.6.1. Equilíbrio do *core*

O *core* ou corpo central do turbocompressor é constituído pela turbina e respetivo veio, pelo compressor, casquilhos, anilhas e outros componentes responsáveis pela lubrificação e a integridade do componente. Uma das etapas do processo de reparação de um

turbocompressor é a fase onde o core é equilibrado já que influencia diretamente o sucesso na reparação.

As velocidades de rotação dos turbocompressores podem atingir as 250000 rpm, dependendo das características e utilização do mesmo (Bell, 1989). Um turbocompressor mal equilibrado está sujeito a vibrações, pode tornar-se ruidoso e a sua vida útil será mais reduzida.

Como se mostra na Figura 22a) o equipamento utilizado simula as condições reais de funcionamento do turbocompressor, através de um fluxo de ar que simula os gases de escape é acionada a turbina e o sistema de lubrificação é alimentado tal como no veículo.

O primeiro passo é marcar uma das pás do compressor para criar uma referência como mostra a Figura 22b). Após da marcação o core é montado no equipamento de medição acionando o sistema de lubrificação e a seguir é tapada a saída de óleo, procedimento que garante que todos os componentes estão lubrificados ao iniciar o teste como mostra a Figura 22c). Neste ponto como mostrado na Figura 22d), com um íman é magnetizada a porca do compressor para que o equipamento detete as rotações e registre as mesmas.

A seguir o core é fixado ao equipamento e realiza-se o primeiro teste de equilíbrio, o ecrã da máquina apresenta um mapa com as informações dos sensores de velocidade e aceleração para construir um gráfico bidimensional, traçando a vibração em função da velocidade, observado na Figura 22e), (Turbo Technics Lts. 2011). A posição de desequilíbrio necessária é então exibida como uma posição de relógio no ecrã, onde pode-se observar que a gama de medição da velocidade vai desde 0 a 150000 rpm (rotações por minuto), o desequilíbrio é medido através da determinação da força-g numa escala de 0 a 5 e do seu epicentro.

O desequilíbrio é corrigido com uma fresadora manual, o seja, retira-se uma porção de material da porca como mostrado na Figura 22f), para obter o melhor equilíbrio possível, assim novamente é feito o teste até garantir que o core esta devidamente equilibrado como mostrado na Figura 22g). Todos os cores são equilibrados de forma a apresentarem valores de vibração inferiores a 0,5 gPk.

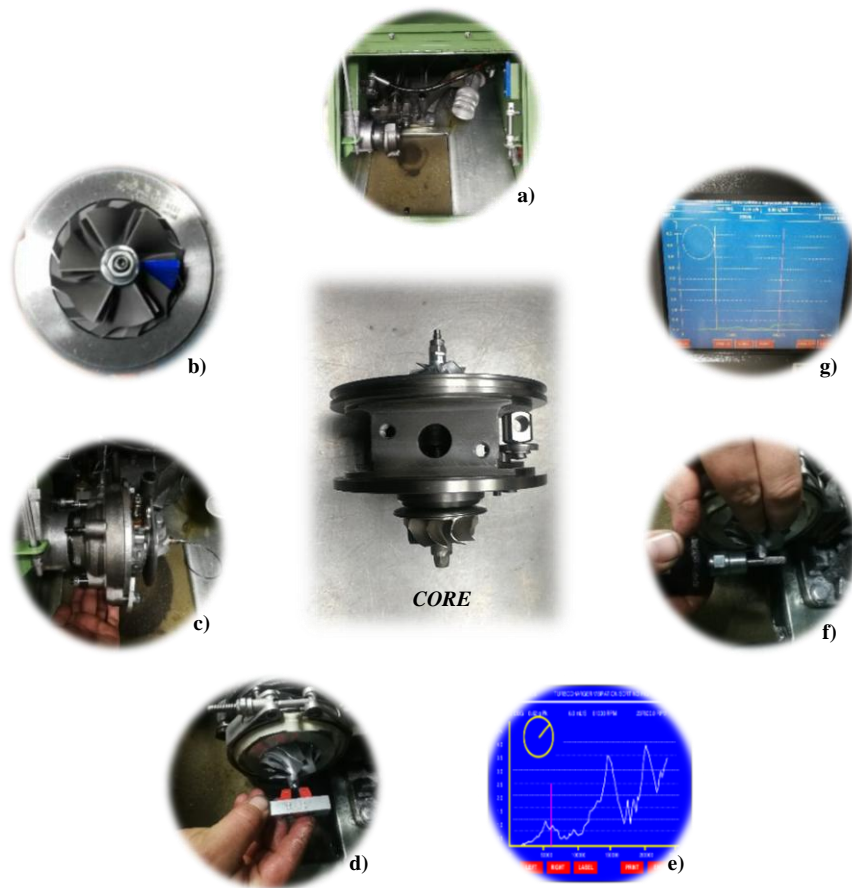


Figura 22 - Afinação do corpo central *core*.

### 3.6.2. Montagem das evolutas do turbocompressor

Para a montagem das evolutas é necessário saber que o mesmo modelo de turbocompressor pode ser equipado em diferentes viaturas. Como tal, têm de ser respeitadas as posições relativas dos componentes (evoluta de admissão, escape e *core*) de modo a garantir que o turbocompressor possa ser instalado corretamente.

A seguir é consultada uma base de dados para confirmar tanto as referências como os ângulos exatos para montagem como mostrado na Tabela 2.

Tabela 2. Referências e ângulos nos turbocompressores obtido de (TurboMaster, 2021)

Modelo GT1546 - 706978-0001			
FIGURA	REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	CTD.
3	701057-0004	Evoluta admissão	1
7	433466-0008	Evoluta escape	1

PRESSÃO VÁLVULA	TIPO = VÁCUO	ÂNGULOS
1 - 0.000 bar = 0.0 mm		$\delta$ (delta) = 48°
2 - 0.245 bar = 3.5 - 4.7 mm		$\epsilon$ (épsilon) = 150°
2 - 0.450 bar = sim movimento		

Neste ponto são utilizados os quadros guia que mostram os ângulos  $\delta$  (delta) e  $\epsilon$  (épsilon) para uma montagem exata das evolutas como mostra a Figura 23a). Cada marca de turbocompressor tem ângulos de montagem diferentes, o que implica que existam diferentes quadros ou transferidores para montagem.

É preciso identificar as entradas e saídas de óleo no *core* do turbocompressor. Com base nisso, podem-se posicionar os quadros identificando seus ângulos correspondentes como mostrado na Figura 23b) e 20c). A ferramenta é constituída por três transferidores de 360°, um para a posição da evoluta de admissão, o central indica as posições de entrada e saída de óleo do *core* e por fim, o terceiro representa a evoluta de escape.

Assim as evolutas de escape e de admissão são fixadas com seus respectivos parafusos e encontram-se preparados para o próximo passo.

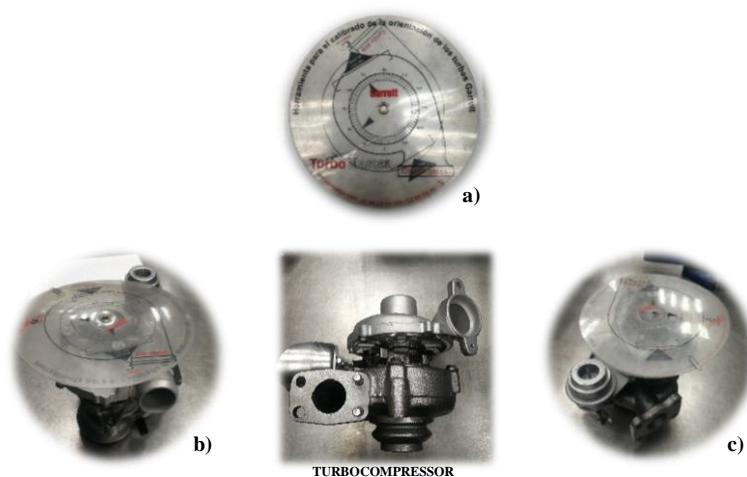


Figura 23 - Montagem das evolutas através dos quadros guia.

### 3.6.3. Afiinação da geometria

A afinação da geometria é feita através da máquina e do equipamento específico como mostrado na Figura 24. O turbocompressor é fixo no equipamento o qual utiliza ar comprimido que simula o fluxo de gases no escape, mostrado na Figura 24a), obtendo-se a medida do

fluxo de ar em kg/s, mostrado na Figura 24b). Se o valor for errado fazem-se os ajustes necessários até obter a correção requerida como mostra a Figura 24c).

Após a afinação da geometria procede-se à verificação da válvula de vácuo, de forma manual. O valor correto na maioria das válvulas de vácuo é de 580 g/cm<sup>2</sup>, o seja, cerca de 0,57 bar como na Figura 24d).

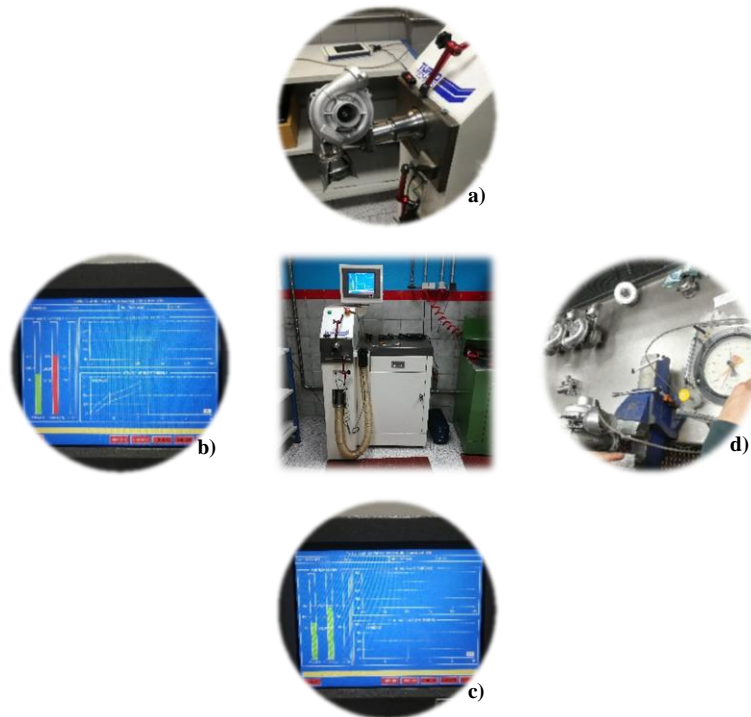


Figura 24 - Afinação da geometria.

### 3.7. Acabamento

O acabamento é o último passo para o tratamento dos turbocompressores, e corresponde à apresentação final do processo de trabalho, de acordo como o referencial de qualidade como mostrado na Figura 25a).

Para garantir que o equipamento foi tratado pela Leiridiesel é marcado de forma manual na evoluta do compressor um código, que ajuda os técnicos para futuras referências como mostra a Figura 25b).

Por fim o componente é embalado e etiquetado com o nome e morada do cliente para ser entregue diretamente ao cliente como mostra a Figura 25c).

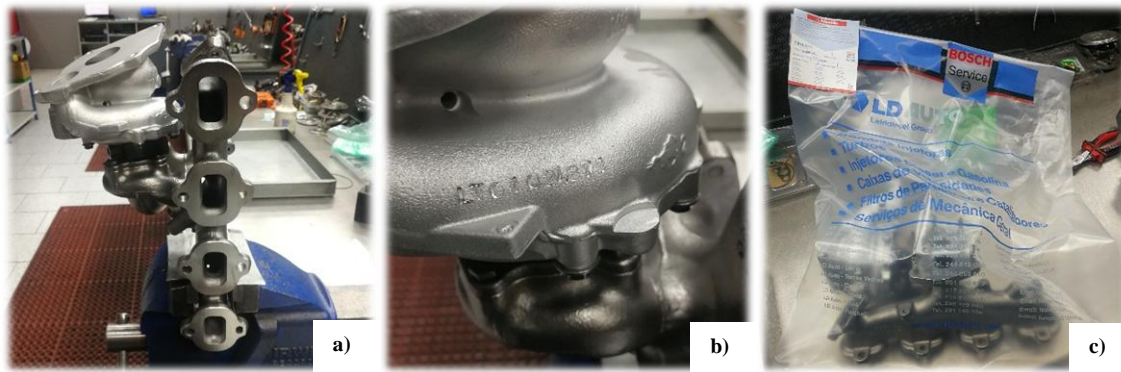


Figura 25 – Acabamento dos turbocompressores.

### 3.8. Avarias nos turbocompressores

O turbocompressor não necessita de manutenção especial e para garantir que a sua vida útil corresponda com a do motor, devem-se cumprir as seguintes instruções de manutenção:

- Intervalos de mudança de óleo curtos, com óleo indicado e de boa qualidade;
- Mudança de filtro de óleo, sempre que é trocado o óleo;
- Controlo da pressão do óleo;
- Manutenção do filtro de ar;

A causa da grande maioria das falhas que se produzem nos turbocompressores são:

- Penetração de corpos estranhos na turbina ou no compressor;
- Sujidade no óleo;
- Utilização de óleo desadequado;
- Altas temperaturas nos gases de escape por deficiências no sistema de ignição.

Estas falhas podem ser evitadas com uma manutenção adequada ao motor em causa.

#### 3.8.1. Turbocompressores com *wastegate* (*bypass*)

Os Turbocompressores que tem a geometria da turbina e do compressor fixas são controlados com uma válvula de *wastegate* que permite desviar parte do fluxo dos gases de escape da entrada da turbina. Com este design, mais gases de escape do que é preciso para produzir a pressão de alimentação são fornecidos à turbina pouco antes de se alcançar o torque máximo. Assim que se atinge a pressão de sobrealimentação específica, parte do

caudal dos gases de escape é desviada das pás da turbina por meio do *bypass* diretamente para o tubo de escape como mostrado na Figura 26 de forma esquemática.

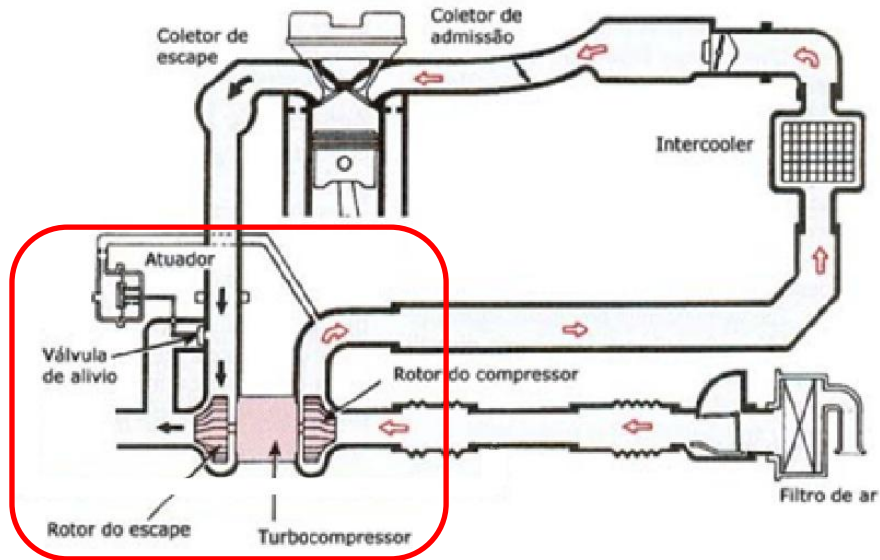


Figura 26 – Esquema de funcionamento do *wastegate*, adaptado de (Oficinaecia.com).

O *wastegate*, que abre ou fecha o *bypass*, é geralmente atuado por um diafragma de mola conforme a pressão de alimentação como mostrado na Figura 27. A partir de uma determinada rotação do motor, a pressão de alimentação deixa de aumentar. Assim, permitem controlar de forma eficaz a rotação e aumento da pressão do turbocompressor otimizando a pressão do ar de admissão em baixas rotações dos motores.



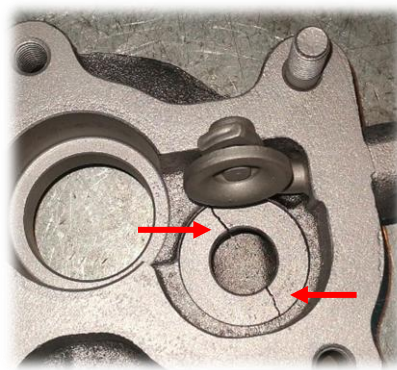
Figura 27 – Atuador pneumático e o braço de manivela (BiagioTurbos, 2021)

Esta medida faz com que a rotação da turbina seja controlada garantindo que a pressão não ultrapasse a pressão máxima de trabalho e evitando danos no equipamento.

#### **Avarias encontradas nos turbos com o sistema *wastegaste*:**

O problema mais frequente dos turbocompressores de geometria fixa com *wastegaste* é que a válvula se encontra partida.

Este tipo de anomalia faz com que exista um excesso de rotação na turbina que leva ao colapso do turbocompressor e também pode provocar fissuras nas paredes internas da carcaça de escape como mostrado na Figura 28. Se necessário, terá de ser trocada a evoluta toda.



**Figura 28 – Fissura na evoluta de escape.**

#### **3.8.2. Turbocompressores de geometria variável (VTG)**

Os turbocompressores de geometria variável (*Variable Turbine Geometry* no inglês) são usados principalmente para reduzir a latência a baixas rotações. Um turbocompressor de geometria variável altera o ângulo de incidência do fluxo de escape nas pás da turbina, otimizando a resposta do turbocompressor. Este tipo de turbocompressor incorpora várias palhetas móveis na evoluta da turbina para orientar o fluxo de escape à turbina. Um atuador ajusta o ângulo destas palhetas, variando por sua vez, o ângulo de fluxo do escape.

A geometria variável utiliza um prato ou coroa no qual estão montadas palhetas móveis que podem ser orientadas (todas em conjunto) num ângulo determinado mediante um mecanismo de vareta e alavanca empurradas por uma cápsula pneumática para orientar o fluxo do ar face às pás da turbina. Assim o atuador pneumático ou elétrico muda a inclinação das palhetas controlando a rotação da turbina.

A baixas velocidades de rotação do motor as palhetas estão parcialmente fechadas como pode-se ver na Figura 29a), já que diminuindo a secção entre elas, aumenta o produto externo entre o vetor velocidade dos gases de escape e as pás da turbina.

A altas velocidades de rotação do motor o fluxo de escape tem energia suficiente, a válvula pneumática empurra o sistema de comando das palhetas para que estas se movam para uma posição de abertura total como mostra a Figura 29b). Isto liberta a pressão dos gases de escape na turbina, regula a sua velocidade e evita o excesso de sobrealimentação.

Em síntese, a geometria variável permite que o motor obtenha a pressão de sobrealimentação ideal, independente da faixa de rotação.

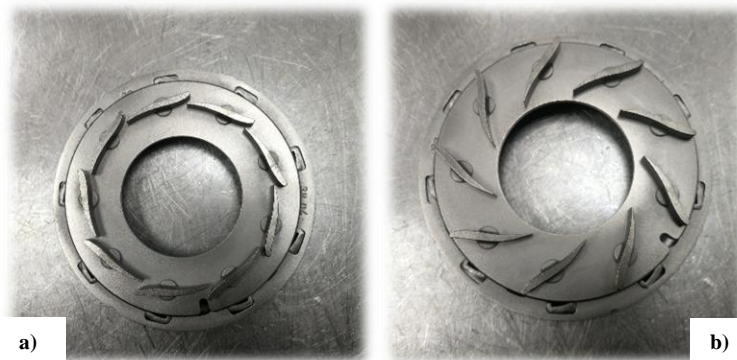
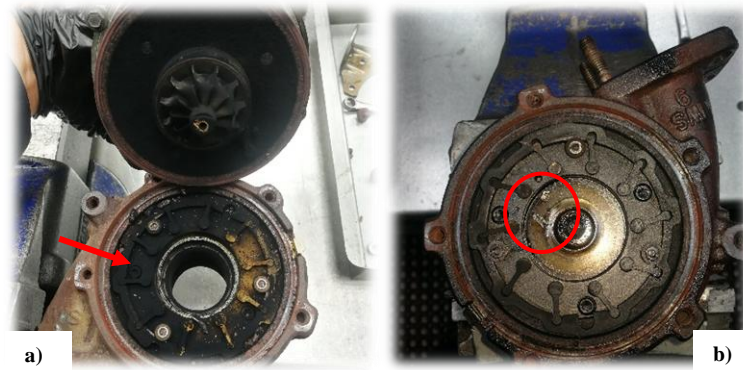


Figura 29 – Geometria variável a) baixas rpm, b) altas rpm.

#### **Avárias encontradas nos turbocompressores com o sistema de geometria variável:**

Os turbocompressores com VTG utilizam atuadores pneumáticos ou elétricos ligados a uma haste para movimentar os ângulos das palhetas, a avaria ocorre se a haste se encontra partida o que faz com que a geometria não funcione, o que provoca pressão demasiado baixa e normalmente falta de potência.

Uma avaria frequente é induzida pelo excesso de fuligem como mostra Figura 30a) que leva à prisão da geometria e conseqüentemente à dificuldade da regulação de pressão (geralmente provoca excesso de pressão do turbocompressor). Também pode ocorrer a prisão da geometria pelo contacto com partículas metálicas como mostrado na Figura 30b).



**Figura 30 – Avaria na GV por a) excesso de fuligem b) partículas metálicas.**

Nestes casos, as peças internas da geometria podem sofrer danos na sua estrutura como mostrado na Figura 31 em que as palhetas se encontram picadas. Isto pode provocar uma redução do vetor velocidade do ar ao incidir sobre as pás da turbina.



**Figura 31 – Avaria nas palhetas da GV.**

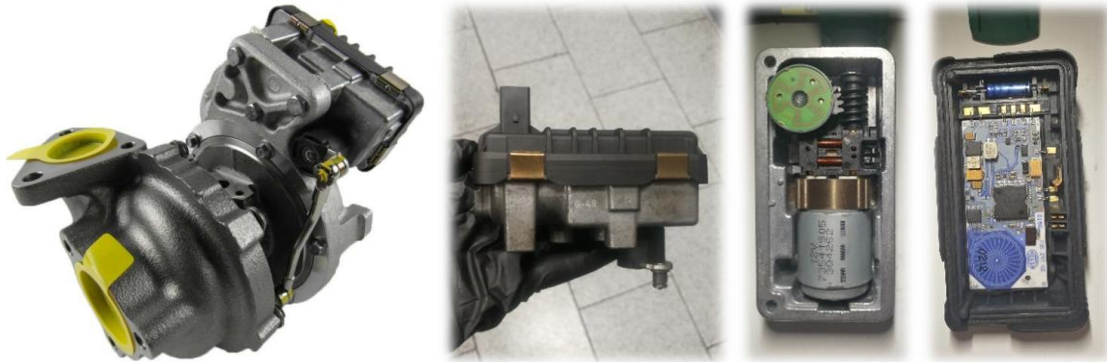
### **3.8.3. Turbocompressores com atuador elétrico**

Como o nome sugere, um atuador elétrico é completamente controlado por componentes eletrônicos como mostra a Figura 32. Já não é usada a pressão do ar, mas é usado um motor de passo. Este motor DC sem escovas pode definir as lâminas em diferentes posições com uma precisão de décimos de milímetros.

A Unidade de Controlo Eletrónico ou (UCE) do motor também faz o ajuste de abertura da válvula. Assim o fluxo e pressão de trabalho do turbocompressor são ajustados de acordo com as necessidades, e não somente pela pressão de descarga do compressor, como acontece nos modelos com atuação pneumática.

### **Avárias encontradas nos turbocompressores com o sistema de atuador elétrico:**

Para além dos problemas descritos anteriormente, podem também apresentar o atuador avariado tanto eletronicamente ou fisicamente como a queima de seu motor, as peças plásticas internas partidas ou gastas.



**Figura 32 – Atuador elétrico.**

#### **3.8.4. Entrada de objetos pela admissão**

É muito frequente encontrar turbocompressores danificados, devido à entrada de objetos para seu interior, além de isso os danos provocados podem variar dependendo do tipo de objeto.

As pás do compressor são destruídas devido à entrada de objetos estranhos (DOE – Danos por Objetos Estranhos) pela admissão mostrado na Figura 33 que podem ser provenientes do filtro de ar ou das tubagens de admissão.



**Figura 33 – Desgaste nas pás do compressor.**

### 3.8.5. Entrada de objetos pelo escape

Quede de forma análoga a o ponto anterior pode ocorrer a entrada de objetos estranhos pelo escape os quais são normalmente provenientes do motor ou pela contrapressão gerada pela obstrução do filtro de partículas e catalisador. Estes podem provocar danos ainda mais graves nos componentes como mostrado no conjunto da Figura 34.



Figura 34 – Danos causados pela entrada do objetos estranhos pelo escape.

As avarias mencionadas não só causam danos imediatos, como também podem resultar em outras avarias dentro do conjunto central, tais como:

### 3.8.6. O excesso de folga axial

É um deslocamento do rotor no eixo horizontal produzido por o desgaste dos componentes do turbocompressor. Devido à obstrução no escape por exemplo no filtro de partículas e o catalisador, o rotor trabalha sujeito a forças que pressionam o conjunto e seus componentes internos para o lado da admissão. Além de isso, se houver obstrução na admissão por exemplo no *intercooler* a força é no sentido contrário, prejudicando a lubrificação e originando um desgaste prematuro em todos os componentes.

Como mostrado na Figura 35a) com uma seta vermelha o axial e respectiva anilha apresentam elevado desgaste. Como consequência o veio da turbina teve um desgaste superficial maior só em pontos onde incidem os orifícios de lubrificação assinalado com setas vermelhas na Figura 35b). Isto induziu um aumento ainda maior da folga axial o que levou a que as pás do compressor e a turbina entraram em contacto com as paredes de suas evolutas e ficaram ambos os componentes danificados como mostra a Figura 35c) e d).

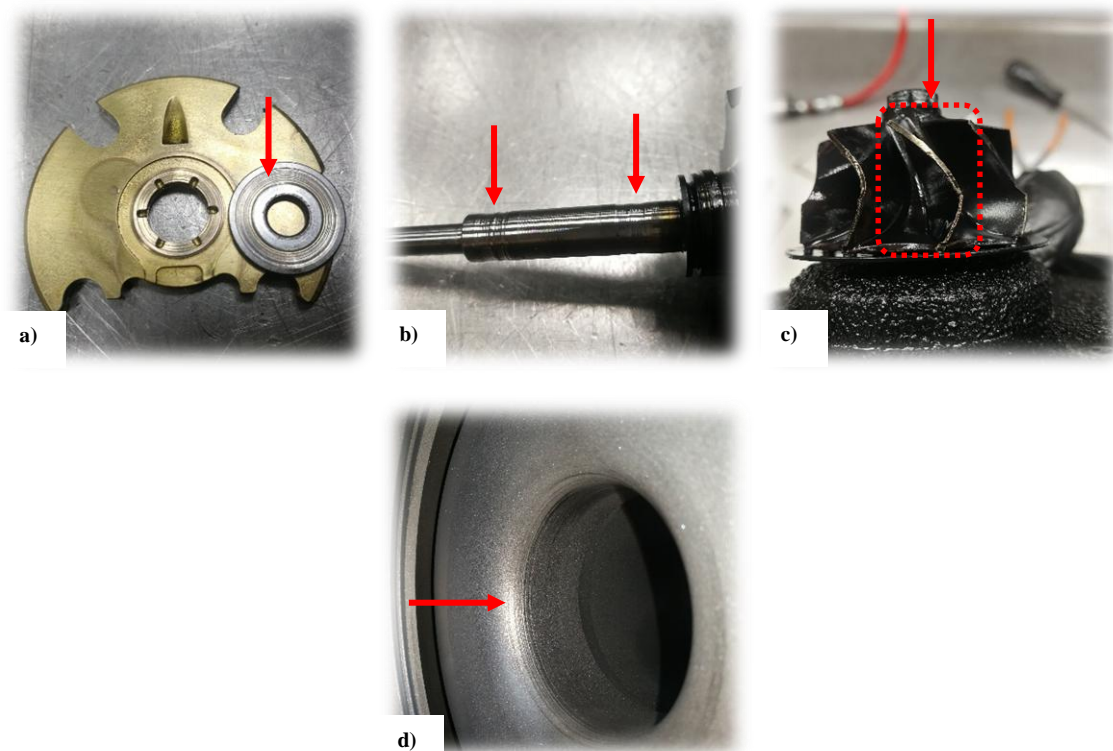


Figura 35 – Folga axial nos componentes do turbocompressor.

### 3.8.7. Problemas de lubrificação e folga radial

Quando não é utilizado o óleo com a especificação correta, ou quando não é feita a troca do óleo e dos filtros nos períodos indicados pelo fabricante, o aumento de temperatura dentro do turbocompressor pode queimar o restante do óleo que fica no eixo, além de causar formação de resíduos carbonosos.

Essa formação de resíduos poderá vir a bloquear a passagem de óleo no sistema de mancais e na carcaça central, onde a falta de lubrificação poderá deteriorar o eixo e o sistema

de mancais, assim como os componentes do motor também, já que o óleo lubrificante é o mesmo.

A folga radial é um deslocamento do rotor perpendicular ao seu eixo que produz o desgaste dos componentes internos do *core* do turbocompressor. A folga radial é causada principalmente por lubrificação deficiente como mostra a Figura 36, o seja falta de óleo, canais de óleo obstruídos ou óleo contaminado, existência de silicone na junta de escoamento o que dificulta a livre passagem de óleo e presença de óleo carbonizado nos elementos internos.



**Figura 36 – Lubrificação deficiente.**

Os canais do óleo lubrificante devem estar em perfeitas condições para que a lubrificação do turbocompressor seja eficiente.

Como mostrado na Figura 37 com setas vermelhas o veio apresenta elevado desgaste na zona onde incide com os orifícios dos casquilhos de lubrificação. Além de isso, o casquilho também apresenta alto grau de desgaste.



**Figura 37 – Folga radial nos componentes do turbocompressor.**



## 4. Atividades desempenhadas na secção de injeção Diesel

### 4.1. Introdução

As atividades consistem na reparação e recondicionamento de bombas injetoras *Common Rail* e de injetores de diferentes marcas para veículos ligeiros e pesados como: *Bosch, Denso, Delphi, Siemens*. É apresentada uma descrição de uma bomba injetora CRDI e injetores *Bosch*.

A secção 4.2 apresenta de forma geral o funcionamento de bombas de injeção CDRI (*Common Rail Direct Injection* na literatura inglesa) e injetores. A secção 4.3 é dedicada para apresentar o método de trabalho para injetores. Optou-se por apresentar o processo a realizar com o grupo de injetores Siemens VDO para a reparação ou recondicionamento. Assim, o processo de lavagem, montagem e finaço, respetivamente. A secção 4.4 apresenta a etapa de acabamento para entregue ao cliente.

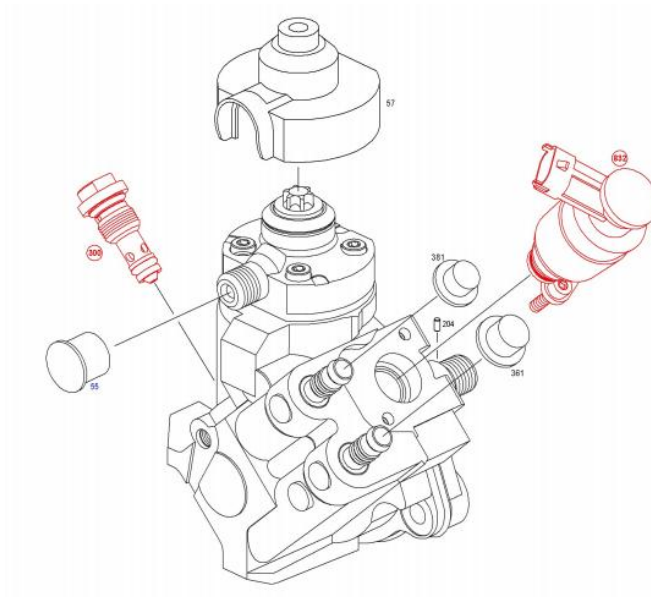
### 4.2. Sistemas de injeção

A secção de injeção Diesel faz a reparação e recondicionamento de vários componentes de veículos ligeiros e pesados nomeadamente bombas injetoras *Common Rail* e injetores Diesel.

#### 4.2.1. Bombas de injeção CDRI

Na presente secção apresenta uma bomba CP4.1 de alta pressão CRDI, mostrada na Figura 38 (Anexo II) de forma esquemática.

A bomba de alta pressão é um item essencial para o funcionamento do sistema de injeção *Common Rail*. Afinal, ela é responsável por gerar a pressão do combustível que alimenta o tubo *rail* e os injetores. O nome “bomba de alta pressão” refere-se especificamente às bombas *Common Rail* (Souza Matheus, Girotti Injeção Diesel, 2021).



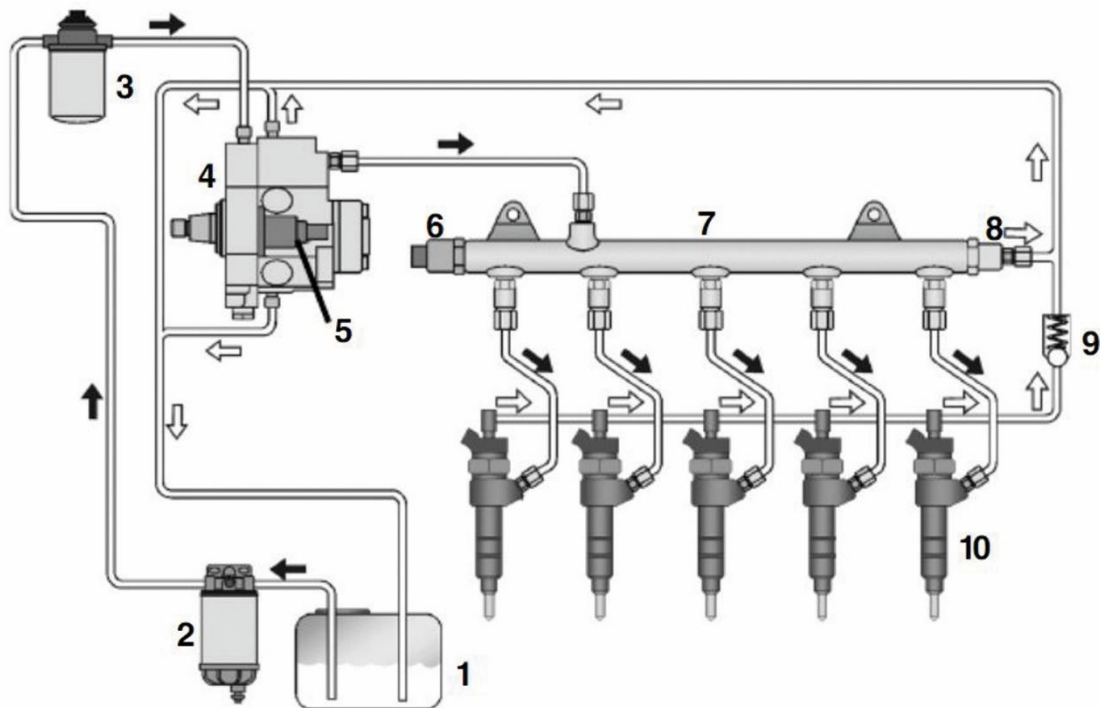
**Figura 38 – Esquema da bomba de alta pressão (0 445 010 507).**

A bomba de alta pressão tem como principal função comprimir o combustível e garantir seu fornecimento contínuo ao tubo comum. O tubo comum, por sua vez, está ligado a todos os injetores e atua como um acumulador dessa alta pressão gerada na bomba como mostra a Figura 39. Desse modo, o tubo distribui o combustível conforme a necessidade, igualmente com a mesma pressão de injeção para todos os injetores. A quantidade de combustível, a pressão adequada e o momento certo de injetar o diesel são definidos pelo ECM (*Engine Control Module* na literatura inglesa).

A bomba de alta pressão é o coração do sistema *Common Rail*. Afinal, é nela que o combustível é pressurizado podendo chegar a 2100 BAR (30.000 PSI). Ela é acionada diretamente pelo motor e recebe o combustível do depósito. O *Common Rail* armazena o combustível sob pressão e os injetores fornecem o combustível para o motor.

A regulação da pressão é controlada pelo Módulo de Controle Eletrônico (ECM) que envia sinais para a bomba.

Ao contrário dos sistemas de bomba distribuidora rotativa, as bombas de alta pressão no sistema *Common Rail* não precisam ser sincronizadas com o motor, pois o tempo das injeções é controlado pelo ECM de acordo com as necessidades.



**Figura 39 – Sistema Common Rail.**

1. Depósito de combustível; 2. Filtro primário de combustível; 3. Filtro de combustível; 4. Bomba de baixa e alta pressão; 5. Válvula reguladora de pressão de combustível; 6. Sensor de pressão de combustível; 7. Common rail; 8. Válvula de alívio; 9. Válvula de restrição; 10. Injetores. Adaptado de (Sindirepa-MT, 2018).

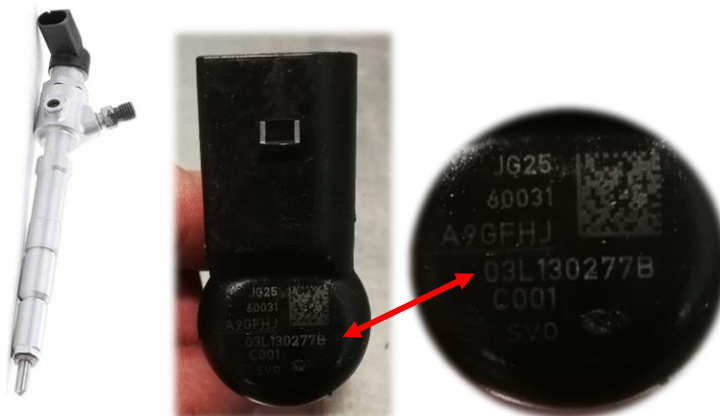
#### **4.2.2. Injetores**

São os responsáveis por injetar combustível na câmara de combustão, a injeção é controlada pela unidade de comando (ECU), que aciona eletricamente cada injetor. Como o combustível sob pressão está sempre disponível no tubo de distribuição, a injeção pode ser feita mais de uma vez, com pré-injeções, injeção principal e pós-injeções, otimizando o rendimento do motor e reduzindo o ruído de funcionamento.

Na Figura 40 (Anexo III) mostram a forma esquemática de um injetor *Bosch* com todos os seus componentes internos.



grupo magnético como mostra a Figura 41 assinalado com a seta vermelha. Este componente também é chamado “bobine” que é onde se faz o contacto elétrico na viatura. Pode igualmente ser identificado pela forma do seu corpo.



**Figura 41 – Identificação do Injetor Siemens VDO.**

A seguir são testadas as bobines para comprovar sua impedância, capacitância e tensão de funcionamento. Se os valores não estiverem de acordo com os do fabricante, o componente tem de ser substituído. A Tabela 3 mostra o intervalo de valores de funcionamento normal.

**Tabela 3. Valores de funcionamento VDO**

<b>Especificação</b>	<b>Valor</b>
Resistência	165 - 199 $\Omega$
Capacitância	2.8 – 5.1 F
Tensão	20 - 50 V
Resistência continua	199 $\Omega$

A seguir os injetores são desmontados totalmente, como mostrado na Figura 42. Neste ponto inspecionam-se visualmente as peças mais significativas como: O bico e agulha, guia, bobine, corpo e porca de fixação.



**Figura 42 – Desmontagem de injetores VDO.**

Se alguma anomalia for detetada visualmente nas peças, elas serão substituídas por novas. Finalizada a desmontagem e análise visual procede-se à lavagem do material.

#### **4.3.2. Lavagem**

Neste ponto as peças exteriores como o corpo do injetor, a bobine e os bicos são limpas na escova de aço para retirar a maior parte da sujidade ou ferrugem existente, como mostra a Figura 43.



**Figura 43 – Limpeza do injetor na escova de aço.**

A limpeza das bobines tem de ser efetuada com a escova de aço a baixa velocidade de rotação, bem como exercendo pouca pressão, para que a bobine não fique danificada. Os bicos dos injetores podem igualmente ser escovados com escova de aço, sendo necessário um grande cuidado para não passar os orifícios do bico na escova de aço de modo a não os danificar.

A seguir todo o material é colocado num tabuleiro o qual vai para a máquina de ultrassons como mostra a Figura 44.



**Figura 44 – Injetores para ser limpos na máquina de ultrassons.**

A máquina de ultrassons serve para remover a restante sujidade ou ferrugem que não foi possível tirar na escova de aço. Desta forma podem ser limpas as superfícies mais delicadas da bobine na parte plástica, o interior do corpo do injetor e seus vários componentes.

Todo o material é submerso na máquina de ultrassons por volta de 10 a 15 minutos a uma temperatura aproximada de 65°C. Após este procedimento pode ser necessário escovar novamente com a escova de aço para garantir uma melhor eliminação de sujidade nos corpos e bobines.

Por fim, as peças são limpas com produtos de limpeza e solventes, como mostra a Figura 45. Este solvente serve para remover substâncias depositadas nas superfícies, tais como: gordura da escova de aço, limalhas que possam representar um risco de mau funcionamento. Para secar o solvente utiliza-se ar comprimido.



**Figura 45 – Limpeza e secado.**

Deve-se ter cuidado no processo de secagem, pois a perda de algum elemento interno pode dificultar a etapa de afinação.

### 4.3.3. Montagem

A montagem começa com os componentes internos da bobine como são anilha, mola, guia e anilha maior de afinação. Após a bobine é montada e apertada na parte superior do corpo como mostra a Figura 46a) e b). Neste ponto quando a bobine é apertada no corpo do injetor, a posição em que esta fica é importante já que tem de respeitar a posição original, para a posterior montagem na viatura.

A seguir são montados os elementos na parte inferior do corpo como anilha, mola, pinos cilíndricos e o conjunto de bico e agulha, os quais são fixados com a sua porca de fixação e apertada a 60Nm, com uma chave dinamométrica, como mostra a Figura 46c) e d).

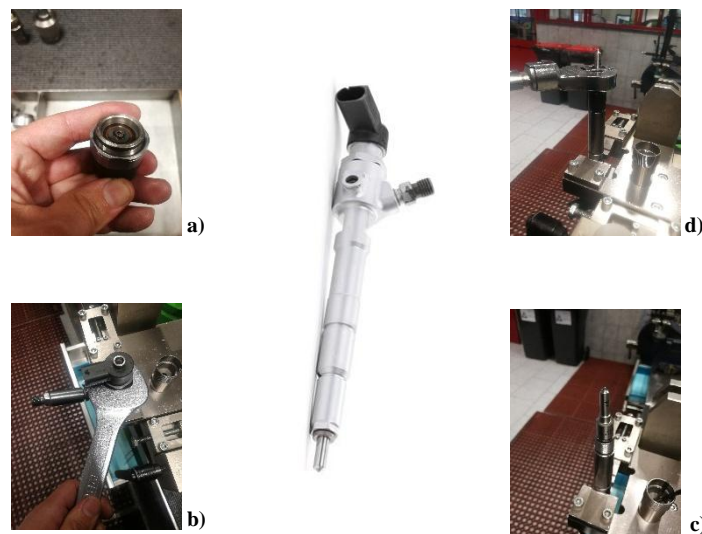


Figura 46 – Montagem do Injetor VDO

### 4.3.4. Afinação

Após da montagem a afinação dos injetores *Siemens VDO* é feita através da variação de altura da anilha maior e do aperto na porca da bobine. Assim a Figura 47 ao lado esquerdo mostra a máquina denominada “*Carbon Zapp*” onde os injetores irão a ser testados e do lado direito os injetores prontos a iniciar os testes requeridos.



Figura 47 – Máquina Carbon Zapp para injetores Siemens VDO.

O *software* da máquina começa por carregar os parâmetros de teste adequados aos injetores em causa, como se pode ver na Figura 48 do lado esquerdo. Todo os testes são feitos em três fases. Após finalizados os testes, se o injetor for aprovado em todas eles, o *software* mostra os resultados como na Figura 48 do lado direito.

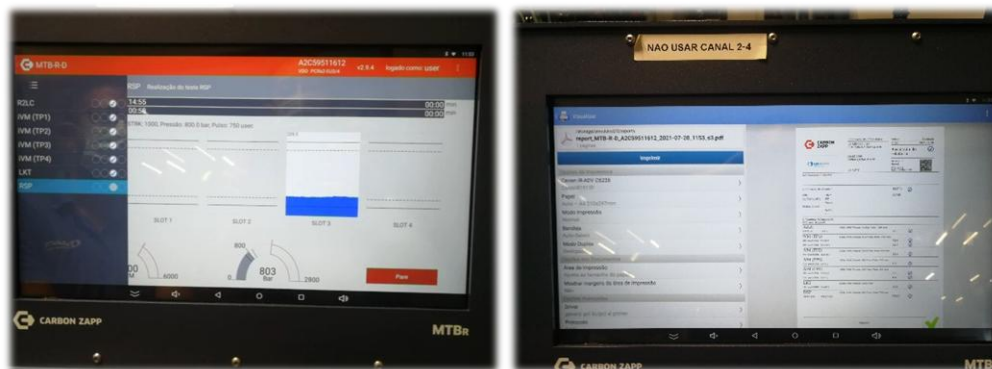


Figura 48 – Início e fim do teste do *software*.

Para um maior detalhe dos valores obtidos nos testes o *software* cria um arquivo de leitura em formato “.pdf” com todos os dados requeridos do injetor, tal como o documento apresentado no Anexo IV.

#### 4.3.5. Acabamento

Após completar o processo de afinação procede-se à marcação de um código de reparação por laser, que assinala a reparação efetuada na Leiridisel como mostra a Figura 49.



**Figura 49 – Marcação laser do injetor VDO.**

Por fim, colocam-se tampas para proteger da sujidade, também são selados e colocados em caixas respetivamente como mostrado na Figura 50.



**Figura 50 – Selagem e embalagem dos injetores *Siemens* VDO.**



# 5. Atividades desempenhadas na secção filtros de partículas

## 5.1. Introdução

O grupo Leiridiesel disponibiliza um serviço de limpeza bidirecional a seco de filtros de partículas e catalisadores para viaturas ligeiras, pesadas e industriais. O serviço de limpeza disponibilizado é eficaz na remoção de partículas, cinza, remoção de cerina, *AD Blue* e outros contaminantes. Quando a limpeza não é possível devido a danos estruturais nos componentes, são disponibilizadas duas opções: filtros novos ou reconstrução das peças danificadas.

A fim de garantir o estado dos componentes e quantificar o seu nível de obstrução, todas as peças são submetidas a um teste em fluxómetro. Se as medições ultrapassarem os 70% de obstrução o filtro é substituído por um novo.

Um filtro de partículas diesel, designado na língua inglesa por DPF (*Diesel Particules Filter*) ou por FAP (Filtro Anti-Partículas) nas línguas francesa e portuguesa, é um dispositivo acoplado no sistema de escape e é concebido para eliminar as partículas de fuligem dos gases de escape de um motor diesel. O seu uso passou a ser obrigatório a partir de janeiro de 2010 para cumprir as normas antipoluição Euro V.

A finalidade destes filtros é reter a fuligem e a seguir eliminá-la, por um processo de regeneração. Consegue-se eliminar até 85% da fuligem e em algumas situações de condução quase 100%.

A secções a seguir encontram-se da seguinte forma: 5.2 descreve o funcionamento do catalisador e do FAP; 5.3 descreve o método de trabalho na área de FAP; 5.4 mostra a desmontagem do FAP e catalisador; 5.5 descreve as medições e limpeza do FAP; 5.6 mostra a montagem do FAP; 5.7 descreve o processo de acabamento.

## 5.2. Funcionamento do Catalisador e do FAP

### 5.2.1. Função do catalisador

A função do catalisador é importante para um correto funcionamento do motor. É responsável não pela filtragem dos gases de escape, e sim pela queima do monóxido de carbono e outros gases tóxicos, emitidos pelos motores a combustão. Este é um estimulador

ou acelerador que realiza uma reação química nos substratos de composição cerâmica ou metálica de sua estrutura, são várias camadas com forma de colmeia. Uma estrutura de metal protege a colmeia e evita que a temperatura e os gases escapem antes da conversão.

A Figura 51 mostra em forma de esboço como o fluxo dos gases de escape do motor passam ao longo dos canais abertos do catalisador, mais a velocidade na qual os gases atravessam e saem significa que o catalisador tem muito pouco tempo “milissegundos” para trabalhar na reação química para a conversão dos gases.

No catalisador de 3-vias os gases escoam por canais, de diâmetro hidráulico aproximado de 1 mm, com impregnação de metais preciosos nas paredes que aceleram as reações químicas de tratamento dos gases queimados.

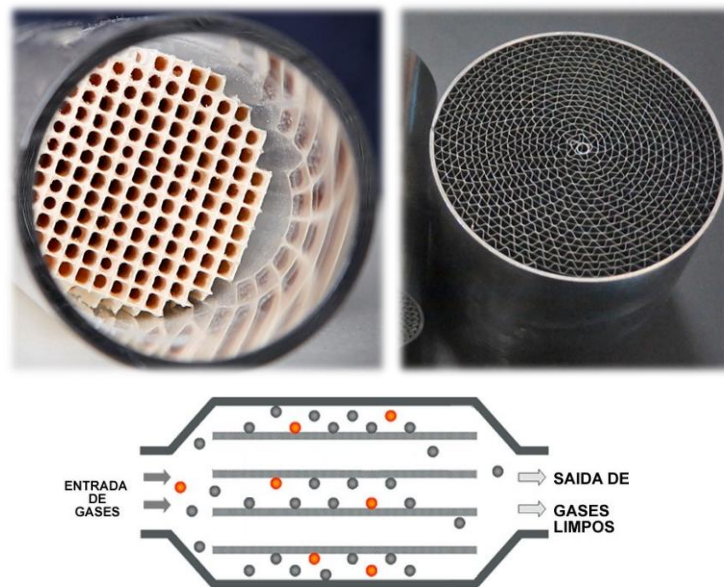


Figura 51 – Catalisadores de diferentes substratos, adaptado de (filtroparticulas.com).

### 5.2.2. Função do filtro de partículas - FAP

O filtro de partículas tem sua estrutura composta por substratos cerâmicos que permite o fluxo através das paredes de canais adjacentes, como mostrado no esboço do lado direito da Figura 52.

Os canais se encontram de forma que alternam entre serem abertos na entrada e abertos na saída e têm paredes laterais porosas que funcionam como um filtro. Assim, os gases de

escape são forçados a atravessar as paredes retendo apenas as partículas de fuligem nos canais. De esta forma apenas os gases sem partículas saem limpos para a atmosfera.

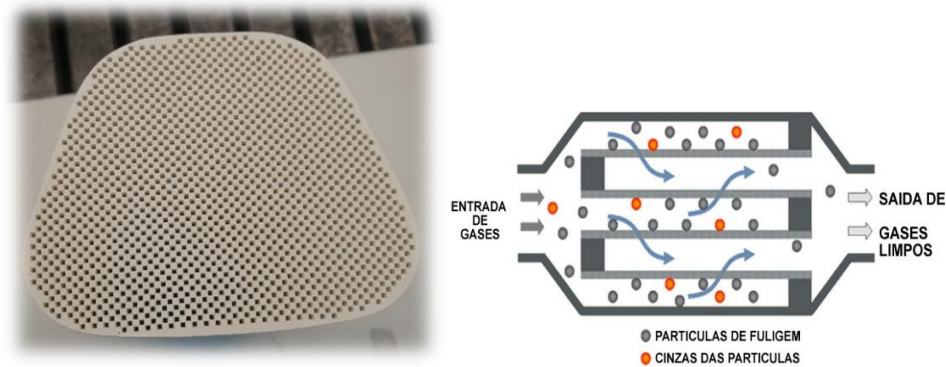
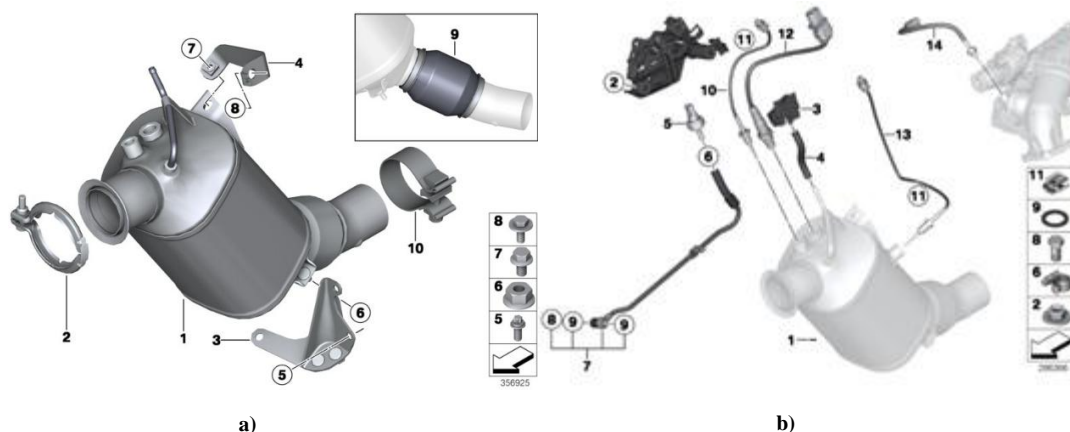


Figura 52 – Filtro de partículas, adaptado de (filtroparticulas.com).

### 5.3. Método de trabalho na secção FAP

Nesta secção os FAP são reacondicionados ou reparados para o armazém e para os clientes. Será descrita a limpeza dos FAP e de um conjunto de Catalisador + FAP mostrado na Figura 53. A Leiridiesel trabalha com uma variedade de fabricantes como: *BMW, FPT, Warrent, GM Magneti Marelli*.

Como se observa na Figura 53 o filtro de partículas encontra-se totalmente selado é um só corpo e em alguns modelos o catalisador vem integrado, o seja Catalisador + FAP. A seguir mostram-se a forma de esboço dois filtros compostos de um só corpo a Figura 53a) mostra que o corpo tem só um filtro de partículas no seu interior, já que o corpo não tem buracos para o sensor de controle de temperatura, a Figura 53b) mostra que o corpo contém o catalisador mais o filtro de partículas no seu interior, já que o mesmo mostra o buraco para o sensor de temperatura de escape na parte media do mesmo. A Tabela 4 mostra todos os componentes dos filtro apresentados.



**Figura 53 – Filtro de partículas, Catalisador + Filtro de partículas (RealOEM, 2021).**

**Tabela 4. Descrição dos componentes do FAP.**

<b>a) F21 LCI 116d</b>		<b>b) F10 525d Diesel</b>	
<b>1</b>	Filtro de partículas	<b>1</b>	Filtro de partículas e Catalisador
<b>2</b>	Braçadeira	<b>2</b>	Porca sextavada
<b>3</b>	Suporte catalisador próximo do motor	<b>3</b>	Sensor de pressão de escape
<b>4</b>	Suporte catalisador próximo do motor	<b>4</b>	Mangueira
<b>5</b>	Parafuso	<b>5</b>	Sensor de pressão de escape
<b>6</b>	Porca sextavada	<b>6</b>	Braçadeira de mangueira
<b>7</b>	Parafuso hexagonal	<b>7</b>	Tubo, contrapressão
<b>8</b>	Parafuso hexagonal	<b>8</b>	Parafuso
<b>9</b>	Elemento de desacoplamento	<b>9</b>	Anel de vedação
<b>10</b>	Braçadeira tensora	<b>10</b>	Sensor de temperatura, entrada ao catalisador
-	-	<b>11</b>	Grampo
-	-	<b>12</b>	Sensor de oxigénio
-	-	<b>13</b>	Sensor de temperatura, intermedio
-	-	<b>14</b>	Sensor de temperatura, saída dos gases

A seguir o processo tem a seguinte sequencia: 1. Desmontagem; 2. Medições e limpeza; 3. Montagem; 4. Afiinação; 5. Acabamento. Este procedimento garante uma reparação adequada do FAP e o catalisador.

#### **5.4.Desmontagem**

O processo começa com a identificação do filtro de partículas, e obtenção das referencias do fabricante. Tem de ser marcado o corpo do filtro para que na etapa de montagem ele fique

na posição original, de forma análoga ao procedimento descrito na secção de turbocompressores. O procedimento seguinte é separá-lo em duas partes: a parte do catalisador e a parte do filtro de partículas. Como mostra a Figura 54. É feito um corte no meio da carcaça do corpo tendo cuidado com o buraco que liga ao sensor de temperatura correspondente.



**Figura 54 – Separação do FAP e Catalisador.**

Após realizar este corte, o filtro de partículas fica pronto para a medição do fluxo de gases de escape e o catalisador igualmente fica pronto para o tratamento de temperatura no forno.

A seguir os elementos catalisador e FAP verificam-se visualmente, analisando seu contorno e seu estado para encontrar anomalias como por exemplo:

- A coloração do substrato cerâmico na secção de entrada e saída do FAP.
- Obstrução com deposição excessiva de partículas sólidas que podem ser cinzas, cerina, fuligem, etc.
- Fissuras e fugas (através do material utilizado como isolador térmico, designado cobertor térmico);
- Obstrução por *ADblue* e outros contaminantes no catalisador utilizado para redução do NOx,

A Figura 55a) e b) mostra a entrada e a saída (respetivamente), de um filtro de partículas que se encontra sem nenhuma anomalia de fissuras no substrato. A entrada do FAP, que é do lado da entrada dos gases de escape, apresenta uma cor preto e cinzento do lado da saída

dos gases já incinerados o que quer dizer que o filtro de partículas está a desempenhar corretamente a sua função. Mas é preciso proceder à limpeza do FAP.

Também se observa o catalisador de modo a verificar se existe obstrução por partículas sólidas. Neste caso como mostra a Figura 55c) o mesmo apresenta sinais de entupimento por queima de óleo e precisa de limpeza.

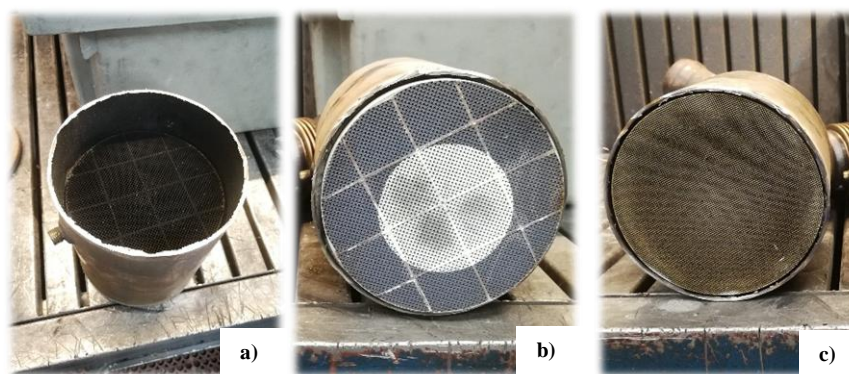


Figura 55 – Visualização do filtro de partículas: a) entrada, b) saída, c) catalisador

## 5.5. Medições e limpeza

Uma primeira medida de fluxo de ar é feita para obter um valor de referencia com respeito a sua obstrução e apos comparar no final do processo. O filtro de partículas antes de ser limpo é medido no banco de teste mostrado na Figura 56 lado esquerdo. O qual é especificamente usado para medir com precisão o fluxo de ar que passa através do filtro de partículas. Os valores medidos são a perda de carga do fluxo do ar ao atravessar o filtro, o que permite quantificar o nível de obstrução no filtro de partículas como mostra a Figura 56 lado direito a divisão da escala é a seguinte:

- a). Filtro com baixa obstrução de partículas.
- b). Filtro com média obstrução de partículas.
- c). Filtro com excessiva obstrução de partículas.

O banco de testes é um dispositivo de medição usado para todos os FAP diesel, seja para veículos ligeiros ou pesados, o valor da perda de carga do ar através do filtro mede-se em polegadas de agua (in.wg), ( $1 \text{ in.wg} = 248.84 \text{ Pa}$ ). Se o filtro de partículas tem uma obstrução

com valor abaixo de 2 in.wg, significa que o nível de obstrução é baixo, requerendo apenas uma limpeza simples.



Figura 56 – Banco de teste de obstrução para FAP - a) Baixa, b) Media, c) Excessiva.

Para se garantir uma limpeza efetiva, são realizadas três medições. A primeira medição do fluxo é efetuada antes de qualquer limpeza, a segunda é efetuada após realizar a primeira limpeza, e a terceira e última medição do fluxo é realizada após o filtro já ter passado pelo forno térmico e pela segunda limpeza do filtro. Além disso, todos os filtros de partículas são submetidos ao processo completo de limpeza para garantir uma mínima obstrução dos condutos do filtro de partículas.

### 5.5.1. Primeira medição do FAP

A primeira medição é efetuada antes de o filtro ser tratado de qualquer forma, ou seja, no momento de ser recebido e desmontado. O valor vai a depender muito do nível de partículas sólidas que fazem a obstrução nas paredes do FAP que podem ser cinzas, cerina, fuligem, etc. A Figura 57 mostra uma medição na escala média, (3,8 in.wg = 945,592 Pa) o que quer dizer que existe uma obstrução elevada no filtro de partículas o que pode ser ocasionado por falta de manutenção do mesmo.



Figura 57 – Primeira medição de fluxo de ar do FAP.

### 5.5.2. Primeira limpeza do FAP

A primeira limpeza do FAP é feita utilizando a máquina que tem um sistema de ar de alta pressão mostrado na Figura 58a). O equipamento realiza a limpeza do FAP, o seja, a remoção de partículas sólidas do filtro através da injeção de ar a alta pressão que se movimenta pelas superfícies, tanto de entrada como de saída do filtro como mostra a Figura 58b) e c).

O sistema de ar de alta pressão decorre de forma automática e garante uma limpeza muito eficaz que remove a maior quantidade das partículas sólidas acumuladas no interior.

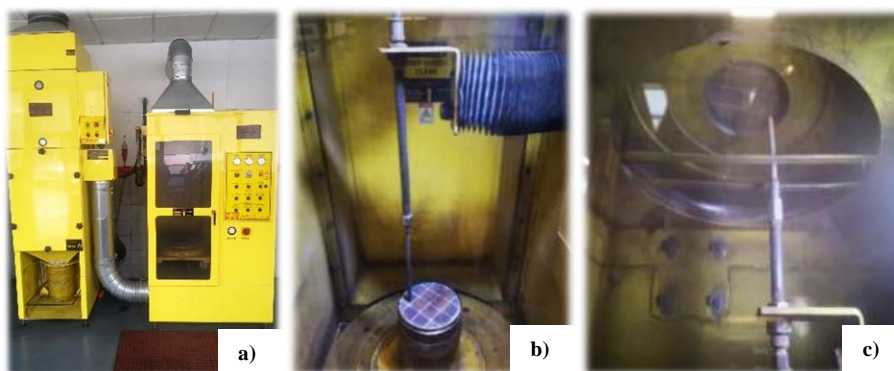


Figura 58 – Equipamento de limpeza de ar de alta pressão do FAP.

Neste ponto também é feita a limpeza do catalisador, de forma manual, no equipamento de ar a alta pressão mostrado na Figura 59. Deve-se ter muito cuidado nas duas formas de limpeza já que o substrato cerâmico do catalisador e do FAP pode-se partir na manipulação.



**Figura 59 – Equipamento de limpeza manual de ar de alta pressão do catalisador.**

### **5.5.3. Segunda medição FAP**

Após este procedimento, a maioria da sujidade e obstrução provocada por as partículas sólidas são removidas. A segunda medição é feita novamente com o equipamento do banco de teste de fluxo de ar. Na primeira medição foi 3,8 in.wg e como mostra a Figura 60 a nova medição é 1,6 in.wg, o que significa que a perda de carga do fluxo de ar em atravessar o FAP foi reduzido em 2,2 in.wg.

Observa-se o quão eficaz pode chegar a ser a limpeza por meio de ar de alta pressão em alguns casos. O próximo passo é o processo térmico.



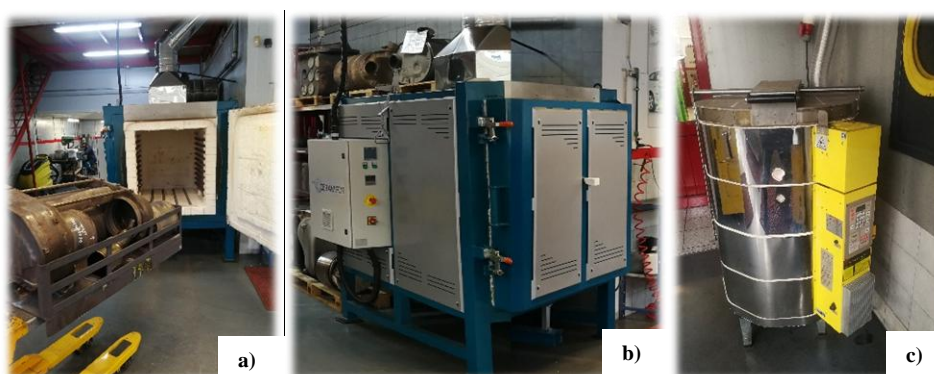
**Figura 60 – Segunda medição de fluxo de ar do FAP.**

### **5.5.4. Processo térmico do FAP e do Catalisador**

Neste ponto o catalisador e o filtro de partículas colocam-se num tabuleiro o qual é introduzido no forno com ajuda do porta-paletes como mostra a Figura 61a). Nesta secção utilizam-se dois fornos térmicos mostrado na Figura 61b) e c), o forno mais pequeno é

utilizado para queimar o óleo contido no interior dos filtros de partículas. Este forno funciona a uma temperatura de 220 °C, e é utilizado apenas para evaporar o óleo contido no interior do filtro. Ambos os fornos permitem uma limpeza térmica do filtro de partículas com o tempo e temperatura de regeneração programados.

O forno maior é para queimar as partículas sólidas de filtros de partículas, que funciona a uma temperatura de 720 °C e com um tempo de ciclo de regeneração de 9-12 horas. O ciclo é dividido em duas fases, a primeira de 7 horas onde o forno atinge a temperatura variável desde 0 °C até os 720 °C, e a seguir, a segunda de 5 horas a uma temperatura constante de 720 °C. Por último, segue-se um período de arrefecimento de 12 horas. Este procedimento de queima permite eliminar 100% das partículas sólidas acumuladas no filtro de partículas e no catalisador.



**Figura 61 – Equipamento para tratamento térmico.**

#### **5.5.5. Segunda limpeza do FAP.**

Após decorridas 12 horas, o FAP e o Catalisador são retirados do forno. A seguir é feita uma segunda e última limpeza novamente no equipamento de ar de alta pressão. Esta tem como objetivo remover os resíduos das partículas sólidas que ainda possam estar no interior das células do substrato do FAP. Assim o processo é o mesmo já mencionado na secção 5.5.2.

### 5.5.6. Terceira e última medição do FAP

Após a conclusão dos procedimentos, a maioria dos FAP apresentam uma medição inferior a 1 in.wg. como mostra a Figura 62, em que a medição é de 0.8 in.wg (756,4736 Pa).

Os resultados que se mostram evidenciam a eficácia do procedimento de limpeza tanto para veículos ligeiros como pesados.



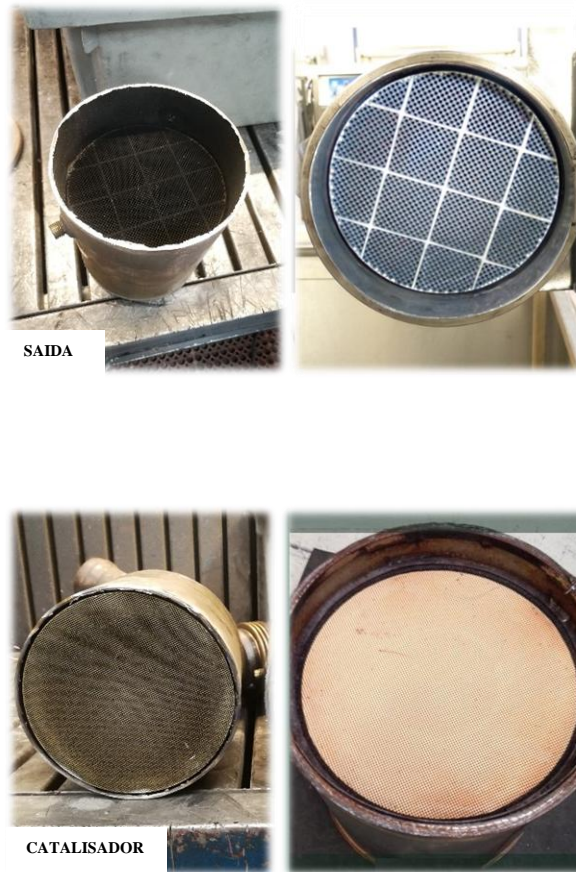
Figura 62 – Terceira medição de fluxo de ar do FAP.

Se a medição após terminado todo o processo descrito nesta secção não atinge um valor entre 2 ou menor para um bom funcionamento, o substrato terá de ser substituído por um novo.

### 5.6. Montagem

Após assegurar um bom valor de perda de carga para o filtro passa-se à montagem do mesmo e do catalisador. A Figura 63 mostra um antes e um depois (lado esquerdo e lado direito respetivamente) de terminado o processo de limpeza, prontos para a montagem.





**Figura 63 - Filtro e catalisador antes e depois da limpeza.**

Para a montagem as marcações feitas no corpo antes de ser desmontado são identificadas para garantir que o filtro de partículas e o catalisador fiquem na posição certa antes de serem soldadas como pode-se ver na Figura 64. A primeira solda é feita pela máquina de soldadura MIG. Para fixar as flanges na posição certa fazem-se até 4 pontos de solda ao redor do corpo para garantir que as flanges fiquem presas.



**Figura 64 – Fixação das flanges com soldadura MIG.**

A seguir se faz uma soldadura com a máquina de soldagem TIG para selar qualquer separação do corpo e as flanges. Após completar os processos de montagem, faz-se a marcação no corpo, indicando a data da reparação, de modo a que se possa manter a garantia, como mostra a Figura 65.



Figura 65 – Soldadura TIG e marcação do FAP.

## 5.7.Acabamento

Após os processos de montagem procede-se à embalagem. A embalagem é acompanhada de uma folha que indica os dados do cliente. Por fim, é tudo embalado num saco ou entregue diretamente podendo o mesmo ser enviado ao cliente ou guardado em armazém. Além disso, tapam-se os buracos para impedir o ingresso de sujidade ou corpos estranhos que possam danificar a estrutura do catalisador e do filtro de partículas, a Figura 66 mostra vários acabamentos feitos na secção de filtros de partículas prontos a ser despachados.

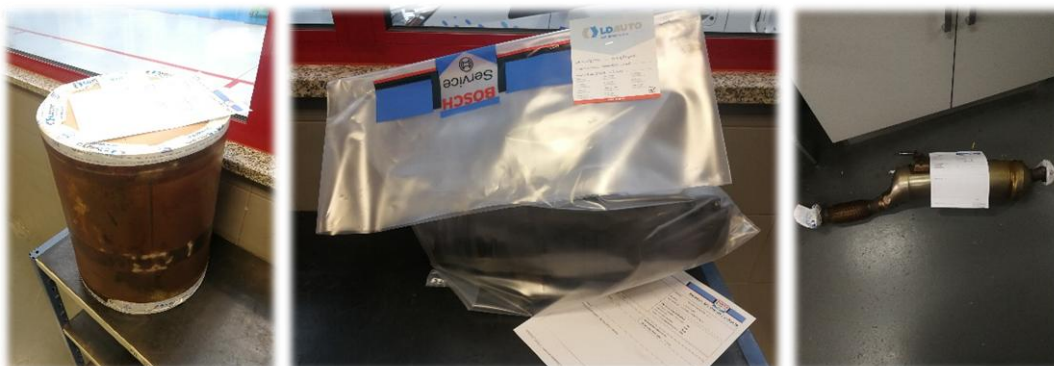


Figura 66 – Acabamento e embalagem do filtro de partículas.



## **6. Atividades desempenhadas na secção caixas de velocidades**

### **6.1. Introdução**

O seguinte capítulo apresenta as atividades realizadas na área técnica de caixa de velocidades onde são reparadas e recondicionadas caixas de velocidades manuais e automáticas, bem como seus principais componentes, conversores de binários e grupos de válvulas para veículos ligeiros e pesados.

No presente capítulo será apresentado o funcionamento geral da secção. Assim, na secção 6.2 apresenta o método de trabalho e os procedimentos a seguir para a reparação de uma caixa de velocidades manual. A seguir a secção 6.3 são apresentados os equipamentos dedicados à reparação de um conversor de binário.

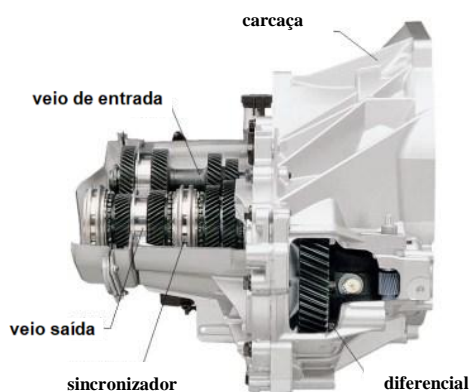
### **6.2. Método de trabalho e procedimentos**

O método de trabalho é semelhante ao das outras áreas técnicas. Os componentes podem ser provenientes da área de oficina, das instalações ou remetidos individualmente por clientes.

#### **6.2.1. A caixa de velocidade manuais**

A caixa de velocidades é uma das partes fundamentais do automóvel que assegura o movimento, aumentando ou diminuindo as rotações geradas pelo motor. Operado pelo condutor têm a função de transformar e distribuir o binário e rotação do motor em velocidade de rotação nas rodas para por em marcha o automóvel, a Figura 67 mostra de forma geral uma imagem em corte transversal.

A caixa de velocidades recebe o movimento através da embraiagem nas transmissões manuais ou do conversor de binário nas transmissões automáticas.



**Figura 67 – Caixa de velocidade manuais, adaptado de (blog.texoleo.eu)**

As caixas de velocidade manuais são constituídas de grosso modo por um conjunto de engrenagem, veios de entrada e de saída, pares de carretos, anilhas sincronizadoras, luvas, garfos ou forquilhas e um grupo cónico (diferencial), como mostra a Figura 68, bem como um sistema de comando e um sistema de sincronismo que permite a transmissão entre relações de modo suave. O seu comando é feito por meio de uma alavanca situada no posto do condutor sendo o movimento desta transmitida ao sistema de seleção de velocidades geralmente feito por meio de cabos.



**Figura 68 – Engrenagem e veios.**

Quando o condutor carrega no pedal da embraiagem, a transmissão de movimento entre o motor e a caixa de velocidades é interrompida de modo a permitir ao sistema de comando e ao sistema de sincronismo efetuar a mudança de relação de transmissão de acordo com o pretendido pelo condutor.

Quando o condutor solta o pedal da embraiagem, a transmissão de movimento entre o motor e a caixa de velocidades volta a ser efetuada e a viatura passa a circular com a relação de transmissão pretendida.

### 6.2.2. Desmontagem e avaliação

Para se poder ter uma ideia bem definida do problema que afeta a caixa de velocidades é necessário que ele seja explicado pelo cliente ou transmitido pela oficina de proveniências.

O técnico que receber a caixa de velocidades deve ter muito cuidado para se certificar da necessidade de abrir a caixa, pois é um serviço demorado e caro, sendo que a avaria pode ser mesmo na embraiagem.

Além do desgaste dos próprios elementos, existem outros agentes externos que podem ajudar no mau funcionamento da embraiagem, como óleo do motor ou da própria transmissão, problemas com o sistema hidráulico, cabo em mau estado ou partido, possíveis ruídos produzidos por mancais e buchas em mau estado.

Como primeiro inicial, a caixa deve ser limpa por fora, de modo a remover qualquer sujidade ou gordura, fazendo-se a verificação visual para confirmar se a caixa não tem fugas de óleo nos pontos indicados na Figura 69. Deve-se ter especial atenção aos retentores, à superfície de união entre as carcaças e confirmar que não se encontra partida ou fissurada no seu corpo.

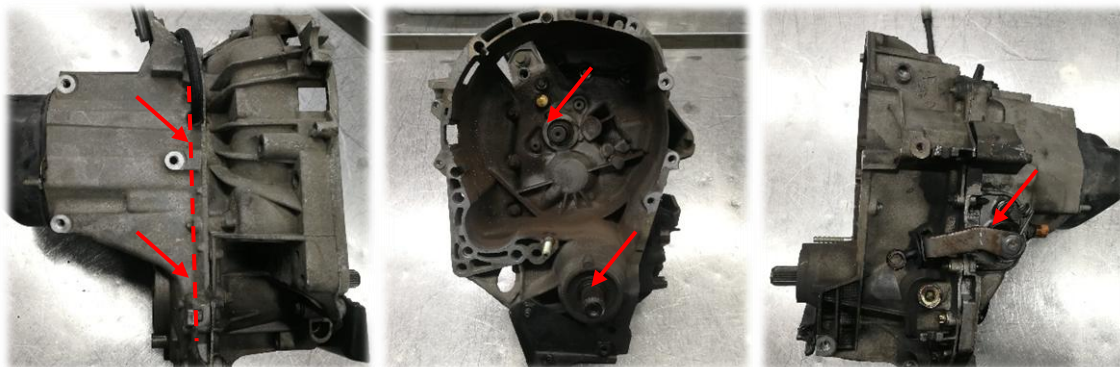


Figura 69 – Inspeção visual da caixa de velocidades.

Também é feita uma verificação manual, após tirar a embraiagem girando o veio primário para perceber se se encontra preso ou não. Além de isso pode-se fazer a seleção das mudanças manualmente e perceber se a engrenagem ocorre de forma normal como mostrado

na Figura 70. Mas em geral, todas têm uma manutenção muito semelhante e procedimentos muito próximos em termos de montagem e desmontagem.

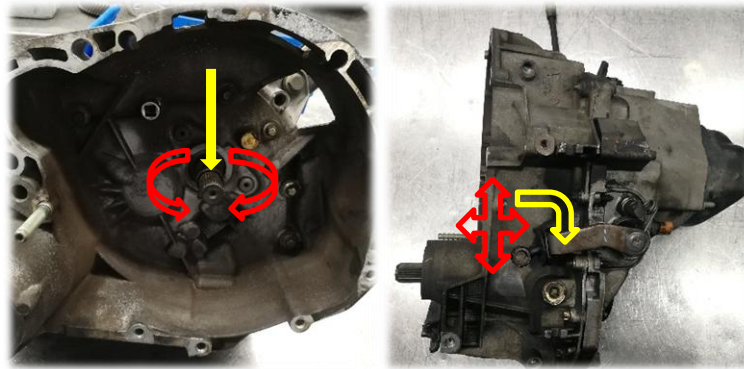


Figura 70 – Verificação manual na caixa de velocidades.

Neste ponto segue-se o procedimento para a desmontagem total mostrado na Figura 71.

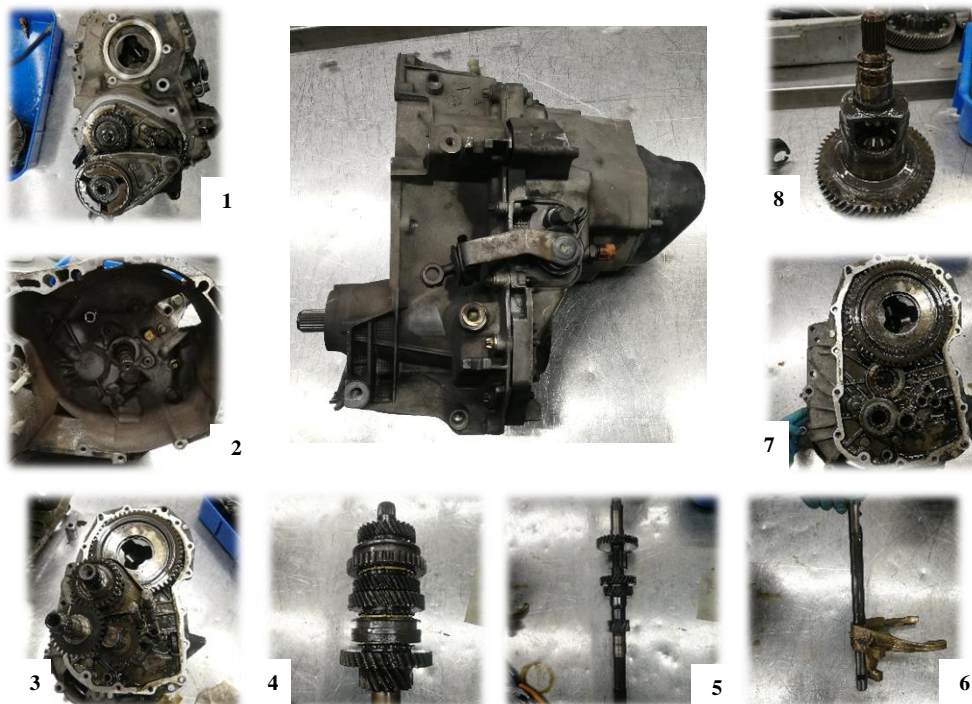


Figura 71 - Desmontagem da caixa de velocidades manuais.

A desmontagem na Figura 71 começa com: 1. Desapertar os parafusos para remover a tampa da quinta marcha, assim são expostos os dentados da engrenagem que têm de ser tirados com as ferramentas adequadas. Neste ponto é preciso visualizar a desgaste interno

da engrenagem, garfo seletor, buchas do garfo e varão seletor. 2. Desapertar os parafusos da carcaça de embraiagem para separar as carcaças e expor as peças da parte interna da transmissão. 3. Retiram-se todos os eixos que estiverem presentes: eixo primário, secundário. 4. Verificam-se os componentes os rolamentos, engrenagens e conjunto sincronizador do eixo primário. 5. Verificam-se os componentes do eixo secundário. 6. Verifica-se o conjunto dos garfos seletores. 7. Por último retira-se o conjunto do diferencial e verifica-se a engrenagem. Após de realizar todas as verificações pertinentes, é efetuado o orçamento e é comunicado ao cliente antes de se continuar. Só após ele aceitar se procede à reparação.

### **6.2.3. Lavagem**

Após a desmontagem, as peças mais pequenas são colocadas nos tabuleiros mesmos que serão lavados na secção limpeza mostrada na Figura 72.

O equipamento identificado com o número 1 é de limpeza manual o qual tem um pincel e solventes para a remoção da sujidade e óleo das peças mais pequenas.

O equipamento identificado com o número 2 é uma máquina de aço inoxidável que remove a gordura das peças maiores, utiliza um líquido a alta pressão com uma temperatura de 60°C até 65°C, o processo do equipamento é automático e temporizado. O sistema distribui o líquido sob pressão por todo o interior. Assim garante-se chegar a todas as peças por igual. O tabuleiro no interior do equipamento gira constantemente durante todo o processo de lavagem.

Se as peças ainda estiverem com sujidade é preciso utilizar o equipamento identificado com o número 3 o qual também é um equipamento manual para remover a gordura das peças, utiliza um sistema de alta pressão com líquido especial num sistema fechado, opera a uma temperatura de 50°C até 55°C e é operada por um pedal exterior.

Após ter cumprido com a remoção do óleo e a sujidade, todas as peças precisam ser secas por um sistema manual de ar comprimido.



Figura 72 – Secção limpeza da área de caixas.

#### 6.2.4. Montagem

Neste ponto após ter todas as peças limpas e prontas a ser montadas é preciso fazer um exame minucioso.

Com os dois conjuntos separados e desmontados, é necessário inspecionar visualmente as engrenagens fixas da árvore primária. Verificar os anéis quanto a dentes e folga da engrenagem, que tem o valor compatível com cada modelo. Inspecciona-se ainda o rolamento de rolos paralelos e a sua pista. Verifica-se se há fissuras, quebras ou desgaste também na pista interna da engrenagem.

Para montar as engrenagens mostrado na Figura 73, o técnico deve fazer o processo inverso ao da desmontagem, usando sempre as ferramentas adequadas.



**Figura 73 – Árvore em processo de montagem.**

Deve-se ter cuidado ao montar as engrenagens nas árvore primária e secundária porque todas têm uma posição certa, como mostrado na Figura 74. Tem de ser verificado se as engrenagens e sincronizadores funcionam corretamente, ou seja, não fiquem presos ao rodar no eixo.



**Figura 74 – Montagem das árvores de dentados.**

A seguir monta-se o conjunto de engrenagens na carcaça. Sendo necessário utilizar a prensa para esse efeito, como mostra a Figura 75a). E por fim se faz a união das carcaças como mostra a Figura 75b).



**Figura 75 – Montagem de árvores de dentados e carcaças da caixa de velocidades.**

A pista do rolamento deve encaixar com precisão dentro dos rolos paralelos na carcaça. Não se pode bater no rolamento, senão pode ficar danificado o rolamento. A seguir apertam-se os parafusos com um binário de 25Nm. Por fim, a união das carcaças é selada com a cola especificada pelo fabricante, na literatura técnica.

#### **6.2.5. Acabamento**

Após efetuadas todas as reparações necessárias na caixa de velocidades, efetua-se uma limpeza final, ficando pronta a ser montada na viatura ou entregue ao cliente como mostrado na Figura 76.



**Figura 76 – Caixa pronta para entregue ou montagem.**

Se a viatura não se encontra na oficina a caixa é embalada em conjunto com sua garantia para ser enviada ao cliente.

Se a caixa é montada numa viatura que se encontra nas oficinas, é preciso colocar o óleo correspondente, e efetuar um diagnóstico de verificação de erros na unidade de comando e caso seja necessário apagá-los. Por fim é feito um teste de estrada para experimentar e verificar a correta operação da caixa de velocidades, assim, garante-se o bom funcionamento da caixa. A viatura fica pronta para entrega ao cliente.

### **6.3. Equipamentos para teste de conversores de binário**

Os conversores de binário são utilizados por caixas de velocidades automáticas em vez de uma embraiagem, permitindo este órgão não só transmitir a potência do motor de combustão, mas também suavizar a passagem da caixa de velocidades, sem ocorrerem solavancos entre as relações de transmissão.

Para a reparação do conversor binário é efetuada uma drenagem do óleo e é preciso cortar o componente. A Figura 77 mostra a sequência feita na reparação de um conversor de binário. É de extrema importância marcar o componente, para que no final o mesmo seja unido na mesma posição. A seguir para a abertura do conversor de binário, este é colocado num torno mecânico para remover o material de forma gradual e uniforme proporcionando um corte o mais perfeito possível. Desta forma, no final a união das duas peças possa ser refeita de forma quase impercetível.



**Figura 77 – Abertura do conversor de binário.**

Após da abertura do conversor de binário são analisadas as peças internas como mostra a Figura 78, a seguir lavam-se no equipamento número 2 mencionado anteriormente e procede-se a substituição das peças necessárias.



**Figura 78 – Análise e substituição de peças.**

Neste ponto já com os elementos limpos e secos, eles são montados novamente no conversor. Este é fechado na mesma posição e de forma a respeitar a sua folga interna original. O conversor é então direcionado para o equipamento de soldadura automática mostrado na Figura 79. Este equipamento tem um ponto para fixar a parte superior e inferior do conversor e assim possibilita centrar o componente de forma automática. O equipamento faz rodar a peça e o processo de soldadura ocorre automaticamente. Este processo tem supervisão de um operador apenas para desligar o equipamento após a conclusão da soldadura, ou para atuar em caso de erro no processo de soldadura.



**Figura 79 – Procedimento de soldagem do conversor de binário.**

Depois de terminado o processo de soldadura apresentado na Figura 80, é realizado um teste de estanquidade. Para tal, é utilizado equipamento de ar comprimido e um recipiente com água. É acoplado um acessório ao injetor de ar comprimido que é depois acoplado à entrada do veio do conversor. A seguir é injetado ar para o interior do conversor, sendo de seguida mergulhado num recipiente com água.

O conversor de binário é observado durante alguns minutos, se não for visível a formação de bolhas de ar, significa que o conversor foi soldado corretamente o que garante que não tem fugas de óleo.

Por último o conversor é limpo numa máquina de jato de areia de modo ter uma melhor apresentação para o cliente. Será embalado e enviado ao cliente ou montada diretamente na viatura.



**Figura 80 – Equipamento de estanquicidade para conversor de binário.**

## 7. Conclusão

A Leiridiesel Group é uma empresa que conta com tecnologia e mão de obra de vanguarda. Os padrões de qualidade do trabalho são atualizados de forma a manter um processo dos trabalhos desempenhados de acordo com o atual estado da arte. Todos os procedimentos de reparação e recondicionamento dos componentes e sistemas nas diferentes viaturas tem um processo muito minucioso com o qual a empresa garante e certifica um trabalho profissional efetuado por todos os seus colaboradores.

Na secção técnica de turbocompressores as tarefas realizadas têm essencial importância para uma análise respetiva do componente. Assim, segue um processo de desmontagem, análise e montagem dos componentes do turbocompressor. Todos os procedimentos assinalam vários danos a ser identificados e corrigidos. Com a limpeza permite-se uma verificação mais exata dos elementos a ser aproveitados ou substituídos. Os testes são meios de verificação para um correto funcionamento dos turbocompressores.

A secção de injeção Diesel tem como objetivo a reparação de vários componentes de veículos, as várias etapas dos procedimentos de medição e reparação fornecem em detalhe os parâmetros requeridos para um diagnóstico correto, o que permite identificar os elementos que necessitam de ser substituídos ou aqueles que estão em bom estado. Todos os procedimentos seguidos têm em vista a garantia da qualidade do serviço de reparação e recondicionamento.

Na secção de filtro de partículas são utilizadas tecnologias avançadas para a limpeza de filtros de partículas e catalisadores. Realiza-se tarefas de desmontagem, análise e montagem de filtros de partículas e catalisadores. A desmontagem permite uma análise e verificação mais em detalhe do catalisador e do filtro de partículas. A limpeza adequada, tem três medidas de caudal de ar através do filtro de partículas, duas limpezas com ar comprimido e uma limpeza térmica que permite eliminar de forma muito eficaz as partículas restantes do filtro de partículas e do catalisador.

Na secção de caixas de velocidades realizam-se as reparações de caixas de velocidades automáticas, conversores de binário e caixas de velocidades manuais para veículos ligeiros e pesados. As caixas de velocidades automáticas têm uma grande diversidade de tecnologias que podem dificultar de forma significativa o custo e a sua reparação.

Todas as secções que constituem a entidade Leiridiesel Group têm de seguir procedimentos muito rigorosos para avaliar o correto funcionamento dos componentes reparados, de acordo como o compromisso assumido pela empresa perante os seus clientes.

# Bibliografia

- AlcoaDiesel, 2021, <http://www.alcoadiesel.com/informacao/como-identificar-um-turbo/>; Consultada em junho de 2021.
- AskChemicals, 2021, <https://www.ask-chemicals.com/pt/technology/aplicacoes/fundicao-de-turbocompressores>: Consultada em junho de 2021.
- Batista, Carlos Miranda, (2014), Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal De São João Del-Rei, Análise computacional da influência da temperatura de operação de um catalisador automotivo na partida a frio em escapamentos de motores ciclo Otto.
- Bell, A. G. (1989) Modern Engine Tuning. Haynes Publishing.
- Dashmesh Diesel Service, 2021, <https://dashmeshdieselservices.in/turbocharger/>: Consultada em junho de 2021, Turbocharger:
- Garcia, Alvaro Cesar, (2016). Tecnologia em Mecânica Automotiva, Centro Paula Souza, Santo André – São Paulo. Análise conceitual dos turbocompressores em motores de ciclo Otto.
- Garrett. TurbochargerGuide. Vol. 5, Honeywell Turbo Technologies, Torrance – USA.
- Leiridiesel SA. (2019). Ldauto. <http://www.ldauto.pt/pt/presentation>: Consultada em junho de 2021.
- Nakano, Danilo Gabriel, (2007), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Estudo sobre instalação de um Turbocompressor em Automóvel Nacional.
- Seidel Diesel Group, 2021, <https://seideldieselgroup.com/products/turbochargers/info/>: Consultada em junho de 2021.
- Souza, Matheus, Girotti Injeção Diesel, 2021, <https://girotti.com.br/bomba-de-alta-como-funciona/>; Consultada em junho de 2021.
- TurboMaster, 2021, [https://www.turbomaster.info/despieces\\_garrett/706978-0001.php](https://www.turbomaster.info/despieces_garrett/706978-0001.php); Consultada em junho de 2021, referencias OEM:
- Turbo Technics Ltd. (2011). <http://www.turbotechnics.com/docs/VSR%20Introduction.pdf>; Consultada em junho de 2021.



# Anexos

## Anexo I – Exemplo de OR Preenchida.

**LD Auto**


---

**01 - Ortigosa**
**Folha de Obra Nº: ORC01 / 2104349**

<b>Data:</b> 20-07-2021		<b>Data Entrega:</b> 28-07-2021		<b>Garantia:</b> Leirdiesel <input type="checkbox"/> Bosch <input type="checkbox"/> Delphi <input type="checkbox"/> Denso <input type="checkbox"/> Outros <input type="checkbox"/>	
<b>Nº Série:</b> LI11000642	<b>Marca:</b> VDO	<b>Modelo:</b> COMMON RAIL	<b>Recep.:</b> [REDACTED]	<b>Qtd.:</b> 4	
	<b>Ref.º:</b> A2C59513556				
	<b>Circ. distrib.:</b> Geral				

Componente	Marca	Modelo/Tipo	Referência	Qtd

**Código:** 57242

**Nome:** [REDACTED]

**Morada:** [REDACTED]

**Localidade:** PESO DA RÉGUA

**Nº Contribuinte:** [REDACTED]

**Cod. Postal:** 5050-204

**Cond. Pag.:** PRONTO PAGAMENTO

**V/Req./GT:** [REDACTED]

**Telefone:** [REDACTED]

**Telemóvel:** [REDACTED]

**Fax:** [REDACTED]

**Avisos**

**Orçamento:**  \_\_\_\_\_ **Hora**  \_\_\_\_\_ **Resp.**  \_\_\_\_\_

**Avisado em:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Avançar em:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Trabalhos a executar:**

1 - TESTAR E ORÇAMENTAR COMPONENTE DIESEL

VIATURA FALHA - VIATURA EM LISBOA ORV 21110859

Saída nº	Data:	Nº Fact/VD	Total

**Observações:**

**Serviços Externos:**

Combustíveis     Inspeção     Lavagem     Outros Serviços:



Combustível: 0,00%

Feito em original e duplicado para um só efeito. O cumprimento desta Ordem de reparação respeita o Código de Prática da Reparação Auto, conforme texto da Directiva de Conselho Nacional de Qualidade em vigor.

As peças substituídas são por nós encaminhadas para o tratamento de resíduos, sendo quando solicitado mostradas ao cliente. O pagamento da reparação é feito, a priori, salvo acordo prévio entre as partes.

O cliente autoriza a circulação exterior do veículo, por motivos de reparação ou entrega, diagnóstico.

Quando necessário, é autorizado o subcontrato para reparações superiores a 500,00€, a oficina pode exigir um sinal proporcional ao valor previsto. As desmontagens para o efeito de orçamento são por conta do cliente.

Não nos responsabilizamos por objetos não confiados à nossa guarda. Todas as alterações pedidas pelo cliente nos sistemas EDC e Bombas injetoras são da responsabilidade do mesmo. Todos os testes efectuados são da responsabilidade do cliente. Veículos não levantados até 3 dias após a conclusão do trabalho pagam ocupação de espaço. São atendidas reclamações no prazo de 30 dias, após a detecção e dentro do prazo de garantia. Todas as questões emergentes serão resolvidas pelo Centro de Arbitragem Voluntária de Litígios de reparação Automóvel.

**O Recepcionista**

20-07-2021

Autorizo o levantamento por terceiros? Não

Nome: [REDACTED]    Contacto: \_\_\_\_\_

Nome: [REDACTED]    Contacto: \_\_\_\_\_

**O Cliente / Representante**

[REDACTED]

Este documento não serve de factura

SIA licenciada a: LEIRDIESEL - COMER. E REP. DE AUTOM. SA

Alidata ERP® | Gestão de Obras e Oficinas

Emitido por programa certificado nº 0095/AT

**Contactos com o cliente:**

Data / Hora	Nome	Descrição do contacto

**Reclamações / Não conformidades (GARANTIA)**

Má montagem     Fugas     Situação detectada no banco     Outro: \_\_\_\_\_

Correcção: \_\_\_\_\_

Análise de causas: \_\_\_\_\_

Decisão Resp. Qualidade    Rubrica: \_\_\_\_\_    Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Não justificada     Garantia técnica     Garantia comercial

**Serviços Subcontratados:**

Req nº	Descrição:

Técnico responsável (rubrica): \_\_\_\_\_    Conforme    Sim    Não

**Observações e verificações**


**Descrição de serviços, registo de medições:**

O chefe de secção	
O Técnico	

**Técnicos Intervenientes****Outros dados**

Nome	Tempo	Observações	

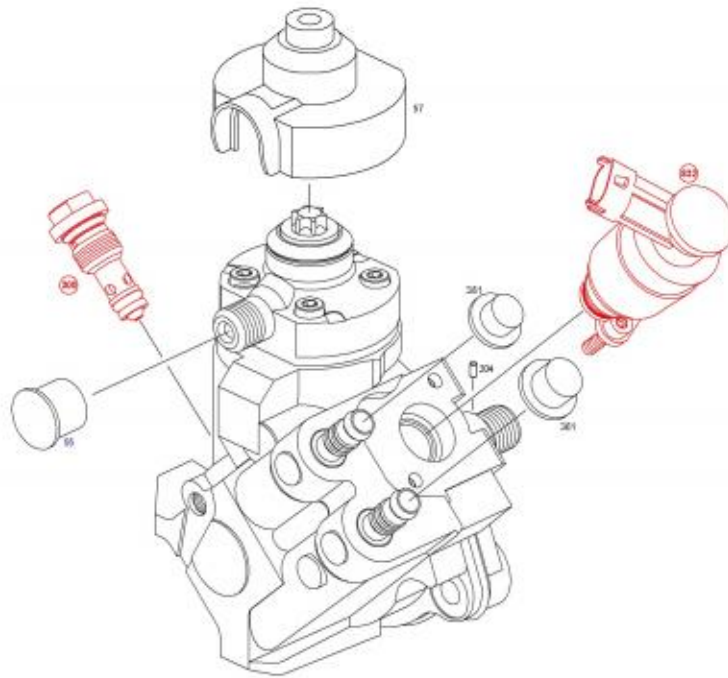
## Anexo II – Peças de reposição - Bomba de alta Pressão CP4.



18-06-2021  
18:09:30

### Peças de reposição

Produto 0 445 010 507 - Bomba de alta pressão, sistema CR - CR/CP4S1/R35/20



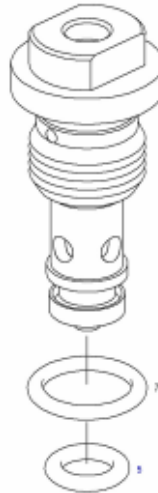
Posição	N.º de pedido	Informação	Quantida	Denominação
55	1 460 C95 005	B	1	Capa Protetora
57	1 460 C97 005	B	1	Coberta
204	1 460 C10 002	B	1	Bucha De Fixacao
<b>300</b>	<b>1 467 C45 003</b>	<b>B</b>	<b>1</b>	<b>Valvula Ladrão</b>
361	1 460 C95 006	B	1	Capa Protetora
381	1 460 C95 006	B	1	Capa Protetora
<b>832</b>	<b>1 462 C00 987</b>	<b>B</b>	<b>1</b>	<b>Grupo Pecas De Reposicao Unidade Medidora/Dosadora</b>

#### Explicações

B Peça de reposição

## Peças de reposição

Produto 0 445 010 507 - Bomba de alta pressão, sistema CR - CR/CP4S1/R35/20  
1 467 C45 003 - Valvula Ladrão



Posição	N.º de pedido	Informação	Quantida	Denominação
5	1 460 C15 001	B	1	Anel-O
7	1 460 C15 003	B	1	Anel-O

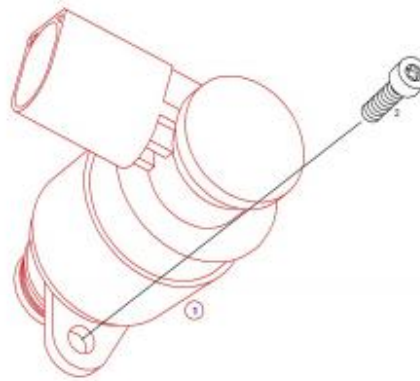
### Explicações

B Peça de reposição



## Peças de reposição

Produto 0 445 010 507 - Bomba de alta pressão, sistema CR - CR/CP4S1/R35/20  
1 462 C00 987 - Grupo Pecas De Reposicao



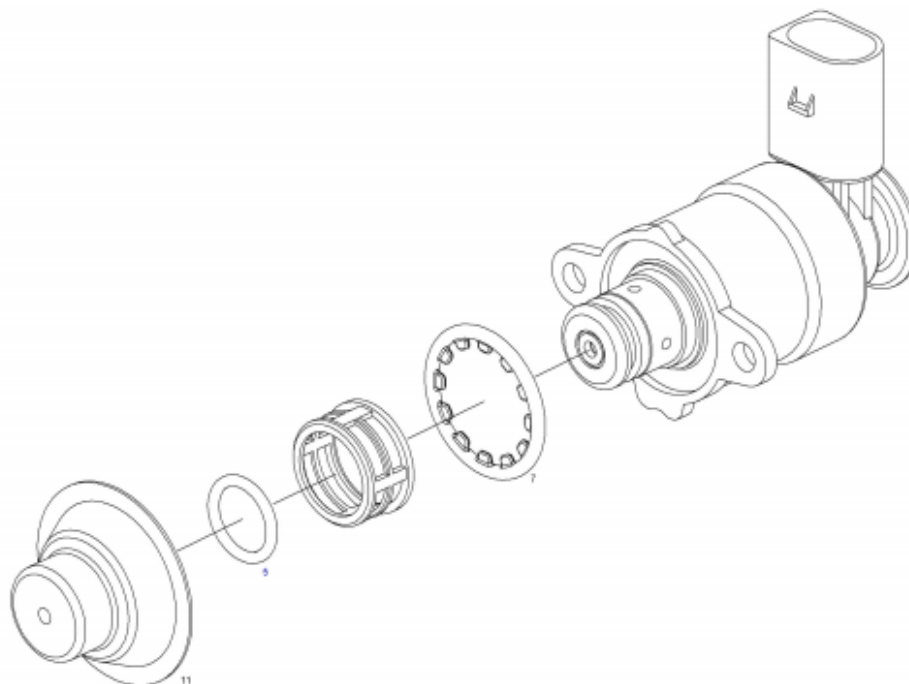
Posição	N.º de pedido	Informação	Quantida	Denominação
1		Z	1	Unidade Medidora/Dosadora
2	1 463 C14 005	B	2	Paraf Cabeça Cil Torx

### Explicações

B Peça de reposição  
Z Não é peça de reposição

## Peças de reposição

Produto 0 445 010 507 - Bomba de alta pressão, sistema CR - CR/CP4S1/R35/20  
 1 462 C00 987 - Grupo Peças De Reposicao \ Unidade Medidora/Dosadora - ZME 4

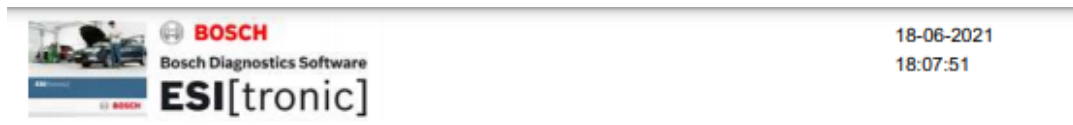


Posição	N.º de pedido	Informação	Quantida	Denominação
5	1 928 300 717	B	1	Anel-O
7	1 928 301 161	B	1	Guanicao (Junta)
11	1 928 405 133	B	1	Capa Protetora

### Explicações

B Peça de reposição

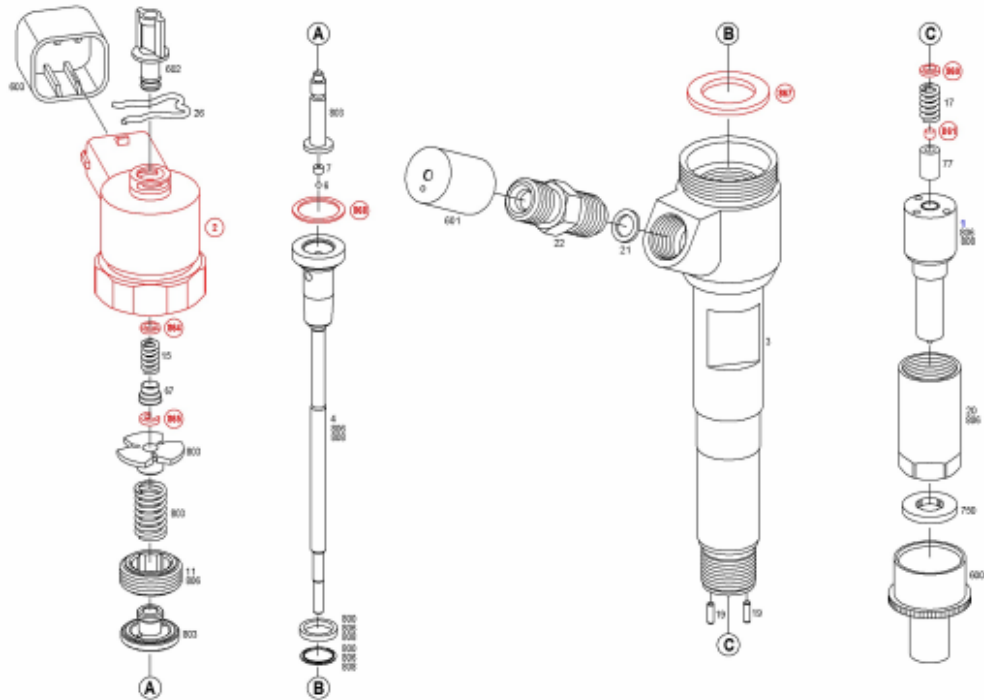
## Anexo III – Injetor *Bosch* 0 445 110 183 – peças de reposição.



### Peças de reposição

Produto

0 445 110 183 - Injetor Common Rail - CRI2-16



Posição	N.º de pedido	Informação	Quantida	Denominação
1	0 433 171 889	B	1	Bico Injetor De Furos
2	<b>F 00V C30 318</b>	<b>B</b>	<b>1</b>	<b>Grupo Magnetico</b>
3	F 00V C0H 323	B	1	Corpo Do Injetor
3	F 00V C0H 377	B	1	Corpo Do Injetor
4	F 00V C01 334	B	1	Jogo Da Valvula
6	F 00V C05 009	B	1	Esfera Da Valvula
6	F 00V C05 006	B	1	Esfera Da Valvula
7	F 00V C21 002	B	1	Guia De Esfera
11	F 00Z C13 305	B	1	Parafuso Tensor
11	F 00V C13 012	B	1	Parafuso Tensor
11	F 00V C13 002	B	1	Parafuso Tensor
15	F 00V C09 305	B	1	Lamina Do Induzido
15	F 00V C09 304	B	1	Lamina Do Induzido
17	F 00V C09 023	B	1	Mola De Injetor

## Peças de reposição

0 445 110 183 - Injetor Common Rail - CRI2-16

18-06-2021

18:07:51

19	2 433 201 024	B	2	Pino Cilindrico
20	F 00Z C14 005	B	1	Porca Fixacao Do Injetor
20	F 00V C14 018	B	1	Porca Fixacao Do Injetor
20	F 00V C14 010	B	1	Porca Fixacao Do Injetor
21	F 00V C17 003	B	1	Arruela De Vedacao
22	F 00V C16 024	B	1	Tubulad. P. Tubo Pressao
22	F 00V C16 009	B	1	Tubuladura De Ligacao
26	F 00V C22 003	B	1	Alca De Fixacao
67	F 00V C18 204	B	1	Arruela De Travamento
77	F 00V C40 401	B	1	Bucha De Guia
600	F 00S C01 110	B	1	Capa Protetora
601	F 00Z 900 025	B	1	Capa Protetora
602	F 00Z 900 021	B	1	Capa Protetora
603	F 00Z 900 009	B	1	Capa Protetora
603	F 00R J02 547	B	1	Capa Protetora
750	F 00V C17 503	B	1	Anel de vedação
800	F 00V C99 002	B	1	Jogo de peças Anel de vedação
803	F 00V C99 004	B	1	Jogo de peças Placa De Induzidos
806	F 00Z C99 042	B	1	Jogo de peças Porca Fixacao Do Injetor
808	F 00Z C99 633	B	1	Jogo de peças Jogo Da Valvula
860	F 00Z C99 669	B	1	Sortimento De Pecas Arruela De Compensacao
861	F 00Z C99 721	B	1	Sortimento De Pecas Peca De Pressao
864	F 00Z C99 983	B	1	Sortimento De Pecas Arruela De Compensacao
865	F 00Z C99 818	B	1	Sortimento De Pecas Arruela De Travamento
867	F 00Z C99 858	B	1	Sortimento De Pecas Anel De Ajuste
868	F 00Z C99 955	B	1	Sortimento De Pecas Anel De Ajuste

### Explicações

B Peça de reposição

## Anexo IV – Visualização dos testes nos injetores VDO



### Informação do proprietário

Leiridiesel S.A.  
Estrada nacional  
109 - Ortigosa

### Tempo

08:26

### Encontro

2020-08-13



244619990  
geral@ldauto.pt

### Resultado do relatório:



MTB-R  
diesel  
SW: 2.8.0  
S/N: 011442856



LD AUTO - Leiridiesel Group

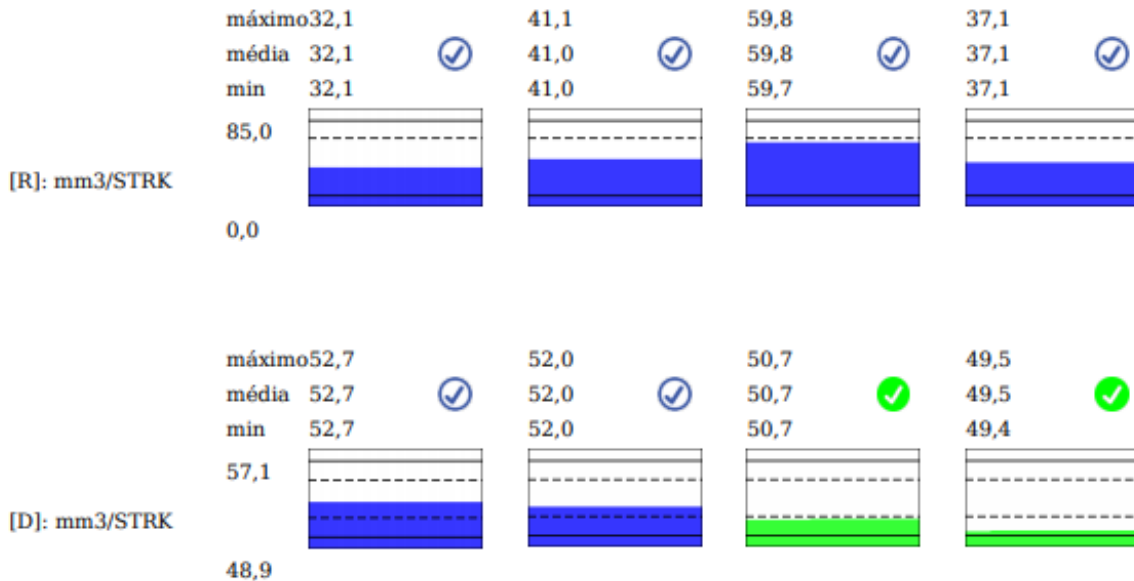
### Informações do cliente

informação do atuador	SLOT 1	SLOT 2	SLOT 3	SLOT 4
VDO	✓	✓	✓	✓
GEN-A2C96260	r	a	t	a
40080				
PCRI-EU5				
	Novo	-	-	-
	-	-	-	-

O Warmup foi ignorado!  
CFL was skipped!

### TP.1

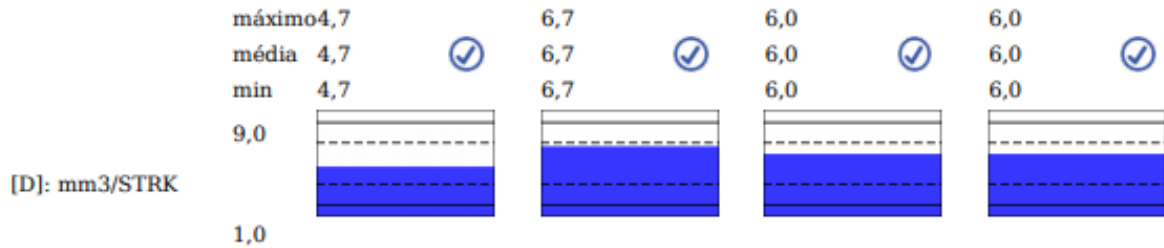
STRK: 1000, Pressão: 1600.0 bar, Pulso: 1000 usec





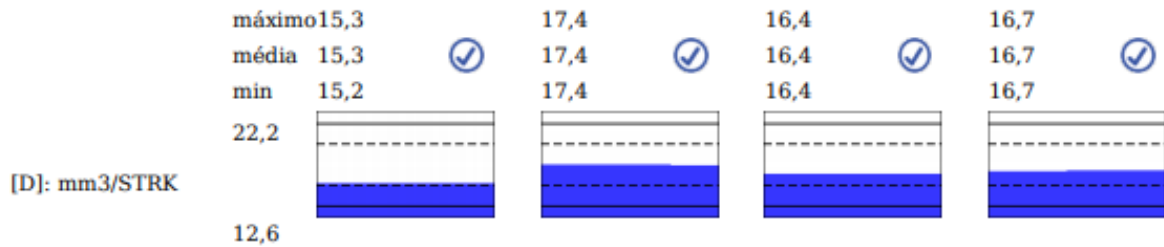
**TP.2**

STRK: 1000, Pressão: 1300.0 bar, Pulso: 250 usec



**TP.3**

STRK: 1000, Pressão: 800.0 bar, Pulso: 450 usec





**TP.4**

STRK: 1000, Pressão: 350.0 bar, Pulso: 400 usec

