

ESCOLA E.B. 2,3/S Dr. DANIEL DE MATOS

Técnico de Mecatrónica Automóvel

Projeto BMW E30

Autor: Simão Pimenta

Grupo: Fábio Santos;

João Almeida;



Vila Nova de Poiares, 13 de Março de 2022

ESCOLA E.B. 2,3/S Dr. DANIEL DE MATOS

Técnico de Mecatrónica Automóvel

Projeto BMW E30

Professores Acompanhantes:

Prof. Júlio Miranda

Prof. Daniel Figueiredo

Trabalho realizado por:

Simão Pimenta

## **I. AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, quero agradecer à minha turma pelo apoio prestado durante estes três anos e aos meus pais por me terem concedido a oportunidade de adquirir esta formação. Em segundo lugar, agradeço a todos os professores que me acompanharam ao longo do curso, especialmente, à minha professora, de Português Maria da Luz Lourenço, à minha Diretora de turma, Silvia Antunes, ao professor Daniel Figueiredo, ao professor Júlio Miranda, e por fim ao professor Hélio Machado, pelos conhecimentos e prática que nos disponibilizaram para a realização desta Prova de Aptidão Profissional.

Quero deixar um agradecimento especial ao Senhor Diretor da Escola EB. 2,3 Dr. Daniel de Matos, Dr. Eduardo Sequeira, por nos ter proporcionado as melhores condições de trabalho ao longo destes três anos.

## II. RESUMO

O projeto consiste na restauração de um BMW E30.

No interior, os estofos foram restaurados, a instalação elétrica foi revista, o painel de instrumentos foi montado e os revestimentos das portas foram colocados.

No exterior, foram montados os componentes da carroçaria (painéis, portas) e também foram montadas as óticas e os faróis traseiros. Para terminar a parte mecânica, o motor foi revisto. Esta revisão incluiu a substituição dos bronzes e do sistema de distribuição, juntas, o-rings, filtros, óleo e relas.

A instalação elétrica do motor foi também revista.

### **III. ABSTRACT**

The project consists of the restoration of a BMW E30.

Inside, the upholstery was restored, the electrical installation was revised, the instrument panel was mounted and the door linings were fitted.

On the outside, the body components (panels, doors) were assembled and the optics and taillights were also fitted. To finish the mechanical part, the engine was revised. This revision included the replacement of the bronzes and the distribution system, gaskets, o-rings, filters, oil and relas. The engine's electrical system was also revised.

## IV. Índice

### Índice

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1. TEMA .....</b>	<b>10</b>
1.1.1. <i>BMW (Bayerische Motoren Werke AG).....</i>	<i>10</i>
1.1.2. <i>BMW Série 3 E30 .....</i>	<i>11</i>
1.1.3. <i>Motor 4 Tempos.....</i>	<i>12</i>
1.1.4. <i>Sistema de distribuição .....</i>	<i>15</i>
1.1.5. <i>Sistema de embraiagem .....</i>	<i>18</i>
1.1.6. <i>Sistema de válvulas.....</i>	<i>20</i>
1.1.7. <i>A Árvore de Cames .....</i>	<i>22</i>
<b>1.2. DISCIPLINAS ENVOLVIDAS .....</b>	<b>24</b>
<b>1.3. OBJETIVOS .....</b>	<b>25</b>
1.3.1. <i>Objetivo Geral .....</i>	<i>25</i>
1.3.2. <i>Objetivos Específicos .....</i>	<i>25</i>
<b>2. CRONOGRAMA .....</b>	<b>26</b>

<b>3. DESENVOLVIMENTO DA PAP .....</b>	<b>27</b>
3.1.1. <i>Remoção do motor de origem (M10B16).....</i>	27
3.1.2 <i>Inspeção exterior do motor e da caixa.....</i>	28
3.1.3 <i>Remoção da Tampa de válvulas .....</i>	28
3.1.4 <i>Desmontagem e montagem do motor.....</i>	29
3.1.5 PINTURA DO MOTOR .....	31
3.2. PINTURA DO COFRE.....	31
3.3. DESMONTAGEM DO EXTERIOR.....	33
3.2. PINTURA DO EXTERIOR.....	35
3.4. DESMONTAGEM DO INTERIOR .....	35
3.5. MONTAGEM DO EXTERIOR .....	39
3.6. MONTAGEM DAS JANTES NOVAS.....	39
<b>4. DIFICULDADES ENCONTRADAS .....</b>	<b>40</b>
<b>5. ORÇAMENTO .....</b>	<b>41</b>
<b>5. COMPETÊNCIAS GERAIS ADQUIRIDAS E/OU DESENVOLVIDAS .....</b>	<b>42</b>
<b>6. SUGESTÕES.....</b>	<b>42</b>
<b>7. CONCLUSÃO.....</b>	<b>43</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>44</b>

## V. Índice de figuras

Figura 1- Símbolo BMW .....	11
Figura 2- BMW E30 M3 .....	12
Figura 3- Ciclos de um motor a 4 Tempos .....	15
Figura 4- Sistema SOHC .....	16
Figura 5- Sistema de Distribuição por Corrente.....	16
Figura 6- Sistema de Distribuição por Correia Dentada.....	17
Figura 7- Sistema de Distribuição por Cascata de Engrenagens (Ferrari Enzo) .....	18
Figura 8- Componentes do sistema de embraiagem.....	20

Figura 9- Válvulas .....	22
Figura 10- Tipos de configurações de Árvores de Cames .....	23
Figura 11- Sistema VTEC .....	24
Figura 12- Remoção do motor e caixa.....	27
Figura 13- Inspeção do Motor e Caixa .....	28
Figura 14- Remoção da Tampa de Válvulas .....	28
Figura 15- Topo do Bloco .....	29
Figura 16- Cabeça do Motor.....	30
Figura 17- Pistões e Bielas .....	30
Figura 18- Camisa do Motor .....	30
Figura 19- Bloco do Motor.....	31
Figura 20- Cofre do Motor Lixado .....	32
Figura 21- Cofre do Motor Galvanizado .....	32
Figura 22- Cofre do Motor Pintado .....	32
Figura 23- Chão Oxidado .....	36
Figura 24- Remoção da chapa Oxidada.....	37
Figura 25- Reparação Chão .....	38
Figura 26- Reparação Chão .....	38
Figura 27- Jantes Novas .....	39
Figura 28- Berbequim Elétrico .....	44
Figura 29- Tinta utilizada na pintura do bloco .....	44
Figura 30- Aparelho de Soldar .....	44
Figura 31- Lixa .....	44
Figura 32- Escova de aço para berbequim.....	45
Figura 33- Sistema de Cadernal de Correntes .....	45
Figura 34- Pistola de Pintura .....	45
Figura 35- Rebarbadora elétrica .....	45
Figura 36- Compressor de ar comprimido.....	45
Figura 37- Chaves de roquete .....	45
Figura 38- Jogo Chaves Boca e Estria.....	45



## **Introdução**

Este relatório surge no âmbito da realização da Prova de Aptidão Profissional (PAP), do Curso Profissional de Mecatrónica Automóvel.

A PAP consiste num projeto prático, consubstanciado num produto, numa intervenção, ou numa atuação, consoante o curso, no qual o aluno/os no fim do curso profissional apresenta e defende perante um júri, bem como um relatório final de realização e apreciação crítica para obter o diploma de qualificação profissional.

A realização da PAP visa fornecer a experiência de criação e definição de um projeto de carácter profissional adequando aos desempenhos funcionais do técnico de nível IV e a mobilização e a aplicação das aprendizagens produzidas nas diversas áreas de formação ao longo dos anos de curso.

A PAP também prepara competências fundamentais para a resolução de problemas profissionais, nomeadamente a reflexão sobre as consequências das decisões profissionais, espírito de iniciativa e de equipa e desenvolvimento de capacidades de comunicação.

O tema deste projeto é o restauro de um veículo, denominado por BMW E30 de 1983.

A escolha deste tema tem como objetivo aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo destes últimos três anos do curso.

## 1.1. Tema

### 1.1.1. BMW (Bayerische Motoren Werke AG)

As raízes da BMW estão ligadas a Karl Rapp e Gustav Otto. Em 1917, a empresa Rapp Motorenwerke Byertoren Werke GmbH, Aktiengesellschaft AG. Em 1916, a empresa Flugmaschinenfabrik Gustav Otto foi incorporada à Bayerische Flugzeug-Werke AG (BFW) a pedido do governo. A BMW AG posteriormente transferiu suas operações de construção de motores – incluindo a empresa e os nomes da marca – para a BMW, em 1922. A data de fundação da BMW, 7 de março de 1916, entrou para a história como a data de nascimento da Bayerische Motoren Werke AG. Inicialmente a Bayerische Motoren Werke AG foi fundada com o intuito de produzir motores para aviões, mas após a Primeira Guerra Mundial, devido ao Tratado de Versailes, foi proibida de construí-los. Por esse motivo chegou a produzir motocicletas, e mais tarde dedicou-se à fabricação de automóveis. Até há pouco tempo a própria BMW dizia que o seu símbolo representa uma hélice de avião a girar juntamente com o símbolo da Baviera, mas em descobertas recentes, a BMW alterou a sua versão sendo o azul/branco proveniente de uma antiga bandeira da Baviera. O símbolo BMW foi estampado na carroceria de um carro pela primeira vez em 1928. A BMW historicamente, sempre esteve envolvida nos desportos motorizados, inicialmente nas motocicletas e posteriormente nos automóveis. Durante a 2.<sup>a</sup> Guerra Mundial, a BMW usou cerca de 30 mil trabalhadores forçados em sua fábrica, utilizados na produção de veículos terrestres e motores para os aviões da Luftwaffe.

A BMW hoje é dona também das marcas Mini e Rolls-Royce Motor Cars e anteriormente também da Land Rover, o atual Range Rover foi desenvolvido em grande parte pela marca germânica. Hoje a Land-Rover pertence ao grupo indiano Tata. Atualmente, o grupo BMW orientou firmemente sua visão para o setor de alto padrão do mercado internacional de automóveis e motos, reunindo quatro marcas: Mini, Rolls-Royce Motor Cars, BMW e BMW Motorrad. O grupo BMW tem atualmente 30 fábricas em 14 países.

Um pacote majoritário das ações da BMW, no valor de mais de 26,5 bilhões de euros (2015), encontra-se em mãos de Stefan Quandt e sua irmã Susanne Klatten, filhos da poderosa família Quandt, de origem holandesa calvinista, que emigrou para a Alemanha em 1700. Foi em 1959 que Herbert Quandt assumiu o controle ao aumentar sua participação na empresa, que atravessava então uma séria crise, evitando assim que ela fosse à falência. Durante a Segunda Guerra Mundial, a empresa usou 50 mil pessoas em trabalho escravo de campos de concentração. A BMW iniciou investimentos em iniciativas sustentáveis e relacionadas à economia colaborativa. A montadora tem investido em compartilhamento de veículos, com as empresas DriveNow e ReachNow, disponibilizando carros para usuários na Europa e Estados Unidos, respectivamente.



Figura 1- Símbolo BMW

### 1.1.2. BMW Série 3 E30

O BMW E30 é um carro executivo compacto com motor frontal e tracção traseira produzido pela BMW entre 1981 a 1994, com a designação comercial Série 3. Apesar do E30 ter sido substituído pelo E36 em 1992, a BMW produziu e comercializou as

versões descapotável (cabriolet) até 1993, e a versão carrinha (touring) até 1994. Entre 1982 e 1994 foram produzidas 2.339.520 unidades.

O E30 dispunha de versões a gasolina com motores de quatro e seis cilindros em linha, e dois motores diesel de 6 cilindros, um de aspiração atmosférica (324d) e um com turbocomprimido (324 td). Além das normais versões de tração traseira, havia uma versão com tração às quatro as rodas, a 325ix, que utilizava três diferenciais (um para cada par de rodas, e um central).

O modelo é vastamente conhecido por ter oferecido uma versão desportiva, a iniciante da linhagem "M3", que nesta primeira iteração, dispunha de um motor de quatro cilindros, com 2,3 litros de capacidade, e a debitar mais de 200 CV, e que na última versão, a Sports Evolution, dispunha de uma cubicagem de 2,5 litros e 238 CV.

O E30 foi disponibilizado em três versões: sedan de quatro portas, sedan de duas portas, tourer (carrinha) e Baur (versão landaulet do coupé).



Figura 2- BMW E30 M3

### 1.1.3. Motor 4 Tempos

Quando um motor precisa de 4 momentos distintos para funcionar assume-se como um motor de combustão interna, com os gases a completarem um ciclo termodinâmico a cada duas voltas do eixo. O facto permite desenvolver mais potência, tornando-os assim apetecíveis sempre que se pretende mover máquinas maiores, como um automóvel.

Quais são os 4 tempos de um motor?

Esses quatro tempos são designados por:

- Admissão;
- Compressão;
- Combustão (por ignição, no caso dos motores a gasolina, ou por expansão, nos diesel);
- Exaustão.

### Admissão

Como o nome indica, é neste momento que são admitidas na câmara de combustão partes diferentes de combustível e de ar. O processo decorre quando o combustível é injetado (direta ou indiretamente) por sistema próprio ao mesmo tempo que a válvula aberta deixa entrar a quantidade de ar permitida pelo coletor. Nesta altura, em que a válvula de admissão abre, a válvula de escape (já lá vamos) permanece fechada e os pistões começam a deslocar-se do ponto morto superior (PMS) para o ponto morto inferior (PMI), levando consigo a mistura – que pode ser descrita como rica, com mais combustível do que ar, ou pobre, com mais ar do que combustível, e que irá refletir-se no rendimento do carro – para dentro da câmara. Assim que toda a mistura se encontra no interior da câmara de combustão, a válvula de admissão fecha, dando início à fase seguinte.

### Compressão

Com a válvula de admissão fechada, o pistão, que estava junto ao ponto morto inferior começa a mover-se em direção ao ponto morto superior. Ao fazê-lo, o pistão estará a comprimir a mistura, passando a mesma a ocupar muito menos espaço e ficando concentrada junto à parte superior, perfazendo a taxa de compressão, que tem enorme influência no funcionamento do automóvel, quer em termos de desempenho, mas também de consumo. Certo é que um motor a gasolina irá apresentar taxas de compressão menores do que os blocos movidos a gasóleo. Durante este tempo, quer a válvula de admissão quer a de escape estão fechadas, o que faz com que a câmara esteja completamente livre de quaisquer influências ou perturbações do exterior – este facto é essencial para que a fase seguinte seja bem-sucedida, sem percas de potência nem de binário, mas também sem que haja percas de combustível (e conseqüente aumento de despesa).

## Combustão

Com o combustível e o ar bem misturados e pressionados (e ambas as válvulas fechadas de forma estanque), segue-se a queima que irá dar vida ao motor e fazer com que a energia seja transmitida às rodas. No entanto, nesta fase, volta a haver diferenças entre os motores de ciclo Otto (gasolina) e os concebidos pelo senhor Diesel (gasóleo). Enquanto nos primeiros, a queima inicia-se numa centelha disparada pelas velas, nos segundos a combustão é espontânea, por causa da compressão. Seja de que forma for, o objetivo é que a queima consiga aproveitar toda a mistura disponível, sem desperdícios. Enquanto a combustão ocorre, de forma ordeira, o pistão desloca-se em direção ao ponto morto inferior, e, quando está quase lá a chegar, arranca a quarta e última fase.

## Exaustão

Já se fez entrar a mistura ar/combustível na câmara, já se fez a compressão e a queima. Agora, está na altura de nos vermos livres do que não presta para seguirmos para um novo ciclo. No momento em que os pistões começam a subir, a válvula de escape abre para deixar sair os gases e partículas gerados pela queima do combustível. Os gases seguem então para o coletor até ao tubo de escape que os liberta para o ambiente. Porém, este processo é cada vez menos simples, à medida que se tenta captar o máximo possível de partículas nocivas que, depois de passarem pelo catalisador, se transformam muitas vezes em elementos químicos inofensivos (ou quase). No caso dos diesel, alguns apresentam apenas um filtro de partículas, mas os mais recentes recorrem também à tecnologia Selective Catalytic Reduction, um conversor catalítico, localizado sobre o filtro de partículas, que transforma o perigoso Nox em vapor de água e azoto. Para que isso aconteça, recorre a um aditivo, o AdBlue, cujo depósito deverá estar sempre atestado. Assim que a válvula de escape fecha, abre a de admissão, dando início a um novo ciclo de quatro tempos.

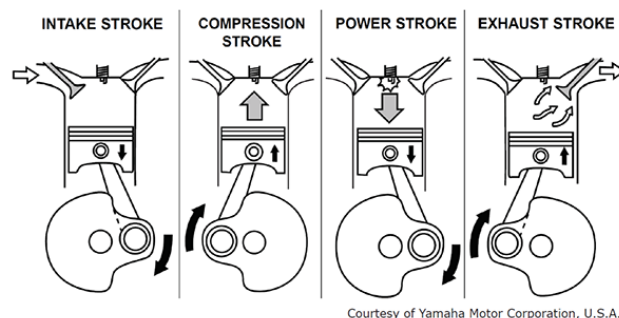


Figura 3- Ciclos de um motor a 4 Tempos

#### 1.1.4. Sistema de distribuição

O sistema de distribuição tem a função de controlar a entrada e saída dos gases no cilindro. As válvulas são comandadas por um veio de ressaltos denominado árvores de cames, que roda a metade da velocidade da cambota realiza duas rotações, cada válvula de admissão ou de escape é aberta uma só vez. Os motores podem ser de árvores de cames lateral ou a cabeça. Se tiver colocada na cabeça e so tiver uma árvore de cames, trata-se de um sistema SOHC, como podemos encontrar no motor do nosso automóvel (M10B18), a transferência do movimento é direta ou, pelo menos mais facilitada. Esta maior facilidade também existia nos antigos motores de válvulas laterais, em que elas eram acionadas diretamente pelos cames, e cuja árvore estava colocada lateralmente no bloco. Dentro do sistema de distribuição existem três formas de fazer chegar a rotação da cambota a árvore de cames. Pode ser feito através de uma corrente, de uma correia ou por cascata de engrenagens, a corrente tem as seguintes vantagens: menor desgaste; maior limite de carga; não tem de ser instalada na parte exterior do motor graças à resistência do óleo, sendo que o comprimento é menor; menores custos de manutenção graças à ausência de intervalos de manutenção e resiste ao envelhecimento. A correia dentada apresenta as seguintes vantagens: gera pouco ruído, menor massa sendo assim possível o motor fazer mais rotação. O sistema de cascata de engrenagens é usado devido à sua precisão (evita escorregamentos) e a sua fiabilidade, mas, também tem as suas desvantagens, como os seus níveis de ruído elevados e o seu custo de fabrico.

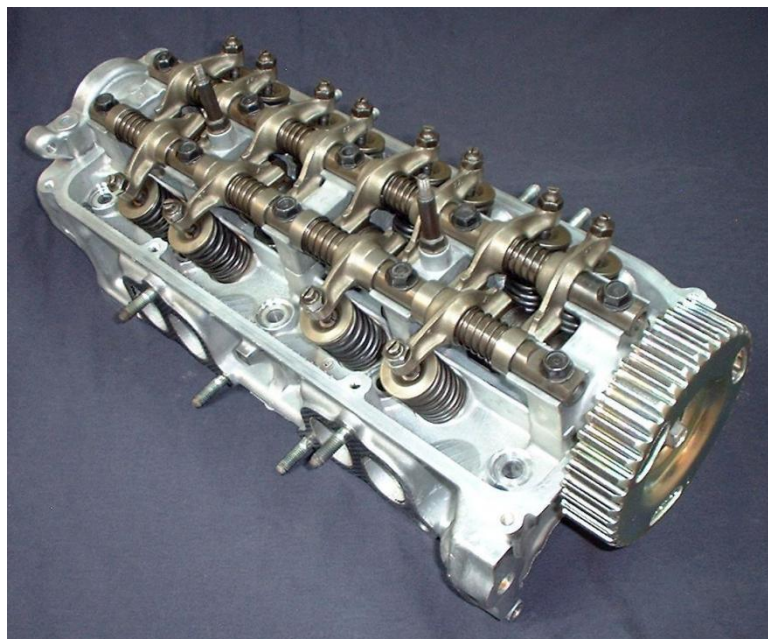


Figura 4- Sistema SOHC

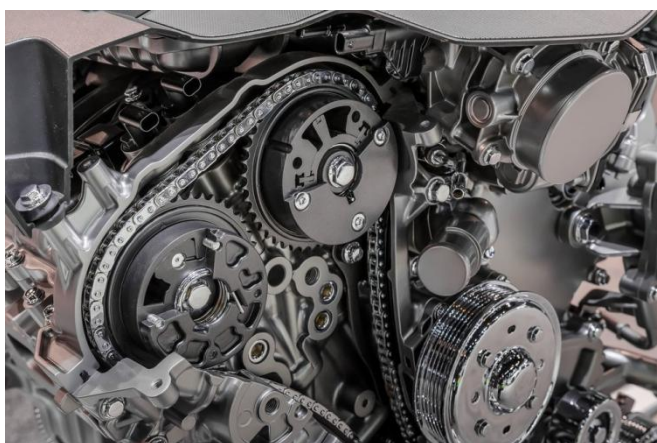


Figura 5- Sistema de Distribuição por Corrente



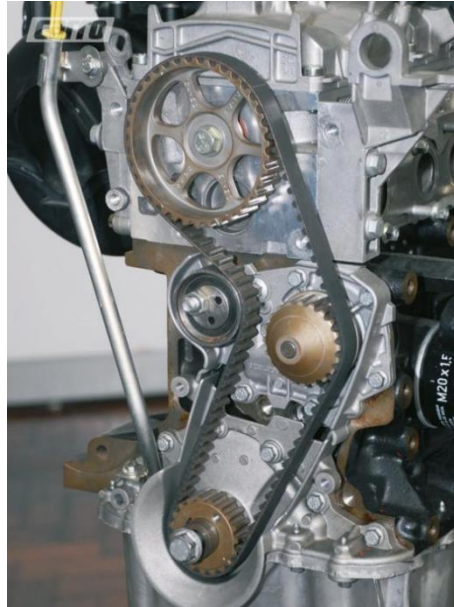


Figura 6- Sistema de Distribuição por Correia Dentada

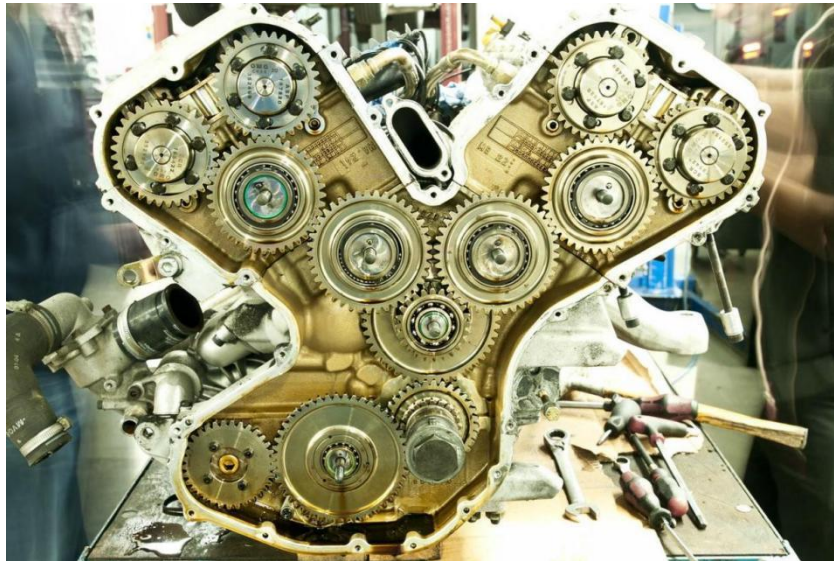


Figura 7- Sistema de Distribuição por Cascata de Engrenagens (Ferrari Enzo)

### 1.1.5. Sistema de embraiagem

A embraiagem é o mecanismo de ligação entre o motor e a caixa de velocidades, cuja única função é o de permitir transmitir a rotação do volante do motor engrenagens da caixa de velocidades, e que por sua vez transfere essa rotação para o diferencial através do eixo.

É constituída, essencialmente, por um disco, um prato de pressão e o rolamento de encosto. O disco de embraiagem (Fig.10) costuma ser em aço, cuja superfície está revestida com um material que gera atrito, o qual é pressionado contra o volante do motor.

A pressão contra o volante do motor é garantida pelo prato de pressão e, tal como o nome indica, pressiona com força suficiente o disco contra o volante do motor, para evitar o deslizar, ou patinar, entre as duas superfícies.

O rolamento de encosto é o que transforma a nossa força sobre o pedal da esquerda, ou seja, o da embraiagem, em pressão necessária para embraiar ou desembraiar.

A embraiagem foi concebida para “sofrer” por nós - é por ela que passam as forças de atrito, vibrações e temperatura (calor), que permitem igualar as rotações entre o volante do motor (ligado a cambota) e ao eixo primário da caixa de velocidades. É ela que garante uma operação

mais fácil e confortável, de importância vital, pelo que não aprecia nada os nossos maus hábitos de uso - apesar de robusta, continua a ser um componente sensível.

No sistema de embraiagem os principais problemas relacionados ou têm a ver com o disco de embraiagem ou com a deterioração, ou rutura, dos elementos que o comandam, como o prato de pressão ou o rolamento de encosto.

No disco de embraiagem os problemas decorrem de um desgaste excessivo ou irregular na sua superfície de contacto, devido ao deslizar ou patinar excessivo entre este eo volante do motor. As causas devem-se ao uso indevido da embraiagem, ou seja, a embraiagem é obrigada a suportar esforços para o qual não foi concebida, o que implica níveis bem superiores de atrito e calor, acelerando a degradação do disco, e em casos mais extremos pode levar até que este perca material.

Os sintomas de desgaste do disco de embraiagem são facilmente verificáveis: Acelerarmos e não se verificar avanço por parte do carro, apesar da subida de rotações do motor; vibrações no momento em que desembraiamos; dificuldade em engrenar uma velocidade; ruídos ao embraiar ou desembraiar.

Estes sintomas revelam ou uma superfície irregular do disco, ou então, um nível de deterioração tão elevado, que este não é capaz de igualar as rotações do volante do motor e da caixa de velocidades, por estar a patinar.

Nos casos do prato de pressão e rolamento do encosto, os problemas advêm de uma conduta mais agressiva ao volante ou simplesmente descuidada. Tal como acontece com o disco de embraiagem, estes componentes estão sujeitos ao calor, vibrações e atrito. As causas para o seu problema advêm de “descansar” o pé esquerdo em cima do pedal da embraiagem, ou manter o automóvel parado em subidas apenas com recurso à embraiagem (ponto de embraiagem).

Como já foi referido, a embraiagem foi feita para sofrer, mas esse “sofrimento” ou desgaste também tem uma forma correta de acontecer. Devemos olhar para ela como um interruptor on/off, mas que precisa de cuidados na operação.

Para obtermos uma boa longevidade da embraiagem devemos ter os seguintes cuidados: O ato de carregar e soltar o pedal da embraiagem deve ser feiro com suavidade; Mudanças de relações nunca devem implicar acelerar o motor durante o processo; evitar reter o automóvel com a embraiagem (ponto de embraiagem) em subidas; Pisar o pedal da embraiagem sempre até ao fundo; Não usar o pedal de embraiagem como descanso, Não arrancar em segunda; Respeitar os limites de carga do veículo.



Figura 8- Componentes do sistema de embraiagem

### 1.1.6. Sistema de válvulas

Num motor de combustão interna são necessárias duas válvulas do motor para que o carro funcione corretamente: a válvula de admissão e a válvula de escape do motor. Ambas são abertas apenas uma vez durante o ciclo de combustão, estão sujeitas a uma pressão extrema e movem-se a grandes velocidades.

A válvula de admissão do motor:

A válvula de admissão do motor tem a missão de extrair a máxima quantidade de ar para dentro do motor. Sempre que esta válvula é aberta, ocorre uma mistura do ar com o combustível, o que faz com que o motor de combustão interna funcione. Tendo em atenção que os filtros do ar e do combustível devem estar em boas condições de utilização, caso contrário existe um maior esforço do motor e um consumo mais elevado de combustível. A mistura de ar e combustível é comprimida por um pistão que se encontra no cilindro do motor e no topo desse mesmo pistão é inflamada uma faísca que é proveniente da vela de ignição, que faz com que o motor comece a trabalhar.

A válvula de escape do motor:

Após a combustão, existem gases acumulados no cilindro do motor que devem ser expelidos e essa é uma tarefa da responsabilidade da válvula de escape do motor. Os gases acumulados no cilindro do motor precisam de ser removidos antes que a válvula de admissão seja novamente aberta. Assim sendo, quando a válvula de admissão se fecha, a válvula de escape do motor é aberta instantaneamente, de modo a permitir que os gases sejam retirados e que o cilindro fique vazio. É por isso que cada cilindro requer duas válvulas de motor, uma de admissão e outra de escape.

## COMO FUNCIONAM NA PRÁTICA AS VÁLVULAS DO MOTOR DE UM CARRO:

A parte inferior de um motor de um carro é chamada de bloco e este contém o eixo da manivela rotativa aos quais estão ligados os pistões. Por seu turno, os pistões movimentam-se para cima e para baixo dentro de cada cilindro, que apresenta um local de abertura na parte superior. A cabeça do cilindro tem portas específicas de entrada e saída de ar e estas contêm válvulas, de admissão e de escape, que abrem e fecham a circulação do ar, sendo controladas pelo comando de válvulas. Quanto maior a quantidade de ar e mais rápida for a sua circulação no interior do motor, maior é a potência que vai ser gerada.



Figura 9- Válvulas

### 1.1.7. A Árvore de Cames

A árvore de cames, também chamada árvore de comando de válvulas, veio de ressaltos ou eixo de comando de válvulas, é um mecanismo destinado a regular a abertura das válvulas num motor de combustão interna. Por vezes refere-se por "árvore de excêntricos", mas esta denominação embora correta, é pouco conhecida e utilizada. A árvore de cames tem uma relação de 1:2 em relação à cambota. Cada duas voltas que a cambota dá, correspondem a uma que a árvore de cames dará. Esta relação de transmissão é comum a todos os motores de 4 tempos, independentemente do número de cilindros, de válvulas e mesmo de árvores de cames, que os motores possam ter.

A árvore de cames consiste num veio cilíndrico no qual estão fixados um conjunto de peças ovaladas, chamadas cames ou ressaltos, uma por válvula a controlar. Este veio tem um conjunto de apoios que asseguram a sua estabilidade durante o movimento rotativo a que é sujeito. A rotação da árvore de cames é controlada pelo movimento da cambota, ou directamente, através de engrenagens, ou indirectamente através de uma corrente chamada "corrente de distribuição". No motor a quatro tempos a árvore de cames roda a metade da velocidade da cambota. No motor a dois tempos no geral não há árvore de comando, uma vez que a entrada e saída de gases do cilindro é feita através de janelas, e não de válvulas. Porém já existiram motores a 2 tempos com válvulas, e o seu comando era feito com a árvore de cames funcionando à mesma velocidade da cambota.

Dependendo da localização da árvore de cames assim esta atua directamente sobre as válvulas, árvore de cames "à cabeça", ou, se estiver localizada lateralmente, através de uma alavanca chamada de balanço.

Alguns motores possuem duas árvores de cames localizadas na cabeça do motor uma para as válvulas de admissão e outra para as válvulas de escape. A esta configuração chama-se DOHC, acrónimo de Double OverHead Cam, já os motores que usam uma árvore simples é denominado SOHC ou somente OHC. Motores em V poderão ter quatro árvores de cames, duas para cada bloco de cilindros. Excepcionalmente motores com 5 válvulas por cilindro poderão ter 3 árvores de cames, pois as 3 válvulas de admissão não estão no mesmo plano (não são paralelas). O momento em que se processa a abertura e fecho das válvulas é vital para o funcionamento correto do motor. Uma desafinação neste processo pode provocar importantes perdas de performance. Os cames que controlam as válvulas de escape e de admissão têm desenhos diferentes sendo o tempo de abertura das válvulas de admissão geralmente superior ao das de escape.

Alguns construtores adaptaram um sistema de distribuição variável, de forma a aumentar a potência e reduzir o consumo dos seus automóveis. O mais conhecido é a Honda, com o seu sistema VTEC que consegue variar a abertura, fase e cruzamento das válvulas, usando uma árvore de cames com 2 cames para cada válvula. Mais recentemente a BMW apresentou o sistema Valvetronic, com variação contínua de abertura das válvulas.

O Honda S2000 possui 240 cv extraídos de um motor de apenas 2 000 cm<sup>3</sup>, o que chegou a ser um recorde de potência específica para um motor atmosférico.

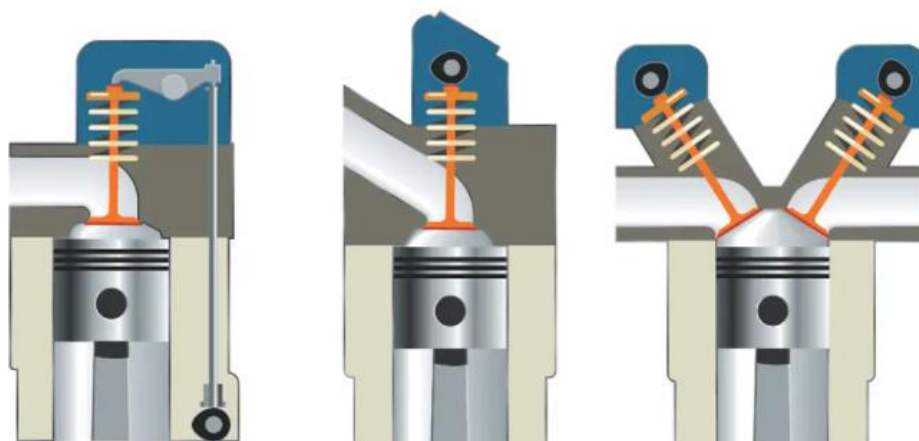


Figura 10- Tipos de configurações de Árvores de Cames

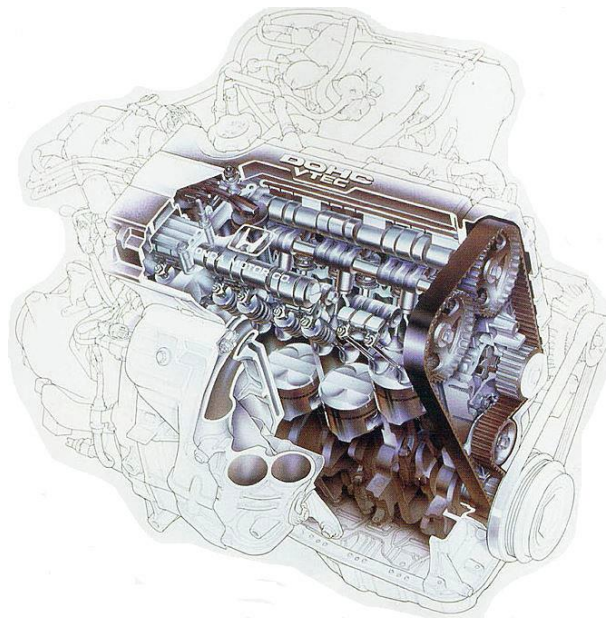


Figura 11- Sistema VTEC

## **1.2. Disciplinas envolvidas**

Materiais e Equipamentos:

- 5004 Serralharia para mecânicos
- 5020 Organização oficial e controlo de qualidade/manutenção de instalações, equipamentos e ferramentas

Mecatrónica Automóvel:

- 5005 Diagnóstico e reparação em sistemas de travagem
- 5007 Diagnóstico e reparação em sistemas de direção/suspensão
- 5013 Motores diagnóstico de avarias/informação técnica

Eletricidade Automóvel:

- 5022 Unidades eletrónicas de comando/sensores e atuadores
- 1609 Sistemas de iluminação e aviso
- 5024 Sistemas de climatização

Inglês:

- Essencial na tradução do resumo bem como na tradução de alguma informação.

Português:



-Fundamental para a realização deste trabalho bem como a revisão ortográfica e a sua boa construção.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo Geral**

O objetivo deste projeto é restaurar um BMW E30, e nesse processo realizar uma mudança de mecânica de um motor 1600 para 1800, dando-lhe assim uma nova vida e uma oportunidade de regressar as estradas.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- A) Desenvolver as capacidades de trabalho em contexto oficial;
- B) Desenvolver as capacidades de trabalho em equipa;
- C) Desenvolver as capacidades de desenvolver ideias em contexto de trabalho de grupo;
- D) Aplicar os conhecimentos adquiridos no curso, para realizar o trabalho de revisão do motor e da mecânica em geral do automóvel;
- E) Aumentar ligeiramente a potência do automóvel;
- F) Aplicar os conhecimentos adquiridos para realizar a aplicação de uma mecânica diferente no automóvel;
- G) Aplicar os conhecimentos adquiridos para realizar algum trabalho de chapa no automóvel.

## 2. Cronograma

**Cronograma para realização do projeto PAP (Prova de Aptidão Profissional)**

Tarefas	2021										2022					
	Sem ma	Sem ab	Sem ma	Sem jun	Sem jul	Sem ago	Sem set	Sem out	Sem nov	Sem dez	Sem jan	Sem fev	Sem mar	Sem ab	Sem mai	Sem jun
Discussão do tema	■	■	■	■												
Adquirir Veículo B			■													
Pintar veículo			■	■												
Desmontagem exterior					■											
Desmontagem interior					■											
Remoção motor								■	■							
Entrega do anteprojecto								■	■							
Compra motor								■								
Reparação do motor								■	■							
Lixar o cofre e pintar											■	■				
Revisão motor								■	■							
Montagem motor								■								
Montagem exterior											■	■				
Montagem interior											■	■				
Entrega relatório PAP															■	■
Defesa da PAP															■	■

## 3. Desenvolvimento da PAP

### 3.1.1. Remoção do motor

Iniciei o nosso projeto por retirar o motor e caixa do BMW, para isso utilizei um sistema de cadernal de correntes, e um cinto de segurança para segurar o motor.



Figura 12- Remoção do motor e caixa

### 3.1.2 Inspeção exterior do motor e da caixa

Já com o motor e a caixa retirada, procedi a uma inspeção visual do novo motor para verificar que o motor e caixa não se encontram danificados exteriormente ou com fugas.



Figura 13- Inspeção do Motor e Caixa

### 3.1.3 Remoção da Tampa de válvulas

Procedi a remoção da tampa de válvulas do novo motor para ter uma ideia do estado da árvore de cames e dos martelos.



Figura 14- Remoção da Tampa de Válvulas

### 3.1.4 Desmontagem e montagem do motor

Comecei por retirar os acessórios do motor, em seguida retiramos a tampa frontal, onde se pode ver a corrente de distribuição.

Depois efetuei a remoção da cabeça do motor, e foi verificado o estado da mesma (foi visto se não tinha empeno, o estado das válvulas, da árvore de cames, dos martelos etc.), com a cabeça retirada também é possível ver o estado do topo do bloco, onde podemos observar a coroa dos pistões.

Em seguida desmontamos a parte inferior do motor (cárter e bomba de óleo), verificamos a bomba de óleo e retiramos a cambota, os pistões e as bielas.

Verificamos que o bloco se encontrava em bom estado, só necessitava de relas novas e que as camisas se encontravam em bom estado.

Montamos as relas novas.

Depois de todas as peças devidamente limpas, começamos a montagem por montar a cambota com bronzes novos, os bronzes das bielas também são novos, os pistões também foram montados com segmentos novos, com a sua devidas folgas. Em seguida montamos a bomba de óleo e o cárter.

Na parte de superior do motor montamos a cabeça com juntas novas.

Na parte da frente do motor foi mudada a bomba de água.



Figura 15- Topo do Bloco



Figura 16- Cabeça do Motor



Figura 17- Pistões e Bielas



Figura 18- Camisa do Motor

### 3.1.5 Pintura do motor

Para finalizarmos a parte de motor, lixamos e desgorduramos o motor, e pintamos o bloco e o cárter de preto, utilizando tinta própria anti calorífica e anti óleo.



Figura 19- Bloco do Motor

### 3.2. Pintura do cofre

Começamos por lixar o cofre do motor com lixa 800 e depois passamos a lixa 1200, também foi necessária a ajuda de um berbequim elétrico com um acessório de escova de aço para remover alguma ferrugem nos sítios mais críticos.

Em seguida aplicamos spray de galvanizado por toda a chapa que se encontrava descoberta (sem tinta) para a mesma na enferrujar de novo.

Deixando secar o spray galvanizado aplicamos tinta ao cofre, usando uma pistola de pintar a ar comprimido, e um compressor.



Figura 20- Cofre do Motor Lixado



Figura 21- Cofre do Motor Galvanizado



Figura 22- Cofre do Motor Pintado



### 3.3. Facear Cabeça e limpeza de válvulas.

Depois de removida a cabeça do motor procedi á remoção dos martelos e das válvulas.

Depois de removidas as válvulas procedi á limpeza das mesmas, em seguida foi faceada toda a parte inferior da mesma (base que está em contacto com a topo do bloco).



Figura 23- Remoção das Válvulas



Figura 24- Válvulas



Figura 23- Cabeça faceada e Válvulas instaladas



### **3.4 Desmontagem do exterior**

Começamos por desmontar os painéis laterais frontais, as portas, capô, mala, óticas e grelhas.

### **3.5. Pintura do exterior**

Começamos por preparar o exterior (lixando), usando vários graus de lixa, em seguida o carro foi enviado para o pintor para efetuar a pintura.

### **3.6. Desmontagem do interior**

Comecei por desmontar o interior todo, retirando o tablier, os bancos, as forras das portas, a alcatifa, o isolamento etc., infelizmente durante o processo descobrimos que o chão se encontrava em grande grau de oxidação. Visto que o nível de oxidação era demasiado avançado ao ponto de ser possível visionar o exterior, tivemos de proceder há remoção dessas zonas de

chapa com uma rebarbadora e voltamos a soldar nova chapa com uma máquina de soldar a MIG.  
Depois disto feito, o interior foi enviado para o estofador.



Figura 24- Chão Oxidado



Figura 25- Remoção da chapa Oxidada



Figura 26- Reparação Chão



Figura 27- Reparação Chão

### **3.7. Montagem do exterior**

Depois de toda a carroçaria, portas, capô, mala e painéis se encontrarem pintados, iniciamos a montagem do exterior do automóvel.

Começamos o processo por montar os painéis exterior, em seguida as portas, o capô e a mala. Em seguida iniciamos a montagem das óticas da frente e dos faróis traseiros e por fim procedemos á montagem dos frisos.

### **3.8. Montagem das jantes novas**

Foram adquiridas quatro novas jantes para substituir as de origem do automóvel.



Figura 28- Jantes Novas

#### **4. Dificuldades encontradas**

- Como já previsto tivemos as nossas dificuldades durante a realização deste projeto, visto que é um carro da década de 80s e já começava a demonstrar a sua idade.
- Devido a sua idade muitas dos componentes de ferro, incluindo parafusos estavam oxidados, e isso dificultou a desmontagem do carro.
- Quando retiramos a carpete e o isolamento do chão, deparamo-nos com o chão oxidado em alguma parte, que teria de ser removido.
- Com a montagem do novo motor, tivemos o problema da falta de combustível, aos injetores, devido a uma bomba de combustível danificada.
- Durante a desmontagem dos frisos, partiram-se algumas molas.
- Durante a remoção do vidro, visto que ainda era de origem durante a sua remoção acabei por danificá-lo.



## 5. Orçamento

Atividade	Horas de trabalho	Taxa por hora	Custo de trabalho	Custo de material	Outros custos	Custo total
Remoção interior	2	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Pintura viatura	14	35,00 €	490,00 €	150,00 €	50,00 €	725,00 €
Estofador	12	30,00 €	360,00 €	150,00 €	20,00 €	560,00 €
Remoção motor	2					0,00 €
Reparação motor	5			350,00 €		350,00 €
Montagem exterior	3			600,00 €		600,00 €
Montagem motor	2					0,00 €
Reparação chão	4	50,00 €	200,00 €	70,00 €		320,00 €
Lixar cofre	4			30,00 €		30,00 €
Pintura bloco	2			15,00 €	8,00 €	23,00 €
Tratamento cofre	4			8,00 €		8,00 €
Pintura cofre	4			15,00 €		15,00 €
Montagem interior	8					0,00 €
Substituição jantes	1			400,00 €		400,00 €
Montagem elétrica	3					0,00 €
Montagem acessórios	4					0,00 €
<b>Total</b>	<b>74</b>	<b>115,00 €</b>	<b>1.050,00 €</b>	<b>1.788,00 €</b>	<b>78,00 €</b>	<b>3.031,00 €</b>

## **6. Competências gerais adquiridas e/ou desenvolvidas**

Esta experiência permitiu melhorar as nossas capacidades de trabalhar em equipa num contexto oficial. Também foram melhoradas as nossas capacidades de mecânica geral, de bate-chapas e de preparação de chapa para pintura.

## **7. Sugestões**

Aplicação de uma caixa de direção assistida.

Conversão do sistema de travagem traseiro de tambor para disco.

Aplicação de discos ventilados na travagem frontal.

Melhoramento do sistema de suspensão.

## 8. Conclusão

Com a conclusão deste relatório do projeto da Prova de Aptidão Profissional, é possível afirmar que os objetivos definidos foram todos cumpridos, apesar dos contratemplos, foram todos superados. A opinião e ajuda solicitada dos vários professores e colegas foi de extrema importância para a melhoria das ideias a concretizar. Na realização desta Prova de Aptidão Profissional de mecatrónica automóvel foram aplicados todos os conhecimentos obtidos ao longo dos três anos da formação escolar e formação em contexto de trabalho do Curso Profissional de Mecatrónica Automóvel.

Todos os prazos e requisitos do projeto e relatório foram cumpridos. A autoavaliação realizada é muito positiva para todos os formandos, pois foram superados todos os objetivos propostos e este projeto que permitiu a evolução dos conhecimentos adquiridos e demonstrados por ambos.

A execução do projeto da prova de aptidão Profissional envolveu um grande esforço e dedicação. Para além das competências técnicas e diversas capacidades que o trabalho exigiu, penso que foi benéfico para mim a nível profissional e a nível social.

## 8. ANEXOS



Figura 30- Tinta utilizada na pintura do bloco



Figura 29- Berbequim Elétrico

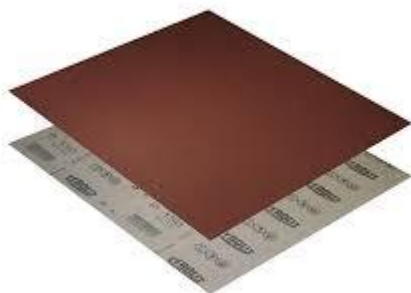


Figura 32- Lixa



Figura 31- Aparelho de Soldar



Figura 34- Sistema de Cadernal de Correntes



Figura 33- Escova de aço para berbequim



Figura 36- Rebarbadora elétrica



Figura 35- Pistola de Pintura



Figura 37- Compressor de ar comprimido



Figura 38- Chaves de roquete



Figura 39- Jogo Chaves Boca e Estria

## 10. Referências

Manual de serviço BMW Série 3 E30

Website da Razão Automóvel ([www.razaoautomovel.com](http://www.razaoautomovel.com))

Wikipédia