

CENTRO UNIVERSITARIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ
MARLON GABRIEL DUARTE

COMPARATIVO DE DESEMPENHO E CONSUMO NA UTILIZAÇÃO DE DIESEL
S-500 E DIESEL S-10 EM MOTORES CICLO DIESEL

CASCADEL - PR
2018

CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ
MARLON GABRIEL DUARTE

**COMPARATIVO DE DESEMPENHO E CONSUMO NA UTILIZAÇÃO DE DIESEL
S-500 E DIESEL S-10 EM MOTORES CICLO DIESEL**

Trabalho apresentado na disciplina e Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de Engenharia Mecânica, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Professor Orientador Mestre Engenheiro
Mecânico: Eliseu Avelino Zanella Junior

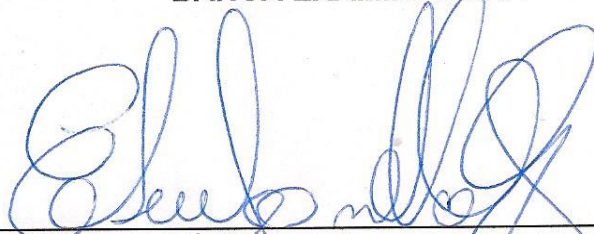
CASCADEL - PR
2018

CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ
MARLON GABRIEL DUARTE

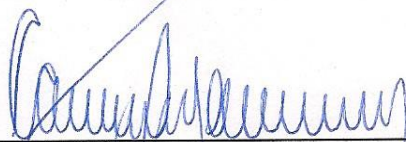
COMPARATIVO DE DESEMPENHO E CONSUMO NA UTILIZAÇÃO DE
DIESEL S-500 E DIESEL S-10 EM MOTORES CICLO DIESEL

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Mecânica, da FAG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob orientação do Professor Eliseu Avelino Zanella Junior.

BANCA EXAMINADORA



Orientador Prof^a. Mestre Eliseu Avelino Zanella Junior
Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz – FAG
Engenheiro Mecânico



Professor Carlos Eduardo Goulart Ferreira
Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz – FAG
Engenheiro Mecânico



Prof^a. Mestre Rosemar Cristiane Dal Ponte
Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz – FAG

Cascavel, 05 de dezembro de 2018

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus e minha família, fontes da minha motivação para chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, que permitiu que todas as barreiras fossem ultrapassadas e meus objetivos fossem alcançados.

Agradeço a minha família por todo apoio, amor, compreensão e contribuição para minha formação pessoal e acadêmica.

A minha namorada que sempre me incentivou, me compreendeu e me apoiou em todos os momentos.

Ao meu professor e orientador Eliseu Avelino Zanella Junior, por toda dedicação e compreensão, que com suas críticas e elogios permitiram a realização desse trabalho.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para a realização desse trabalho.

OBRIGADO.

RESUMO

O estudo contínuo na utilização de automóveis faz com que novas tecnologias sejam criadas buscando reduzir ao máximo o nível de poluição gerada pela queima dos gases de combustão dos veículos, porém veículos já existentes nas ruas, com maior tempo de utilização, acabam se tornando mais difíceis de buscar formas de adaptar-se. Visando este fator, o objetivo do trabalho é comparar o desempenho e consumo dos combustíveis Diesel S-500 e S-10, sabendo que ambos estão disponíveis no mercado e tem alta aceitação para veículos com fabricação abaixo de 2012. Os testes foram realizados em um caminhão da marca Volkswagen, modelo 8.150, ano/modelo 2003/2003 na empresa Injediesel Power Chip e Bombas Injetoras, localizada em Cascavel - PR. Foram coletados 15 litros de Diesel S-500 e 15 litros de Diesel S-10, os mesmos foram testados a uma distância de 5 km em três rotações diferentes, sendo elas 1500 rpm, 1750 rpm e 2000 rpm. Conclui-se que o diesel S-500 apresentou melhor custo benefício pela sua capacidade de autonomia ser melhor quando comparado com a do Diesel S-10 e o seu preço ser mais baixo. Verificou-se também que o diesel S-10 apresentou maior vantagem sobre o diesel S-500 por proporcionar ao veículo 3 CV a mais de potência (ganho de 3,5%) e proporcionar 1 kgm de torque a mais em relação ao S-500, representando um ganho de praticamente 2,5%. O ganho de potência e torque proporcionados pelo diesel S-10 pode ser caracterizado pelo seu maior consumo durante os testes.

PALAVRAS CHAVES: Economia; Veículo; Custo; Rotação.

ABSTRACT

The continued study about automobiles makes that news technologies has been created, thinking about reduced of pollution caused by the burning of vehicle gases. However, vehicles that already exists on the streets, with longer time using, become more difficult to find a way to adapt. Aiming this fact, the purpose of this work is to compare performance and consumption of fuels Diesel S-500 and Diesel S-10, knowing that both are available at market and have high acceptance for vehicles with fabrication below 2012. The test was made in a Volkswagen truck, model 8.150, year/model 2003/2003 in a company called Injediessel Power Chip and Injection pumps, located in Cascavel – Paraná. It was collected 15 liters of S-500 diesel and S-10 diesel, both was tested at a distance of 5 km in three different rotations, being them 1500 rpm, 1750 rpm and 2000 rpm. Concludes that S-500 diesel presented better cost benefit because of its capacity of autonomy are better than S-10 diesel and its cost is lower, was also checked that S-10 diesel presented the biggest advantage over the S-500 diesel because it gives the vehicle 3 CV more power (gain of 3,5%) and 1 kgm of torque more than the S-500, representing a gain of almost 2.5%. The power and torque gain provided by the S-10 diesel can be characterized by its higher consumption during tests

KEYWORD: Economy; Vehicle; Cost; Rotation.

LISTA DE FIGURAS

Figura1 – Ciclos de um motor Diesel	21
Figura2 – Diagramas do Ciclo Diesel	21
Figura 3 – Sistema pistão-biela-manivela.....	23
Figura 4 – Freio de Prony.....	24
Figura 5 – Recipientes com combustíveis para realização dos testes.	35
Figura 6 – Suporte para o recipiente contendo combustível.	36
Figura 7 – Mangueiras externas de sucção e retorno.	36
Figura 8 – Caminhão posicionado no dinamômetro.	37
Figura 9 – Diesel S-500 em teste.	38
Figura 10 – Limpeza do sistema	40
Figura 11 – Substituição do filtro de combustível.	40
Figura 12 – Diesel S-10 em teste.	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Efeitos Nocivos dos Principais Poluentes Veiculares	16
Tabela 2 – Diagrama de classificação das Máquinas Térmicas	19
Tabela 3 – Composição de um óleo diesel.....	30
Tabela 4 – Temperatura dos combustíveis antes e após os ensaios.....	43
Tabela 5 – Quantidade de combustível consumido nos ensaios.....	44
Tabela 6 – Potência e torque máximos.	45
Tabela 7 – Comparativo de custos entre os combustíveis.	46
Tabela 8 – Comparativo econômico para um caso específico	47

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Relação de Potência (CV).....	23
Equação 2 – Relação de Potência (HP).....	24
Equação 3 – Relação de Potência para Freio Prony.....	25
Equação 4 – Potência Indicada.....	25
Equação 5 – Calor da combustão	26
Equação 6 – Eficiência Térmica	26
Equação 7 – Eficiência Efetiva	26
Equação 8 – Eficiência Mecânica.....	26
Equação 9 – Relação combustível-ar.....	27
Equação 10 – Potência Efetiva	27
Equação 11 – Relação para o Torque.....	27
Equação 12 – Consumo específico	28
Equação 13 – Massa de combustível na medição volumétrica	28
Equação 14 – Massa de combustível na medição gravimétrica.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS

°C – Graus Celsius;

EUA – Estados Unidos da América;

Km – Quilometro;

Km/h – Quilometro por hora;

MBT – *Minimum for Best torque* (Mínimo para melhorar o torque);

ML – Mililitro;

PME – Pressão média efetiva;

PMI – Ponto morto inferior;

PMS – Ponto morto superior;

RPM – Rotação por minuto;

SI – *Sport Injection* (injeção esportiva);

UCE – Unidade de comando eletrônico;

VC – Volume do cilindro;

VD – Volume deslocado.

CV – Cavalo-vapor;

Kgm – Quilograma metro;

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS	15
1.1.1 Objetivo geral	15
1.1.2 Objetivos específicos.....	15
1.2 JUSTIFICATIVA	16
1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1 CONTEXTO	18
2.2 CICLO DIESEL.....	20
2.3 CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO	22
2.3.1 Momento de força, binário ou Torque (T)	22
2.3.2 Potência Efetiva (Ne).....	25
2.3.3 Potência Indicada (Ni)	25
2.3.4 Eficiência de um Motor	26
2.4 CARACTERÍSTICAS DE CONSUMO	27
2.4.1 Consumo específico (Ce)	28
2.5 DIESEL S500	29
2.6 DIESEL S-10	31
2.7 EURO 5	32
3 METODOLOGIA	34
3.1 TIPO DE ESTUDO E LOCAL DE TESTE.....	34
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	34
3.2.1 Diesel S-500 e Diesel S-10	34
3.3 TESTES REALIZADOS.....	35
3.3.1 Teste com Diesel S-500	38
3.3.2 Teste com Diesel S-10	39
3.3.3 Verificação de consumo e desempenho.....	42
3.4 ESTUDOS DE CUSTOS DE CONSUMO DE COMBUSTÍVEL.....	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	43
4.1 TEMPERATURA DOS COMBUSTÍVEIS ANTES E APÓS OS ENSAIOS	43
4.2 RESULTADOS DOS ENSAIOS REALIZADOS NO DINAMÔMETRO	43
4.3 COMPARATIVO DE CUSTO PARA OS ENSAIOS.....	46

4.4 COMPARATIVO DE CUSTO PARA UM CASO ESPECÍFICO	46
5 CONCLUSÃO	48
6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
ANEXO 1 - Aferição do conotagógrafo.....	52
ANEXO 2 – Resultados obtidos	53

1 INTRODUÇÃO

Um dos parâmetros do avanço tecnológico mundial se dá através do desenvolvimento de automóveis, este avanço vem crescendo exponencialmente no mundo todo, e conseqüentemente, o aumento das emissões de gases poluentes produzidos pelos veículos. Progressivamente, novas tecnologias são desenvolvidas para a redução destes poluentes liberados para a atmosfera, porém, é necessário investimentos relativamente altos, para se adequar a cada nova mudança, e isso gera um atraso para que novas normas se instalem completamente.

Segundo IBGE (2016), a frota de veículos, contabilizando caminhões, caminhonetes, e automóveis em geral, é de 63.915.300 no Brasil. Este número, como comentado, tende a crescer cada vez mais. Por isso, a utilização de tecnologias que reduzam a emissão de gases poluentes ao meio ambiente é de extrema importância.

No início da década de 1990, a conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, debateu arduamente sobre a questão da emissão de poluentes. Mais tarde, em 1997 foi realizado o compromisso, envolvendo 39 países, sobre a redução da emissão de GHG (*Green House Gases*), que foi-se denominada o Protocolo de Kioto (HILGEMBERG, 2006).

Outro programa responsável pelo controle da emissão de gases poluentes através de veículos é o PROCONVE (Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores), onde seu principal objetivo é reduzir o nível de emissão de gases poluentes na atmosfera. Ainda, este programa é conduzido pelo CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), desde 1986. Este programa, PROCONVE, vem sendo otimizado ao decorrer dos anos, mas recebe o “apelido” de Euro. A atualização mais recente, foi a Euro 5, uma referência a legislação Européia que cumpre o papel de regulamentar a emissão de gases poluentes (FROTAS, 2011).

Segundo Frotas (2011), o compromisso da Euro 5 é reduzir em cerca de 60% as emissões de Óxido de Nitrogênio (NOx) e em até 80% a emissão de partículas promovidas pelos atuais modelos com a tecnologia Euro 3.

O sistema imposto pela norma Euro 5 inclui, em veículos rodoviários como caminhões, um tanque para o aditivo Agente Redutor Líquido Automotivo a 32% (ARLA 32), uma bomba de sucção, uma unidade injetora e um catalisador. O ARLA

32 é uma solução de 32,5% de ureia em água desmineralizada, é injetada no sistema de escape por onde passam os gases provenientes da combustão (PEREIRA, 2011). O autor ainda retrata que ao ser misturada aos gases de escape em alta temperatura, a ureia se transforma em amônia. No catalisador, reage com o poluente Óxido de Nitrogênio, transformando-os em inofensivos.

A norma Euro 5 tem uma fase, que estabelece a utilização do Diesel S-10 para veículos rodoviários com motor Ciclo Diesel. O Diesel S-10, já vem sendo utilizado na Europa há alguns anos, porém no Brasil, começou a ser vendido em 2013 com a proclamação da Euro 5. Este combustível tem a função de emitir menos enxofre para a atmosfera, em comparação com o Diesel S-500 utilizado na norma Euro 3 do Brasil. Juntamente com a utilização do Diesel S-10, de coloração mais clara, tornou-se obrigatório a utilização de um corante no Diesel comum (S500), para diferenciá-lo do menos poluente (AUTOMOTIVA, 2017). O autor ainda ressalta a necessidade do uso de Diesel de alta qualidade nos motores enquadrados na norma Euro 5. Pois esta norma é resultado de anos de pesquisa e de programas de redução de poluentes por motores Diesel.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Comparar o desempenho e consumo de motores ciclo Diesel, utilizando combustível Diesel S-500 e S-10.

1.1.2 Objetivos específicos

- Analisar o funcionamento de motores ciclo Diesel;
- Determinar as principais características dos combustíveis S-500 e S-10;
- Analisar o consumo da utilização dos combustíveis S-500 e S-10;
- Analisar o desempenho do motor na utilização dos combustíveis S-500 e S-10;
- Analisar o custo-benefício entre a utilização dos combustíveis S-500 e S-10;

1.2 JUSTIFICATIVA

Geralmente, as pessoas associam poluição com fumaça devido à circulação de veículos em grandes centros urbanos. Porém, existe meios onde a emissão de gases poluentes se dá de forma imperceptível ao olho humano. O transporte de pessoas e mercadorias se faz cada vez mais necessário, porém, este transporte está sempre associado à emissão de gases poluentes ao ambiente.

A Tabela 1 retrata os Efeitos nocivos dos principais poluentes veiculares locais:

Tabela 1 – Efeitos Nocivos dos Principais Poluentes Veiculares

POLUENTE	IMPACTO
Monóxido de carbono (CO)	Atua no sangue reduzindo sua oxigenação, podendo causar morte após determinado período de exposição
Óxidos de nitrogênio (NOx)	Formação de dióxido de nitrogênio e na formação do <i>smog</i> fotoquímico e chuva ácida. É um precursor do ozônio
Hidrocarbonetos (HC)	Combustíveis não queimados ou parcialmente queimados, formam o <i>smog</i> e compostos cancerígenos. É um precursor do ozônio
Material particulado (MP)	Pode penetrar nas defesas do organismo, atingir os alvéolos pulmonares e causar irritações, asma, bronquite e câncer de pulmão. Sujeira e degradação de imóveis próximos aos corredores de transporte
Dióxido de enxofre (SOx)	Precursor do ozônio, formando a chuva ácida e degradando vegetação e imóveis, além de provocar uma série de problemas de saúde

Fonte: IPEA (2011, p. 20).

Segundo Carvalho (2011), há cerca de 3 mil mortes por ano na Região Metropolitana de São Paulo, que estão relacionadas à poluição do ar, representando um custo anual de R\$1,5 bilhão para a cidade, somando com o tratamento de cerca de 200 outras doenças associadas. Ainda, Carvalho (2011) diz que pelo menos 25, das 35 estações de monitoramento da qualidade do ar, instaladas em São Paulo, ultrapassaram os níveis máximos de concentração de poluentes, desde 2007.

1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Limitando-se ao comparativo de desempenho e consumo, em motores ciclo Diesel utilizando como combustível o Diesel S-10 e o Diesel S-500, esta pesquisa procura demonstrar ao leitor ou pesquisador, qual o tipo de combustível aceitável no motor a diesel de seu veículo, que possui melhor custo benefício em relação ao seu uso.

O comparativo no desempenho e consumo em motores ciclo Diesel, utilizando o Diesel S-500 e o Diesel S-10 será realizado em um caminhão da marca Volkswagen, modelo 8.150, ano de fabricação 2003, equipado com motor MWM 4.10 TCA, bomba injetora Bosch rotativa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONTEXTO

Até o início de 1800 acreditava-se que o calor era um fluido chamado calórico contido em todos os objetos. Acreditava-se também que os objetos quentes possuíam mais fluidos calóricos do que objetos frios (VARELLA, 2003). Porém, esta teoria foi muito criticada logo após sua introdução. A crítica se referia à sustentação de que o calor não podia ser criado ou destruído (ÇENGEL, 2009).

O conceito de Calor como uma forma de energia surgiu na metade do século XIX, devido ao desenvolvimento da teoria cinética, que entende as moléculas como pequenas bolas em movimento e que possuem, portanto, energia cinética (ÇENGEL, 2009).

Usamos as máquinas térmicas para facilitar nossa vida, para nos movimentarmos e para produzir serviços. Uma importante máquina térmica é o Motor de Combustão Interna, disseminado por inúmeras utilizações, das quais, a mais importante é a ser fonte de potência para locomoção de veículos (MARTINS, 2011).

A energia pode ser transferida para uma dada massa através de dois mecanismos: Transferência de Calor Q e trabalho W . Ainda, Çengel (2009) retrata que equipamentos que se valem da transferência de calor, como trocadores de calor, caldeiras, máquinas térmicas, etc., são projetadas principalmente com base na análise de transferência de calor.

Máquinas térmicas são dispositivos que permitem transformar calor em trabalho. O Calor pode ser obtido de diferentes fontes: combustão, energia elétrica, energia atômica, etc. (BRUNETTI, 2016).

O motor de combustão interna (a pistão) foi inventado no século XIX e foi uma das invenções que gerou mais impacto na sociedade e no nível de vida das pessoas, segundo Martins (2011).

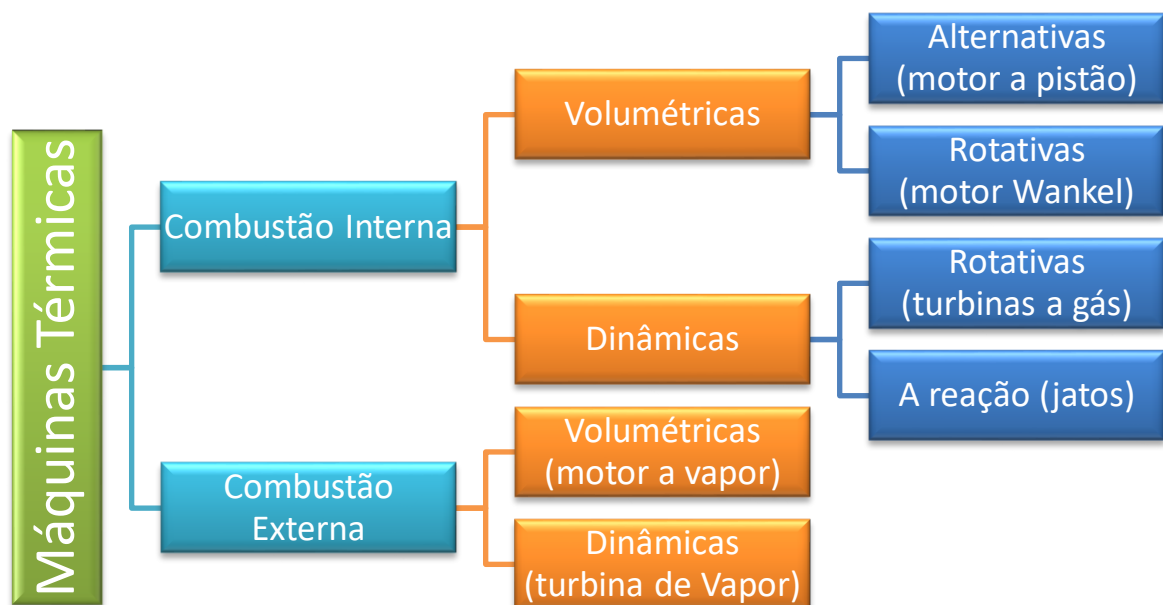
Pode-se dizer que o motor de combustão interna teve início com a invenção das armas de fogo, pois nestas a energia térmica da explosão transformava-se em trabalho, diz Martins (2011). Ainda, o autor diz que as primeiras tentativas para realizar trabalhos útil usando combustível, tiveram seu lugar na segunda metade do

século XVII, usando a explosão da pólvora para elevar um pistão dentro de um cilindro.

Brunetti (2016) relata algumas classificações para os motores: Podem ser com mistura ar mais combustível, sendo o combustível a gasolina (Ciclo Otto) ou combustível Diesel (Ciclo Diesel). Sobre a ignição, o autor apresenta duas características: com centelha (Ciclo Otto) e por compressão (Ciclo Diesel). Temos ainda a classificação do trabalho do ciclo em dois tempos e quatro tempos.

Martins (2011) apresenta um diagrama sobre as variações e classificações das máquinas térmicas:

Tabela 2 – Diagrama de classificação das Máquinas Térmicas



Fonte: MARTINS (2016, p.2).

Se o combustível for queimado no seio do fluido motor, a máquina denomina-se por combustão interna. Neste caso, o fluido é geralmente uma mistura de ar mais combustível que vai promover a expansão através da transferência de calor, em um local apropriado (dentro do motor) (MARTINS, 2011).

2.2 CICLO DIESEL

O motor de combustão interna aproveita o aumento de pressão resultante da combustão da mistura ar-combustível para gerar um movimento de rotação no eixo do motor. Este, é constituído por cilindros, dentro dos quais deslizam pistões ligados a uma manivela através da biela. Com o movimento de rotação do eixo, os pistões iniciam seu movimento alternativo, promovendo assim os chamados tempos do motor: admissão, compressão, expansão e exaustão.

Rudolf Diesel, em 1900, apresentou ao público sua fantástica invenção: um protótipo de motor de ignição por compressão. Fez funcionar seu motor com óleo de amendoim, durante algumas horas, nos vários momentos de demonstração (TILLMANN, 2013). Ainda segundo o autor, o motor Diesel, “motor de ignição por compressão” começou a efetivamente ser produzido após a Segunda Guerra Mundial. Recebeu o nome de Motor Diesel, como uma referência ao seu criador.

Tillmann (2003), diz que o Motor Diesel foi lançado comercialmente, funcionando com óleo cru, isto é, petróleo simplesmente filtrado.

A diferença básica entre um ciclo Diesel e um ciclo Otto, é que no Diesel, não há presença da centelha de ignição. Ou seja, a expansão do combustível se dá pela compressão da mistura ar-combustível. Já no ciclo Otto, além da compressão da mistura, ocorre o acionamento de uma centelha de ignição, promovendo assim a expansão dos gases.

No ciclo Diesel, o calor é transferido ao fluido de trabalho à pressão constante. Esse processo corresponde à injeção e queima de combustível. Como o gás expande durante a transferência de calor no ciclo-padrão a ar, a transferência de calor deve ser apenas o suficiente para manter a pressão constante. (VAN VYLEN, 2003).

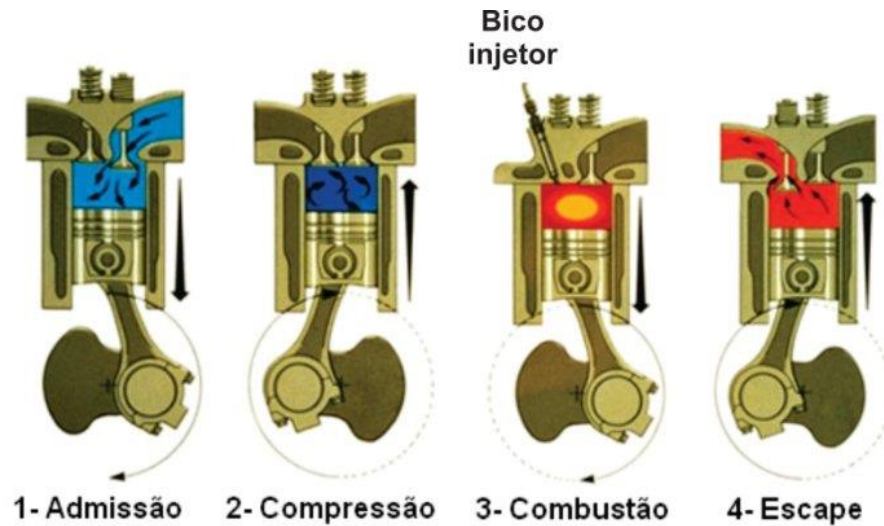
Este tipo de motor utiliza-se na quase totalidade dos veículos rodoviários pesados, em navios e em algumas instalações estacionárias.

No âmbito dos gases poluentes, trata-se de um motor menos poluente quando comparado com o motor Ciclo Otto, que utiliza gasolina como combustível. Porém, o fato de produzir partículas (fumos) e os NOx, não poderem ser eliminados eficazmente por sistemas catalíticos no escape, têm obrigado a ocorrência de grandes investimentos em desenvolvimento.

O ciclo de um motor a diesel pode ser visualizado na Figura 1 a seguir. O estado um se dá a admissão do ar. No estado 2, há o início da compressão do ar, que posteriormente será misturado com o combustível através do bico injetor,

ocasionando assim a combustão (expansão). No estado 4, há o escape, ou seja, a exaustão dos gases quentes para se promover uma nova admissão.

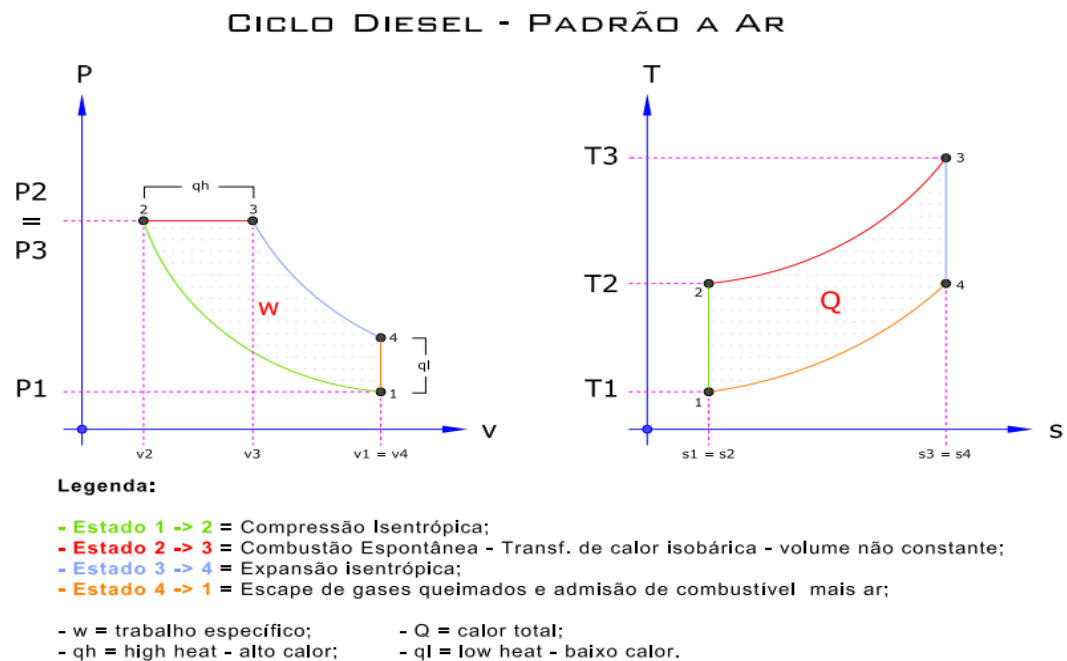
Figura1 – Ciclos de um motor Diesel



Fonte: COUTINHO (2016).

O ciclo térmico de um motor Diesel pode ser descrito como segue a Figura 2:

Figura2 – Diagramas do Ciclo Diesel



Fonte: GUIMARÃES (2017)

2.3 CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO

Para o estudo experimental dos motores de combustão interna, onde busca-se conhecer as características de desempenho para o dimensionamento ou para melhorar sua eficiência, são utilizados um conjunto de propriedades, que fornecem informações relevantes para os estudos, e também podem gerar curvas que caracterizam os motores individualmente (BRUNETTI, 2012).

A especificação de um motor é geralmente dada pelos valores de potência e binário máximo. Em outras palavras, o binário mostra o trabalho produzido, enquanto que a potência especifica a taxa que este trabalho é produzido (MARTINS, 2011). Ainda, o autor destaca mais outros dois parâmetros importantes que nos dão a maneira de como o combustível é transformado em trabalho. Que são o rendimento total e o consumo específico.

Martins (2011) diz que a relação entre o consumo específico e o rendimento total mostram a eficiência da conversão de energia num motor. Como combustíveis diferentes têm valores de calor específico diferentes, não se pode comparar, por exemplo, os valores de um motor a gasolina e um motor que utiliza Diesel.

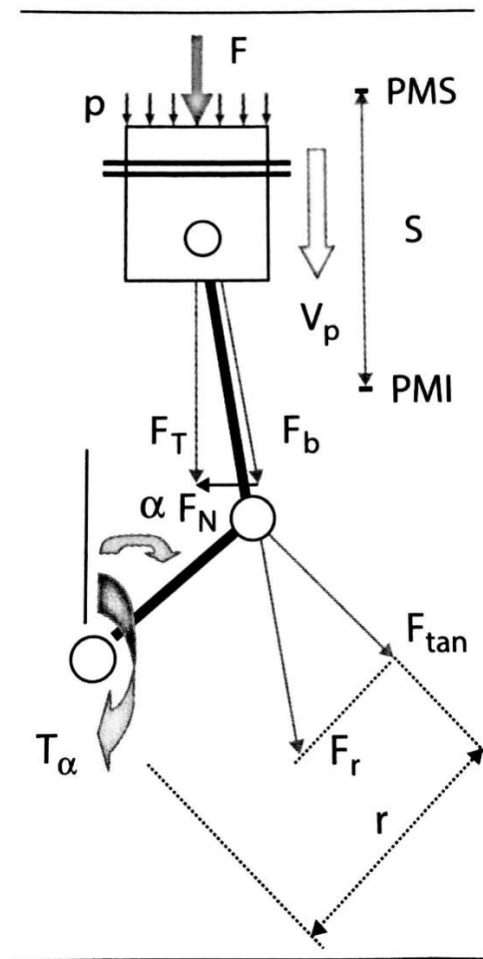
2.3.1 Momento de força, binário ou Torque (T)

A Figura 3 mostra o sistema pistão-biela-manivela de um motor alternativo formando o mecanismo responsável pelo estabelecimento de um momento torsor em seu eixo de manivelas, comporta por F_r e pela força normal F_n (BRUNETTI, 2012).

A força F resultante no pistão, composta pela pressão da combustão, transmite à biela através de F_r e F_n , e desta à manivela, dando origem a uma força tangencial F_{tan} e conseqüentemente a um momento instantâneo no eixo do motor.

Brunetti (2012) ainda explica que apesar do braço r ser fixo, o momento no eixo do motor varia com o ângulo α , medido a partir da posição em que a biela e a manivela estão alinhadas, gerando o menor volume entre a cabeça do pistão e o cabeçote. Desta forma, estabelece o denominado PMS (Ponto Morto Superior). Com o motor em funcionamento, obtém-se um momento torsor médio positivo, popularmente denominado torque.

Figura 3 – Sistema pistão-biela-manivela



Fonte: BRUNETTI (2012, p.159)

Para medir o torque em uma dada rotação, é necessário impor ao eixo um momento externo resistente de mesmo valor que o produzido pelo motor. Esse efeito pode ser obtido com o uso de um freio popularmente denominado freio dinamométrico, ou simplesmente dinamômetro (BRUNETTI, 2012).

O torque pode ser obtido pela seguinte relação:

$$N_{cv} = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{60 \cdot 75} \quad (1)$$

Onde:

N_{cv} : Potência (kg·m/s);

n : Rotação (RPM);

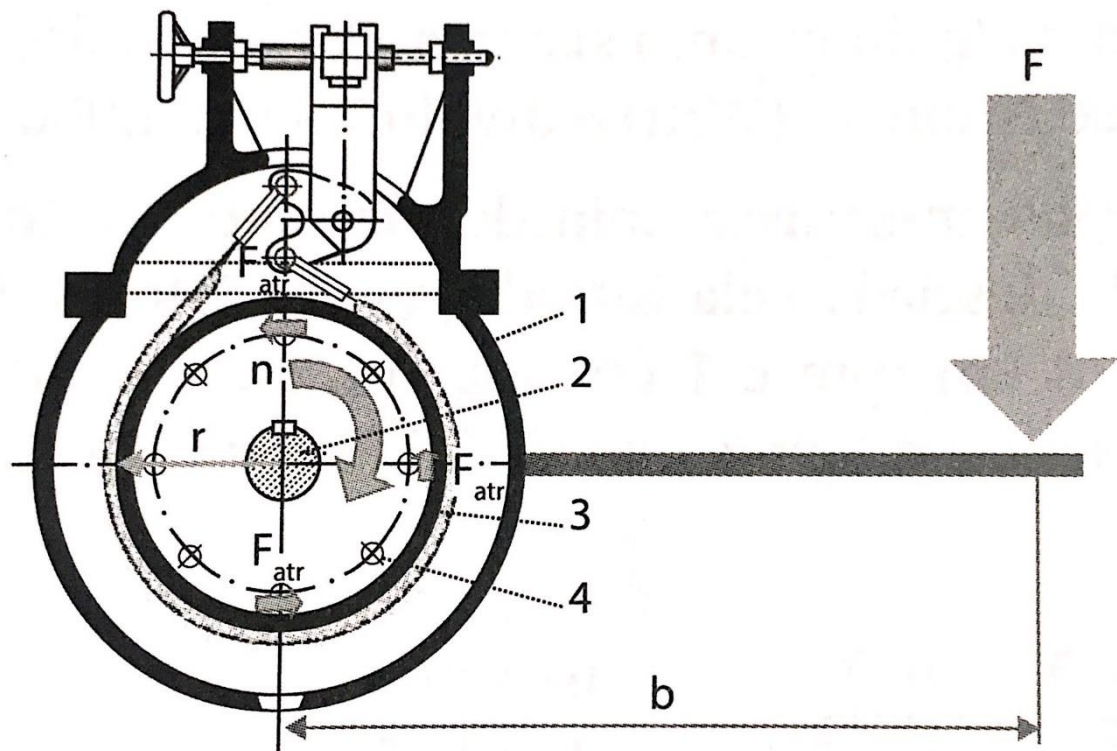
T : Torque (kgf·m).

Lembrando que $1\text{HP} = 1,014\text{CV}$:

$$N_{HP} = \frac{n \cdot T}{726,2} \quad (2)$$

Existe um mecanismo chamado Freio de Prony. Segundo Brunetti (2012) este equipamento foi desenvolvido em 1821 pelo engenheiro francês Gaspard Prony. O equipamento é o elemento didático utilizado para que se compreenda o funcionamento dos dinamômetros. O autor ainda afirma que apesar de ilustrar claramente o princípio de funcionamento de todos os dinamômetros, na prática, só pode ser utilizado para pequenas potências. Seu funcionamento pode ser melhor entendido a partir da Figura 4:

Figura 4 – Freio de Prony



Fonte: BRUNETTI (2012, p.160).

Ao apertar a cinta do freio sobre o rotor, aplica-se uma força de atrito F_{atr} sobre ele, de forma a obter uma situação de equilíbrio dinâmico com ω constante.

Nesta situação, o torque T produzido pelo motor deverá ser equilibrado pelo torque resistente produzido por $r \cdot F_{atr}$ (BRUNETTI, 2012).

Brunetti (2012) ainda relata que como b tem valor constante para um dado dinamômetro, temos:

$$N = K \cdot F \cdot n \quad (3)$$

Onde:

F : é a leitura do medidor de força (balança ou célula de carga) (kgf);

n : é a leitura de um tacômetro (rpm);

K : representa a constante do dinamômetro, dada por $2 \cdot \pi \cdot b \times$ fator de transformação de unidades.

2.3.2 Potência Efetiva (Ne)

Como relatado na seção anterior, a potência é definida pela Equação 01 para obter a potência em CV, e pela Equação 2 para obter a potência em HP.

2.3.3 Potência Indicada (Ni)

Brunetti (2012) define a Potência Indicada, como a potência desenvolvida pelo ciclo termodinâmico do fluido ativo. Essa potência pode ser medida com um indicador de pressões, que permita traçar o ciclo do fluido ativo.

Da termodinâmica, sabe-se que as áreas no diagrama PV são proporcionais ao trabalho, já que este é dado por $\int p \, dV$. Dessa forma, a área do ciclo na Figura 2, indicado por W , é o trabalho indicado, ou trabalho do ciclo (MARTINS, 2011).

Desta forma, Brunetti (2012) determina a potência indicada como:

$$Ni = W_i \frac{n}{x} \cdot z \quad (4)$$

Onde:

n : rotação do motor (rpm);

x : 1 ou 2, dependendo do motor ser respectivamente 2T ou 4T;

z : número de cilindros do motor.

2.3.4 Eficiência de um Motor

Sabemos que o motor de combustão interna é uma máquina térmica, portanto, a produção de potência provém do fornecimento de calor proveniente da combustão da mistura ar-combustível. Portanto, temos:

$$Q = m_c \cdot PCI \quad (5)$$

Onde:

Q : representa o fluxo de calor (Kcal/s);

m_c : fluxo mássico de combustível (kg/s);

PCI : poder calorífico inferior do combustível (Kcal/kg).

Ainda, segundo Brunetti (2012), é a segunda lei da Termodinâmica que define a eficiência térmica. Sendo então:

$$\eta_t = \frac{N_i}{Q} \quad (6)$$

Por dedução, podemos definir a eficiência efetiva através da Equação 7:

$$\eta_e = \frac{N_e}{Q} \quad (7)$$

Ainda, podemos determinar a eficiência mecânica do motor, através do quociente da potência Efetiva e a potência Indicada:

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i} \quad (8)$$

Através da Equação 5, podemos definir a relação combustível-ar, que é a relação entre a massa de combustível m_c e a massa de ar m_a (BRUNETTI, 2012).

$$F = \frac{m_c}{m_a} \quad (9)$$

Brunetti (2012) ainda define a Potência Efetiva, como:

$$N_e = m_c \cdot PCI \cdot \eta_t \cdot \eta_m \quad (10)$$

Através das equações dispostas acima, podemos relatar o Torque, tratado na seção 2.3.1 como:

$$T = \frac{\rho_e \cdot V \cdot n}{2\pi \cdot x} F \cdot PCI \cdot \eta_t \cdot \eta_m \quad (11)$$

Onde:

ρ_e : é a massa específica do ar(kg/m³);

V é o volume da câmara de combustão(m³);

n : é a rotação do motor (rpm);

x : número de cilindros;

F : é a leitura do medidor de força (balança ou célula de carga) (kgf);

PCI : Poder calorífico inferior do combustível (kcal/Kg);

η_t e η_m : são os rendimentos térmicos e mecânicos.

2.4 CARACTERÍSTICAS DE CONSUMO

Antes de atingir o PMS no curso de compressão, o bico injetor introduz combustível pulverizado, ocorrendo assim, a mistura com o ar que está a uma temperatura relativamente alta devido à compressão. Continuando ainda, o movimento de compressão, há a explosão da mistura ar-combustível, gerando assim a expansão dos gases.

2.4.1 Consumo específico (C_e)

O consumo específico pode ser dito como a taxa de combustível consumida por unidade de potência fornecida, que indica quanto eficiente é o motor (MARTINS, 2011).

Já Brunetti (2012), relata o consumo específico como a relação entre o consumo de combustível e a potência efetiva.

$$C_e = \frac{m_c}{N_e} \quad (12)$$

Onde:

C_e : consumo específico (kg/CV·h);

m_c : massa de combustível (kg/s);

N_e : potência Efetiva (CV);

A potência efetiva é medida no dinamômetro e o consumo de combustível é medido de diferentes maneiras, gravimétrica ou volumétrica (BRUNETTI, 2012).

Ainda, o autor relata que na medição volumétrica, utiliza-se um frasco de volume calibrado. Registra-se então o tempo necessário para consumir o combustível contido no volume calibrado, então:

$$\dot{m}_c = \frac{\rho_c \cdot V_c}{t} \quad (13)$$

Onde:

$\dot{m}_c$: é a massa de combustível (kg/s);

ρ_c : é a massa específica do combustível (kg/m³);

V_c : volume total da câmara (m³);

t : representa o tempo (s).

Já na medição gravimétrica, Brunetti (2012) mostra que o consumo é medido através da variação da massa específica do combustível medido (decorrente da variação da temperatura). Desta forma, temos:

$$\dot{m}_c = \frac{m_c}{t} \quad (14)$$

Onde:

$\dot{m}_c$: representa a vazão mássica do combustível (kg/s);

m_c : é a massa efetiva de combustível (kg);

t : é o tempo (s).

2.5 DIESEL S500

O Petróleo, etimologicamente definido como óleo mineral, teve a sua origem a partir de substâncias orgânicas, restos de animais e vegetais, microfauna, microflora e plânctons que se depositam no fundo do mar. Com a ação da pressão e altas temperaturas, estes detritos orgânicos deram origem aos compostos químicos do petróleo. Sua descoberta em quantidades comerciais se deu em 1859 e desde então, tornou-se essencial em todo o mundo (MATTOS, 2012).

Porém, segundo Souza (2008), o petróleo começou a ser utilizado comercialmente no século XVIII na indústria farmacêutica e na iluminação. Como medicamento, serviu de tônico cardíaco e remédio para cálculos renais, enquanto seu uso externo combatia dores, cãibra e outras moléstias.

Assim, ao longo do tempo, o petróleo foi se impondo como fonte de energia eficaz. Hoje, além da grande utilização dos seus derivados, com o advento da petroquímica, muitos outros produtos surgiram, com importância vital para a economia e o dia-a-dia das pessoas, como o plástico, borrachas sintéticas, tintas, corantes, adesivos, solventes, detergentes, explosivos, etc. (SOUZA, 2008).

Um dos seus principais derivados, é o óleo diesel. Sua importância surgiu com o desenvolvimento dos motores de combustão interna que utilizam o ciclo Diesel, tratado na seção 2.2. Segundo Souza (2008), o óleo diesel é um combustível moderadamente volátil e de composição complexa. É constituído basicamente por hidrocarbonetos parafínicos, olefínicos e aromáticos e, em menor quantidade, por substâncias cuja a formula contem átomos de enxofre, nitrogênio, metais, oxigênio, entre outros.

Por definição, o óleo diesel é um destilado de petróleo com faixa de destilação comumente entre 150 e 380°C. Este combustível possui um conjunto de propriedades que permitem a utilização em motores do ciclo diesel. As especificações do óleo diesel comercializado no país conforme legislação vigente, são estipuladas pela ANP. A Tabela 3 mostra a composição típica de um óleo diesel provindo da unidade de craqueamento, onde é possível identificar os percentuais de cada tipo de hidrocarboneto assim como de impurezas (MATTOS, 2012).

Tabela 3 – Composição de um óleo diesel

Componente	Percentual de massa
Parafínicos	39
Naftênicos	35
Aromáticos	25
Enxofre	0,5
Nitrogênio	0,02
Oxigênio	0,01

Fonte: MATTOS (2012, p.16)

O processamento de petróleo que gera o óleo diesel inicialmente era feito por destilação direta, sendo retirada as frações chamadas diesel leve e pesado. Atualmente, o óleo diesel pode conter quantidades variáveis de outros derivados, pois o volume produzido apenas por destilação não é o suficiente para atender a demanda diária deste combustível. Estas frações, incorporadas ao óleo leve, como querosene e nafta, permitiram que o volume produzido desse derivado aumentasse sem que seu custo fosse onerado (SOUZA, 2008).

A denominação do diesel, se dá através do número de teor máximo de enxofre. O Óleo Diesel S500 representa 500mg/kg ou ppm (partes por milhão) de teor máximo de enxofre, sendo conhecido nos postos como diesel comum. É o produto adequado aos veículos com motor ciclo diesel fabricados antes de 1º de janeiro de 2012 (PETROBRAS, 2017).

Com relação ao teor de enxofre, diversos países vêm aplicando em suas legislações, limitações visando a redução da emissão de SO₂ e proporcionando uma otimização na eficiência dos catalizadores. Para o diesel, em que até alguns anos atrás era permitido teores de 1800 ppm para cidades do interior e 500 ppm para metrópoles, a partir de 2013, estes teores limites foram reduzidos para 10 ppm nas

metrópoles, segundo Daemme (2010). Surgindo assim, um “novo” diesel, o Óleo Diesel S10.

2.6 DIESEL S-10

O Diesel S10, que contém o equivalente a um teor máximo de enxofre de 10 miligramas para cada 1.000.000 de miligramas de produto (10 ppm), é adequado para novas tecnologias de controle de emissão dos novos motores a diesel fabricados a partir de 2012. Ele possibilita a redução das emissões de material particulado em até 80% e de óxidos de nitrogênio (NOx) em até 98%. Tem ainda, número de cetano 48 (medida da qualidade da combustão a diesel), oferecendo a qualquer veículo, mesmo os fabricados antes de 2012, uma melhor conservação do motor e redução dos custos de manutenção (PRETROBRAS, 2017).

Conforme a sociedade evoluiu, desenvolveu-se um sentimento global de proteção à natureza, onde as premissas são reuso, menos poluição e tecnologias limpas (MATTOS, 2012).

Desde janeiro de 2014, o óleo diesel de baixo teor de enxofre, o Diesel S10, está sendo ofertado em todo território nacional, em substituição ao óleo Diesel S500. A medida faz parte da implantação das fases P-7 e L-6 do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE (ANP, 2016).

Ainda, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) retrata que os postos indicados para a venda do Diesel S-10 que forem flagrados sem o produto pela fiscalização da ANP, estarão sujeitos à multa que varia de R\$5.000,00 a R\$2 milhões, segundo a lei 9.847/99. Algumas resoluções se aplicam ao Diesel S10, o site da ANP (2016) retrata as seguintes:

1. Resolução ANP nº65, de 9/12/2011 (alterada pela nº 46 de 20/12/2012)
Indica os municípios das regiões metropolitanas de Belém, Fortaleza e Recife que devem comercializar exclusivamente o Óleo Diesel S10, conforme disposto na Resolução ANP nº43/2008;
Substitui integralmente os Óleo Diesel A S50 e B S50 pelos Óleo Diesel A S10 e B S10, respectivamente, a partir de 1º de janeiro de 2013;

Substitui integralmente o Óleo Diesel B S1800, de uso rodoviário, pelo Óleo Diesel B S500, em 1º de janeiro de 2014;
 Estabelece que, a partir de 1º de julho de 2012 o corante vermelho deverá ser adicionado ao Óleo Diesel S500, a fim de diferenciá-lo do S50. Ficará proibida a adição de corante ao Óleo Diesel S1800.

O teor de enxofre é adotado e reconhecido mundialmente como indicador do tipo de óleo diesel e da boa qualidade do produto (quanto menor o teor de enxofre, melhor). A presença de enxofre no combustível reduz a vida útil do motor e aumenta as emissões de SO₂ ou SO₃. Estes gases podem promover a formação das chuvas ácidas, quando combinados com a água da atmosfera. Além disso, o enxofre pode contribuir para elevar as emissões de material particulado, devido à presença de sulfatos (ANP, 2017).

2.7 EURO 5

O sistema Euro 5 é um conjunto de normas regulamentadoras que visa a diminuição da emissão de poluentes de veículos movidos a diesel. No Brasil, a regulamentação é através do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores, o Proconve P-7. O nome Euro 5 é uma alusão à legislação européia que tem esta mesma finalidade (AUTOMOTIVA, 2017).

Esta norma obriga às montadoras brasileiras a instalarem, nos veículos ciclo Diesel categoria pesada (caminhões), fabricados a partir de 2012, a tecnologia SCR (*Selective Catalytic Reduction*) que faz a conversão química dos gases poluentes, transformando-os em nitrogênio e vapor de água. Para ocorrer essa reação, é necessário o uso do ARLA 32, um reagente composto de água e ureia. Utilizado de maneira correta, o ARLA 32 também melhora a eficiência do motor, reduzindo o consumo de combustível, relata ainda, Automotiva (2017).

Já para a categoria de Ciclo Diesel leve (camionetes), o sistema proposto pela Euro 5 é o sistema EGR. O *Exhaust Gas Recirculation* é um sistema que faz com que parte dos gases de escape, produzidos pela queima do combustível, seja novamente introduzida na admissão. Consequentemente, o teor de oxigênio que é introduzido na admissão é menor, fazendo com que reduza o teor de NOx.

Além destas preconizações feitas pela Euro 5, no Brasil, os postos de combustíveis são obrigados a fornecer o Diesel S-10, comentado na seção 2.6.

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DE ESTUDO E LOCAL DE TESTE

A presente pesquisa tratou-se em analisar parâmetros de consumo e desempenho de um motor de combustão interna Ciclo Diesel com a utilização de dois tipos de combustíveis, Diesel S-500 e o Diesel S-10.

Os testes foram realizados em um caminhão da marca Volkswagen, modelo 8.150, ano/modelo 2003/2003, dois eixos, equipado com motor MWM 4.10 TCA, bomba injetora Boschrotativa, caixa de câmbio Eaton de 5 marchas. O veículo também possuía um implemento sobre chassi baú carga seca. O peso total do veículo somado ao implemento é de aproximadamente 3500 kg.

O veículo possuía pneus novos no eixo traseiro e a aferição do cronotagógrafo valida até 18/09/2019 (Anexo 1), sendo estes dois fatores que contribuíram para melhor precisão nos testes.

A escolha do referido veículo se deu devido a sua aceitação tanto na utilização do Diesel S-500 quanto do Diesel S-10 e, também, pelo mesmo ter sido fabricado antes do ano de 2012.

Os testes foram realizados na empresa Injodiesel Power Chip e Bombas Injetoras, localizada na Rua Francisco Ignácio Fernandes, nº 124, bairro Cataratas, na cidade de Cascavel - PR.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Foram utilizados para os testes dois tipos de Diesel, sendo eles Diesel S-500 e Diesel S-10. Ambos foram coletados em um único posto de combustível.

3.2.1 Diesel S-500 e Diesel S-10

Para os testes foram coletados 15 litros de Diesel S-500 e 15 litros de Diesel S-10, ambos de um único posto de combustível, de bandeira Ipiranga. Na sequência, os combustíveis foram remanejados para recipientes com capacidade

para até cinco litros. Foram utilizados seis recipientes, três deles com quatro litros de Diesel S-500 em cada um, e os outros três com quatro litros de Diesel S-10 em cada um. Para fazer a medição da quantidade inserida em cada recipiente utilizou-se uma proveta, a fim de garantir que em cada recipiente tivessem exatos quatro litros. Os recipientes foram nomeados com seus respectivos nomes e numeração relativa à rotação ao qual cada um seria testado (Figura 5). Foram utilizados também, mais dois recipientes para teste de desempenho e limpeza do sistema, um com três litros de Diesel S-500 e o outro com três litros de Diesel S-10.

Figura 5 – Recipientes com combustíveis para realização dos testes.



Fonte: Autor (2018).

3.3 TESTES REALIZADOS

Para a realização dos testes foi utilizado um suporte para alojar os recipientes durante os ensaios (Figura 6). No suporte, o recipiente teria sua base a uma altura de 400 mm em relação ao chão, mesma altura em que a base do tanque original de combustível do caminhão está distante do chão. A escolha dos quatro litros de combustível para cada teste foi baseada no nível do combustível que o volume teria dentro do recipiente, simulando o nível do combustível dentro do tanque original do caminhão se estivesse cheio.

Figura 6 – Suporte para o recipiente contendo combustível.



Fonte: Autor (2018).

Foram retiradas as mangueiras originais de sucção e retorno da bomba injetora e foram colocadas mangueiras externas de cor transparente com o mesmo diâmetro interno das mangueiras originais (Figura 7), para facilitar a visualização da passagem do combustível.

Figura 7 – Mangueiras externas de sucção e retorno.



Fonte: Autor (2018).

Foram utilizados três recipientes com quatro litros de Diesel S-500, cada um deles foram testados a uma distância de 5 km e em três rotações diferentes, sendo elas 1500 rpm, 1750 rpm e 2000 rpm. Também foram utilizados três recipientes com quatro litros de Diesel S-10 que foram testados com as mesmas especificações que o teste realizado com o Diesel S-500. As rotações foram escolhidas de acordo com a faixa verde do conta-giros do caminhão utilizado e a distância de 5 km foi escolhida devido ao tempo de duração para cada teste, para não elevar muito o tempo de uso do dinamômetro devido ao alto custo cobrado por hora. Os ensaios foram realizados todos em quarta marcha, pois não é uma marcha alta e nem baixa para as rotações.

O caminhão foi posicionado no dinamômetro, como podemos visualizar na Figura 8, e os testes foram iniciados.

Figura 8 – Caminhão posicionado no dinamômetro.



Fonte: Autor (2018).

3.3.1 Teste com Diesel S-500

Os testes se iniciaram com o Diesel S-500 (Figura 9). Primeiramente o sistema foi preenchido, as mangueiras transparentes utilizadas ajudaram a garantir o completo preenchimento com cada combustível.

Figura 9 – Diesel S-500 em teste.



Fonte: Autor (2018).

Os testes se iniciaram com a rotação de 1500 rpm. O primeiro recipiente contendo Diesel S-500 foi colocado no suporte e as mangueiras de sucção e retorno foram colocadas dentro do recipiente, o odômetro do caminhão foi zerado e iniciou-se o movimento. Todas as marchas foram passadas a 1500rpm. até atingir a quarta marcha onde, se manteve constante até atingir a distância de 5 km marcadas pelo odômetro. Após atingir a determinada distância o caminhão foi deixado em ponto morto até desacelerar totalmente e os rolos do equipamento pararem. Por fim, o caminhão foi desligado, e o recipiente foi retirado e fechado, para posteriormente ser verificada a variação.

O segundo recipiente contendo Diesel S-500 foi colocado em teste a 1750 rpm, o odômetro foi zerado e iniciou o movimento. Todas as marchas foram passadas a 1750 rpm até atingir a quarta marcha e após atingir, foi mantida a rotação até o odômetro marcar 5 km. Após atingir os 5 km o veículo foi colocado em

ponto morto até desacelerar totalmente e o recipiente foi retirado para que posteriormente fosse verificado o consumo.

O terceiro recipiente contendo Diesel S-500 foi testado a 2000 rpm. Após zerar o odômetro o movimento foi iniciado, todas as marchas foram passadas em 2000 rpm, até atingir a quarta marcha. Após 5 km, o teste foi finalizado repetindo os processos anteriores.

No início e no final de cada ensaio a temperatura do combustível antes e após os testes foram aferidas para verificar sua variação. As aferições foram feitas com um termômetro a laser.

As temperaturas iniciais e finais dos combustíveis foram comparadas antes e após os testes.

Após a realização dos testes mencionados, também foi realizado o teste para se obter o torque e potência máxima fornecida pelo equipamento com a utilização do Diesel S-500. O dinamômetro foi calibrado pelo operador do equipamento, para quarta marcha e 2000 rpm. Durante o teste as marchas foram passadas a 1000 rpm até a quarta marcha, ao atingir a referida marcha, sua aceleração foi aumentada até atingir 2500 rpm. Os dados foram coletados no instante em que passou por 2000 rpm.

3.3.2 Teste com Diesel S-10

Para realizar a transição de um combustível para o outro alguns cuidados foram tomados, a fim de retirar totalmente o Diesel S-500 do sistema para não contaminar o Diesel S-10 e influenciar nos próximos testes. Primeiramente a mangueira de sucção foi colocada em um recipiente contendo Diesel S-10 e a mangueira de retorno foi colocada em outro recipiente onde o diesel “sujo” seria depositado. Conforme o Diesel S-10 era bombeado para dentro do sistema, o mesmo ia fazendo com que o diesel S-500 fosse retirado, conforme a Figura 10.

Figura 10 – Limpeza do sistema



Fonte: Autor (2018).

Após verificar pela coloração no interior da mangueira de sucção e retorno que o sistema estava apenas com o Diesel S-10, foi feita a substituição do filtro de combustível, conforme a Figura 11.

Figura 11 – Substituição do filtro de combustível.



Fonte: Autor (2018).

Após tomar os devidos cuidados para a transição de um combustível para o outro, evitando que tenha contaminação, os testes com o Diesel S-10 foram iniciados (Figura 12).

Figura 12 – Diesel S-10 em teste.



Fonte: Autor (2018).

O primeiro recipiente contendo diesel S-10 foi colocado no suporte e as mangueiras de sucção e retorno foram colocadas dentro do recipiente, o odômetro do caminhão foi zerado e iniciou o movimento. Todas as marchas foram passadas a 1500 rpm até atingir a quarta marcha onde, se manteve constante até atingir a distância de 5 km marcadas pelo odômetro. Após atingir a determinada distância o caminhão foi deixado em ponto morto até desacelerar totalmente e os rolos do equipamento pararem. Por fim, o caminhão foi desligado, e o recipiente foi retirado e fechado, para posteriormente ser verificada a variação.

O segundo recipiente contendo Diesel S-10 foi colocado em teste a 1750 rpm, o odômetro foi zerado e iniciou o movimento. Todas as marchas foram passadas a 1750 rpm até atingir a quarta marcha e após atingir, foi mantida a rotação até o odômetro marcar 5 km. Após atingir os 5 km o veículo foi colocado em ponto morto até desacelerar totalmente e o recipiente foi retirado para que posteriormente fosse verificado o consumo.

O terceiro recipiente contendo Diesel S-10 foi testado a 2000 rpm. Após zerar o odômetro o movimento foi iniciado, todas as marchas foram passadas em 2000 rpm até atingir quarta marcha. Após 5 km, o teste foi finalizado repetindo os processos anteriores.

A temperatura do combustível S-10 antes e após os testes também foram verificadas e comparadas.

Após a realização dos testes mencionados, também foi realizado o teste para se obter o torque e potência máxima fornecida pelo equipamento com a utilização do Diesel S-10 da mesma maneira que foi realizado o teste para o Diesel S-500.

3.3.3 Verificação de consumo e desempenho

Após a realização dos testes, todos os recipientes foram verificados. O volume restante contido em cada um foi comparado com o volume inicial e a sua variação foi anotada. Foi feita uma relação para saber qual distância que o veículo percorreu por litro de combustível e descobrir qual combustível possui menor consumo e custo-benefício.

Os dados de torque e potência máxima também foram anotados e comparados.

3.4 ESTUDOS DE CUSTOS DE CONSUMO DE COMBUSTÍVEL

Além da análise de consumo realizada entre os dois tipos de combustíveis também foi elaborada uma comparação do custo benefício entre eles, visto que além da diferença de consumo, também há uma diferença de preço entre um e o outro para compra nos postos de combustíveis.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados e discussões apresentados foram a partir da análise entre dois tipos de diesel em um caminhão equipado com motor ciclo diesel. Os dados obtidos com os testes foram comparados com informações existentes na literatura e com o conhecimento adquirido com a realização do trabalho.

4.1 TEMPERATURA DOS COMBUSTÍVEIS ANTES E APÓS OS ENSAIOS

A Tabela 4 apresenta as temperaturas dos dois tipos de combustíveis, aferidas antes e após os ensaios realizados, de acordo com a respectiva rotação a qual foram ensaiados.

Tabela 4 – Temperatura dos combustíveis antes e após os ensaios.

TEMPERATURA DOS COMBUSTÍVEIS ANTES E APÓS OS ENSAIOS			
TIPO DE DIESEL	ROTAÇÃO DE ENSAIO (rpm)	TEMPERATURA ANTES (°C)	TEMPERATURA APÓS (°C)
S-500	1500	23,1	25,3
	1750	22,9	25,1
	2000	22,7	24,8
S-10	1500	22,6	24,7
	1750	22,8	24,9
	2000	22,8	25,1

Fonte: Autor (2018).

Pode-se notar que houve uma elevação na temperatura em cada ensaio realizado devido ao trabalho realizado ao passar pela bomba injetora.

4.2 RESULTADOS DOS ENSAIOS REALIZADOS NO DINAMÔMETRO

Os ensaios foram realizados em um dinamômetro devido à redução de fatores que poderiam existir durante os testes, como o trânsito, o tempo, o tipo de pista, dentre outros, que poderiam influenciar nos resultados obtidos. Foram realizados seis testes de consumo e dois de desempenho. A Tabela 5 apresenta a

quantidade de combustível consumida em cada ensaio realizado de acordo com seu tipo e a respectiva rotação ensaiada. Todos os testes de consumo foram realizados a uma distância de 5 km. Foi feita uma relação entre os dados de consumo obtidos para 5 km para conseguir a média do veículo em quilômetros por litro de combustível.

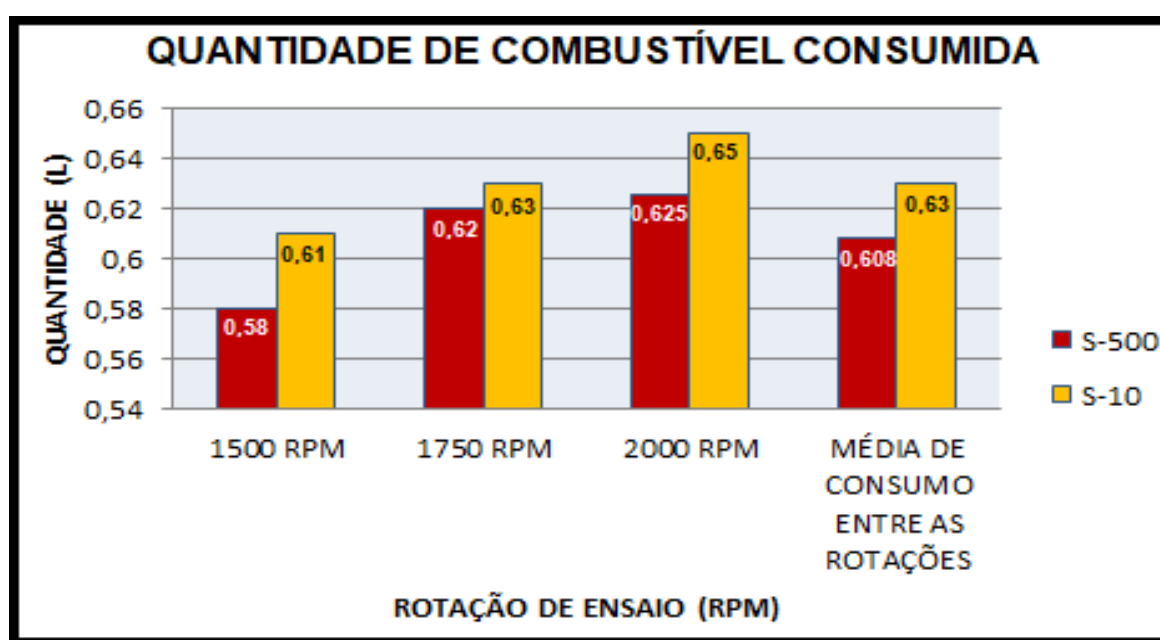
Tabela 5 – Quantidade de combustível consumido nos ensaios.

	ROTAÇÃO DE ENSAIO (RPM)	QUANTIDADE CONSUMIDA (L)	MÉDIA ENTRE AS QUANTIDADES CONSUMIDAS (L)	MÉDIA DE CONSUMO (km/l)
S-500	1500	0,580	0,608	8,22
	1750	0,620		
	2000	0,625		
S-10	1500	0,610	0,630	7,93
	1750	0,630		
	2000	0,650		

Fonte: Autor (2018).

O Gráfico 1 apresenta uma melhor visualização dos resultados obtidos.

Gráfico 1 – Quantidade de combustível consumida.



Fonte: Autor (2018).

Os resultados obtidos demonstram a relação de consumo entre os combustíveis seguindo os mesmos parâmetros de testes entre um e outro. Vale ressaltar que a escolha das rotações ensaiadas se refere a faixa de rotação ideal de trabalho para esse tipo de motor e que os ensaios com mais de uma rotação para cada combustível proporcionaram maior precisão na comparação entre os resultados.

Vale lembrar que entre um ensaio e outro de rotação para o mesmo combustível, o motor era desligado e o próximo reservatório externo era colocado. Também entre a transição de um combustível e outro foram tomados os devidos cuidados e precauções para que não houvesse a contaminação do combustível anterior.

A Tabela 6 apresenta os valores de potência e torque máximos do motor obtidos, ensaiados a 2000 rpm e em quarta marcha.

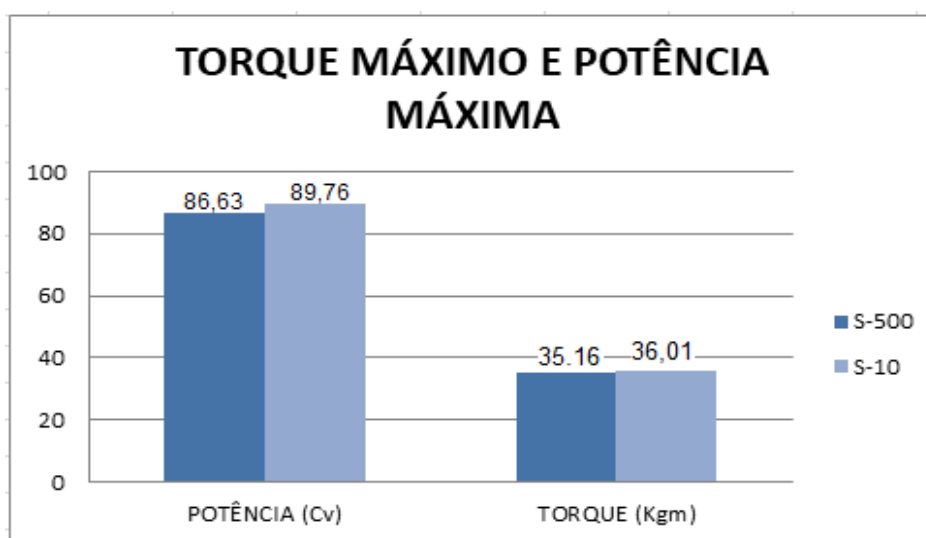
Tabela 6 – Potência e torque máximos.

COMBUSTÍVEL	POTÊNCIA MÁX. (Cv)	TORQUE MÁX. (Kgm)
S-500	86,63	35,16
S-10	89,76	36,01

Fonte: Autor (2018).

O Gráfico 2 apresenta um comparativo entre os dados.

Gráfico 2 – Potência máxima e torque máximo.



Fonte: Autor (2018).

Os parâmetros de ensaio de torque máximo e potência máxima entre os dois combustíveis foram os mesmos, ambos atingiram a velocidade de 69,72 Km/h. O Anexo 2 apresenta detalhadamente os resultados obtidos.

4.3 COMPARATIVO DE CUSTO PARA OS ENSAIOS

Os combustíveis foram adquiridos em um posto de combustível de Cascavel-PR da bandeira Ipiranga. A Tabela 07 demonstra o custo para a realização dos testes.

Tabela 7 – Comparativo de custos entre os combustíveis.

COMBUSTÍVEL	ROTAÇÃO ENSAIADA (RPM)	CUSTO POR LITRO	QUANTIDADE CONSUMIDA (L)	VALOR CONSUMIDO	MÉDIA GERAL
S-500	1500	R\$ 3,37	0,580	R\$ 1,95	R\$ 6,13
	1750		0,620	R\$ 2,08	
	2000		0,625	R\$ 2,10	
S-10	1500	R\$ 3,48	0,610	R\$ 2,12	R\$ 6,57
	1750		0,630	R\$ 2,19	
	2000		0,650	R\$ 2,26	

Fonte: Autor (2018).

De acordo com o Quadro 4, por ter apresentado um consumo menor e o custo comercial para a compra também ser menor, o diesel S-500 é o combustível que apresentou melhor custo-benefício em relação ao diesel S-10.

4.4 COMPARATIVO DE CUSTO PARA UM CASO ESPECÍFICO

Foi realizado um levantamento em uma empresa que dispõe de veículos equipados com motor Ciclo Diesel para trabalho. A empresa G.A. Duarte & Duarte Ltda – Me atua no setor de transporte rodoviário na região oeste do Paraná, a mesma dispõe de três caminhões com fabricação anterior ao ano de 2012 e que podem utilizar tanto diesel S-500 quanto o diesel S-10.

A empresa relatou que roda em média 6000 km mensais com cada caminhão, totalizando 18000 km com os três. Tendo como referência os dados de autonomia obtidos durante os testes para cada tipo de combustível, foi realizado um comparativo entre os dois tipos de combustível para saber qual teria maior vantagem econômica durante um mês. A Tabela 8 apresenta o comparativo realizado se baseando em 18000 km mensais.

Tabela 8 – Comparativo econômico para um caso específico

COMBUSTÍVEL	QUILOMETRAGEM MENSAL RODADA (KM)	MÉDIA DE CONSUMO DOS TESTES (KM/L)	QUANTIDADE DE COMBUSTÍVEL CONSUMIDA EM UM MÊS (L)	VALOR POR LITRO DE COMBUSTÍVEL	CUSTO MENSAL
S-500	18.000	8,22	2.189	R\$ 3,37	R\$ 7.376,93
S-10	18.000	7,93	2.269	R\$ 3,48	R\$ 7.875,24

Fonte: Autor (2018).

Com os dados apresentados pode-se observar que com a utilização do diesel S-500 a empresa teria uma economia de aproximadamente R\$498,31 por mês em relação ao diesel S-10. Estendendo esse valor para 12 meses, a empresa teria uma economia de aproximadamente R\$5.979,72 em um ano utilizando o diesel S-500.

5 CONCLUSÃO

O crescimento contínuo na utilização de veículos automotores faz com que novas tecnologias sejam criadas para reduzir ao máximo o nível de poluição causada pela queima dos gases de combustão dos veículos, porém veículos já existentes nas ruas, com mais tempo de uso, se tornam mais difíceis de adaptar às mudanças. No caso dos veículos à diesel fabricados antes de 2012, mesmo com a criação do Diesel S-10 buscando reduzir a emissão de poluentes, a utilização deste combustível sem o sistema SCR e EGR se torna ineficaz na redução do número de poluentes emitidos pelos gases de escape.

A disponibilidade do Diesel S-500 e S-10 no mercado e a aceitação de ambos para veículos com fabricação abaixo de 2012 proporcionam ao consumidor a escolha entre qual combustível irá utilizar ao abastecer seu veículo.

Com os testes de consumo realizados, chegou-se a conclusão de que o diesel S-500 apresentou melhor custo benefício em relação ao diesel S-10 por dois fatores.

1. O consumo médio do combustível S-500 foi menor em relação ao S-10, tendo uma vantagem de quase 4% sobre o mesmo.

2. O preço para compra do diesel S-10 em relação ao S-500 nos postos de combustível, onde o diesel S-10 custa em média 3% a mais do que o diesel S-500.

O custo benefício com atualização do diesel S-500 pode ser demonstrado com o comparativo baseado nos dados da empresa G.A. Duarte & Duarte Ltda, onde apresentou economia de quase 7% em relação ao diesel S-10.

Com relação aos testes de desempenho realizados, verificou-se que o diesel S-10 apresentou maior vantagem sobre o diesel S-500 pois proporcionou ao veículo 3 CV a mais de potência, um ganho de 3,5%. O diesel S-10 também proporcionou 1 kgm de torque a mais em relação ao S-500, representando um ganho de praticamente 2,5%.

Tendo em vista que os parâmetros de construção do motor e bomba injetora do veículo não foram alterados e os testes seguiram os mesmos procedimentos, o ganho de potência e torque proporcionados pelo diesel S-10 pode ser caracterizado pelo seu maior consumo durante os testes.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se para trabalhos futuros:

- Realizar testes com os componentes da bomba injetora e do motor para verificar qual dos combustíveis proporciona maior desgaste em relação ao seu uso.
- Realizar um comparativo com diesel S-10 e S-500 de diferentes bandeiras.
- Realizar um comparativo de consumo entre o diesel S-500 e S-10 em motores ciclo diesel utilizando uma balança.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANP. **Informações sobre o Diesel S10.** 2016. Disponível em: <<http://anp.gov.br/wwwanp/movimentacao-estocagem-e-comercializacao-de-gas-natural/transporte-de-gas-natural/acesso-a-gasodutos/688-informacoes-sobre-o-diesel-s10>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

ANP. **Óleo Diesel.** 2017. Disponível em: <<http://anp.gov.br/wwwanp/petroleo-derivados/155-combustiveis/1857-oleo-diesel>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

AUTOMOTIVA, Chiptronic - Tecnologia. **Entenda tudo sobre o sistema EURO 5.** 2017. Disponível em: <<http://chiptronic.com.br/blog/entenda-tudo-sobre-o-sistema-euro-5>>. Acesso em: 08 nov. 2017.

BRUNETTI, Franco. **Motores de Combustão Interna Volume 1.** São Paulo: Blucher, 2012.

BRUNETTI, Franco. **Motores de Combustão Interna Volume 2.** São Paulo: Blucher, 2012.

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. **Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros.** Brasília: Ipea, 2011.

ÇENGEL, Yunus A. **Transferência de Calor e Massa: Uma abordagem prática.** 3. ed. São Paulo: Mcgraw-hill, 2009.

COUTINHO, Marcos. Funcionamento Básico de um Motor Diesel 4 tempos. **Linkedin**, [S.l.], v. 1, n. 1, p.1-1, 12 ago. 2016. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/funcionamento-básico-do-motor-diesel-4-tempos-marcos-coutinho/>>. Acesso em: 08 nov. 2017.

DAEMME, Luiz Carlos et al. **Estudo preliminar sobre a influência do teor de enxofre do combustível na emissão de amônia em motocicletas e veículos leves dos ciclos Otto e Diesel.** Curitiba: Lactec, 2010.

FROTAS, Lm. **Euro 5:** São Paulo: Lm Transportes, 2011. Color. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/lmtransportes/euro-5-entenda-como-funciona-essa-nova-tecnologia>>. Acesso em: 08 nov. 2017.

GUIMARÃES, André. **Ciclos Diesel e Otto.** Disponível em: <<http://www.alguimaraes.com.br/ciclo-diesel-e-otto.html#.WgNPIWhSyHs>>. Acesso em: 08 nov. 2017.

HILGEMBERG, Emerson Martins. **Uso de combustíveis e emissões de CO2 no Brasil:** um modelo inter-regional de insumo-produto. Belo Horizonte: Nova Economia, 2006.

IBGE. **Infográfico - Frota de veículos.** 2016. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/painel/frota.php>>. Acesso em: 08 nov. 2017.

MARTINS, Jorge. **Motores de Combustão Interna**. 2. ed. Porto: Publindústria, 2011.

MATTOS, Camila Veríssimo Lutckmeier de. **Estudo da Correlação das propriedades do diesel, Biodiesel e suas blends com a lubrificidade**. 2012. 154 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

PEREIRA, Luiz Humberto Monteiro. Na era do Euro 5. **Gazeta Digital**, Cuiabá, v. 36, n. 283761, p.1-1, 15 jul. 2011. Disponível em: <<http://www.gazetadigital.com.br/conteudo/show/secao/36/materia/283761/t/na-era-do-euro-5>>. Acesso em: 08 nov. 2017.

PETROBRAS. **Óleo Diesel S500**. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/produtos-e-servicos/produtos/industriais/oleo-diesel-s-500/>>. Acesso em: 10 nov. 2017

SOUZA, Tatiana Bittencourt de. **Revisão da equação de cálculo de índice de cetano para as características do diesel comercializado no Paraná**. 2008. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Processos Térmicos e Químicos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

TILLMANN, Carlos Antonio da Costa. **Motores de Combustão Interna e seus Sistemas**. Pelotas: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2013.

VAN VYLEN,. **Fundamentos da Termodinâmica**. 6. ed. São Paulo: Blucher, 2003.

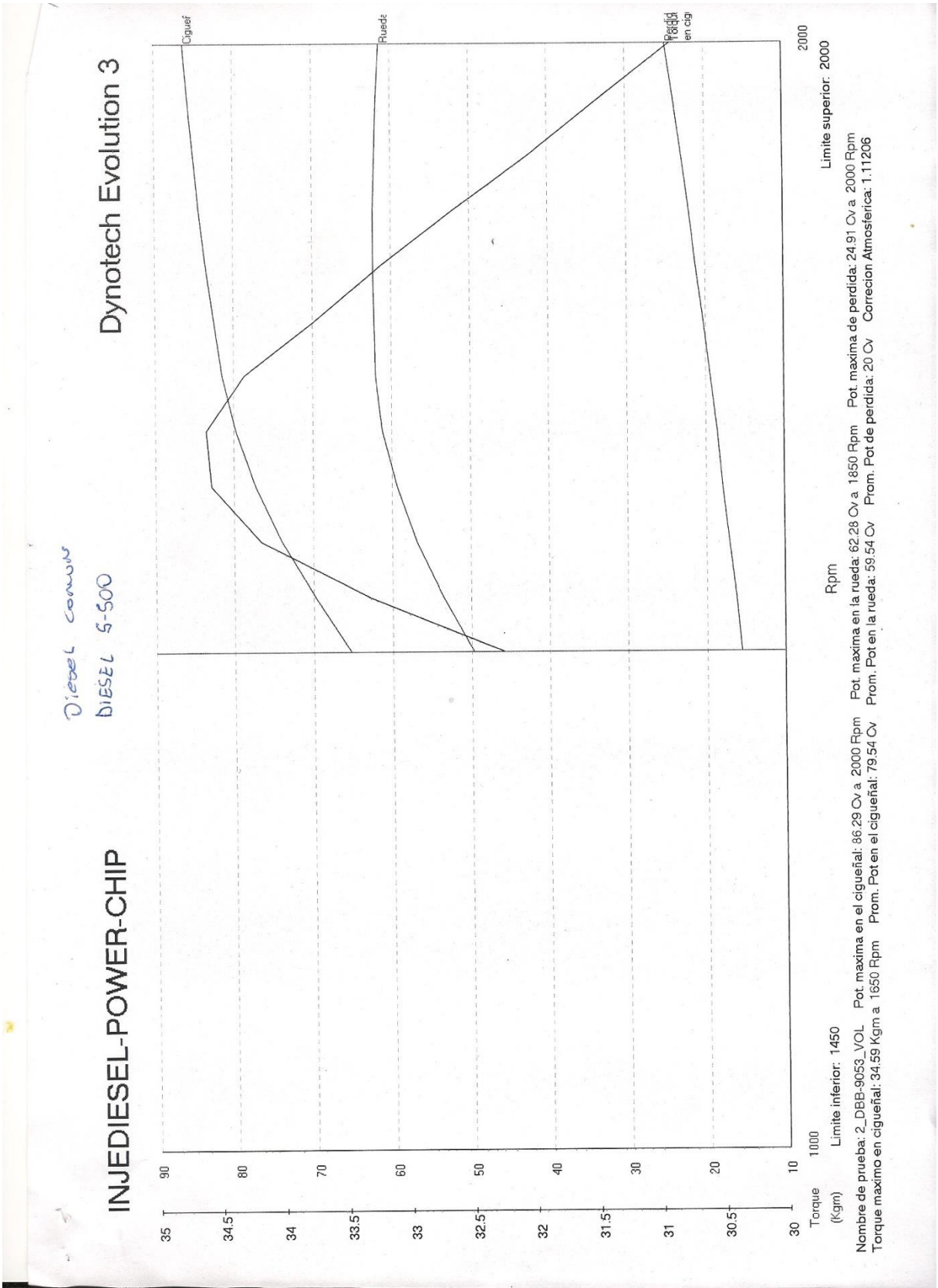
VARELLA, Carlos Alberto Alves. **Histórico e desenvolvimento dos motores de combustão interna**. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2003.

ANEXO 1 - Aferição do conotagógrafo

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS - MDIC
INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA - INMETRO

CERTIFICADO: 0004745839										Executor 294	
Instrumento CRONOTACÓGRAFO			Marca SEVA				Modelo DT-1050		Número de Série 3715090031		
Veículo VOLKSWAGEN, MODELO: 8.150			Ano 2003		Pneu 215/75		Aro 17.5		RENAVAM 00806891840		
Dados Complementares Marcas de Selagem: J42980762, E70409838, E70409840, E70409853, E70409866 Constante K: 15580 Redutor: - Este certificado é válido até a data informada somente se mantidas as características aqui autodeclaradas.			Código do Serviço 237								
			Número do Documento de Arrecadação (GRU de Ensaio) 294104113001984591								
			Número do Protocolo 518020160525205386								
NOME DO POSTO DE SELAGEM COMTAC COMÉRCIO DE INSTRUMENTOS MEDIDORES LTDA. ME			Data Emitido em 27/09/2017 com validade até 18/09/2019								
CPF/CNPJ DO PROPRIETÁRIO 22946969000192			NOME DO PROPRIETÁRIO JUDAH TRANSPORTES E LOGISTICAS LTDA								

ANEXO 2 – Resultados obtidos



Dynotech Evolution 3

DIESEL 5-500

INJEDIESEL-POWER-CHIP

Nombre de la Prueba : 2_VOLKSVAGEN_DBB-9053_MWM
 Fecha y Hora : quarta-feira 03/10/18 09:57
 Corrección atmosférica : 1.114075
 Relación Eje motor/freno : 1.46
 Presión atmosférica : 926 Hpa
 Humedad : 50 %
 Temperatura ambiente : 30.9 grados C
 Temperatura en la boca del carburador : 24.9 grados C
 Tipo de prueba : Inercial Total
 Potencia promedio : Entre 1450 y 2000 Rpm

Marca : VOLKSVAGEN
 Nro Patente : DBB-9053
 N° Motor : MWM
 Cliente : xx
 Comando : xxx
 Variador de Avanzo : xx
 Injeção : xx
 Marcha : xx
 Escapamento : sss
 Observaciones : trabalho facilidade

Pot. promedio de pérdida: 20 Cv
 Pot. máxima de pérdida: 25.78 Cv a 2026 Rpm

Pot. promedio en rueda: 59.54 Cv
 Pot. máxima en rueda: 62.44 Cv a 1800 Rpm

Tabla de valores

T. Aceleración (Seg)	Rpm vehículo	Rpm rodillo	Velocidad (Km/h)	torque en motor(Kgm)	torque en rueda(Kgm)	Potencia en motor(Cv)	Potencia en rueda(Cv)	Potencia de pérdida(Cv)
4.30	2026	1387	70.59 Max	30.42	21.67	86.07	60.28	25.78 Max
Limite Superior								
4.11	350	1370	69.72	31.01	24.12	86.63 Max	61.10	25.53
3.92	331	1353	68.86	31.35	25.38	86.52	61.44	25.08
3.75	314	1336	67.99	31.48	26.14	85.72	61.60	24.12
3.57	296	1319	67.13	31.90	26.93	85.81	61.89	23.91
3.39	278	1302	66.26	32.23	28.00	85.53	61.90	23.63
3.22	262	1285	65.40	32.36	28.75	84.76	62.11	22.67
3.06	245	1267	64.48	32.75	29.27	84.61	62.08	22.53
2.89	228	1250	63.62	32.97	29.73	84.08	62.31	21.77
2.72	211	1233	62.75	33.50	30.26	84.23	62.44 Max	21.79
2.56	195	1216	61.89	33.60	30.66	83.34	62.21	21.13
2.40	179	1199	61.02	33.69	31.18	82.83	62.14	20.69
2.25	164	1182	60.16	34.23	31.58	82.52	62.10	20.43
2.09	148	1165	59.29	34.51	32.15	81.95	62.24	19.71
1.93	132	1148	58.43	34.82	32.68	81.52	62.07	19.45
1.78	117	1130	57.51	35.05	33.01	80.78	61.74	19.04
1.63	102	1113	56.64	35.16 Max	33.46	79.85	61.33	18.52
1.48	88	1096	55.78	35.13	33.91	78.51	60.45	18.06
1.34	73	1079	54.91	35.10	34.50	77.26	59.22	18.04
1.19	58	1062	54.05	35.04	34.93	75.85	58.28	17.57
1.05	44	1045	53.18	34.73	35.28	74.01	56.92	17.10

Dynotech Evolution 3

DIESEL 5-500

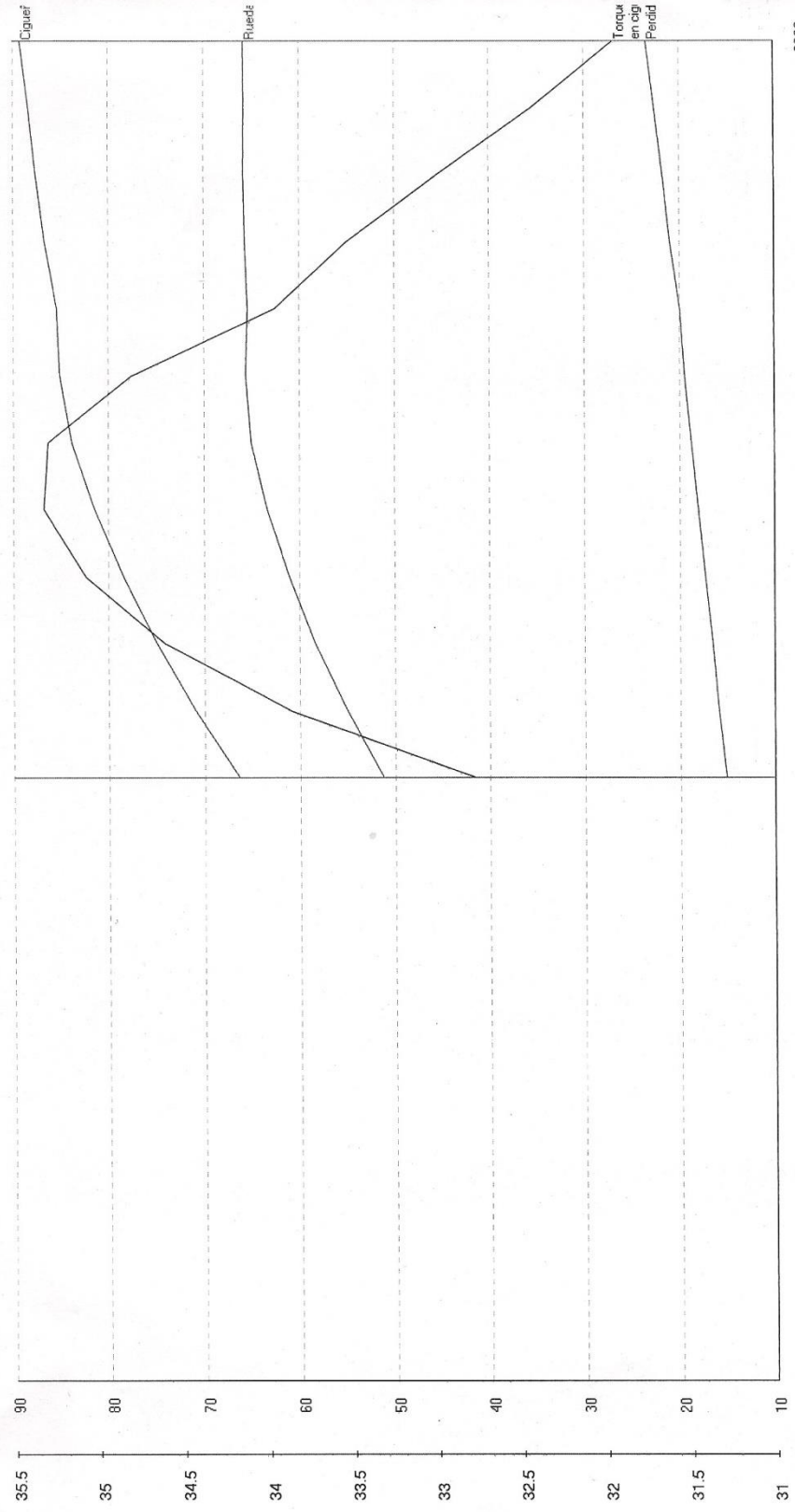
INJEDIESEL-POWER-CHIP

T. Aceleracion (Seg)	Rpm vehiculo	Rpm rodillo	Velocidad (km/h)	torque en motor(Kgm)	torque en rueda(Kgm)	Potencia en motor(Cv)	Potencia en rueda(Cv)	Potencia de perdida(Cv)
0.90	1500	1028	52.32	34.36	35.60	71.98	55.41	16.57
0.76	1476	1011	51.45	33.89	35.64 Mex	69.86	53.65	16.22
0.61	1450	993	50.54	33.35	35.48	67.53	51.60	15.93
Limite Interior								
0.46	1426	976	49.67	32.86	35.48	65.45	49.80	15.65
0.31	1400	959	48.81	32.14	35.22	62.84	47.66	15.18
0.15	1376	942	47.94	31.69	34.87	60.90	46.00	14.90

DLESEL S-10

INJEDIESEL-POWER-CHIP

Dynotech Evolution 3



Nombre de prueba: 3_DBB-9053_VOL Pot. maxima en el cigüel: 89.24 Cv a 2000 Rpm Pot. maxima en la rueda: 65.81 Cv a 1900 Rpm Pot. maxima de perdida: 23.43 Cv a 2000 Rpm
Torque maximo en cigüel: 35.32 Kg a 1650 Rpm Prom. Pot en el cigüel: 81.5 Cv Prom. Pot en la rueda: 62.35 Cv Prom. Pot de perdida: 19.15 Cv Correccion Atmosferica: 1.1117
Limite inferior: 1450 Limite superior: 2000

Dynotech Evolution 3

DIESEL S-10

INJEDIESEL-POWER-CHIP

Nombre de la Prueba	: 3_VOLKSVAGEN_DB8-9053_MWM	Marca	: VOLKSVAGEN
Fecha y Hora	: quarta-feira 03/10/18 10:40	Nº Patente	: DBB-9053
Corrección atmosférica	: 1.110607	Nº Motor	: MWM
Relación Eje motor/freno	: 1.46	Cliente	: xx
Presión atmosférica	: 926 Hpa	Comando	: xxx
Humedad	: 44 %	Variador de Avanzó	: xx
Temperatura ambiente	: 31.3 grados C	Inyección	: xx
Temperatura en la boca del carburador	: 24.8 grados C	Marcha	: xx
Tipo de prueba	: Inercial Total	Escapamento	: sss
Potencia promedio	: Entre 1450 y 2000 Rpm	Observaciones	: trabaja facultade

Pot. Promedio en Oiguelal: 81.5 Cv Pot. promedio en rueda: 62.35 Cv Pot. promedio de perdida: 19.15 Cv
 Pot. maxima en Oiguelal: 89.76 Cv a 2000 Rpm Pot. maxima en rueda: 65.96 Cv a 1850 Rpm Pot. maxima de perdida: 24.76 Cv a 2025 Rpm

Tabla de valores

T. Aceleracion (Seg)	Rpm vehiculo	Rpm rodillo	Velocidad (Km/h)	torque en motor(Kgm)	torque en rueda(Kgm)	Potencia en motor(Cv)	Potencia en rueda(Cv)	Potencia de perdida(Cv)
3.93	2025	1387	70.59 Max	31.71	24.84	89.68	64.92	24.76 Max
Limite Superior								
3.76	332	1370	69.72	32.13	26.45	89.76 Max	65.68	24.08
3.59	315	1353	68.86	32.37	27.61	89.30	65.90	23.40
3.42	298	1336	67.99	32.56	28.60	88.67	65.84	22.83
3.26	282	1318	67.08	32.93	29.37	88.55	65.78	22.75
3.09	266	1301	66.21	33.09	30.26	87.82	65.67	22.15
2.93	249	1284	65.35	33.38	31.01	87.46	65.81	21.60
2.77	233	1267	64.48	33.85	31.50	87.46	65.96 Max	21.51
2.62	218	1250	63.62	34.13	31.88	86.98	65.75	21.23
2.46	202	1233	62.75	34.00	32.28	85.48	65.31	20.17
2.31	187	1216	61.89	34.41	32.65	85.32	65.42	19.90
2.16	172	1199	61.02	34.90	33.16	85.31	65.50	19.60
2.00	156	1182	60.16	35.44	33.69	85.39	65.77	19.63
1.86	142	1164	59.24	35.57	34.04	84.45	65.54	18.91
1.71	127	1147	58.38	36.01 Max	34.28	84.23	65.25	18.98
1.56	112	1130	57.51	35.89	34.85	82.70	64.36	18.34
1.43	99	1113	56.64	35.97	35.39	81.63	63.47	18.16
1.28	84	1096	55.78	35.72	36.06	79.82	62.24	17.58
1.14	70	1079	54.91	35.77	36.48	78.68	61.18	17.50
1.00	56	1062	54.05	35.39	36.84	76.60	59.75	16.85
0.86	42	1045	53.18	35.15	36.94	74.86	58.42	16.44

Dynotech Evolution 3

DIESEL 9-10

INJEDIESEL-POWER-CHIP

T. Aceleración (Seg)	Rpm vehículo	Rpm rodillo	Velocidad (km/h)	torque en motor(Kgm)	torque en rueda(Kgm)	Potencia en motor(Cv)	Potencia en rueda(Cv)	Potencia de pérdida(Cv)
0.72 0.28	1500	1027	52.27	34.98	36.96 Max	73.27	56.92	16.36
0.58 0.14	1475	1010	51.40	34.46	36.85	70.98	55.00	15.99
0.44 0.00	1450	993	50.54	33.88	36.80	68.60	53.17	15.43
Limite Inferior								
0.30	1425	976	49.67	33.39	36.53	66.45	51.32	15.13
0.15	1400	959	48.81	32.76	36.30	64.05	49.21	14.84
0.00	1375	942	47.94	32.09	35.96	61.63	47.11	14.52