



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
Curso de Engenharia Mecânica

RODRIGO BECKMAN PEREIRA GOMES

**Viabilidade do Lubrificante SAE 20W50 para
Motores de Combustão Interna a partir de
100.000km de uso**

SÃO LUIS/MA
2017

RODRIGO BECKMAN PEREIRA GOMES

Viabilidade do Lubrificante SAE 20W50 para Motores de Combustão Interna a partir de 100.000km de uso

Monografia de graduação apresentada ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual do Maranhão como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Kaio Henrique Ferreira Nogueira de Nogueira

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA MONOGRAFIA DEFENDIDA PELO ALUNO RODRIGO BECKMAN PEREIRA GOMES E ORIENTADA PELO PROF. KAIO HENRIQUE FERREIRA NOGUEIRA DE NOGUEIRA.

.....
ASSINATURA DO ORIENTADOR

SÃO LUIS/MA
2017

Gomes, Rodrigo Beckman Pereira.

Viabilidade do lubrificante SAE 20W50 para motores de combustão interna a partir de 100.000KM de uso/ Rodrigo Beckman Pereira Gomes. – São Luís, 2017.

52 f.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual do Maranhão, 2017.

Orientador: Prof. Kaio Henrique Ferreira Nogueira de Nogueira.

1. Óleo mineral. 2. Óleo sintético 3. Troca de Óleo 4. Lubrificante.

CDU621.892.2

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E PRODUÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Viabilidade do Lubrificante SAE 20W50 para
Motores de Combustão Interna a partir de
100.000km de uso**

Autor: Rodrigo Beckman Pereira Gomes

Orientador: Kaio Henrique Ferreira Nogueira de Nogueira

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Monografia:

Prof. Kaio Henrique Ferreira Nogueira de Nogueira
Universidade Estadual do Maranhão

Prof. Esp. Marco Selner Mesquista Viana
Universidade Estadual do Maranhão

Prof. Me. Paulo Roberto Campos Flexa Ribeiro Filho
Universidade Estadual do Maranhão

São Luís/MA, 06 de dezembro de 2017.

Dedicatória

Dedico esse presente trabalho à todos os professores do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA que contribuíram para minha formação, e a todas as pessoas que me acompanharam durante o período de realização do mesmo.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por toda sua bondade, misericórdia e amor, por me abençoar ricamente com saúde e sabedoria e por ter me ajudado nos momentos mais difíceis durante o estudo, pois sem ele eu nada seria.

Aos meus pais, Lucinaldo Lobato Gomes e Maria Tereza Beckman Pereira Gomes pelo apoio, educação, suporte e incentivo ao longo do curso e por nunca terem me desamparado quando preciso de ajuda tanto âmbito financeiro e pessoal

A minha namorada Mírian de Moraes por toda ajuda desde o início do projeto até o término, sempre me ajudando e me incentivando a concluir o mesmo.

Ao professor orientador Kaio Henrique Ferreira Nogueira de Nogueira, por seu auxílio e conhecimento.

Aos proprietários João Vicente Campos e Elizangela Mota do Centro Automotivo São José Pneus LTDA, por terem disponibilizado sua empresa para a realização do questionário e pelo suporte oferecido na capacitação profissional que tive ao longo do período.

Epígrafe

“É na hora da decisão, que você traça o seu destino.”

Anthony Robbins

Resumo

A invenção, e a criação do automóvel foram e são na realidade uma prioridade hoje em nossas vidas. A indústria de automobilística produz automóvel para nos auxiliar no deslocamento do nosso dia a dia e é um bem de maior importância e necessidade. Com o uso do veículo e o passar do tempo, maior será sua quilometragem ocasionando uma pré-disposição a provocar mais atrito e um desgaste nas peças, devido a isso o automóvel terá que passar por diversas revisões e manutenções, sendo que uma das mais importantes dentre todas é a troca de óleo do motor. Se no momento da troca usar um óleo não específico para aquele motor isso poderá acarretar uma diminuição brusca na vida útil do motor consequentemente na durabilidade do automóvel e este é um problema que na maioria das vezes acontece. Um exemplo disto acontece quando o motor atinge seus 100.000km e os profissionais que executam a troca indicam um óleo mineral (um óleo mais viscoso em relação ao usado anteriormente, por exemplo: o óleo 20W50) devido este ter um valor de mercado bem menor em relação ao óleo indicado pelo manual criar uma superfície mais “espessa” assim diminuindo o atrito e o desgastes em contra partida o manual do veículo continua indicando o óleo 5W30, um óleo sintético (menos viscoso em relação ao mineral). Para o desenvolvimento do presente projeto de pesquisa foram implantadas estratégias de investigação, como: aplicação de questionários, levantamento de material bibliográfico e análises dos mesmos. O presente projeto teve como sujeitos, proprietários de automóveis, que estes responderam um questionário, gerando um banco de dados em comparação qualitativa. No questionário contem perguntas de propósito em relação à performance do veículo, como este está reagindo ao uso do óleo lubrificante SAE 20W50. Através disso encontramos que o óleo 20W50 se tornou viável para motor acima de 100.000km de uso, não afetando diretamente na vida-útil da bomba de óleo, tendo uma variação mínima no consumo do veículo e que a principal fabricante com maior incidência de mudança de viscosidade foi a da marca Chevrolet.

Palavras chaves: óleo mineral, óleo sintético, troca de óleo, lubrificante.

Abstract

The invention, and the creation of the automobile have been and are in fact a priority today in our lives. The automobile industry produces automobile to help us in the displacement of our day to day and is a most important and necessary asset. With the use of the vehicle and the passage of time, the greater its mileage causing a pre-disposition to cause more friction and wear on the parts, because of this the car will have to undergo several revisions and maintenance, being one of the most important among them is the engine oil change. If, at the time of the change, you use an oil that is not specific to that engine, this can lead to a sudden decrease in the life of the engine, as a result of the durability of the motor vehicle, and this is a problem that most of the time happens. An example of this happens when the engine reaches its 100,000km and the professionals that perform the exchange indicate a mineral oil (a more viscous oil than previously used, for example: 20W50 oil) because this has a good market value lower than the oil indicated by the manual to create a "thicker" surface, thus reducing friction and wear and tear. The manual of the vehicle continues to indicate 5W30, a synthetic oil (less viscous to the mineral). For the development of this research project, research strategies were implemented, such as: application of questionnaires, collection of bibliographic material and analysis of the same. The present project had as subjects, car owners, who answered a questionnaire, generating a database in qualitative comparison. The questionnaire contains questions on purpose regarding the performance of the vehicle, how it is responding to the use of SAE 20W50 lubricating oil. Through this we find that the 20W50 oil became viable for engine over 100,000km of use, not directly affecting the oil pump life, having a minimum variation in the consumption of the vehicle and that the main manufacturer with higher incidence of change of viscosity was that of the Chevrolet brand.

Keywords: mineral oil, synthetic oil, oil

Lista de Ilustrações

Figura 2.1 Óleo mineral usado em motores automotivos.....	6
Figura 2.2 Óleo sintético usado em motores automotivos	8
Figura 2.3 Graus de viscosidade SAE para óleos de motor.....	12
Figura 2.4 Bomba de óleo de engrenagens.....	15
Figura 2.5 Bomba de óleo de Rotor.....	16
Figura 2.6 Filtro de óleo	17
Figura 2.7 Cáster de chapa de aço	18
Figura 2.8 Cáster de alumínio.....	18
Figura 2.9 Radiador de óleo	19
Figura 2.10 - Vareta do nível do óleo.....	19
Figura 2.11 Galerias de óleo.....	20
Figura 2.12 Pescador de óleo.....	21
Figura 2.13 Interruptor de óleo.....	21

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1	Lubrificantes	5
2.1.1	Tipos de Lubrificantes	5
2.1.1.1	Óleos Minerais	5
2.1.1.2	Lubrificantes Semissólidos - Graxas	7
2.1.1.3	Óleos Sintéticos	8
2.1.2	Principais Propriedades dos Lubrificantes	9
2.1.2.1	Viscosidade	9
2.1.2.2	Ponto de fluidez	9
2.1.2.3	Índice de viscosidade	10
2.1.2.4	Ponto de fulgor.....	10
2.1.2.5	Densidade.....	11
2.2	Classificação dos óleos lubrificantes	11
2.2.1	Classificação SAE	11
2.2.2	Classificação API	12
2.3	Sistema de Lubrificação Automotiva	13
2.3.1	Componentes do Sistema de Lubrificação Automotiva	14
2.3.1.1	Bomba de Óleo	15
2.3.1.1.1	Bomba de óleo de engrenagens	15
2.3.1.1.2	Bomba de óleo de Rotor	16
2.3.1.2	Filtro de Óleo	16
2.3.1.3	Cárter	17

2.3.1.4	Radiador de óleo	18
2.3.1.5	Vareta do nível de óleo	19
2.3.1.6	Galerias de óleo	20
2.3.1.7	Pescador de Óleo	20
2.3.1.8	Interruptor de óleo	21
2.4	Sistemas de Lubrificação Tradicionais	22
2.4.1	Sistema de Lubrificação de Mistura com o Combustível.....	22
2.4.2	Sistema de Lubrificação por Salpico	22
2.4.3	Sistema de Lubrificação de Circulação e Salpico	22
2.4.4	Sistema de Lubrificação de Circulação sob Pressão	23
3	MATERIAL E MÉTODOS	24
4	RESULTADO E DISCUSSÕES.....	26
5	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	32
	REFERÊNCIAS	33
	APÊNDICES E ANEXOS	36

1 INTRODUÇÃO

O termo tribologia, que vem do grego Τριβο (Tribo - esfregar) e Λογος (Logos - estudo) foi utilizado, oficialmente, pela primeira vez em 1966 em um relatório feito por H. Peter Jost para o comitê do departamento inglês de educação e ciência (BHUSHAN, 2013). Logo, tribologia por ser definida como a ciência e a prática de fricção, lubrificação e desgaste aplicado a superfícies de engenharia em movimentos relativos (MOORE, 1975). As principais atividades da tribologia são: Análise e avaliação do dano tribológico; provisão de recomendações técnicas sobre materias, lubrificantes e projeto (para controle de danos e projeto de novos componentes e produtos); garantia da qualidade; análise do atrito e desgaste (BOSCH, 2005).

O atrito é uma designação genérica da resistência que se opõe ao movimento. Esta resistência é medida por uma força denominada força de atrito. Encontramos o atrito em qualquer tipo de movimento entre sólidos, líquidos ou gases (PAULI; ULIANA, 1997). Visto isso atrito é a resistência física ao movimento relativo entre duas superfícies em contato mútuo (BOSCH, 2005). Com a presença de atrito temos o desgaste que consiste na perda progressiva de material da superfície de um corpo sólido, causado por tensão tribológica, este é caracterizado pela presença de partículas abrasivas, assim como alterações tanto no material como na estrutura da superfície (BOSCH, 2005).

Uma vez que o atrito e o desgaste provêm do contato das superfícies, o melhor método para reduzi-los é manter as superfícies separadas, intercalando-se entre elas uma camada de lubrificante, portanto, lubrificante é qualquer material que, interposto entre duas superfícies atritantes, reduza o atrito. Os lubrificantes são classificados, de acordo com seu estado físico, em líquidos, pastosos, sólidos e gasosos (PAULI; ULIANA, 1997). Os principais tipos de lubrificantes líquidos normalmente usados são os óleos. Os óleos lubrificantes apresentam certas características próprias que lhes são conferidas pela sua composição química (resultante do petróleo bruto), pelo tipo de refino, pelos tratamentos adicionais realizados e pelos aditivos utilizados (DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DA TEXACO BRASIL LTDA, 2005).

Correlacionando com óleos lubrificantes os óleos destinados à lubrificação dos motores de combustão interna devem possuir certo número de qualidades perfeitamente determinadas. Os óleos lubrificantes dos motores podem ser constituídos de uma base mineral ou sintética com a adição de aditivos. Sob o ponto de vista prático, eles são caracterizados principalmente pela sua viscosidade, seu ponto de combustão e seu ponto de congelamento (TILLMANN, 2013).

Os óleos lubrificantes podem ser graxos, minerais ou sintéticos. Óleos Minerais são derivados de petróleo e passam por diversos tipos de tratamentos, o que lhe dão suas principais características. Podem ser óleos graxos ou óleos compostos; os óleos graxos são os de origem vegetal ou animal, foram os primeiros a serem utilizados como lubrificante; os óleos compostos são misturas de óleos minerais e óleos graxos em proporção que não ultrapassa 25%. Óleos sintéticos são criados em laboratórios para oferecer características especiais (JF, 2000).

Os óleos lubrificantes possuem classificação por órgãos internacionais e montadoras de acordo com sua viscosidade e com sua aplicabilidade. As classificações mais utilizadas pela indústria automobilística são a SAE (Society Automotive of Engineers) quanto a viscosidade dos óleos, e a API (American Petroleum Institute) quanto a sua aplicabilidade (CAMARA; PERES; CHRISTIANINI, 2010). A classificação SAE não fornece informação da qualidade do óleo, a caracterização é feita por duas séries, onde W (Winter) descreve determinado comportamento de fluência a frio. O grau de viscosidade “W” é classificado de acordo com a máxima viscosidade à temperatura interior, o graude de viscosidade sem a letra “W” só é classificado segundo a viscosidade do óleo a 100°C (BOSCH, 2005). Outra forma de evitar desgaste e evitar a quebra de um componente ou peça é realizar manutenções. De acordo com MONCHY (1987, p. 3), “o termo manutenção tem sua origem no vocábulo militar, cujo sentido era manter nas unidades de combate o efetivo e o material num nível constante de aceitação”. Logo podemos entender manutenção como o conjunto de “cuidados técnicos” indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de máquinas, equipamentos, ferramentas e instalações. Esses cuidados envolvem a conservação, adequação, a restauração, a substituição e a prevenção (PEREIRA, 2006).

Os tipos de manutenção são caracterizados pela maneira como é feita a intervenção no sistema. Consideradas como principais por diversos autores, corretiva, preventiva e preditiva são manutenções de suma importância. A corretiva é a forma mais simples e mais primitiva de manutenção. De acordo com SLACK et al. (2002, p. 625) significa deixar as instalações continuarem a operar até que quebrem. O trabalho de manutenção é realizado somente após a quebra do equipamento ter ocorrido. A manutenção preventiva é a manutenção voltada para evitar que a falha ocorra, através de manutenções em intervalos de tempo pré-definidos. Segundo SLACK (2002), visa eliminar ou reduzir as probabilidade de falhas por manutenção (limpeza, lubrificação, substituição e verificação) das instalações em intervalos de tempo pré-planejados, já a manutenção preditiva é a manutenção que realiza acompanhamento de variáveis e parâmetros de desempenho de máquinas e equipamentos, visando definir o instante correto da intervenção, com o máximo de aproveitamento do ativo (OTANI & MACHADO, 2008).

Portanto em veículos automotores é necessário manutenções periódicas, uma delas é a troca de óleo do motor que é indicada realizar de acordo com a km (quilometragem) que o automóvel apresenta. Neste tipo de manutenção existem duas vertentes a serem seguidas, a primeira ocorre quando o proprietário do mesmo identifica qual óleo usar de acordo com as instruções do manual do veículo. A segunda vertente ocorre quando o proprietário pede indicação de qual óleo usar através do conhecimento empírico do técnico que irá realizar tal procedimento, um grande problema que acontece é que após o 100.000km que o veículo possui se o proprietário seguir o manual de instruções ele continuará usando o mesmo óleo de sempre, Ex: SAE 5W30. Mas se o proprietário optar seguir o conhecimento empírico do técnico, este irá indicar um óleo de maior viscosidade, Ex: SAE 20W50 essa indicação é acontece devido o motor ter uma pré-disposição maior de desgaste ocasionada pela km(quilometragem) que o automóvel possui. Então em motores acima de 100mil km pode-se mudar de óleo, e usar óleo maior viscosidade? Seria viável o uso do óleo 20W50 para o proprietário?

O projeto tem como principal objetivo avaliar a viabilidade do óleo 20W50 para motores acima de 100.000km de uso, identificar qual fabricante teve maior incidência na mudança do óleo 5W30 para o 20W50 e investigar se a diferença de viscosidade influencia diretamente na vida útil da bomba de óleo

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Lubrificantes

Os óleos lubrificantes possuem a característica de não ser totalmente consumido durante a sua vida útil, o que diferencia dos demais derivados de petróleo, criando responsabilidades em relação à adequada destinação dos resíduos gerados ao final do seu uso (CANCHUAMANI, 2013).

Os lubrificantes podem ser definidos como fluídos compostos de misturas complexas e em estrutura básica de hidrocarboneto usados principalmente para o controle do atrito e desgaste (STACHOWIAK; BATCHELOR, 2005).

Os lubrificantes segundo Belmiro & Carreiro (2006) podem ser encontrados em estado físico gasoso, sólido (grafite, bissulfeto de molibdênio, enxofre, fósforo), semissólido (vaselina, graxa vegetal, animal ou mineral) ou o mais utilizado um líquido (água, óleo vegetal, animal ou mineral, sintético), o desempenho de um lubrificante está diretamente ligado à sua composição química e ao processo de refinamento que óleo cru foi submetido, além da adição de aditivos. Esta junção de ativos dá características aos lubrificantes, permitindo controlar a sua eficácia e qualidade, além de possibilitar o direcionamento do seu uso.

2.1.1 Tipos de Lubrificantes

2.1.1.1 Óleos Minerais

Os óleos lubrificantes mais utilizados são os de origem mineral. Estes são constituídos por uma mistura complexa de hidrocarbonetos, provenientes do refino do petróleo cru e representam cerca de 2% dos derivados de petróleo, sendo um dos poucos produtos que não são totalmente consumidos durante o seu uso (AZEVEDO; CARVALHO; FONSECA, 2005).

Os óleos minerais são os mais importantes e empregados na lubrificação realizada dentro das indústrias, bem como, possuir o menor custo. São derivados da refinação (fração e destilação) do petróleo (BELMIRO; CARRETEIRO, 2006).

Adequados para motores convencionais de qualquer cilindrada, têm assim uma viscosidade adotada à temperatura de funcionamento do motor ,atingindo os principais pontos de lubrificação mesmo no inverno, ou seja, quando há maior resistência ao escoamento do lubrificante pelas vias ou galerias do óleos existentes no motor (CAMARA; PERES; CHRISTIANINI, 2010).



Figura 2.1 – Óleo mineral usado em motores automotivos

Fonte: <https://pefil.com.br/wp-content/uploads/2014/05/acdelco20w50.jpg>

2.1.1.2 Lubrificantes Semissólidos - Graxas

As graxas são lubrificantes semissólidos, constituídos por uma mistura de óleo, aditivos e agentes engrossadores, geralmente sabão metálico, dispersado em lubrificante líquido, o qual funciona como retentor do lubrificante (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

Segundo Rolim, Hernandez & Pereira (2005) as graxas são classificadas com base no sabão utilizado em sua fabricação, pode ser, graxas à base de alumínio, cálcio, sódio, lítio, bário e mista. Uma graxa de nível satisfatório para uma determinada aplicação deve cumprir os seguintes requisitos:

- I. Reduzir a fricção e o desgaste dos elementos do equilíbrio, sob as várias condições de operação;
- II. Proteger contra ferrugem e corrosão;
- III. Evitar que poeira, água e outros contaminantes penetrem nas partes lubrificantes;
- IV. Não derramar, não gotejar e permanecer onde necessários nas partidas e nas operações intermitentes;
- V. Manter sua estrutura e consistência durante um longo período de utilização;
- VI. Permitir livre movimento das partes móveis a baixas temperaturas e poder ser bombeada facilmente a essas temperaturas;
- VII. Possuir as características físicas desejáveis para fácil aplicação e manter essas características durante a armazenagem;
- VIII. Tolerar certo grau de contaminação sem perda significativa de eficiência.

2.1.1.3 Óleos Sintéticos

Os lubrificantes sintéticos podem ser definidos como óleos obtidos de sinterização química de hidrocarbonetos em laboratório e dependendo da sua composição, agrupam-se em classes: ésteres de ácidos dibásicos, de organofosfatos e de silicones (MANG; DRESEL, 2007).

Apesar dos óleos lubrificantes terem um valor de consumo alto, o consumo de óleos lubrificantes sintetizados aumentou consideravelmente nas últimas duas décadas, devido à necessidade de trabalho do maquinário industrial sob condições extremas de temperatura e pressão. Seus principais benefícios são (MANG; DRESEL, 2007, p.64):

- I. Maior vida útil do óleo em relação aos óleos minerais;
- II. Diminuição de depósitos de resíduos em reservatórios de óleo;
- III. Economia no consumo de energia e consumo de óleo;
- IV. Melhor refrigeração do equipamento;
- V. Menos ruído e vibrações



Figura 2.2 – Óleo sintético usado em motores automotivos

Fonte: <https://www.extra-imagens.com.br/Control/ArquivoExibir.aspx?IdArquivo=607695294>

2.1.2 Principais Propriedades dos Lubrificantes

O desempenho de um lubrificante está diretamente ligado à sua composição química e ao processo de refinamento que óleo cru foi submetido, além da adição de aditivos. Esta junção de ativos dá características aos lubrificantes, permitindo controlar a sua eficácia e qualidade, além de possibilitar o direcionamento do seu uso (CARRETEIRO; BELMIRO, 2006).

2.1.2.1 Viscosidade

A viscosidade do óleo é de suma importância no sistema de lubrificação em equipamentos de uma forma geral. Essa propriedade determina o valor de sua resistência ao cisalhamento e está intimamente relacionada à interação entre as moléculas do fluido (MAIA, 2009).

Pode ser definida como a resistência ao escoamento que os fluidos apresentam (PAULI; ULIANA, 1997). Dentro das propriedades reológicas Carreteiro (1989) afirma que a viscosidade é uma das principais características físicas a ser caracterizada nos óleos lubrificantes, uma vez que ela determina a capacidade de carregamento de carga, bem como de características como fluidez e fluxo de calor.

2.1.2.2 Ponto de fluidez

Essa propriedade mede a temperatura mínima na qual o óleo ainda flui, o conhecido ponto de congelamento. A contaminação e a degradação praticamente não influem no ponto de fluidez de um lubrificante (MAIA, 2009).

De acordo com o Ensaio Padrão D-97-05, da ASTM, esta temperatura é determinada através de resfriamentos sucessivos de uma amostra do óleo colocada em um frasco de vidro. A cada um desses resfriamentos, a intervalos de 3 em 3°, verifica-se se o óleo ainda é capaz de fluir¹. O ponto de fluidez é importante principalmente para avaliar o desempenho do óleo em condições de baixas temperaturas ou em regiões de climas frios (SOARES, 2013).

2.1.2.3 Índice de viscosidade

Os tipos de óleos são classificados segundo o seu índice de viscosidade e teor de enxofre. Quanto maior esse índice, melhor é a qualidade do produto. O índice de viscosidade é a propriedade que mede a variação de viscosidade de um óleo de acordo com a variação da temperatura (ZAMBONI, 2008). Quanto maior o índice de viscosidade, menor é essa variação. É importante que o lubrificante mantenha sua viscosidade em uma ampla faixa de temperatura, para que sua aplicação não seja prejudicada (CANCHUAMANI, 2013).

O valor do índice de viscosidade depende principalmente da temperatura e da pressão. A norma ASTM D-2270 padroniza o índice de viscosidade a partir do cálculo da viscosidade cinemática, a qual representa a resistência ao movimento que um óleo lubrificante enfrenta ao escoamento a uma determinada temperatura. A unidade de medida aplicada é cSt (centistokes) (MANG; DRESEL, 2007).

2.1.2.4 Ponto de fulgor

Segundo PAULI & ULIANA (1997) ponto de fulgor ou também chamado de ponto de lampejo é a temperatura em que o óleo, quando aquecido em aparelho adequado, desprende os primeiros vapores que se inflamam momentaneamente (lampejo) ao contato de uma chama. Quando se trata dos óleos para motor e algumas máquinas industriais estes necessitam ter um ponto de fulgor elevado, para evitar-se o risco de incêndio.

2.1.2.5 Densidade

A densidade é um número que define o peso de um certo volume de uma substância quando submetida a uma determinada temperatura. A densidade dos lubrificantes automotivos encontra-se entre 0,88 e 0,9 g/cm, dependendo da composição predominante de hidrocarbonetos (parafínicos ou naftênicos) (MAIA 2009).

2.2 Classificação dos óleos lubrificantes

Os lubrificantes foram classificados por órgãos internacionais e montadoras de acordo com sua viscosidade e com sua aplicabilidade. As classificações mais utilizadas pela indústria automobilística são a SAE (Society Automotive of Engineers) quanto a viscosidade dos óleos, e a API (American Petroleum Institute) quanto a sua aplicabilidade (CAMARA; PERES; CHRISTIANINI, 2010).

2.2.1 Classificação SAE

A viscosidade segundo Silva(2011) é uma das mais importantes propriedades que torna possível o uso de um óleo como lubrificante de motor. Sua importância foi reconhecida no início do século XX, quando a SAE (Society of Automotive Engineers), em 1911, estabeleceu o primeiro sistema de classificação para óleos de motor baseado única e exclusivamente na viscosidade. Em 1933, a SAE introduziu o grau “W” – inicial de winter – para viscosidades determinadas a 0°F. Já em 1950, foram introduzidos oficialmente os graus 5W, 10W e 20W.

Posteriormente, em 1955, óleos multigrado ou multiviscosos passaram a fazer parte da classificação.

Os óleos lubrificantes multiviscosos ou multigrado segundo Bosch (2005) são óleos com pouca dependência da viscosidade em função da temperatura, eles diminuem o atrito e o desgaste, proporcionam uma rápida lubrificação de todas as partes do motor na partida a frio.

SAE Viscosity Grade	Low Temperature Cold Cranking Viscosity ^A cPs, max. at °C	Low Temperature Pumping Viscosity ^B cPs, max. at °C	Kinematic Viscosity ^C cSt @ 100°C		High Temperature High Shear ^D Viscosity cPs @ 150°C, max.
			min.	max.	
0 W	6,200 at -35	60,000 at -40	3.8	-	-
5 W	6,600 at -30	60,000 at -35	3.8	-	-
10 W	7,000 at -25	60,000 at -30	4.1	-	-
15 W	7,000 at -20	60,000 at -25	5.6	-	-
20 W	9,500 at -15	60,000 at -20	5.6	-	-
25 W	13,000 at -10	60,000 at -15	9.3	-	-
20	-	-	5.6	<9.3	2.6
30	-	-	9.3	<12.5	2.9
40	-	-	12.5	<16.3	2.9 ^E
40	-	-	12.5	<16.3	3.7 ^F
50	-	-	16.3	<21.9	3.7
60	-	-	21.9	<26.1	3.7

- A. CCS (Cold Cranking Simulator, ASTM D-5293).
 B. MRV (Mini Rotary Viscometer, ASTM D-4684).
 C. Kinematic viscosity, ASTM D-445.
 D. ASTM D-4683, ASTM D-4741.
 E. Only for 0W-40, 5W-40 and 10W-40 grades.
 F. Only for 15W-40, 20W-40, 25W-40 multigrades and SAE 40 monograde.

Figura 2.3 - Graus de viscosidade SAE para óleos de motor

Fonte: https://4.bp.blogspot.com/8iywPgKjtc/VucWFWG7PBI/AAAAAAAAAOM/QM0mv_szmXEbQhj59vDWamo0tJ4RDKHdg/s1600/SAE%2Btabela%2Bde%2Bviscosidade.jpg

2.2.2 Classificação API

Desenvolvida pelo Instituto Americano do Petróleo, também dos Estados Unidos, baseia-se em níveis de desempenho dos óleos lubrificantes, isto é, no tipo de serviço a que a

máquina estará sujeita. São classificados por duas letras, a primeira indica basicamente tipo de combustível do motor e a segunda o tipo de serviço (BONAZZI; NETO, 14 de jul, 2010).

A segunda letra que acompanha o S ou C representa uma melhoria no lubrificante à medida que a letra avança ao final do alfabeto. Assim, podemos dizer que um lubrificante APISL é melhor que um API-SJ que por sua vez é melhor que um API-SF. Quanto mais avançada à letra do alfabeto melhor é a aditivação do lubrificante (CAMARA; PERES; CHRISTIANINI, 2010). Portanto, abaixo segue uma tabela (API) comparativa com a evolução dos óleos lubrificantes para motores a gasolina e a diesel de acordo com o desempenho. É possível verificar no “ANEXO A” deste trabalho a classificação API para óleos lubrificantes de motor a gasolina e a diesel.

2.3 Sistema de Lubrificação Automotiva

O sistema de lubrificação é parte integrante do motor e de total importância para o funcionamento e vida útil dos componentes mecânicos móveis. Com a colaboração do sistema de lubrificação o motor pode atingir os graus de desempenho desejado e para isso o sistema conta com alguns componentes. Ele garante que essas peças trabalhem com um filme de óleo entre elas (atrito úmido), que reduz consideravelmente o atrito e conseqüentemente o desgaste, tem como função lubrificar tais componentes:

- I. Comando de válvulas;
- II. Cilindros e anéis;
- III. Cabeça do pistão;
- IV. Pé da biela com pino do pistão;
- V. Munhões e moentes do virabrequim.

Segundo Dias (2014) quando se trata do sistema de lubrificação automotivas moléculas de óleo formam uma película entre as duas peças, preenchendo o espaço entre a superfície de duas peças. Contudo, a formação dessa película é prejudicada pela pressão exercida pelas peças, que desgasta a película de óleo entre pistão e a parede do cilindro, o

contato metal-metal torna-se inevitável. A formação da película e o seu desgaste até o contato entre as peças é caracterizado pelos três níveis de atrito:

- I. **Atrito líquido:** O filme de óleo entre as peças se mantém íntegro impedindo o contato entre as peças durante o funcionamento do motor;
- II. **Atrito úmido:** O filme de óleo começa a se desgastar e em alguns pontos há contato entre a saia do pistão e a parede do cilindro;
- III. **Atrito seco:** O filme de óleo foi completamente retirado da parede do cilindro, deixando o motor exposto ao prejudicial contato pistão-cilindro.

2.3.1 Componentes do Sistema de Lubrificação Automotiva

O sistema de lubrificação típico de um motor é composto por diversos componentes que fazem circular óleo no sistema, controlam a pressão do mesmo e fazem a sua filtragem de maneira que ocorra uma lubrificação adequada em todas as áreas de atrito, sob todas as condições de funcionamento. Os principais componentes que influem no funcionamento adequado do sistema são:

- I. Bomba de óleo
- II. Filtro de óleo
- III. Cárter
- IV. Vareta do nível de óleo
- V. Radiador de óleo
- VI. Galerias de óleo
- VII. Pescador de óleo
- VIII. Interruptor de óleo

2.3.1.1 Bomba de Óleo

Componente que tem como função manter o óleo lubrificante sob circulação forçada, para atingir todos os elementos móveis do motor. Nos automóveis de hoje são usados dois tipos de bombas de óleo (OLIVEIRA; ROSA, 2003):

- I. Bomba de óleo de Engrenagens
- II. Bomba de óleo de Rotor

2.3.1.1.1 Bomba de óleo de engrenagens

Este tipo de bomba é composto por duas engrenagens contidas em um invólucro com folga mínima. Segundo Dias (2014) podem ser acionadas pelo virabrequim, pelo comando de válvulas ou por um comando auxiliar que as engrenagens ao girarem preenchem sua folga de óleo, após o engrenamento do dentes é impulsionado com pressão (geralmente 3bar) para todos os canais de lubrificação do motor.



Figura 2.4 – Bomba de óleo de engrenagens
Fonte : <http://carrosinfoco.com.br/wp-content/uploads/2014/07/sl10.jpg>

2.3.1.1.2 Bomba de óleo de Rotor

Quando o motor estiver usando bomba de rotor, ela normalmente estará instalada na sua parte frontal, estando acoplada ao flange. Possui um rotor externo que desliza livremente, acionado pelo rotor interno com o giro do virabrequim (OLIVEIRA; ROSA, 2003). O rotor externo possui um ressalto a mais que o rotor interno, este ao girar, por um lado suga o óleo, e por outro impele o óleo sobre pressão para os canais de lubrificação (DIAS, 2014).



Figura 2.5 – Bomba de óleo de Rotor

Fonte: <http://www.infomotor.com.br/site/wp-content/uploads/imagem2-466x350.jpg>

2.3.1.2 Filtro de Óleo

O filtro de óleo lubrificante é um componente de manutenção preventiva e deve ser trocado a cada substituição do óleo lubrificante. O filtro conta com uma válvula reguladora de pressão e um canal interno, o óleo chega até o papel do filtro onde é filtrado sai por outro canal e se direciona aos dutos do bloco impulsionado pela bomba (ROCHA, 2009).

Segundo Tillmann (2013) os filtros lubrificantes tem como função reter todos os contaminantes que possam causar danos ao perfeito funcionamento do motor, mantendo as

características de estrutura do óleo, uniformidade de circulação e eficiência no período de uso pelo motor e oferecendo proteção máxima para os motores.



Figura 2.6 – Filtro de óleo
Fonte: Tillmann 2013

2.3.1.3 Cárter

Geralmente feito em liga de alumínio, mas também fabricado em chapa de aço, o cárter é o reservatório de óleo do motor (DIAS, 2014). Segundo Rocha (2009) o cartér tem como função contribuir com o resfriamento do óleo.

Em alguns tipos de cárter, vamos encontrar na sua parte interna uma placa de aço que serve para atenuar o movimento brusco do óleo dentro do cárter, evitando uma falha na lubrificação.

De acordo com as características do motor, o cárter varia de forma e tamanho. Mesmo assim, o cárter sempre deve ter uma pressão uniforme do óleo em seu interior e eliminar vapores de combustível, água e óleo causados devido ao funcionamento do motor (OLIVEIRA; ROSA, 2003)

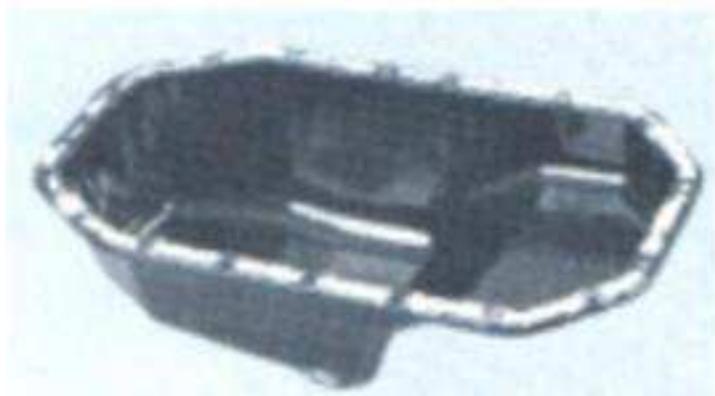


Figura 2.7 – Cárter de chapa de aço
Fonte: Manual Motor AT 1000 – VW



Figura 2.8 – Cárter de alumínio
Fonte: Motor Stilo – FIAT

2.3.1.4 Radiador de óleo

O radiador de óleo também conhecido como trocador de calor segundo Tillmann (2013) é um dispositivo que permite manter o óleo lubrificante na temperatura ideal de trabalho, independentemente da carga do motor ou de fatores externos. Fluindo por um sistema de canais em contato com o circuito de água do sistema de arrefecimento. O radiador

de óleo também a função de promover o rápido aquecimento do em funcionamento a frio (DIAS, 2014).

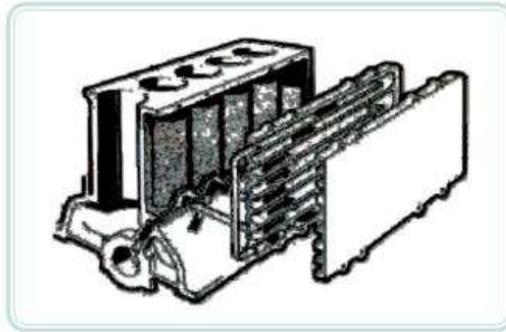


Figura: 2.9 – Radiador de Óleo
Fonte: Mercedes Benz do Brasil, 2006

2.3.1.5 Vareta do nível de óleo

Trata-se de uma vareta de metal, graduada, geralmente marcada com as informações MAX (máximo) e MIN (mínimo). Entre as marcações citadas há um espaço graduado. A vareta mede o nível de óleo do motor, que deve estar na marcação MAX, ou entre a marcação MAX e MIN, nunca deve estar em MIN ou abaixo disso sob o risco de comprometer a lubrificação do motor.x’



Figura 2.10 – Vareta do nível do óleo

Fonte: https://www.monolitonimbus.com.br/wp-content/uploads/2016/03/oleo_motor_vareta.jpg

2.3.1.6 Galerias de óleo

Segundo Oliveira & Rosa (2003) as galerias de óleo são canais existentes no bloco e cabeçote que guiam o óleo para que o mesmo chegue aos elementos móveis do motor.

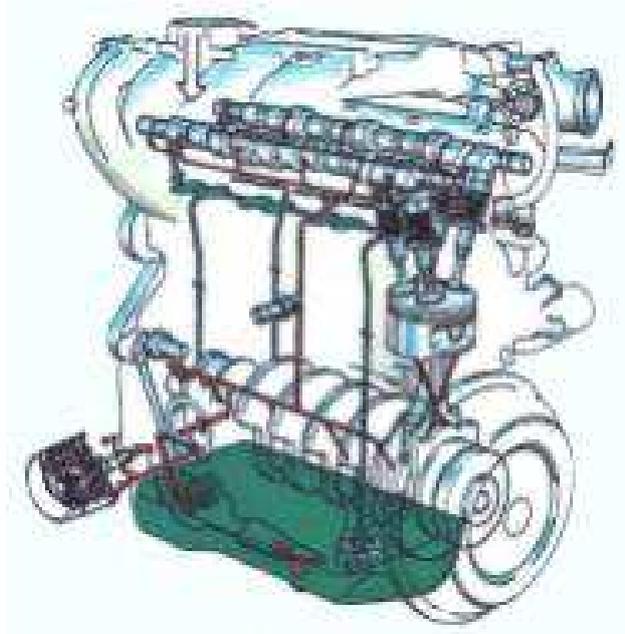


Figura 2.11 – Galerias de óleo

Fonte: Tillmann 2013

2.3.1.7 Pescador de Óleo

O pescador de óleo consiste em um tubo de material metálico ou plástico, com uma extremidade aparafusada no bloco do motor, e a outra extremidade mergulhada no óleo contido no cárter. Esta extremidade possui uma pequena rede metálica que age como filtro, evitando que impurezas macroscópicas atinjam canais importantes de lubrificação, causando desgaste ou entupimento.



Figura 2.12 – Pescador de Óleo

Fonte: <http://www.infomotor.com.br/site/wp-content/uploads/dsc04854-466x349.jpg>

2.3.1.8 Interruptor de óleo

Na bomba de óleo se encontra um dispositivo de alerta para falta ou queda de pressão do sistema. É um interruptor que emite um sinal a uma luz do painel que ascende ao perceber a queda ou falta de pressão do óleo lubrificante.

Possui em seu interior um êmbolo e uma mola calibrada, que abre um contato elétrico quando a pressão de óleo for maior que a força da mola (OLIVEIRA; ROSA, 2003).



Figura 2.13 – Interruptor de óleo

Fonte: <http://www.infomotor.com.br/site/wp-content/uploads/dsc04858-466x349.jpg>

2.4 Sistemas de Lubrificação Tradicionais

Segundo Maia (2009) existem alguns tipos de sistema de lubrificação, dentre eles temos o sistema de mistura com o combustível, o sistema por salpico, o sistema de circulação e salpico, o sistema de circulação sob pressão.

2.4.1 Sistema de Lubrificação de Mistura com o Combustível

Mais utilizado nos motores de dois tempos do ciclo OTTO, neste o óleo é misturado no combustível na proporção de 1:20 a 1:40 (MAIA, 2009). Pouco eficiente e obsoleto. Este sistema de lubrificação utiliza o óleo lubrificante proporcionalmente misturado ao combustível, e foi largamente utilizado em motores dois tempos. A proporção de óleo não pode ser exagerada, o que prejudica o desempenho da combustão (logo a potência) além de contaminar a câmara de combustão e a janela de escape.

2.4.2 Sistema de Lubrificação por Salpico

Este sistema a bomba de óleo mantém algumas cubas cheias de óleo, estas são posicionadas propositalmente próximas a passagem de cada biela. As bielas por sua vez estão munidas com uma colher, e recolhem parte do óleo durante seu movimento de vai e vem. O óleo ao penetrar nas bielas lubrifica seu respectivo moente.

Com a lubrificação por salpico, a pressão fornecida pela bomba é pouco elevada, de 0,1 a 0,4 kg/cm² (TILLMANN, 2013).

2.4.3 Sistema de Lubrificação de Circulação e Salpico

Segundo Maia (2009) neste sistema uma bomba força a passagem do óleo através de uma galeria principal contida no bloco do motor, ao mesmo tempo em que abastece as calhas

de lubrificação por salpico. Da galeria principal o óleo, sob pressão, é direcionado a passar através do eixo de manivelas, do eixo de comando de válvulas e do eixo. O óleo que escapa dos eixos é pulverizado na parte superior das paredes dos cilindros, nos pistões e nos pinos das bielas.

2.4.4 Sistema de Lubrificação de Circulação sob Pressão

Este bem sucedido sistema de lubrificação utiliza a pressão da bomba (1 a 3bar) para alcançar as diversas canalizações de óleo do motor. Munhões e moentes do virabrequim possuem furos de lubrificação por onde o óleo sobre pressão atinge as bielas e a parte superior dos cilindros e dos pistões é lubrificada pelo óleo que escapa de furos existentes nas conexões das bielas com os pinos dos pistões

3 OBJETIVOS

3.1 GERAL

I. Avaliar a viabilidade do lubrificante SAE 20W50 para motores de combustão interna acima de 100.000 km de uso.

3.2 ESPECÍFICOS

I. Identificar qual fabricante teve maior incidência na mundaça de óleo 5W30 para o 20W50.

II. Investigar se a diferença de viscosidade influencia na performance e vida útil da bomba de óleo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do presente projeto de pesquisa foram implantadas estratégias de investigação, como: aplicação de questionários, levantamento de material bibliográfico e análises dos mesmos.

O presente projeto teve como sujeitos, proprietários de automóveis, que estes responderam um questionário, gerando um banco de dados em comparação qualitativa. O questionário possui perguntas em relação à performance do veículo, como este está reagindo ao uso do óleo lubrificante SAE 20W50. Tal questionário foi realizado no Centro Automotivo São José Pneus LTDA situado na Avenida da Maioba, onde os proprietários já efetuaram ou efetuam a troca de óleo dos seus veículos após o motor ter seus 100.000 km de uso, no período 01/10/2017 a 01/11/2017.

De acordo com as respostas encontradas através do questionário traçamos um gráfico para o óleo específico. A fundamentação teórica e a análise do questionário bem como o diálogo com os proprietários dos veículos, certamente constituíram elementos imprescindíveis para a elaboração do projeto. O questionário pode ser encontrado no

5 RESULTADO E DISCUSSÕES

O questionário foi realizado na Centro Automotivo São José Pneus LTDA situado na Avenida da Maioba. Este foi realizado do período 01/10/2017 ao 01/11/2017 com a amostra de 80 veículos de diferentes marcas realizando a troca de óleo ou que já realizaram a troca de óleo no centro automotivo.

Destes 80 veículos encontramos carros do ano 2000 ao 2015, sendo separados de 2000 a 2005, 2006 a 2010, 2011 a 2015. Os carros do ano 2000 a 2005 representaram 22.5% da amostra (18 carros), os do 2006 a 2010 representaram 56.25% (45 carros), os do ano 2011 a 2015 representaram 21.25% (17 carros). Em relação aos veículos obtivemos 3 fabricantes diferentes, Ford, Fiat e Chevrolet que correspondem a 17.5%, 13.75%, 68.75% respectivamente que possuem potências de 1.0, 1.4 a 1.6 e 1.8 a 2.5 que correspondem a 66.25%, 22.5% e 11.25% do volume total, com quilometragens de uso (KM) de 44.000km a 300.000km, 17,5% veículos foram constatados com 44.000km a 98.000km da amostra total, 25% veículos foram constatados com 100.000km a 160.000km de uso e 58,75% veículos com 170.000 a 300.000km rodados.

Gráfico 1: Relação entre ano de fabricação, quilometragem e cilindrada.

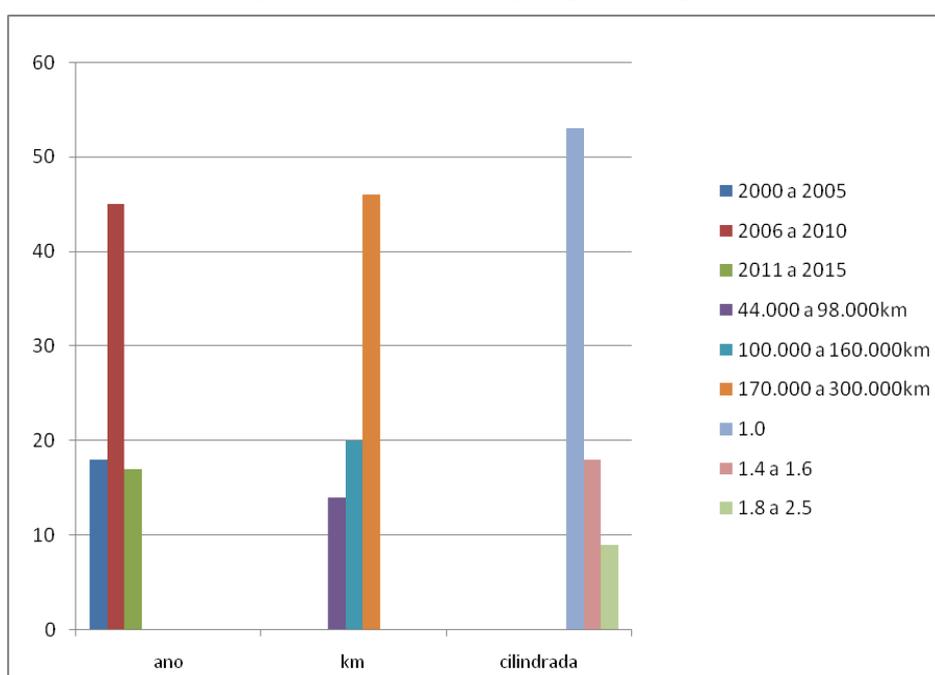
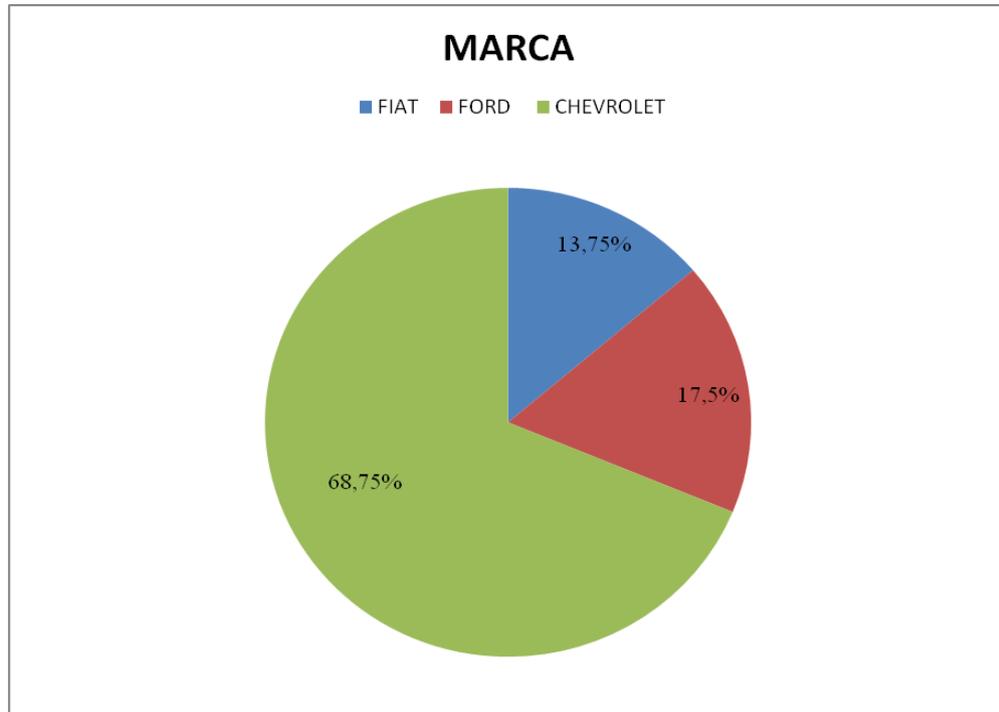
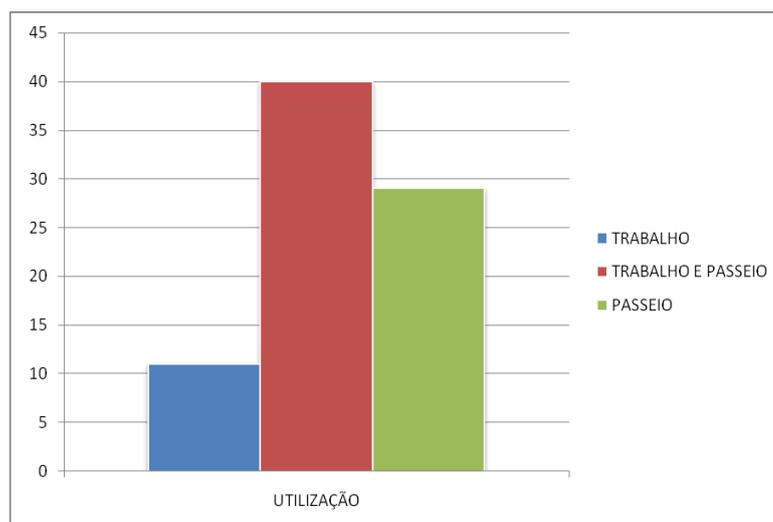


Gráfico 2: Distribuição das marcas de veículos averiguados na pesquisa.



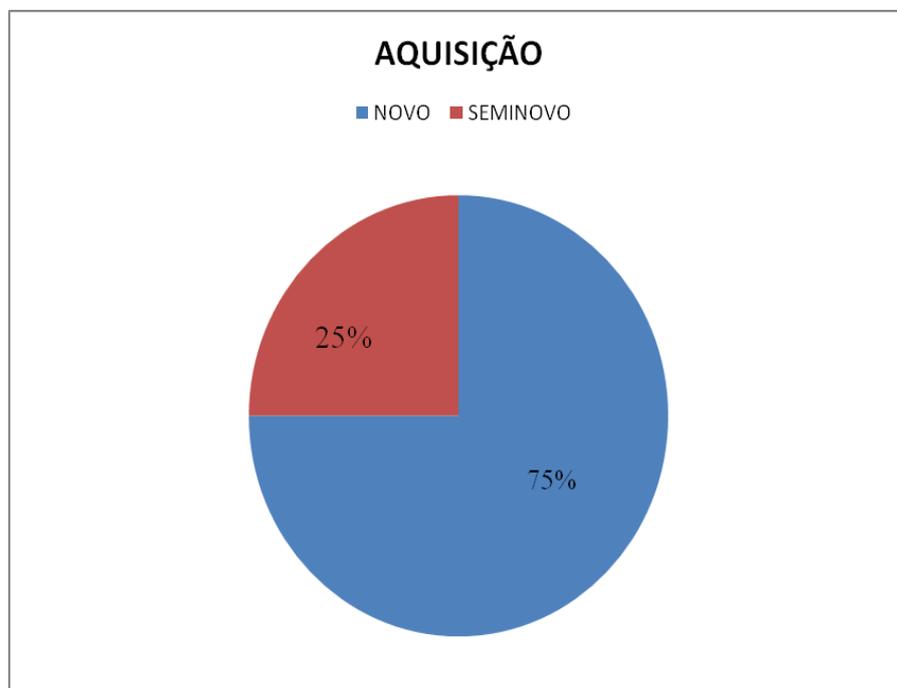
Os veículos foram divididos em 3 grupos de acordo com a utilização para trabalho, trabalho e passeio e somente passeio onde 11 deste são direcionados exclusivamente para trabalho, 40 são para trabalho e passeio e 29 somente para passeio.

Gráfico 3: Classificação dos veículos relacionados a utilização



Em relação a obtenção dos veículos separamos em dois grupos, os que foram adquiridos novos ou zero KM comprados diretamente da concessionária e os que foram comprados usados, os carros que foram adquiridos zero km representaram 75% e os usados 25%, de toda a amostra 100% dos carros realizam revisões periódicas onde atribuímos como revisões periódicas a troca de todos os filtros do carro (do filtro de óleo, filtro de combustível, filtro do ar condicionado e o filtro de ar), a troca de óleo, se estes usarem correia também a troca da mesma, troca de velas, cabos ou bobinas, limpeza dos bicos injetores e limpeza do TBI chamado também “corpo de borboleta”.

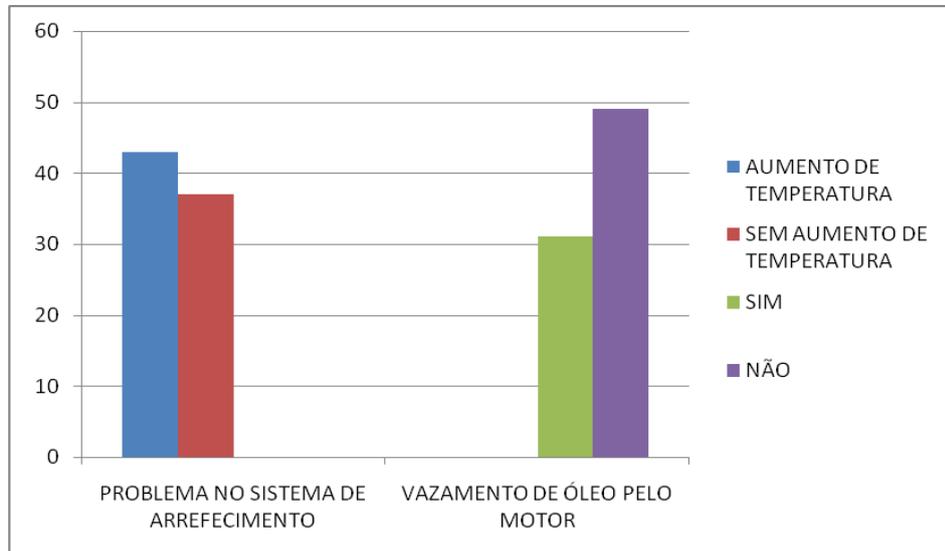
Gráfico 4: Forma de aquisição dos veículos da pesquisa.



Observou-se que 53.75% dos veículos apresentou problema no sistema de arrefecimento para o aumento de temperatura acarretando manutenções corretivas como troca de peças do sistema. Correlacionando com as manutenções realizadas nos veículos, 100% destes realizaram a troca de óleo junto com o filtro de óleo.

Através do questionário conseguimos identificar que 38.75% dos 100% dos carros avaliados apresentaram vazamento de óleo pelo motor.

Gráfico 5: Distribuição dos carros em relação à vazamento de óleo e problema no sistema de arrefecimento.



Observamos que 82.5% dos carros tem 100.000 ou mais km rodados de uso, desses 82.5% da amostra, somente 20, aproximadamente 31% dos 66 carros não efetuaram a troca de viscosidade do óleo do motor continuando a usar o óleo 5W30 indicado pelo manual, em contra partida 46 veículos, equivalente a 69% mudaram a viscosidade do óleo dos quais 8 foram do fabricante FORD, 10 da FIAT e 28 da CHEVROLET. Essa mudança aconteceu através da indicação e solicitação do mecânico.

Gráfico 6: Incidência de veículos que optaram por trocar a viscosidade 5W30 para 20W50 a partir de 100.000 km de uso.

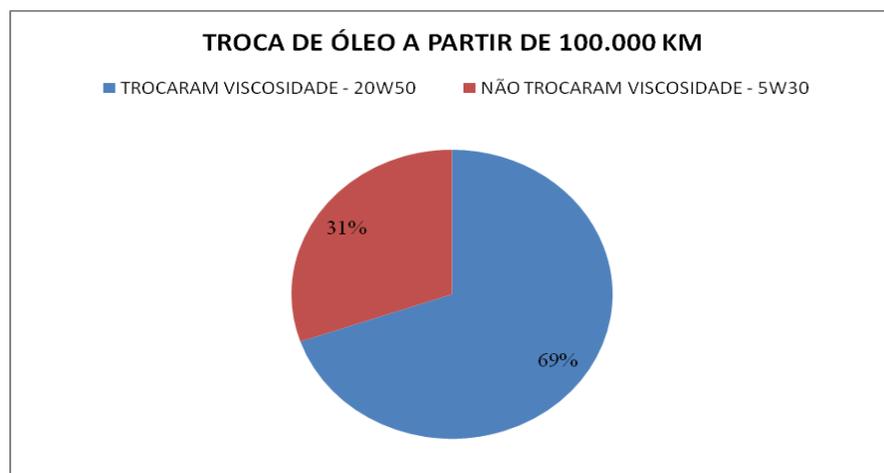
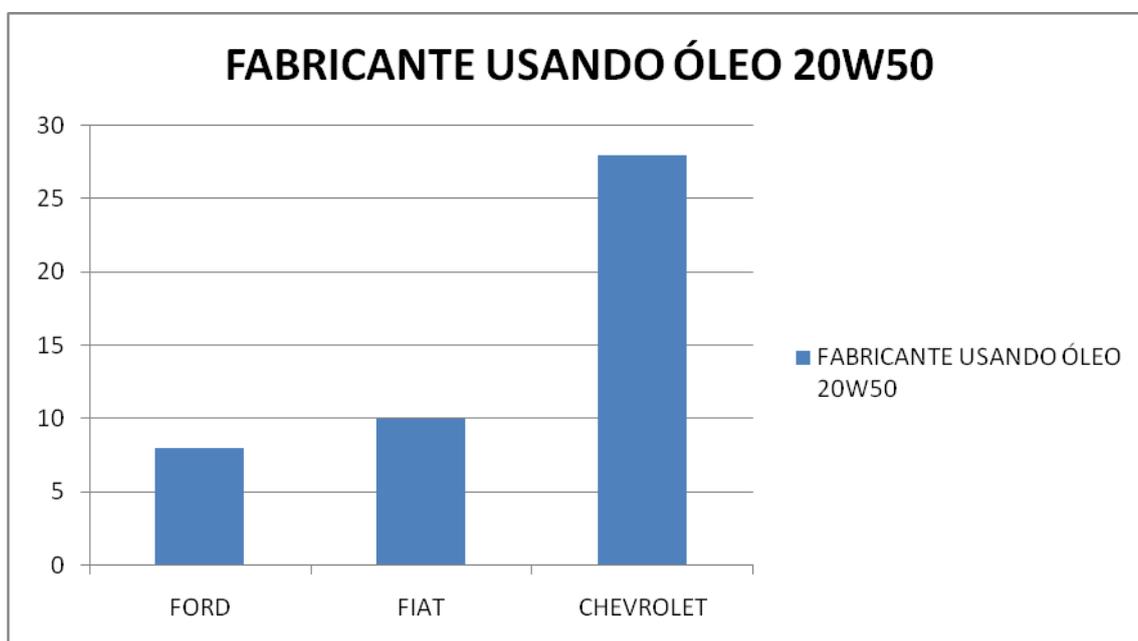
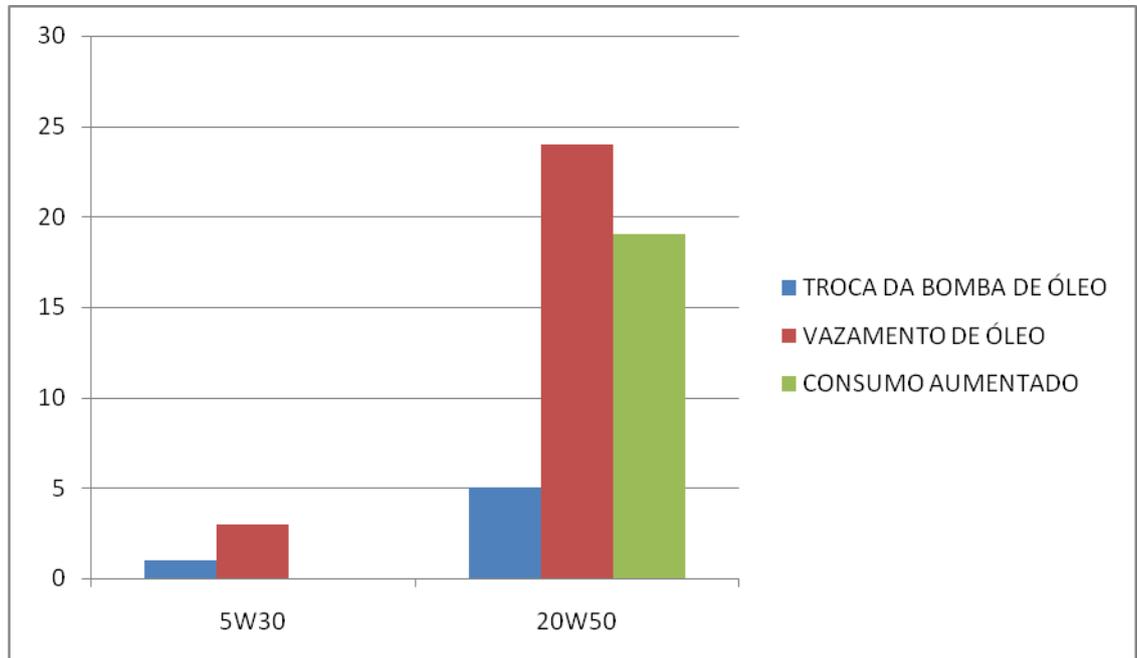


Gráfico 7: Classificação de fabricantes com maior incidência na mudança de viscosidade do óleo.



Identificamos que dos 46 proprietários que realizaram a mudança da viscosidade do óleo, 19 observaram uma pequena mudança após os 100.000km, de acordo com os proprietários eles acharam o carro com um aumento muito pequeno de consumo, uma mudança irrisória. Em relação a troca de peças, sobre os volumes dos 46 veículos que usam o óleo 20W50 foi observado que 5 deles efetuaram a troca da bomba de óleo, 3 pertencentes da marca CHEVROLET e 2 da marca FIAT, dos quais “refizeram” o motor, trocando todas as peças do cabeçote do motor, bloco do motor e conjunto virabrequim. Somente 1 dos 20 carros que não realizaram a mudança da viscosidade do óleo do motor trocou a bomba de óleo.

Gráfico 8: Alterações no consumo, troca de bomba de óleo e vazamento de óleo em relação ao uso do óleo 5W30 e 20W50 para veículos acima de 100.000 km.



Em suma, o óleo apontado pelo fabricante que se encontra no manual é o ideal para se usar nos motores, porém devido o uso do veículo ao longo do tempo ocorre desgaste nas peças gerando folgas nas demais e para compensar tais folgas e baratear as manutenções a maioria dos proprietários dos carros trocam a viscosidade do óleo usando o óleo 20W50 no caso dos 46 carros avaliados no questionário.

Pode-se observar que o fabricante Chevrolet teve o maior índice de troca de viscosidade de óleo, isso aconteceu devido a da maioria dos proprietário dos veículos dessa marca reclamarem que o nível de óleo estava caindo, o óleo estava baixando sozinho e que pela manhã quando ligado o carro apresentava grande quantidade de fumaça, sendo esta da cor azul, isso levou o mecânico a concluir que estava acontecendo a queima de óleo lubrificante através dos retentores de válvulas. Mesmo trocando por retentores novos o óleo 5W30 devido ser “fino” passava pelos retentores e ocasionava novamente a queima, então foi solicitado pelo mecânico a troca do óleo 5W30 para o 20W50, após não se observou mais a fumaça azulada, a queima de óleo e a baixa no nível de óleo

6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Concluimos através da análise do questionário que o fabricante que teve maior índice de mudança de viscosidade foi a CHEVROLET. Foi constatado que o óleo 20W50 comparado ao óleo 5W30 não acarretou nenhuma mudança exacerbada no comportamento do veículo relacionado a parâmetros de consumo, manutenção e dirigibilidade.

Foi observado que a mudança de viscosidade não influenciou de forma direta em fraturas, quebras ou reposição de peças. Houve apenas 5 casos de troca da bomba de óleo dos quais 3 realizaram tal mudança devido a outros fatores, como “calço hidráulico” e a falta de óleo no motor ocasionando a troca das peças do motor por completo, através dessa análise pode-se concluir que os proprietários dos veículos podem sim efetuar a troca de viscosidade do óleo após os seus 100.000km rodados e que o óleo 20W50 se torna viável para motores com tal quilometragem.

Este estudo abre um leque de oportunidades para o desenvolvimento de diversos outros estudos, analisando outros parâmetros de reação do motor com o uso do óleo 20W50. Seria interessante para trabalhos futuros à análise dos conjuntos do motor onde o lubrificante percorre, assim analisando o desgaste e folgas que este apresenta com o uso do lubrificante SAE 5W30 e posteriormente com uso do lubrificante SAE 20W50 em um espaço de 5.000km. Além disso podem ser feitos ensaios, como ponto de fulgor, viscosidade, ponto de fluidez, espectroscopia (para a determinação qualitativa e quantitativa de metais presentes no óleo devido ao desgaste que as peças irão apresentar), após os 5.000km rodados com o lubrificante específico com motores acima de 100.000 km de uso.

REFERÊNCIAS

Apostila Fundamentos de Lubrificação Texaco; Departamento de Tecnologia da Texaco junho / 2005.

AZEVEDO J. B.; CARVALHO L. H. de; FONSECA V. M, **Efeito da Degradação em Motor Automotivo nas Propriedades Termogravimétricas de Óleos Lubrificantes Minerais e Sintéticos.** In: 3 o Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás. 2005, Salvador, Bahia.

BONAZZI, Luiz; NETO, Roque. **Óleos Lubrificantes Automotivos (motor e transmissão: tipos, classificação e desempenho).** Universidade Estadual Paulista – UNESP (Campus Universitário Bauru). São Paulo, 2009.

BOSCH, R. **Manual de tecnologia automotiva**, 25. ed. alemã, 2005.

BRUSHAN, B. **Introduction to tribology**. 2. ed. Ohio: Wiley, 2013.

CANCHUMANI, G. **Óleos lubrificantes usados: um estudo de caso de avaliação de ciclo de vida do sistema de rerrefino no Brasil.** 2013. Doutorado (Planejamento Estratégico) – COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2013.

CARRETEIRO, R.; MOURA, C. **Lubrificantes e Lubrificação**, Makron Books, 1989.

CARRETEIRO, R.; BELMOIRO, P. **Lubrificantes e Lubrificação Industrial.** São Paulo, 2006.

DIAS, Anderson. **Sistema de Lubrificação dos motores de combustão interna.** Disponível em <<http://www.carrosinfoco.com.br/carros/2014/07/sistema-de-lubrificacao-dos-motores-de-combustao-interna/>> Acesso em: 23 de novembro de 2017.

FANCHINI JUNIOR, A. **Lubrificantes e Lubrificação.** Universidade do grande ABC, 2000.

MAIA PEREIRA, G. **Prática de Manutenção.** Divinópolis: Senai, 2006.

MAIA, J.C. **Monitoramento de lubrificantes através de reações de oxidação.** Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte. 2009.

MONCHY, F. **A Função Manutenção.** São Paulo: Durban, 1987

MOORE, D. **Principles and applications of tribology.** 1. ed. Dublin: International Mechanical Consultants Ltd, 1975.

OLIVEIRA, A.C.; ROSA, A. **Mecânica de Automóveis Motores de Combustão Interna – Álcool e Gasolina.** Santa Maria. Senai, 2003.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. **A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial.** Revista Gestão Industrial. Vol.4, n.2, 2008.

PAULI, E.; ULIANA, F. **Programa de Certificação de Pessoal de Manutenção. Mecânica Lubrificação.** Serra: Senai, 1997.

ROCHA, Gionei. **Componentes do sistema de lubrificação.** Disponível em <<http://www.infomotor.com.br/site/2009/03/componentes-do-sistema-de-lubrificacao>>. Acesso em: 10 de novembro de 2017.

ROLIM, G.D.; HERNANDEZ M.G.; PEREIRA A.A.Y.; **Lubrificantes Industriais.** Universidade Estadual Paulista – UNESP (Campus Universitário Bauru). São Paulo, 2005.

SOARES, M,R.; **Avaliação técnica, mercadoólgia e de tendências da Utilização de Óleos Lubrificantes de base vegetal.** 2013. Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2013.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 703p. 2002.

STACHOWIAK, G.; BATCHELOR, A. **Engineering Tribology.** Butterworth-Heinemann, 2005.

T. MANG; W.DRESEL, **Lubricants and lubrication**. 2end Ed., 2007.

ZAMBONI, G. E., **Óleos Básicos. Lubes em foco**, Rio de Janeiro, nº 5, 2008.

APÊNDICE A - Questionário aplicado aos proprietários dos veículos.

1. Qual o ano do veículo?
2. Qual a fabricante e modelo do veículo?
3. Qual a potência do seu veículo?
4. Qual a quilometragem?
5. Qual a utilização rotineira do veículo (trabalho ou passeio)?
6. Qual a quilometragem média semanal do veículo?
7. Quais peças mecânicas o mesmo á trocou (só o que lembrar)?
8. Quais as revisões o veículo á fez?
9. O veiculo foi comprado zero ou já o comprou de segunda mão
10. Nas trocas de óleo eram realizadas as trocas dos filtros como manda o manual (só o que lembrar)?
11. Após os 100.000 você utilizou a mesma viscosidade de óleo?
12. O mecânico solicitou a troca da viscosidade do óleo até os 100.00?
13. Se sim, para qual viscosidade o mesmo solicitou a mudança? O mesmo sugeriu alguma marca de óleo?
14. Foi trocada a bomba de óleo do veículo após os 100.000?
15. O sistema de arrefecimento apresentou alguma problemática? Tanto para diminuição quanto para aumento de temperatura?
16. Ouve vazamento de óleo pelo motor antes dos 100.000 km?
17. Qual a maior diferença que você observou no seu veículo após os 100.000 km?

ANEXO A – Classificação da American Petroleum Institute – API -Para óleos lubrificantes de motor a gasolina e a diesel.

Motor a gasolina		Motor a diesel	
Categoria	Especificações Técnicas	Categoria	Especificações Técnicas
SA	Óleo mineral puro indicado para operações suaves.	CA	Óleos projetados para serviços leves de motores a diesel. Foram largamente utilizados nas décadas de 40 e 50.
SB	Óleos usados desde 1930 em motores sob condições suaves ou médias em que se exige aditivação antidesgaste, anticorrosão e antioxidação.	CB	Óleos projetados para operações moderadas de motores a diesel a partir de 1949. Oferece maior proteção contra desgaste e formação de depósitos em motores.
SC	Óleos projetados para motores a gasolina em automóveis de passageiros e caminhões fabricados nos anos de 1964 a 1967. Inclui aditivos dispersantes.	CC	Óleos projetados para operações moderadas de motores a diesel e alguns a gasolina a partir de 1961. Oferecem proteção contra corrosão, ferrugem e depósitos a baixas temperaturas.
SD	Óleos projetados para motores a gasolina fabricados nos anos de 1968 a 1970. Atende aos requisitos da categoria SC, no entanto proporcionam maior proteção.	CD	Óleos projetados para operações severas em motores turbinados a diesel, a partir de 1955. Oferecem eficiente proteção contra desgaste e de depósito.
SE	Óleos projetados para motores a gasolina fabricados nos anos de 1972 a 1979. Atende aos requisitos da categoria SC e SD, no entanto proporcionam maior proteção.	CE	Óleos projetados para operações severas em motores turbinados a diesel, a partir de 1983. Atende a condições de baixa velocidade e alta carga.

SF	Óleos projetados para motores a gasolina fabricados nos anos de 1980 a 1989. Atende aos requisitos das categorias anteriores, no entanto proporcionam maior proteção contra oxidação e antidesgaste.	CF-4	Óleos projetados para motores a diesel quatro tempos e a alta velocidade, fabricados a partir de 1990. Oferece melhor controle de consumo de óleo e formação de depósito nos pistões.
SG	Óleos projetados para motores a gasolina fabricados a partir do ano de 1989. Atende aos requisitos das categorias anteriores, no entanto proporcionam maior proteção contra oxidação e antidesgaste.	CG-4	Óleos projetados para motores a diesel quatro tempos e a alta velocidade, fabricados a partir de 1994. Essa categoria proporciona controle de desgaste, de corrosão, de formação de espuma, de acumulação de fuligem e melhor estabilidade a oxidação.
SH	Óleos projetados para motores a gasolina fabricados a partir do ano de 1992. Atende aos requisitos das categorias anteriores, mas agora os testes realizados estavam de acordo com o Código de Prática de Aprovação de Produtos do Conselho Americano de Química.	CH-4	Óleos projetados para motores a diesel quatro tempos e a alta velocidade, fabricados a partir de 1998. Atende às exigências de emissão de poluentes aplicadas em 1988.
SJ	Óleos projetados para motores a gasolina fabricados a partir do ano de 1997.	CI-4	Óleos projetados para motores a diesel quatro tempos e a alta velocidade, fabricados a partir de 2002. É compatível às exigências de emissão de poluentes impostas para o ano de 2004 e seu uso é recomendado para utilização juntamente com combustível diesel com teor de enxofre abaixo de 0,05% em massa.

SL	Óleos projetados para motores a gasolina fabricados a partir do ano de 2001.	CJ-4	Óleos projetados para motores a diesel quatro tempos e a alta velocidade, fabricados a partir de 2007. É compatível às exigências de emissão de poluentes impostas para o ano de 2007.
SM	Óleos projetados para motores a gasolina fabricados a partir do ano de 2005. Esta categoria oferece melhor resistência à oxidação e formação de depósitos, proteção contra desgaste e melhor desempenho a baixas temperaturas e é compatível com os requisitos mais severos de emissões de poluentes veiculares do ano de 2004.	-	-
SN	Óleos projetados para motores a gasolina fabricados a partir do ano de 2010. Esta categoria oferece economia de combustível, proteção aos sistemas de controle de emissão de poluentes, redução da formação de depósito e melhoria do desempenho a altas temperaturas.	-	-

Fonte: Carreteiro e Belmiro (2008).