

UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
MESTRADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

SANDOVAL LOPES PACHECO

**CARACTERIZAÇÃO DA MISTURA DOS ÓLEOS VEGETAIS DE COPAÍBA COM O
DE COCO BABAÇU PARA COMPARAÇÃO COM LUBRIFICANTE COMERCIAL**

SANTOS/SP

2015

SANDOVAL LOPES PACHECO

**CARACTERIZAÇÃO DA MISTURA DOS ÓLEOS VEGETAIS DE COPAÍBA COM O
DE COCO BABAÇU PARA COMPARAÇÃO COM LUBRIFICANTE COMERCIAL**

Dissertação apresentada à Universidade Santa Cecília como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, sob a orientação da Prof. MSc. Antônio Santoro e coorientação do Prof. Dr. Deovaldo de Moraes Júnior.

SANTOS/SP

2015

Autorizo a reprodução parcial ou total deste trabalho, por qualquer que seja o processo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos.

Pacheco, Sandoval Lopes.

Caracterização da mistura dos óleos vegetais de copaíba, com o de coco babaçu para comparação com lubrificante comercial Sandoval Lopes Pacheco.-- 2015.

61 f.

Orientador: Prof. MSc. Antonio Santoro

Coorientador: Prof. Dr. Deovaldo de Moraes Júnior.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Santa Cecília, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Santos, SP, 2015.

1. Óleo de Copaíba. 2. Óleo lubrificante . 3. Óleo de Coco Babaçu

I. Santoro, Antonio. II. Moraes Junior, Deovaldo. III. Caracterização da mistura dos óleos vegetais de copaíba, com o de coco babaçu para comparação com lubrificante comercial.

DEDICATÓRIA

Dedico à minha esposa Marisa aos meus pais: Anita Lopes Pacheco e João Alves Pacheco (in Memoriam) e às minhas filhas: Caroline, Thaísa e Danielle que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de realização do sonho de me tornar mestre.

Ao Prof. MSc. Antonio Santoro que mais que um orientador foi um amigo de buscas, descobertas e aprendizado com sua paciência inabalável;

Ao Prof. Dr. Deovaldo de Moraes Júnior coorientador que sempre esteve disposto e disponível no auxílio do desenvolvimento deste trabalho e pela sua paciência e objetividade nas horas de dúvidas;

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha luta para atingir este objetivo tão desejado, meus sinceros agradecimentos.

À minha esposa e às minhas filhas, pelo esforço para alcançar os resultados tão esperados.

Aos professores Dr. Marcos Tadeu Tavares Pacheco, Aldo Ramos Santos e à secretária do curso Sandra Helena Aparecida de Araújo pela receptividade ao programa e o incentivo para a conclusão do curso.

À UNISANTA e ao corpo docente do mestrado em Engenharia Mecânica pela educação de qualidade.

EPÍGRAFE

“Seja a mudança que você deseja ver no mundo”.

Mahatma Gandhi

RESUMO

A crescente demanda por derivados de petróleo e os problemas causados quando da destinação inadequada dos seus resíduos, instigam os aumentos dos estudos de outros óleos como bases alternativas para aplicações em lubrificação industrial. São eles os óleos de origem animal e de origem vegetal. Este estudo visou determinar as características físico-químicas do óleo vegetal de copaíba (*Copaífera martii*), misturando com óleo de coco babaçu nas proporções de (1:3) uma parte de óleo de copaíba e três partes do óleo coco babaçu, (1:1) partes iguais de óleo de copaíba e de coco babaçu e (3:1) três partes de óleo de copaíba e uma parte de coco babaçu. As características dos óleos de copaíba e de coco babaçu sem as misturas e das suas misturas nas proporções citadas foram analisadas conforme as normas: a) viscosidade cinemática a 40°C norma ABNT NBR-10441, b) viscosidade cinemática a 100°C norma ABNT NBR-10441, c) índice de viscosidade norma ABNT NBR-14358, d) massa específica (densidade específica a 20/4°C) norma ABNT NBR-14065, e) ponto de solda (*Four Ball EP Fluid* -kgf) norma ASTM D 2783, f) ponto de fulgor norma ABNT NBR-11341, g) ponto de fluidez norma ABNT NBR-11349 h) corrosão em lâmina de cobre norma ABNT NBR-14359, i) cor ASTM norma ABNT NBR-14483. Os resultados indicaram que a mistura desses óleos vegetais comparados com o derivado do petróleo, tem características que sugerem o uso como lubrificante industrial.

Palavras Chave: Óleo de copaíba. Óleo lubrificante. Óleo de coco babaçu. Lubrificação industrial

ABSTRACT

The growing demand for petroleum products and problems caused by the improper disposal of their waste, instigate studies increases of other oils as alternative bases for industrial lubrication applications. Are they the oils of animal origin and of plant origin. The study aimed to determine the physico-chemistry of vegetable oil of copaíba (*martii Copaífera*) and mix with babassu coconut oil in the proportion (1:3) a part of copaiba oil and three parts of coconut oil, the babaçu (1:1) equal parts of copaiba oil and babaçu and coconut (3:1) three parts of copaiba oil and babaçu coconut. The characteristics of copaiba oil and babaçu coconut without mixtures and mixtures thereof in the proportions mentioned were analyzed according to the standards: a) kinematic viscosity at 40° C standard ABNT NBR-10441, b) kinematic viscosity at 100°c norm ABNT NBR-10441, c) viscosity standard ABNT NBR-14358, d) density (specific density to 20/4 C) standard ABNT NBR-14065, e) solder point (Four Ball EP Fluid-kgf) ASTM D 2783, f) flash point norm ABNT NBR-11341, g) fluidity point norm ABNT NBR-11349 h) corrosion on copper blade standard ABNT NBR-14359 i) color ASTM standard ABNT NBR-14483. The results indicated that the mixture of these vegetable oils compared to petroleum, has features that suggest the use as industrial lubricant.

Key words: Copaiba oil. Lubricating oil. Babaçu Coconut oil. Industrial Lubrication

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Copaibeira árvore adulta(a) extração da resina(b).....	15
Figura 2. Perfil esquemático do viscosímetro de Saybolt.....	18
Figura 3.Diagrama esquemático do processo de determinação do IV.....	20
Figura 4. Aparelho de ensaios de ponto de fulgor	22
Figura 5. Ponto de fluidez (a)preparação da amostra (b)amostra em análise	22
Figura 6. Corrosão em lâmina de cobre	23
Figura 7. Colorímetro	24
Figura 8. <i>Four ball</i> , base das três esferas (a) aparelho com esfera superior(b)	24
Figura 9. Ensaio <i>four ball</i>	25
Figura 10.Espectômetro de Emissão Atômica - Spectroil M.....	26
Figura 11. Amostras (a) (b) (c) (d).....	30
Figura 12. Óleo de copaíba puro (100% <i>Copaiba martii</i>)	32
Figura 13. Óleo de coco babaçu puro (100% <i>Orbigya phalerata</i> , Mart).....	33
Figura 14. Mistura do óleo coco babaçu(75%) com o de copaíba(25%)	34
Figura 15. Mistura do óleo copaíba 50% com óleo de coco babaçu 50% (1:1)	35
Figura 16. Mistura do óleo copaíba 75% com óleo de coco babaçu 25% (3:1)	36
Figura 17. Viscosidade a 40°C	37
Figura 18. Viscosidade a 100°C	38
Figura 19. Índice de viscosidade.....	38
Figura 20. <i>Four ball</i>	39
Figura 21. Densidade.....	40
Figura 22. Ponto de fulgor	40
Figura 23. Ponto de fluidez	41

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1 : Relatório das análises dos óleos de copaíba,coco babaçu e misturas	29
Tabela 2 : Ensaios e normas/métodos	31
Tabela 3: Comparativos das misturas dos óleos vegetais com mineral.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASTM- Sociedade Americana de Testes e Materiais.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ANP Agência Nacional do Petróleo

cSt – centistoke (unidade de viscosidade cinemática).

°C – graus Celsius (unidade temperatura).

EP Extrema Pressão usado para altas cargas sobre um filme de óleo

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ISO - Organização Internacional para Padronização (*International Organization for Standardization*).

Kg – quilograma (unidade de massa).

LELCO (Laboratório de Ensaios de óleos Lubrificantes e Combustíveis - SENAI).

mm² / s - milímetro elevado ao quadrado por segundo(1mm²/s = 1cSt) unidade de medida de viscosidade cinemática.

m³ - metro cúbico unidade de volume.

PPM – partes por milhão.

ρ "Rô" letra grega que representa a densidade.

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial.

ANEXO

ANEXO A - Ensaio de Espectro de Emissão Atômica	45
ANEXO B - Relatório de análise do óleo de copaíba puro.....	46
ANEXO C - Relatório de análise do óleo de coco babaçu puro.....	47
ANEXO D - Relatório das misturas de coco babaçu 75% e copaíba 25%	48
ANEXO E - Relatório das misturas de coco babaçu e copaíba 1:1.....	49
ANEXO F - Relatório das misturas de copaíba e coco babaçu 3:1.....	50
ANEXO G – Produção do óleo de copaíba e coco babaçu no ano de 2010.....	51
ANEXO H - Linha Lubrax Gear.....	52

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Generalidades.....	14
1.2 Objetivo.....	16
1.2.1 Objetivo específico.....	16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 Importância e produção do óleo lubrificante e sintético.....	17
2.2 Óleo vegetais de copaíba e coco babaçu.....	17
2.3 Características dos óleos lubrificantes.....	18
2.3.1 Viscosidade.....	18
2.3.2 Índice de viscosidade.....	19
2.3.3 Massa específica.....	21
2.3.4 Ponto de fulgor “Cleveland” °C.....	21
2.3.5 Ponto de fluidez °C.....	22
2.3.6 Corrosão em lâmina de cobre.....	23
2.3.7 Cor ASTM.....	23
2.3.8 <i>Four Ball EP Fluid</i> Kg (solda).....	24
2.3.9 Características de um óleo comercial.....	25
2.3.10 Ensaio de espectro de emissão atômica.....	26
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
3.1 Fundamentação teórica.....	27
3.1.1 Os resultados das análises dos óleos de copaíba, óleo de coco babaçu e das misturas nas proporções citadas no trabalho.....	29
3.2 Procedimentos.....	30
4 DISCUSSÕES DOS RESULTADOS DOS RELATÓRIOS DAS ANÁLISES.....	31
4.1 Comentários sobre o relatório de análise do óleo de copaíba puro.....	31
4.1.1 Comentários sobre o relatório de análise do óleo de coco babaçu puro.....	32
4.1.2 Relatório de análise da mistura (3:1) do óleo de coco babaçu (75%) com copaíba (25%).....	33

4.1.3 Relatório da análise da mistura(1:1) do óleo de copaíba com coco babaçu.....	34
4.1.4 Relatório de análise da mistura (1:3) do óleo de coco babaçu (25%) com copaíba (75%).....	35
5. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	37
5.1 Análises dos Resultados Experimentais e Teóricos.....	37
5.1.1 Viscosidade a 40°C.....	37
5.1.2 Viscosidade a 100°C.....	38
5.1.3 Índice de viscosidade.....	38
5.1.4 Densidade.....	39
5.1.5 <i>Four Ball EP</i>	40
5.1.6 Ponto de fulgor.....	40
5.1.7 Ponto de fluidez.....	41
6 CONCLUSÃO E SUGESTÕES.....	42
6.1 Conclusão.....	42
6.2 Sugestões.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
ANEXO	

1 INTRODUÇÃO

1.1 Generalidades

Os óleos lubrificantes são fundamentais para o funcionamento e longevidade dos veículos de transporte terrestre, aéreo e marítimo. São também essenciais para a durabilidade de máquinas e equipamentos com partes móveis como bombas, compressores, turbinas, reatores sedimentadores de processos de produção de medicamentos, fertilizantes, combustíveis, alimentos e bens de consumo. Conforme dados da Agência Nacional do Petróleo (ANP) no ano de 2010, foram produzidos 1.278.999 m³ de óleo lubrificante acabado e importado 58.454 m³. Comercializados 1.298.985 m³ de óleo lubrificante acabado pelas empresas autorizadas na ANP para o exercício da atividade de produção e/ou importação de óleo lubrificante acabado.

Distribuição da Comercialização por Região

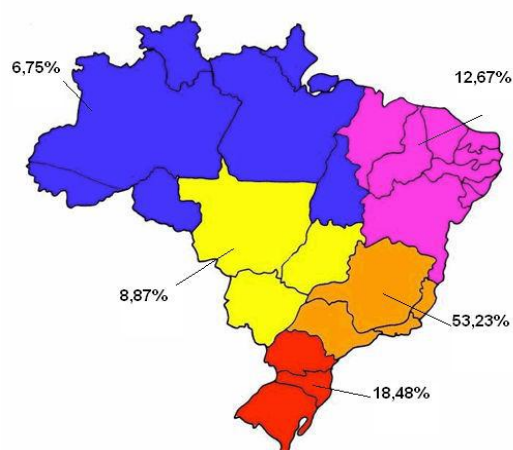
Norte (Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Amapá, Tocantins) **6,75%**

Nordeste (Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Alagoas, Sergipe, Bahia) **12,67%**

Sudeste (Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo) **53,23%**

Sul (Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul) **18,48%**

Centro-Oeste (Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal) **8,87%**



Fonte: Dados 2010, Sistema Coleta ANP

Os óleos lubrificantes elaborados a partir do petróleo possuem como inconveniente contribuir para a poluição do ar com o aumento do dióxido de carbono lançados na atmosfera quando do uso de combustível e a poluição dos rios

com a destinação inadequada dos óleos lubrificantes.

Uma alternativa com menor impacto ambiental é o emprego de óleos lubrificantes de origem vegetal. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE/2010), a produção de óleo vegetal de copaíba foi de 580 toneladas com um valor de R\$4.908.000,00 com um preço médio de R\$8,46/kg. A região Norte participou com 579 toneladas, com os estados de Rondônia 12, Amazonas 538, Pará 28 e Acre menos de uma tonelada e a região Centro-Oeste com 2 toneladas no estado de Mato Grosso do Sul.

A figura 1 (a) é copaífera árvore adulta e a (b) é uma das formas de extração da resina da copaíbeira. Faz-se uma perfuração com uma broca soldada em um prolongador e no outro extremo uma barra formando um “T” que servirá de alavanca. Quando produto começa a escoar é introduzido um tubo ligado a uma mangueira que faz o drenamento do óleo de copaíba.



Figurar 1. Copaibeira (a). extração da resina (Óleo de copaíba) (b).
Fonte: site arcore+copaíba (23/10/15)

.A produção babaçu foi de 106.055 toneladas o valor R\$154.777.000,00 o preço médio de R\$1,46/kg. Assim distribuído a região Norte 666 toneladas, com o estados do Amazonas 12,Pará 28,Tocantins 626.Na região Nordeste105.389 toneladas, o estado do Maranhão 99.460, Piauí 5.223, Ceará 354, Bahia 352.

1.2 Objetivo

O trabalho teve por objetivo geral verificar a viabilidade técnica do emprego como lubrificante do óleo vegetal de copaíba (*Copaifera martii*), na mistura com o de coco babaçu (*Orbignya phalerata*, Mart.), em função do seu potencial como lubrificante, com propriedades similares aos óleos de base mineral lubrificante.

1.2.1 Objetivo Específico

A realização dos ensaios da mistura destes dois óleos visou especificamente medir a Densidade, Índice de Viscosidade, Massa Específica, Ponto de Fulgor, Ponto de Fluidez e *Four Ball*, Cor e Corrosão, conforme ASTM, NBR e ABNT que normatizam os ensaios citados.

2.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As copaíbeiras pertencem à família Leguminosae (subfamília Caesalpinioideae), com grande distribuição geográfica e são encontradas na África e na América Central e na América do Sul.

No Brasil, as diferentes espécies de copaíba ocorrem na chamada região Amazônica brasileira - Acre, Amapá, Amazonas, Pará e Roraima, bem como parte dos estados do Maranhão, Mato Grosso, Rondônia e de Tocantins (MARTIN-DA-SILVA, et al., 2008).

Na Amazônia brasileira foram reconhecidas nove espécies de *Copaifera*: *Copaifera duckei*, *Copaifera glycyarpa*, *Copaifera guyanensis*, *Copaifera martii*, *Copaifera multijuga*, *Copaifera paupera*, *Copaifera piresii*, *Copaifera pubiflora* e *Copaifera reticulata*.

No estado do Maranhão há ocorrência das espécies *Copaifera duckei* e *Copaifera martii*.

A espécie *Copaifera duckei*, ocorre apenas no Brasil, no nordeste da Amazônia brasileira; já foi encontrada desde o nordeste do estado do Pará até o noroeste do Maranhão. Habita as matas de terra firme.

A espécie *Copaifera martii*, ocorre apenas no Brasil, na porção oriental da Amazônia brasileira; já foi encontrada amplamente distribuída no Pará indo até ao Maranhão. Habitam as matas de terra firme e várzea, matas de transição, capoeiras, campos, campinaranas e até mesmo dunas (MARTIN-DA-SILVA, et al, 2008). Nos meses de

setembro, outubro e novembro considerando os fatores climáticos como a precipitação pluviométrica, que na região amazônica está diretamente relacionada com a produção de várias culturas tem a ocorrência de maiores produções de óleo de copaíba.

O óleo-resina é extraído de canais secretores no tronco das árvores, e a protege dos ataques de cupins e fungos. Uso medicinal como: antibiótico, anti-inflamatório, cicatrizante, combate doença de pele, infecções na garganta, e outras enfermidades. O chá feito com a casca da copaibeira é utilizada para como anti-inflamatório. A copaibeira é usada também na construção civil por ser uma madeira de boa qualidade. E as sementes de mudas para reflorestamento. (VEIGA JUNIOR, e, PINTO, 2002).

2.1 Importância e Produção do Óleo Lubrificante e Sintético

Os óleos lubrificantes são fundamentais para o funcionamento e longevidade dos veículos de transporte terrestre, aéreo e marítimo. São também essenciais para a durabilidade de máquinas e equipamentos com partes móveis como bombas, compressores, turbinas, reatores sedimentadores de processos de produção de medicamentos, fertilizantes, combustíveis, alimentos e bens de consumo. Conforme dados da Agência Nacional do Petróleo (ANP) no ano de 2010, foram produzidos 1.278.999 m³ de óleo lubrificante acabado e importado 58.454 m³. Comercializados 1.298.985 m³ de óleo lubrificante acabado pelas empresas autorizadas na ANP para o exercício da atividade de produção e/ou importação de óleo lubrificante acabado

2.2 Óleos Vegetais de Copaíba e Coco Babaçu

A produção babaçu foi de 106.055 toneladas o valor R\$154.777.000,00 o preço médio de R\$1,46/kg. Assim distribuído a região Norte 666 toneladas, com o estados do Amazonas 12, Pará 28, Tocantins 626. Na região Nordeste 105.389 toneladas, o estado do Maranhão 99.460, Piauí 5.223, Ceará 354, Bahia 352.

A espécie *Copaifera martii*, ocorre apenas no Brasil, na porção oriental da Amazônia brasileira; já foi encontrada amplamente distribuída no Pará indo até ao Maranhão. Habitam as matas de terra firme e várzea, matas de transição, capoeiras, campos, campinaranas e até mesmo dunas (MARTIN-DA-SILVA, et al, 2008). Nos meses de setembro, outubro e novembro considerando os fatores climáticos como a

precipitação pluviométrica, que na região amazônica está diretamente relacionada com a produção de várias culturas tem a ocorrência de maiores produções de óleo de copaíba.

2.3 CARACTERÍSTICAS DOS ÓLEOS LUBRIFICANTES

2.3.1 Viscosidade

Viscosidade é a característica mais importante de fluido lubrificante, a viscosidade é a resistência interna que um fluido oferece ao escoar. Esta característica evita que duas superfícies com movimento relativo e com um filme fluido entre elas e evite o desgaste das mesmas (Streeter,1982). A NBR 10441 descreve um procedimento específico para a determinação da viscosidade cinemática, de produtos líquidos de petróleo, tanto transparentes quanto opacos, pela medição do tempo de escoamento de um volume de líquido fluindo sob a ação da gravidade através de um viscosímetro capilar de vidro calibrado. Na figura 2 tem o esquema de um viscosímetro Saybolt.

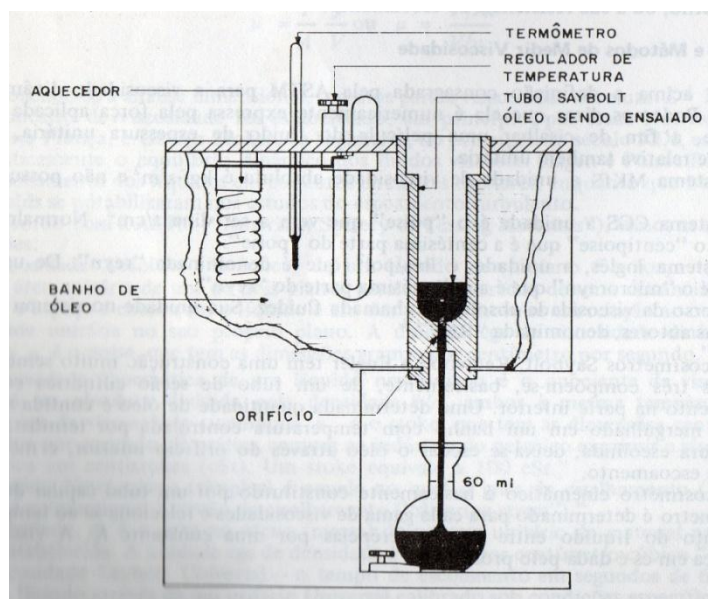


Figura 2. Perfil esquemático do viscosímetro de Saybolt (Carreteiro, 1987).

No viscosímetro Saybolt a viscosidade é dada pelo tempo em segundos para que 60 cm³ de óleo escorra completamente por um orifício de 1,765 mm de diâmetro, sob a ação da gravidade uma determinada temperatura (Carreteiro,1987).

As temperaturas padrões são 37.8°C e 98.9 °C; 100°F e 210°F respectivamente.

2.3.2 Índice de Viscosidade (IV)

Índice de viscosidade (IV) de um óleo a é a característica que dá ao fluido uma menor variação de viscosidade quando submetido a variação de temperatura. Pois o fluido com a presença do calor o fluido fica menos viscoso e com o a queda da temperatura se torna mais viscoso. (BRUNETTI,2012).O IV é a relação entre a variação de temperatura e a variação de dois óleos adotados como padrões. Um óleo de alta sensibilidade (óleo cru do golfo do México, o qual foi arbitrado o valor zero) adota-se IV= 0 e o outro de baixa sensibilidade (óleo cru da Pensilvânia o qual foi arbitrado o valor 100) adota-se IV =100.O índice de viscosidade quanto maior, menor será sua variação.

A relação do Índice de viscosidade é definida como a equação 1:

$$IV = 100\left(\frac{U-H}{L-H}\right) \quad (1)$$

O índice de viscosidade pode ser definido conforme figura 4 normalizada (ASTM DS39 B)

Sendo:

IV = Índice de viscosidade

L (*Low* - baixo) = viscosidade a 40°C de um óleo de índice de viscosidade 0, tendo a mesma viscosidade a 100°C do óleo em estudo

H (*Hight* - alto) = viscosidade a 40°C de um óleo de índice de viscosidade 100, tendo a mesma viscosidade a 100°C do óleo em estudo;

U(*Under Test* - em análise) = viscosidade a 40°C do óleo em estudo.

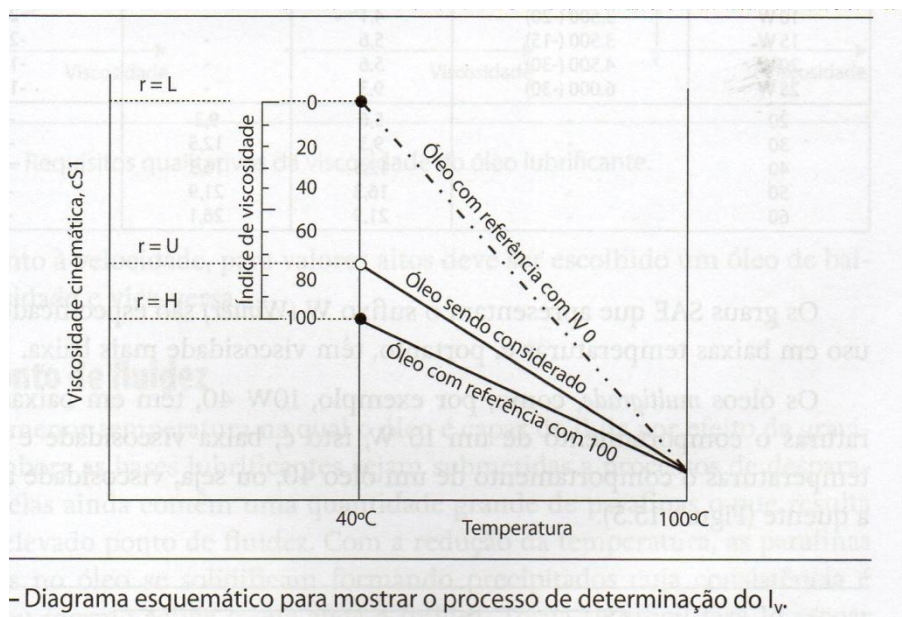


Figura 3: diagrama esquemático.

Os padrões são duas séries de óleos: uma obtida de um cru da Pensilvânia que foi arbitrariamente considerada índice de viscosidade igual a 100 e outra proveniente de um cru da Costa do Golfo do México, a qual foi arbitrado índice de viscosidade igual a zero. O índice de viscosidade de um óleo de uma dada viscosidade a 100°C é calculado partindo-se de sua viscosidade a 40°C e das viscosidades a 40°C dos padrões, tendo uma viscosidade a 100°C igual à do óleo cujo IV (índice de viscosidade) queremos determinar (CARRETEIRO, 1987).

O IV é uma característica usada para identificar a natureza dos óleos minerais puros:

Abaixo de Zero, óleos de processamento de borracha componentes naftênicos e aromáticos.

Entre zero e 40 é baixo IV, óleos de base naftênica preponderante.

Entre 40 e 80 é baixo IV óleos de base mista ou naftênica que tenham tratamento.

Entre 80 e 100 é alto IV, óleos de base preponderante parafínica.

O IV pode ser aumentado com a adição de aditivos elevadores de IV.

2.3.3 Massa Específica

Massa Específica (ρ) representada pela letra grega “rô” que é a relação entre a massa do óleo e o seu volume equação 2. Normalmente a massa específica ou densidade específica não tem influência sobre o desempenho do óleo (RUNGE,1990)

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2)$$

Sendo:

m a massa em quilogramas (kg)

v o volume em metros cúbico (m³)

2.3.4 Ponto de Fulgor "Cleveland" °C

O ponto de fulgor de um óleo é a menor temperatura na qual o vapor desprendido mesmo, em presença do ar, inflama-se momentaneamente ao se lhe aplicar uma chama, formando um lampejo (flash). (CARRETEIRO,1987) Há diversos métodos para realizar este ensaio em laboratório e os resultados dos variam consideravelmente, motivo por que é imperioso se referir o valor encontrado ao processo empregado. A determinação de ponto de fulgor mais empregada nos Estados Unidos e no Brasil é a preconizada pela Norma NBR 11341 que descreve a determinação dos pontos de fulgor e de combustão em derivados de petróleo com um aparelho de vaso aberto Cleveland manual ou automático. É aplicável a todos os derivados de petróleo com pontos de fulgor entre 79°C e 400°C, exceto os óleos combustíveis. A importância do ponto de fulgor em óleos lubrificantes auxilia em medidas de precaução contra riscos de incêndio. O procedimento para determinação do ponto de fulgor:

O vaso é cheio de amostra até a marca específica de enchimento. O bulbo do termômetro é imerso na amostra até ¼ do fundo do vaso. O óleo é aquecido de 12 até 13°C por minuto. De 15 em 15°C e passada sobre a superfície do óleo a chama piloto. Quando ocorre o flash, a temperatura lida é o ponto de fulgor da amostra.

A figura 4 mostra um aparelho que realiza os ensaios do ponto de fulgor.



Figura 4: Aparelho de ensaio de Ponto de Fulgor.

2.3.5 Ponto de Fluidez

O ponto de fluidez é a temperatura mínima na qual o óleo ainda escoa, atendendo a norma do Ensaio Padrão D-97-05, da ASTM, através de resfriamentos sucessivos de amostra de óleo colocada em um frasco de vidro. A intervalos de 3 em 3°C, verifica-se se o óleo ainda é capaz de fluir. Por isso, o ponto de fluidez, expresso em °C, é sempre múltiplo de 3. É normal uma variação de 5°F em ensaios do mesmo óleo no mesmo laboratório, realizados rigorosamente de acordo com as normas ASTM.. (CARRETEIRO,1987). A figura 5 (a) e (b) mostra duas fases da preparação da amostra para determinação do ponto de fluidez.

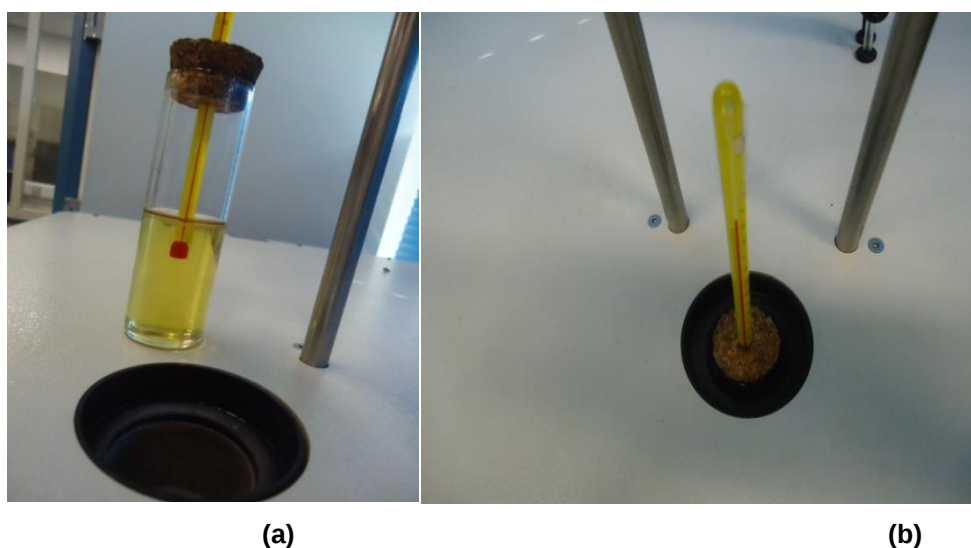


Figura 5. Ponto de Fluidez: (a) preparação da amostra; (b) amostra em análise.

2.3.6 Corrosão em lâmina de cobre

O ensaio de corrosão mais comum é efetuado pela NBR 14359 estabelece o método para determinação da corrosividade ao cobre em gasolina de aviação, combustível para turbina de aviação, gasolina automotiva, gasolina natural, querosene, óleo diesel, óleo combustível destilado, óleos lubrificantes, biodiesel, solventes de limpeza (*Stoddard*), ou outros hidrocarbonetos, cuja pressão de vapor seja menor do que 124 kPa a 37,8°C. A figura 6 mostra um aparelho de que faz o teste de corrosão sendo preparado.



Figura 6. Corrosão em lâmina de cobre.

2.3.7 Cor ASTM

Os óleos lubrificantes variam em cor, desde transparentes (incolores) até escuros (opacos). A cor pode ser observada por transparência, isto é, contra a luz, ou por luz refletida. Existem aparelhos para determinar a cor de óleos lubrificantes: calorímetros *Union*, *Lovibond*, *Tag-Robinson* e *Saybolt*. A Sociedade Americana de Testes e Materiais (ASTM) elaborou um resumo do exame procedimentos para a indústria petroquímica e de refino. A cor ASTM D- 1500 é um conhecido procedimento para a medição de cor em produtos de petróleo e de gasolina. A escala ASTM mostra uma gama de 0 ASTM (sem cor) até 8 ASTM (cor escura / quase preto). Produtos com baixa cor menos de 0,5 ASTM são frequentemente medido usando a cor *Saybolt* (ASTM D-156). Conforme demonstrado na figura 7.



Figura 7. COLORÍMETRO.

2.3.8 *Four Ball EP Fluid Kg(solda)*

Um método para avaliar a capacidade de um óleo lubrificante de suportar cargas elevadas em serviço ou seja sua capacidade EP(Extrema Pressão). E o método *Four Ball* ASTM D-2783 é um ensaio que avalia as propriedades de extrema pressão do lubrificante, utilizando uma esfera de aço que gira na parte superior com frequência de giro padronizado de 1760 rpm sobre 3 outras esferas que estão imóveis em uma cuba de teste recoberta com o óleo. Os testes são feitos aumentando a carga até ocorrer a soldagem, figura 8. Na figura 9 mostra o teste esquematizado. Uma esfera de aço de $\frac{1}{2}$ polegada gira em contato com três esferas fixas similares, e nesta mesma figura tem os valores das cargas as quais em cuja os resultados podem dizer se a amostra do óleo em questão é óleo puro carga de 7 a 25 kg, de médio EP de 30 a 45 kg ou de elavado EP de 50 a 70 kg.

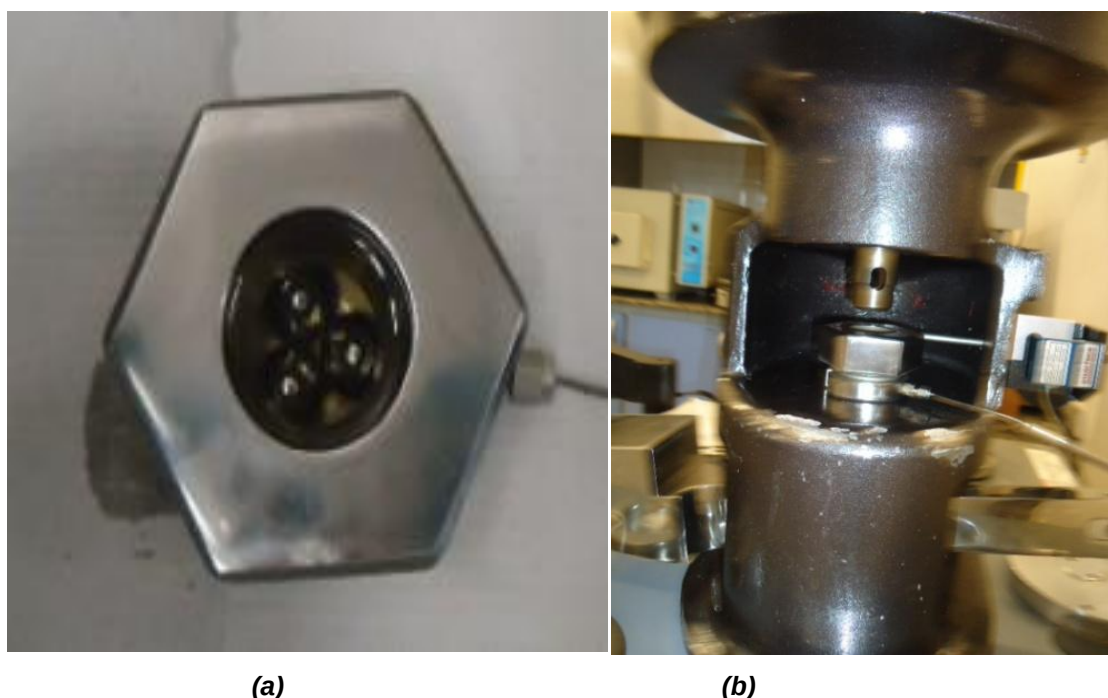


Figura 8. *Four Ball* (a) base das três esferas (b) aparelho *Four Ball* montado com a esfera superior.

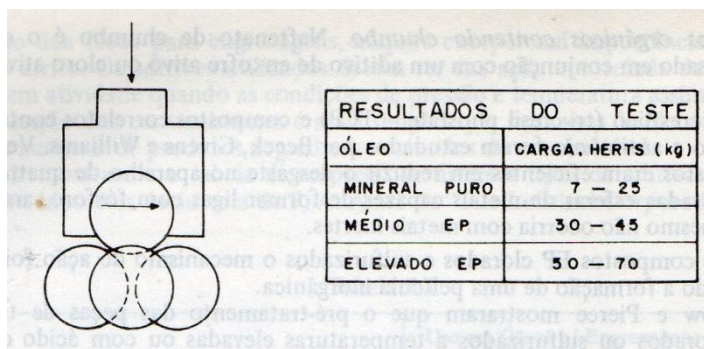


Figura 9. Ensaio *Four Ball* (Carreteiro, 1987).

2.3.9 Características de um óleo comercial

As características de um óleo comercial para uso em caixa de engrenagem fechada e redutores industriais são:

Boa resistência ao desgaste (conter aditivo EP) e a corrosão (aditivo inibidor de corrosão), não atacar os materiais amarelos como bronze e latão, cobre e também alumínio e sua ligas. Isento de chumbo e enxofre. Ser aditivado com antiespuma, antioxidante.

2.3.10 Ensaios de Espectro de Emissão Atômica.

No óleo de copaíba foi realizado o ensaio de espectrometria ASTM D6595 conforme tabela 1 que é o ensaio capaz de identificar, quantificar em PPM (mg de elemento por kg de amostra) 21 elementos químicos são eles: Ferro (Fe), Cromo (Cr), Chumbo (Pb), Cobre (Cu), Estanho (Sn), Alumínio (Al), Níquel (Ni), Prata (Ag), Silício (Si), Boro (B), Sódio (Na), Magnésio (Mg), Cálcio (Ca), Bário (Ba), Fósforo (P), Zinco (Zn), Molibidênio (Mo), Titânio (Ti), Vanádio (V), Manganês (Mn) e Cádmio (Cd). De acordo com o anexo A os resultados do relatório de ensaio 3043/15 mostraram que as quantidades de metais presentes no óleo de copaíba, cálcio 3 ppm, fósforo 16 ppm, molibidênio 1 ppm, vanádio 2 ppm e manganês 2 ppm são desprezíveis. Pois não reforçam nenhuma características do produto. Os experimentos foram realizados nos laboratórios do LELCO. O aparelho utilizado Espectômetro de Emissão Atômica— *Spectroil M* (figura10) é um espectômetro óptico compacto, robusto, transportável e fácil de usar projetado especificamente para análise de partículas de desgaste de contaminantes e aditivos para lubrificantes, fluidos hidráulicos e refrigerantes. O método avalia o tempo que o eletrodo de disco rotativo de confiança (RDE), leva para medir quantidades de

partículas finas em suspensão dissolvidos em produtos à base de petróleo natural ou sintético e refrigerantes. Todas as versões da família *Spectroil M* são idênticos em hardware e diferem apenas na sua aplicação e a forma como eles são calibrados. O *Spectroil M / CW* tornou-se o instrumento padrão na maioria dos laboratórios de análise de óleo comerciais e programas de monitoramento de condições da máquina que exigem a análise de partículas de desgaste rápido, contaminantes e aditivos para lubrificantes. Ela cumpre os requisitos da norma ASTM D6595 método padrão para a determinação de metais de desgaste e contaminantes em óleos lubrificantes usados ou fluidos hidráulicos por *Rotating Disc Electrode* espectrometria de emissão atômica. A introdução do disco duplo rápido Robot (D2R2) [[link para Spectroil MR.html](#)] tornou possível para fornecer a análise automática de óleo com a *Spectroil M / CW*. O D2R2 está disponível como um *Spectroil M / R* em um novo espectrômetro, ou como um *retrofit* para a maioria das versões existentes do *Spectroil M / CW*.



Figura 10 Espectrômetro Spectroil M

3.0 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Fundamentação teórica

A amostra do óleo vegetal, utilizado no presente estudo foi obtido da espécie *Copaifera martii*, comercializado na feira de artesanato de São Luís - MA em novembro de 2014. A coleta do óleo ocorreu no município de Alcântara – MA.

A espécie *C. martii* produziu um óleo-resina denso de coloração marrom. A *Copaifera martii* é do gênero *copaífera* da espécie *Copaifera martii* e é conhecida popularmente como, copaíba, copaibeira, pau d'óleo.

No experimento foram conduzidos dois ensaios: o primeiro com o óleo de copaíba puro conforme anexo B ,e analisados as características típicas como viscosidade a 40°C e a 100°C Procedimento:

- a) Colocar 80 ml de amostra no tubo correspondente
- b) Regular o termostato para a temperatura desejada e aguardar o equilíbrio térmico banho/amostra.
- c) Iniciar o escoamento do óleo, ao mesmo tempo em que um cronômetro é acionado.
- d) Quando o óleo no frasco receptor atingir o nível indicativo de 60 ml, travar o cronômetro.

O tempo, em segundos, e relacionado com a unidade SSU e relatada como viscosidade Saybolt na temperatura adotada., índice de viscosidade, que verifica a variação da viscosidade cinemática do óleo com o aumento da temperatura, massa específica, ponto de fulgor, objetiva monitorar a menor temperatura que o óleo pode proporcionar um lampejo na presença de uma fonte de ignição, ponto de fluidez, que é a menor temperatura que um óleo consegue fluir. *Four ball*, é o ensaio que determina a capacidade de um óleo suportar cargas sem romper o filme de óleo, corrosão em lâmina de cobre, é o teste que determina o quanto o óleo é corrosivo e cor ASTM, é o teste par verificar a cor do óleo que varia de uma escala de zero a oito, sendo o zero incolor e a cor oito opaco.

E as mesmas características típicas foram analisadas no óleo de coco babaçu conforme resultado do relatório do anexo C. O segundo experimento conforme apresentado no relatório do anexo D, foi avaliar o desempenho do óleo de copaíba com a mistura do óleo de coco babaçu nas proporções de 25%(3:1), com uma parte

de óleo de copaíba para três partes de óleo de coco babaçu. No relatório do anexo E, a mistura foi de 50%(1:1), uma parte de óleo de copaíba e uma parte de óleo de coco babaçu. E finalmente no relatório de análise do anexo F, foi 75%(1:3), três partes de óleo de copaíba para uma parte do óleo de coco babaçu. E em cada uma das misturas foram analisadas as características típicas conforme tabela 2 de viscosidade a 40 °C e a 100 °C, índice de viscosidade, massa específica, ponto de fulgor, ponto de fluidez, *four Ball*, corrosão em lâmina de cobre e cor ASTM.

3.1.1 Os resultados das análises dos óleos de copaíba, óleo de coco babaçu e das misturas nas proporções citadas no trabalho.

Na tabela 1 estão dispostos todos os resultados das cinco análises realizadas nas amostras de óleo de copaíba e óleo de coco babaçu puros e as misturas e do derivado de petróleo, o óleo Lubrax Gear 68. Na figura 11 está as fotos dos produtos, contidos na tabela1 com exceção do o óleo Lubrax Gear 68.

A escolha da proporção das misturas fica de acordo com necessidade da aplicação. Mas conforme as exigências de óleo mineral similar por exemplo um lubrificante ISO 68 (Lubrax Gear 68 – BR Petrobras)

A proporção de 1:1, engloba as características para a aplicação em lubrificação.

Tabela 1: Relatório das análises dos óleos de copaíba, óleo de coco babaçu e das misturas nas proporções citadas no trabalho.

Ensaio Realizado	Derivado de Petróleo Lubrax Gear 68	Copaíba puro	Babaçu Puro	Copaíba+Babaçu 1:3	Copaíba+Babaçu 1:1	Copaíba+Babaçu 3:1
Viscosidade a 40 °C, mm²/s	70,3	382,8	28,85	42,71	57,76	102
Viscosidade a 100 °C, mm²/s	9,0	13	6,245	6,788	7,66	9,159
Índice de Viscosidade	102	-135,3	175	114	95	46
Densidade a 20/4 °C	0,886	0,9895	0,9203	0,9397	0,954	0,9687
Four Ball EP Kg	250	126	126	126	126	126
Ponto de Fulgor "Cleveland," °C	236	120	252	156	162	140
Ponto de Fluidez, °C	-15	-3	18	18	-3	-12
Corrosão em Lâmina de Cobre	1b	1 a	1 a	1 a	1 a	1 a
Cor ASTM	-	1	0,5	0,5	1	1

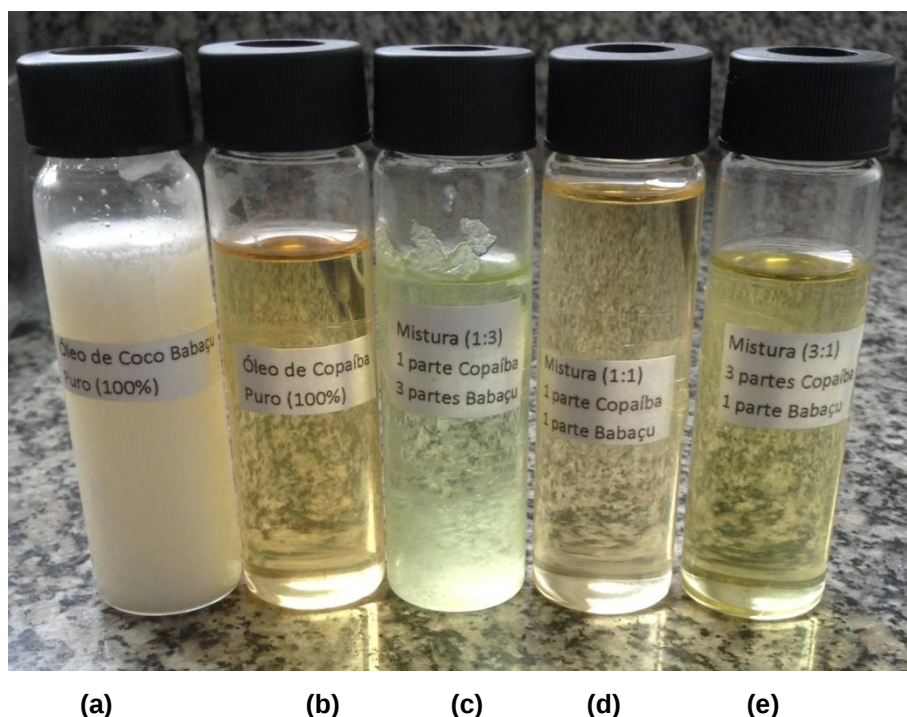


Figura 11: Amostras: (a) óleo de coco babaçu puro, (b) óleo de copaíba puro, (c) Mistura de de óleo de copaíba com de óleo de coco babaçu(1:3), (d) Mistura do óleo de copaíba com de óleo coco babaçu(1:1), e (e) Mistura do óleo de copaíba com o óleo de coco babaçu(3:1).

As amostras (a) e (c) por ter um ponto de fluidez muito alto conforme anexo F, os óleos cristalizaram. Nos frascos (d) e (e) com as misturas iguais em (d) e em (e), com predominância do óleo de copaíba apresentaram um aspecto líquido.

3.2 Procedimentos

Amostras dos óleos vegetais de Copaíba e de Coco Babaçu foram adquiridas no município de Alcântara - MA enviadas a São Paulo por correio, a quantidade foi inicialmente 5 litros dos produtos em embalagens plásticas de um litro. E encaminhadas ao laboratório de análises da empresa Lubrin para a caracterização primeiro do óleo de copaíba, relatório nº172687 do Anexo B. E realizado os ensaios conforme tabela 2

Tabela 2: Ensaios e Normas/Métodos.

Ensaio Realizado	Norma/Métodos Baseados
Viscosidade a 40 °C, mm ² /s	ABNT NBR-10441
Viscosidade a 100 °C, mm ² /s	ABNT NBR-10441
Índice de Viscosidade	ABNT NBR-14358
Densidade a 20/4 °C	ABNT NBR-14065
<i>Four Ball EP Fluid</i> Kg(solda)	ASTM D 2783
Ponto de Fulgor "Cleveland," °C	ABNT NBR-11341
Ponto de Fluidez, °C	ABNT NBR-11349
Corrosão em Lâmina de Cobre	ABNT NBR-14359
Cor ASTM	ABNT NBR-14483

4.0 Discussões dos resultados dos relatórios das análises

4.1 Comentários sobre o relatório de análise do óleo de copaíba puro

Nas análises das amostras do óleo de copaíba realizadas no laboratório da Lubrin (Lubrin laboratório de tribologia), que é uma empresa de análises de lubrificantes. Apresentaram os seguintes resultados:

Na viscosidade a 40 °C conforme norma ABNT NBR-10441 o valor 382,8 mm²/s. O que mostra ser um produto bastante viscoso para um óleo vegetal.

O resultado obtido na viscosidade a 100 °C conforme norma ABNT NBR-10441 foi de 13 mm²/s a viscosidade apresentada foi muito baixa levando a um índice de viscosidade negativo. Considerando estes dois valores o índice de viscosidade conforme a norma ABNT NBR-14358 foi -135,3 (apresentou valor negativo), o que acarreta uma variação de viscosidade em presença da temperatura. Sua massa específica (densidade a 20/4 °C) , norma ABNT NBR-14065 foi 0,9895 g/cm³. No teste *four Ball* (quatro esfera), ASTM D 2783 o resultado foi 126 kg é um resultado que torna o produto EP (extrema pressão) figura 7. O ponto de fulgor em °C conforme a norma ABNT NBR 11341 apresentou um resultado de 120 ° C, relativamente baixo.

O ponto de fluidez ABNT NBR 11349 o resultado foi – 3 °C (três graus Celsius negativos). O teste de corrosão em lâmina de cobre conforme norma ABNT NBR 114359 foi 1a que é um resultado esperado para um óleo in natura.. Sua cor ASTM ,

ABNT NBR 14483 foi $<1,0$ (menor que 1,0) é um óleo de coloração clara figura 12. Estes resultados estão contemplado no Apêndice B.



Figura 12. Óleo de Copaíba puro (100% *copaíba martii*).

4.1.1 Comentários sobre o relatório de análise do óleo de coco babaçu puro

As análises das amostras do óleo de coco babaçu analisadas no laboratório LELCO (Laboratório de Ensaio de óleos Lubrificantes e Combustíveis - SENAI)

A viscosidade a 40 °C conforme norma ABNT NBR-10441 o valor de 28,85 mm²/s. Sua viscosidade a 100 °C conforme norma ABNT NBR- 10441 foi de 6,245 mm²/s. Considerando estes dois valores o índice de viscosidade(IV), conforme a norma ABNT NBR-14358 foi 175, um óleo considerado de alto IV . Sua massa específica (densidade a 20/4 °C), norma ABNT NBR-14065 foi 0,9203 g/cm³. No teste *Four Ball* (quatro esfera), ASTM D 2783 o resultado foi 126 kg considerado um óleo EP(extrema pressão). O ponto d fulgor em °C norma ABNT NBR 14598 foi de 252,0 °C é um óleo de boa resistência ao calor.

O ponto de combustão "*Cleveland*" não foi realizado. O ponto de fluidez ASTM D 97 o resultado foi 18 °C este valor é muito alto o que o faz cristalizar praticamente em temperaturas ambiente, para realizar os testes foi necessário aquecê-lo para ficar mais fluido. O teste de corrosão em lâmina de cobre conforme norma ABNT NBR 114359 foi 1 a próprio e um óleo in natura . Sua cor ASTM, ABNT NBR 14483

foi L 0,5 coloração clara quando aquecido para a realização do teste conforme Anexo C. Quando em temperatura ambiente que ele cristaliza apresenta uma cor esbranquiçada, figura 13



Figura 13. Óleo de Coco Babaçu puro (100% *Orbignya phalerata*, Mart.).

4.1.2 Relatório de análise da mistura (3:1) do óleo de coco babaçu (75%) com o óleo de copaíba (25%)

As características analisadas conforme anexo D da mistura de 3 partes de óleo de coco babaçu e uma parte de óleo de copaíba ou seja predominância do óleo coco babaçu foram: viscosidade a 40 °C, norma ABNT NBR-10441 o valor de 42,71 mm²/s. Sua viscosidade a 100 °C, norma ABNT NBR- 10441 foi de 6,788 mm²/s. Considerando estes dois valores o índice de viscosidade(IV), norma ABNT NBR-14358 foi 114, um óleo considerado de médio IV . Sua massa específica (densidade a 20/4 °C), norma ABNT NBR-14065 foi 0,9397 g/cm³.

No teste *Four Ball* (quatro esfera), ASTM D 2783 o resultado foi 126 kg considerado um óleo EP(extrema pressão). O ponto de fulgor em °C norma ABNT NBR 14598 foi de 156,0 °C é um óleo de média resistência ao calor. O ponto de combustão "*Cleveland*" não foi realizado.

O ponto de fluidez ASTM D 97 o resultado foi 18 °C este valor é muito alto o que o faz cristalizar praticamente em temperaturas ambiente, para realizar os testes foi necessário aquecê-lo para ficar mais fluido.

O teste de corrosão em lâmina de cobre, norma ABNT NBR 114359 foi 1 a ambos os óleos apresentaram este valor para corrosividade . Sua cor ASTM, ABNT

NBR 14483 foi L 0,5 coloração clara quando aquecido para a realização do teste. Quando em temperatura ambiente que ele cristaliza apresenta uma cor esverdeada conforme figura 14.



Figura 14. Mistura do óleo de coco babaçu (75%) com o óleo de copaíba (25%) (3:1).

4.1.3 Relatório da análise da mistura(1:1) do óleo de copaíba com coco babaçu.

As características analisadas conforme Anexo E, da mistura de uma parte de óleo de coco babaçu e uma parte de óleo de copaíba do óleo coco babaçu foram: viscosidade a 40 °C, norma ABNT NBR-10441 o valor de 57,76 mm²/s. Sua viscosidade a 100 °C, norma ABNT NBR- 10441 foi de 7,66 mm²/s. Considerando estes dois valores o índice de viscosidade(IV), norma ABNT NBR-14358 foi 95, equivalente a um óleo de origem mineral parafínico. Sua massa específica (densidade a 20/4 °C), norma ABNT NBR-14065 foi 0,9540 g/cm³. No teste *Four Ball* (quatro esfera), ASTM D 2783 o resultado foi 126 kg considerado um óleo EP(extrema pressão).

O ponto de fulgor em °C norma ABNT NBR 14598 foi de 162,0 °C é um óleo de média resistência ao calor. O ponto de combustão “Cleveland” não foi realizado.

O ponto de fluidez ASTM D 97 o resultado foi -3 °C, é um óleo que nesta proporção pode ser usado como lubrificante. O teste de corrosão em lâmina de

cobre conforme norma ABNT NBR 114359 foi 1 a em ambos os óleos apresentaram este valor para corrosividade. Sua cor ASTM, ABNT NBR 14483 foi L 1,0 coloração clara, figura 15.



Figura 15. Mistura do Óleo de Copaíba 50% com óleo de Coco Babaçu 50% (1:1).

4.1.4 Relatório de análise da mistura(1:3) do óleo de coco babaçu (25%) com o óleo de copaíba(75%).

As características analisadas conforme Anexo F, da mistura de uma parte de óleo de coco babaçu e uma três de óleo de copaíba do óleo coco babaçu foram: viscosidade a 40 °C, norma ABNT NBR-10441 o valor de 102 mm²/s. Sua viscosidade a 100 °C, norma ABNT NBR- 10441 foi de 9,159 mm²/s. Considerando estes dois valores o índice de viscosidade(IV), norma ABNT NBR-14358 foi 46. Sua massa específica (densidade a 20/4 °C), norma ABNT NBR-14065 foi 0,9687 g/cm³. No teste *Four Ball* (quatro esfera), ASTM D 2783 o resultado foi 126 kg considerado um óleo EP(extrema pressão). O ponto de fulgor em °C, norma ABNT NBR 14598 foi de 140,0 °C é um óleo de média resistência ao calor. O ponto de combustão "*Cleveland*" não foi realizado. O ponto de fluidez ASTM D 97 o resultado foi -12 °C, é um óleo que nesta proporção pode ser usado como lubrificante. O teste de corrosão em lâmina de cobre, norma ABNT NBR 114359 foi 1 a ambos os óleos

apresentaram este valor para corrosividade . Sua cor ASTM, ABNT NBR 14483 foi L 1,0 coloração clara conforme figura 16.

Tabela 7: Resultado da análise do óleo de copaíba misturado com o óleo de coco babaçu na proporção de 1:3 (uma parte de óleo de coco babaçu e três partes de óleo de copaíba)



Figura 16. Mistura do óleo de copaíba 75% com o óleo de coco babaçu 25% (3:1).

5 . RESULTADO E DISCUSSÃO

5.1 Análises dos Resultados Experimentais e Teórico

Os resultados apresentados nos gráficos representam os valores obtidos nos ensaios das misturas e a comparação com o óleo mineral Lubrax Gear 68

5.1.1 Viscosidade a 40 °C

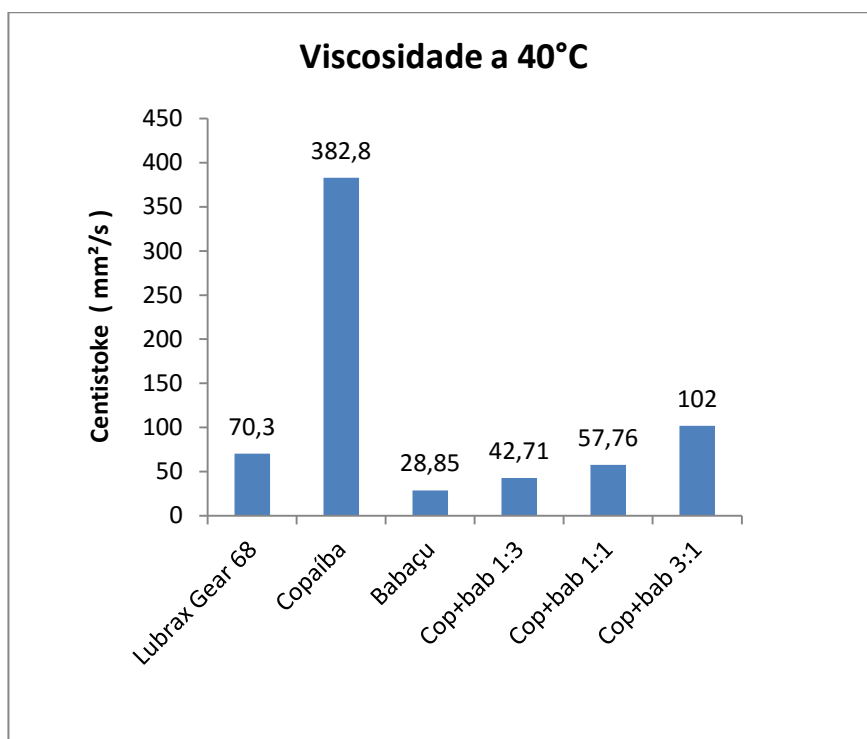


Figura 17. viscosidade 40°C.

O gráfico da figura 17 representa a viscosidade das misturas dos óleos de copaíba e de coco babaçu. A barra de 57,72 cSt, dentro do conjunto de características foi o melhor resultado entre as amostras analisadas e comparadas com o óleo Lubrax Gear 68.

5.1.2 Viscosidade a 100 °C

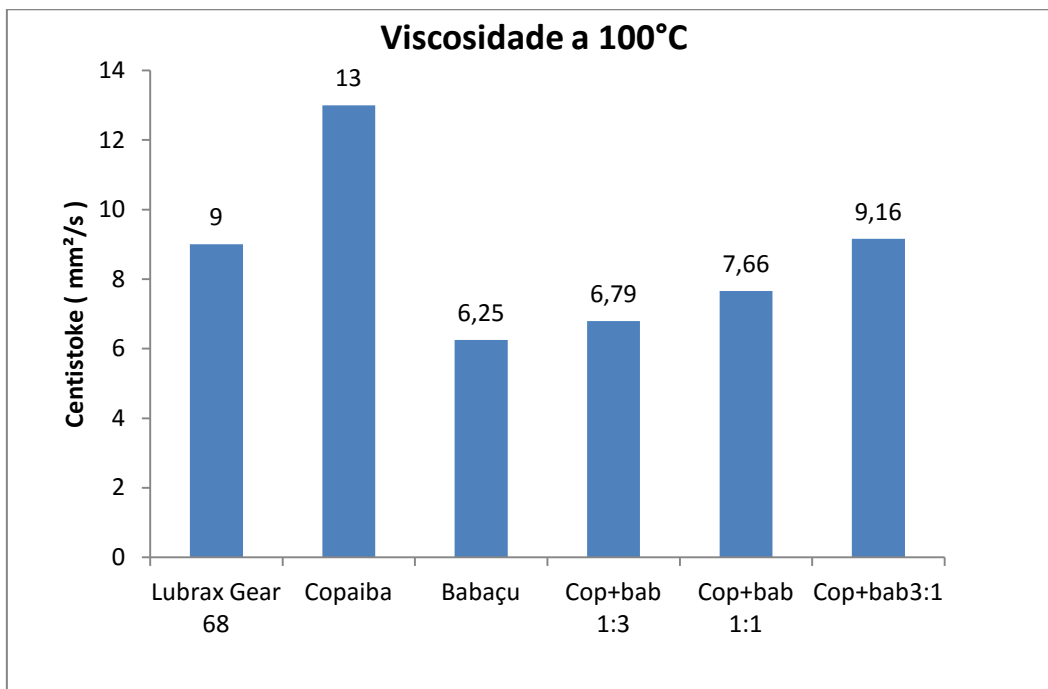


Figura 18. viscosidade a 100°C.

O gráfico da figura 18 representa a viscosidade das misturas dos óleos de copaíba e de coco babaçu com de 7,66 cSt, é o valor da viscosidade a 100°C que atende o conjunto de resultados nas características dos ensaios e comparado ao óleo Lubrax Gear 68

5.1.3 Índice de Viscosidade

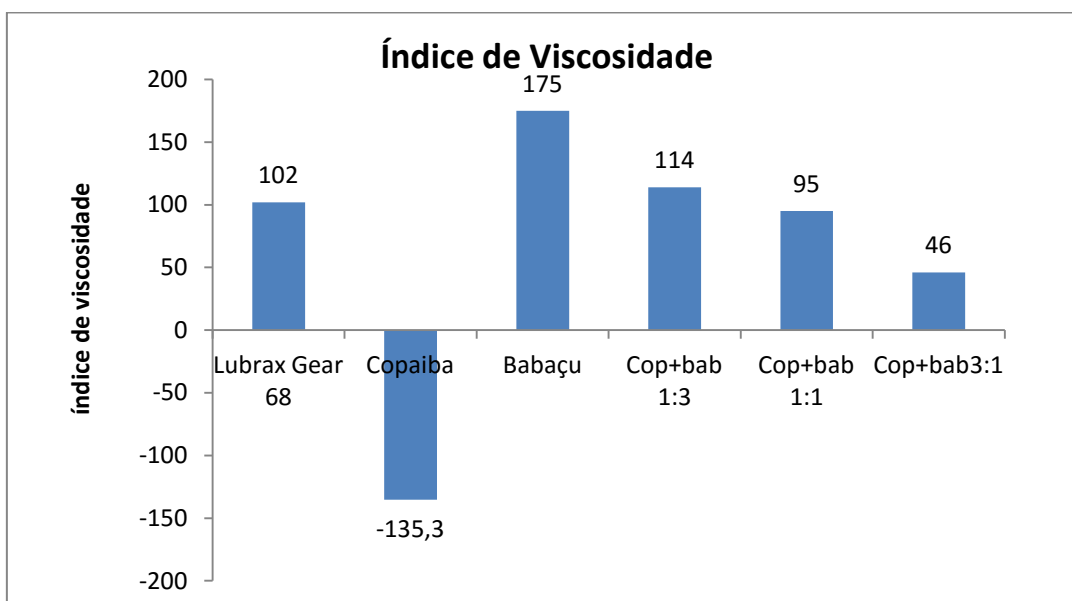


Figura 19. índice de viscosidade.

Considerando os resultados das viscosidades analisadas nos dois gráficos anteriores de viscosidades (40 e 100°C) o IV 95 atende a especificação, se comparado com o óleo Lubrax Gear 68, conforme gráfico da figura 19.

5.1.4 Densidade

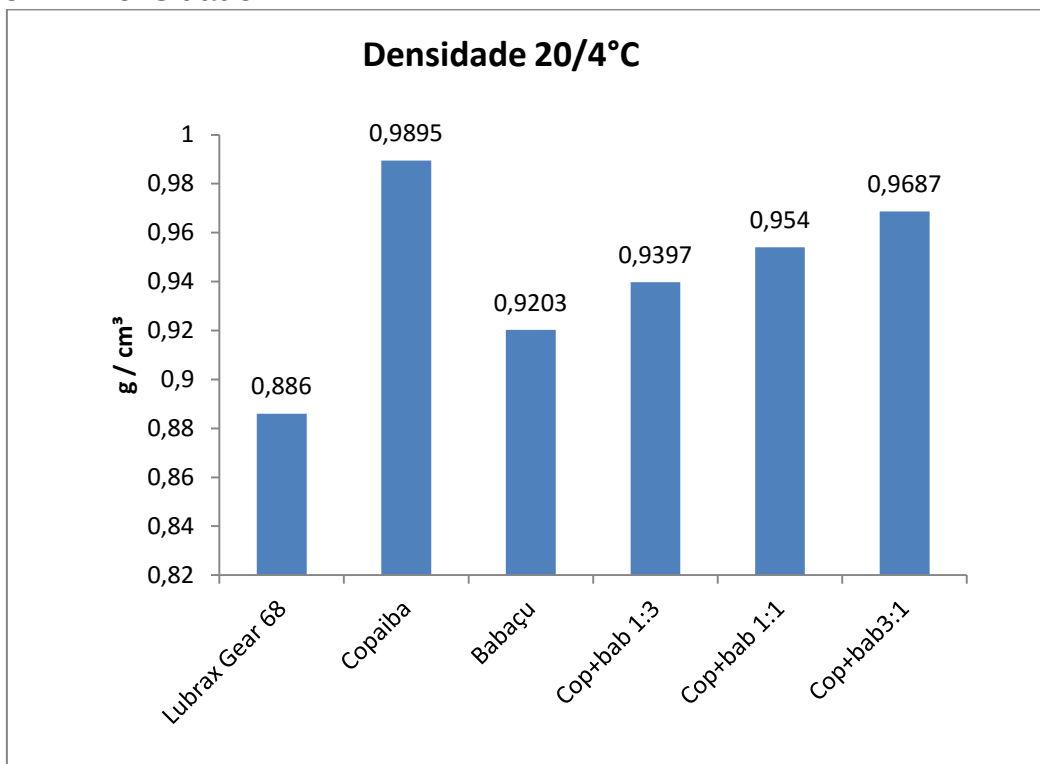


Figura 20. Densidade.

Na figura 20 o gráfico da mistura do óleo, copaíba com o coco babaçu a coco babaçu a densidade ficou em 0,9540 . Esta densidade acompanha os resultados da mistura 1:1

5.1.5 Four Ball

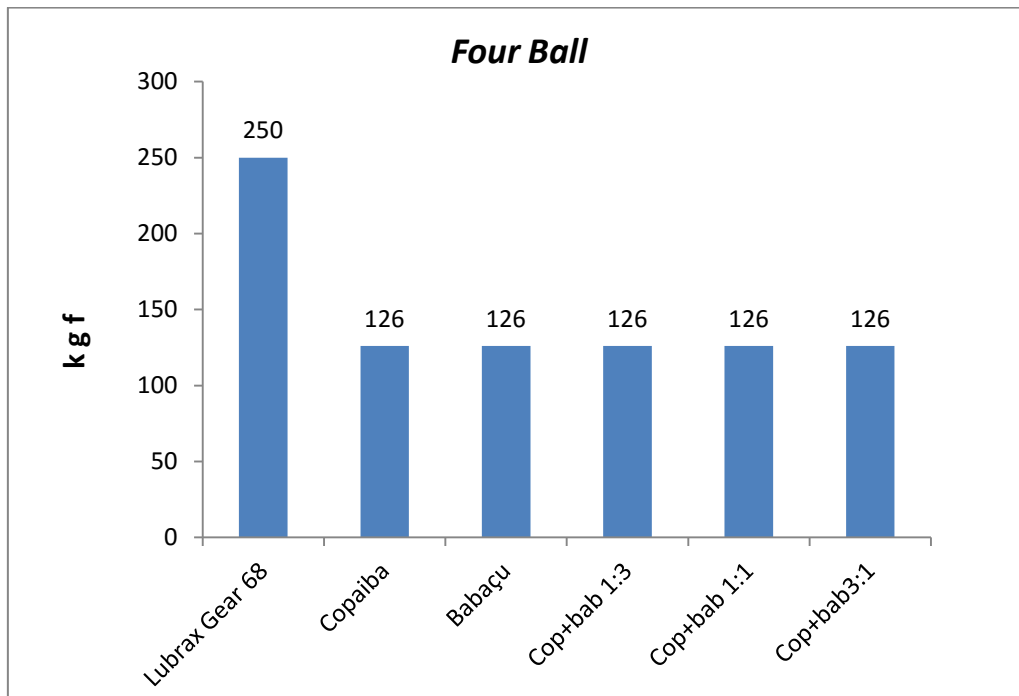


Figura 21. *Four Ball*.

O gráfico da figura 21 enquadra o as três misturas como óleos de Elevado EP por suportar uma carga maior que 70 kgf.(figura 10).

5.1.6 Ponto de Fulgor

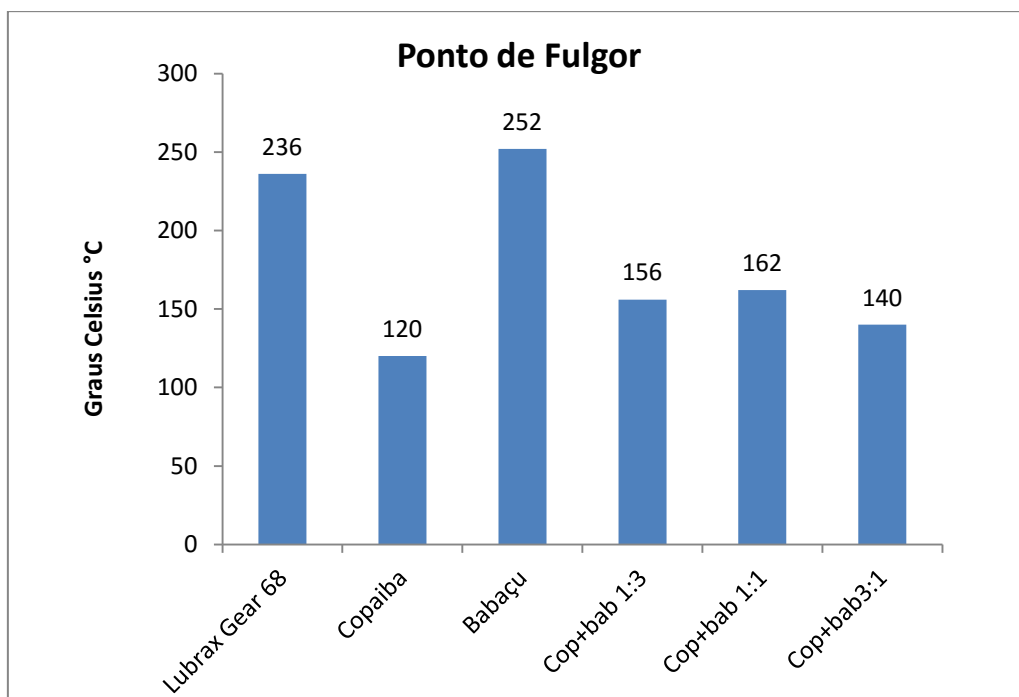


Figura 22. ponto de fulgor.

O gráfico da figura 22 a mistura dos óleos, com 25% de óleo de copaíba e 75% do óleo coco babaçu o ponto de fulgor foi de 156 °C. Na mistura em proporções iguais de óleo de copaíba com óleo coco babaçu (50% de cada produto) o ponto de fulgor ficou em 162 °C . E a mistura com 75% do óleo de copaíba e 25% do óleo coco babaçu o ponto de fulgor ficou 140 °C.

5.1.7 Ponto de Fluidez

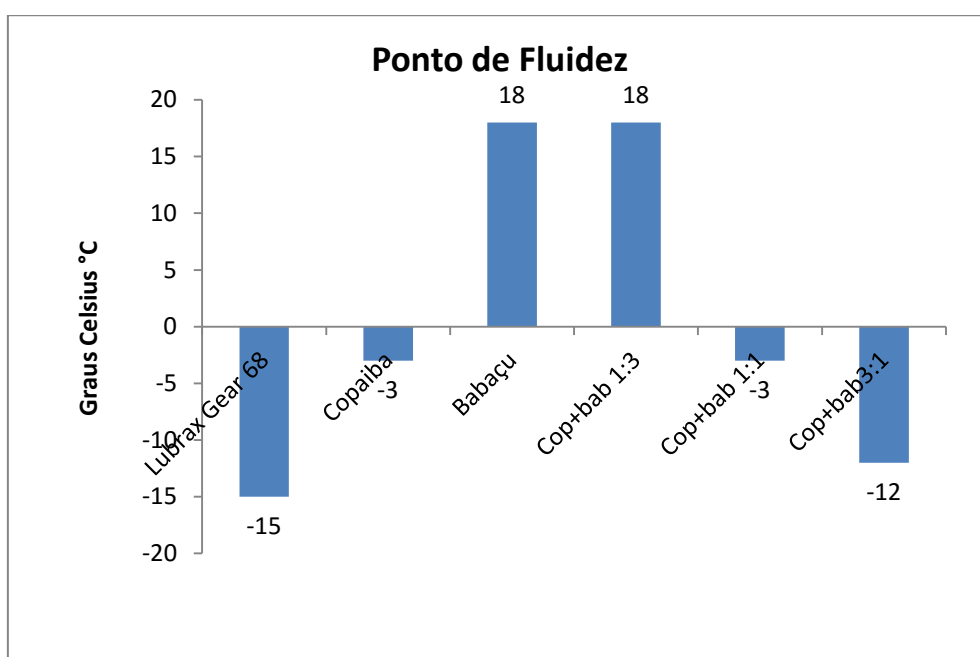


Figura 23. ponto de fluidez.

O gráfico da figura 23, apresenta como melhor resultado a amostra que está com -12°C. Mas como não é uma leitura isolada porque depende das análises anteriores a mistura 1:1 com o ponto de fluidez com -3 °C é a que atendeu o amostra, o óleo comercial Lubrax Gear 68 tem como ponto de fluidez -15°C

6. CONCLUSÃO E SUGESTÕES

6.1 Conclusão

Os resultados dos ensaios da mistura dos óleos vegetais de copaíba com o óleo de coco babaçu a (1:1), apresentaram os melhores resultados para a aplicação como lubrificante industrial. Estes resultados foram comparados com o óleo comercial Lubrax Gear 68, da Petrobras, de acordo com as informações técnicas do fabricante, Anexo H e estão reproduzidos na tabela 3.

Tabela 3 Comparativos das misturas dos óleos vegetais com mineral.

Ensaio Realizado	Norma/Métodos Baseados	Copaíba +Babaçu 1:1	Lubrax Gear 68
Viscosidade a 40 °C, mm²/s	ABNT NBR-10441	57,72	70,3
Viscosidade a 100 °C, mm²/s	ABNT NBR-10441	7,66	9
Índice de Viscosidade	ABNT NBR-14358	95	102
Densidade a 20/4 °C	ABNT NBR-14065	0,9540	0,886
<i>Four Ball EP Fluid</i> Kg(solda)	ASTM D 2783	126	250
Ponto de Fulgor "Cleveland," °C	ABNT NBR-11341	162	236
Ponto de Fluidez, °C	ABNT NBR-11349	-3	-15
Corrosão em Lâmina de Cobre	ABNT NBR-14359	1 a	1 b
Cor ASTM	ABNT NBR-14483	1,0	

6.2 Sugestões

Como trabalhos futuros poderão serem feitas novas misturas ao óleo vegetal de copaíba com outros óleos vegetais, como o óleo de mamona, andiroba apenas para exemplificar, e em várias proporções visando o uso como lubrificante, em diversas aplicações como nas linhas (automotivas, industriais, aviação, ferroviárias, tratores e embarcações). Realizar testes práticos em equipamentos reais.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRUNETTI, F.. **Motores de Combustão Interna**. volume 2 – São Paulo: Ed. Blucher, 2012

CARRETEIRO, R. P , MOURA, C. R.S..**Lubrificantes e Lubrificação**, Rio de Janeiro : J R Editora Técnica 1987.

MARTINS-DA-SILVA, R. C.V; PEREIRA, J.F; LIMA, H.C. **O Gênero *Copaifera* (Leguminosae – Caesalpinioideae) Na Amazônia Brasileira**. *Rodriguésia* Vol. 59, No. 3 (2008), pp. 455-476.

Runge,P. R. F.;Gilson, N. D. **Lubrificantes nas Indústrias**, São Paulo, Ed. Triboconcept,1990.

STREETER, V.L; WYLIE,E.B. *Mecânica dos Fluidos* 7ª ed. São Paulo :Ed McGraw-Hill ,1982

VEIGA JUNIOR, V.F.; PINTO, A.C. O Gênero *Copaifera* L. *Química nova*, v.25, n.2, p.273-86, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR – 10441

Descreve um procedimento específico para a determinação da viscosidade cinemática, ν , de produtos líquidos de petróleo, tanto transparentes quanto opacos, pela medição do tempo de escoamento de um determinado volume de líquido que flui sob a ação da força de gravidade, através de um viscosímetro capilar de vidro calibrado. A viscosidade dinâmica, μ , pode ser obtida pela multiplicação da viscosidade cinemática medida pela massa específica, ρ , do líquido, determinada na mesma temperatura, (a 40°C e 100°C). São Paulo 2014

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR – 14358

Cálculo do índice de viscosidade de produtos de petróleo, como óleos lubrificantes e correlatos, a partir de suas viscosidades cinemáticas a 40 °C e 100 °C. Esta Norma não se aplica a produtos de petróleo com viscosidades cinemáticas a 100 °C, inferiores a 2,000 mm²/s. Refere-se a produtos de petróleo com viscosidade cinemática entre 2 mm²/s e 70 mm²/s a 100 °C. São fornecidas equações para o cálculo do índice de viscosidade para produtos de petróleo com viscosidade cinemática a 100 °C, acima de 70,00 mm²/s. São Paulo 2012

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR – 14065

Estabelece o ensaio para determinação da massa específica, da densidade e °API de destilados de petróleo e óleos viscosos que podem ser manuseados normalmente como líquidos a temperaturas de ensaio, usando equipamento de injeção de amostra manual ou automática. Sua aplicação limita-se a líquidos com pressão de vapor abaixo de 100 kPa (ver ABNT NBR 14156) e viscosidade abaixo de 15 000 mm²/s (ver ABNT NBR 10441 ou ABNT NBR 15983), aproximadamente, à temperatura de ensaio. São Paulo 2013

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR – 11341 Descreve a determinação dos pontos de fulgor e de combustão em derivados de petróleo, com aparelho de vaso aberto Cleveland manual ou automático. São Paulo 2008

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR - 14359 A Norma estabelece o método para determinação da corrosividade ao cobre em gasolina de aviação, combustível para turbina de aviação, gasolina automotiva, gasolina natural, querosene, óleo diesel, óleo combustível destilado, óleos lubrificantes, biodiesel, solventes de limpeza (Stoddard), ou outros hidrocarbonetos, cuja pressão de vapor seja menor do que 124 kPa a 37,8°C. São Paulo 2013

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR – 14483 Norma especifica o método para determinação visual da cor de uma grande variedade de produtos de petróleo, como óleos lubrificantes, óleos isolantes, óleos para aquecimento, óleo diesel e parafinas

Fonte: site arcocore+copaíba (23/10/15) (figura 1)

ANEXO A - Ensaios de Espectro de Emissão Atômica.

Anexo01- PE-LEL-013



Relatório de Ensaio nº NA 3043/15

Dados do Cliente

Nome: Sandoval Lopes Pacheco
 Endereço: Rua Padre Raposo, 765 – apto 101
 Cidade: São Paulo
 Fone: (11) 99940-3885

Cep: 03118-001
 Est.: São Paulo
 Contato: -

Identificação da Amostra

Nº da amostra: 3.043/2015
 Nº de proposta: 363/2015
 Data de recebimento: 14/05/2015
 Data da realização: 18/05/2015

Nº de controle do Cliente : Amostra 01
 Data da coleta: -
 Produto/Fabricante: -
 Tipo de amostra: Óleo vegetal

Condições de Recebimento

A amostra foi enviada ao laboratório em frasco de vidro do próprio laboratório, com aproximadamente 50 mL.

Dados Adicionais

Óleo vegetal
 Espécie Copalifera Martii

Resultado de Ensaios

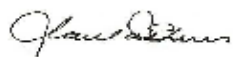
Ensaio	Método Baseado	Resultado
Não consta		

Resultado de Ensaios e Parecer Técnico

Espectro de Emissão Atômica (ppm) – ASTM D 6595

Alumínio	0	Fósforo	16	Cromo	0
Boro	0	Magnésio	0	Estanho	0
Bário	0	Níquel	0	Prata	0
Cálcio	3	Sódio	0	Titânio	0
Chumbo	0	Silício	0	Vanádio	2
Cobre	0	Zinco	0	Manganês	2
Ferro	0	Molibdênio	1	Cádmio	0

Data de Emissão: 18/05/2015


 Paula Nathália Serrano de Lacerda
 Signatário Autorizado
 Coordenadora do laboratório

Nota:

- Este documento só pode ser reproduzido por inteiro e com a autorização formal do emitente.
- Os resultados apresentados referem-se exclusivamente ao objeto ensaiado, não sendo extensivo a quaisquer lotes.
- Os pareceres e interpretações dos resultados expressos neste documento não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

Pág.: 01/01



LELCO
 Laboratório de Ensaios e Óleos
 Lubrificantes e Compressores

Escola SENAI Conde José Vicente de Azevedo
 R. Moreira de Godói, 220 – Ipiranga – São Paulo/SP
 Fone/Fax: (011) 2060-1988 – Ramal 227 CEP: 04266-000
 E-mail: lelco@sp.senai.br
www.sp.senai.br/automobilistica/lelco.htm

C:\laboratorio\acreditação\F-LEL-005 ver.08 Aprovado 04/08/08

ANEXO B - Relatório da análise do óleo de Copaíba puro.

	LUBRIN LABORATÓRIO DE TRIBOLOGIA RELATÓRIO DE ANÁLISE DE LUBRIFICANTE Sistema de Qualidade Certificado ISO 9001:2008
---	--

INFORMAÇÕES DO RELATÓRIO	
Relatório Nº:	172687
Data de Emissão:	20/01/2015

INFORMAÇÕES DA EMPRESA	
Empresa:	Sandoval Lopes Pacheco
Local:	Rua Padre Raposo, 765 - Apto 101 - Mooca - São Paulo - SP
Contato:	Sandoval Lopes Pacheco
Telefone:	(11) 99940-3885

INFORMAÇÕES DA AMOSTRA			
Equipamento:	-	TAG:	-
Ponto:	-	CIP:	-
Lubrificante:	Óleo Vegetal	Tipo:	Óleo de Copaíba
Tempo de Uso:	Óleo Novo	Volume:	2000 mL
Data de Coleta:	01/12/2014	Data de Recebimento:	02/12/2014
		Data da Análise:	03/12/2014 a 09/12/2014 e 20/01/2015

CONDIÇÕES DE RECEBIMENTO
Amostra foi coletada pelo cliente em frasco plástico próprio, com +/- 2000 mL, apresentando aspecto visual claro.

OBSERVAÇÕES
-

Ensaio Realizado	Norma / Métodos Baseados	Resultados Encontrados
Viscosidade a 40°C, mm²/s	ABNT NBR-10441	382,8
Viscosidade a 100°C, mm²/s	ABNT NBR-10441	13,0
Índice de Viscosidade	ABNT NBR-14358	-135,3
Massa Específica (Densidade a 20/4°C)	ABNT NBR-14065	0,9895
Four Ball EP Fluid Kg (Solda)	ASTM D 2783	126
Ponto de Fulgor "Cleveland", °C	ABNT NBR-11341	120
Ponto de Combustão "Cleveland", °C	ABNT NBR-11341	126
Ponto de Fluidez, °C	ABNT NBR-11349	-3
Corrosão em Lâmina de Cobre	ABNT NBR-14359	1a
Cor ASTM	ABNT NBR-14483	< 1,0


VITOR DAVID DE OLIVEIRA
 SUPERVISOR DE LABORATÓRIO
 C.R.Q. 011/95306 - IV REGISTRO

CLÁUSULAS DE RESPONSABILIDADE

- Os resultados obtidos somente se referem ao material submetido ao ensaio.
- A Lubrin não se torna responsável em nenhum caso de uso indevido que se possa fazer deste documento, cuja reprodução parcial, sem autorização expressa deste laboratório, está totalmente proibida.
- Não se admite qualquer responsabilidade referente à exatidão da amostragem, a menos que esta tenha sido efetuada mediante nossa própria supervisão, conforme documentos internos. Salvo menção expressa, as amostras foram livremente selecionadas pelo solicitante.
- A Lubrin não se torna responsável pela divulgação ou o uso que o solicitante, outra pessoa ou entidade venham a fazer dos resultados do presente relatório.
- A Lubrin poderá incluir em seus relatórios, análises, resultados, etc, qualquer outra avaliação que julgue necessária, ainda que esta não houvesse sido expressamente solicitada.
- A Lubrin garante a confiabilidade dos resultados contidos no presente relatório de ensaio e não são aplicáveis os desvios dos métodos.

ANEXO C - Resultado da análise do óleo de coco babaçu Puro

Anexo01- PE-LEL-013



Relatório de Ensaio n° NA 4574/15

Dados do Cliente

Nome: Sandoval Lopes Pacheco
 Endereço: Rua Padre Raposo, 765 – apto 101
 Cidade: São Paulo
 Fone: (11) 99940-3885
 Cep: 03118-001
 Est.: São Paulo
 Contato: -

Identificação da Amostra

N° da amostra: 4.574/2015
 N° de proposta: 474/2015
 Data de recebimento: 29/06/2015
 Data da realização: 16/07/2015
 N° de controle do Cliente: Óleo Coco Babaçu
 Data da coleta: -
 Produto/Fabricante: -
 Tipo de amostra: Óleo vegetal

Condições de Recebimento

A amostra foi enviada ao laboratório em frasco de plástico do próprio cliente, com aproximadamente 1.000 mL.

Dados Adicionais

Não consta

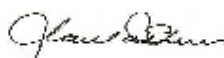
Resultado de Ensaios

Ensaio	Método Baseado	Resultado
Viscosidade cinemática a 40°C – mm²/s	ABNT NBR 10441	28,85
Viscosidade cinemática a 100°C – mm²/s	ABNT NBR 10441	6,245
Índice de Viscosidade	ABNT NBR 14358	175
Ponto de Fluidez - °C	ASTM D 97	18
Densidade Relativa a 20/4°C	ABNT NBR 14085	0,9203
Four Ball EP Fluid - kgf	ASTM D 2783	126
Ponto de Fulgor - °C	ABNT NBR 14598	252,0
Corrosividade ao Cobre a 100°C	ABNT NBR 14359	1a
Cor ASTM	ABNT NBR 14483	Cor ASTM L0,5

Resultado de Ensaios e Parecer Técnico

Não consta

Data de Emissão: 16/07/2015


 Paula Nathália Serrano de Lacerda
 Signatário Autorizado
 Coordenadora do laboratório

Nota:

- Este documento só pode ser reproduzido por inteiro e com a autorização formal do emissor.
- Os resultados apresentados referem-se exclusivamente ao objeto ensaiado, não sendo extensivo a quaisquer lotes.
- Os pareceres e interpretações dos resultados expressos neste documento não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

Pág. : 01/01



LELCO
 Laboratório de Ensaio e Óleos
 Lubrificantes e Compressores

Escola SENAI Conde José Vicente de Azevedo
 R: Moreira de Godói, 226 – Ipiranga – São Paulo/SP
 Fone/Fax: (011) 2066-1988 – Ramal 227 CEP: 04266-060
 E-mail: lelco@sp.senai.br
www.sp.senai.br/automobilistica/lelco.htm

C:\laboratorio\acreditação\F-LEL-005 ver.08 Aprovado 04/08/08

ANEXO D - Relatório de análise da mistura (3:1) do óleo de coco babaçu (75%) com o óleo de copaíba(25%).

Anexo01- PE-LEL-013



Relatório de Ensaio nº NA 5242/15

Dados do Cliente

Nome: Sandoval Lopes Pacheco
Endereço: Rua Padre Raposo, 765 – apto 101
Cidade: São Paulo
Fone: (11) 99940-3885
Cep: 03118-001
Est.: São Paulo
Contato: -

Identificação da Amostra

Nº da amostra: 5.242/2015
Nº de controle do Cliente: Óleo Coco Babaçu + Óleo de Copaíba (3:1)
Data da coleta: -
Data de recebimento: 22/07/2015
Produto/Fabricante: -
Data da realização: 08/08/2015
Tipo de amostra: Óleo vegetal

Condições de Recebimento

A amostra foi enviada ao laboratório em frasco de plástico do próprio cliente, com aproximadamente 160 mL.

Dados Adicionais

Não consta

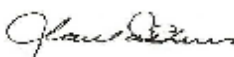
Resultado de Ensaios

Ensaio	Método Baseado	Resultado
Viscosidade cinemática a 40°C – mm²/s	ABNT NBR 10441	42,71
Viscosidade cinemática a 100°C – mm²/s	ABNT NBR 10441	6,788
Índice de Viscosidade	ABNT NBR 14358	114
Ponto de Fluidez - °C	ASTM D 97	18
Densidade Relativa a 20/4°C	ABNT NBR 14085	0,9397
Four Ball EP Fluid - kgf	ASTM D 2783	126
Ponto de Fulgor - °C	ABNT NBR 14598	156,0
Corrosividade ao Cobre a 100°C	ABNT NBR 14359	1a
Cor ASTM	ABNT NBR 14483	Cor ASTM L0,5

Resultado de Ensaios e Parecer Técnico

Não consta

Data de Emissão: 08/08/2015


Paula Nathália Serrano de Lacerda
Signatário Autorizado
Coordenadora do laboratório

Nota:

- Este documento só pode ser reproduzido por inteiro e com a autorização formal do emitente.
- Os resultados apresentados referem-se exclusivamente ao objeto ensaiado, não sendo extensivo a quaisquer lotes.
- Os pareceres e interpretações dos resultados expressos neste documento não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

Pág.: 01/01



LELCO
Laboratório de Ensaio de Óleos
Lubrificantes e Corrosivos

Escola SENAI Conde José Vicente de Azevedo
R: Moreira de Godói, 226 – Ipiranga – São Paulo/SP
Fone/Fax: (011) 2055-1988 – Ramal 227 CEP: 04205-000
E-mail: lelco@sp.senai.br
www.sp.senai.br/automobilistica/lelco.htm

C:\laboratório\acreditação\F-LEL-005 ver.06 Aprovado 04/08/08

ANEXO E - Resultado da análise do óleo de copaíba misturado com o óleo de coco babaçu na proporção de 1:1 (uma parte de óleo de coco babaçu e uma parte de óleo de copaíba)

Anexo01- PE-LEL-013



Relatório de Ensaio nº NA 4575/15

Dados do Cliente

Nome: Sandoval Lopes Pacheco
Endereço: Rua Padre Raposo, 765 – apto 101
Cidade: São Paulo
Fone: (11) 99940-3885

Cep: 03118-001
Est.: São Paulo
Contato: -

Identificação da Amostra

Nº da amostra: 4.575/2015

Nº de controle do Cliente : Óleo Coco Babaçu + Óleo de Copaíba (1:1)

Nº de proposta: 474/2015

Data da coleta: -

Data de recebimento: 29/08/2015

Produto/Fabricante: -

Data da realização: 16/07/2015

Tipo de amostra: Óleo vegetal

Condições de Recebimento

A amostra foi enviada ao laboratório em frasco de plástico do próprio cliente, com aproximadamente 1.000 mL.

Dados Adicionais

Não consta

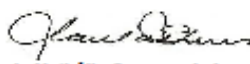
Resultado de Ensaios

Ensaio	Método Baseado	Resultado
Viscosidade cinemática a 40°C – mm²/s	ABNT NBR 10441	57,76
Viscosidade cinemática a 100°C – mm²/s	ABNT NBR 10441	7,680
Índice de Viscosidade	ABNT NBR 14358	95
Ponto de Fluidez - °C	ASTM D 97	-3
Densidade Relativa a 20/4°C	ABNT NBR 14065	0,9540
Four Ball EP Fluid - kgf	ASTM D 2783	126
Ponto de Fulgor - °C	ABNT NBR 14598	162,0
Corrosividade ao Cobre a 100°C	ABNT NBR 14359	1a
Cor ASTM	ABNT NBR 14483	Cor ASTM L1,0

Resultado de Ensaios e Parecer Técnico

Não consta

Data de Emissão: 16/07/2015


Paula Nathália Serrano de Lacerda
Signatário Autorizado
Coordenadora do laboratório

Nota:

- Este documento só pode ser reproduzido por inteiro e com a autorização formal do emitente.
- Os resultados apresentados referem-se exclusivamente ao objeto ensaiado, não sendo extensivo a quaisquer lotes.
- Os pareceres e interpretações dos resultados expressos neste documento não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

Pág. : 01/01



LELCO
Laboratório de Ensaio e Óleos
Lubrificantes e Compressores

Escola SENAI Conde José Vicente de Azevedo
R: Moreira de Godói, 220 – Ipiranga – São Paulo/SP
Fone/Fax: (011) 2066-1088 – Ramal 227 CEP: 04266-000
E-mail: lelco@sp.senai.br
www.sp.senai.br/automobilistica/lelco.htm

ANEXO F - Resultado da análise do óleo de copaíba misturado com o óleo de coco babaçu na proporção de 1:3 (uma parte de óleo de coco babaçu e três partes de óleo de copaíba)

Anexo01- PE-LEL-013



Relatório de Ensaio nº NA 5241/15

Dados do Cliente

Nome: Sandoval Lopes Pacheco
Endereço: Rua Padre Raposo, 765 – apto 101
Cidade: São Paulo
Fone: (11) 99940-3885
Cep: 03118-001
Est.: São Paulo
Contato: -

Identificação da Amostra

Nº da amostra: 5.241/2015
Nº de controle do Cliente: Óleo Coco Babaçu + Óleo de Copaíba (1:3)
Nº de proposta: 568/2015
Data de coleta: -
Data de recebimento: 22/07/2015
Produto/Fabricante: -
Data da realização: 08/08/2015
Tipo de amostra: Óleo vegetal

Condições de Recebimento

A amostra foi enviada ao laboratório em frasco de plástico do próprio cliente, com aproximadamente 180 mL.

Dados Adicionais

Não consta

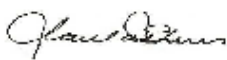
Resultado de Ensaios

Ensaio	Método Baseado	Resultado
Viscosidade cinemática a 40°C – mm²/s	ABNT NBR 10441	102,0
Viscosidade cinemática a 100°C – mm²/s	ABNT NBR 10441	9,159
Índice de Viscosidade	ABNT NBR 14358	46
Ponto de Fluidez - °C	ASTM D 97	-12
Densidade Relativa a 20/4°C	ABNT NBR 14065	0,9887
Four Ball EP Fluid - kgf	ASTM D 2783	126
Ponto de Fulgor - °C	ABNT NBR 14508	140,0
Corrosividade ao Cobre a 100°C	ABNT NBR 14359	1a
Cor ASTM	ABNT NBR 14483	Cor ASTM L1,0

Resultado de Ensaios e Parecer Técnico

Não consta

Data de Emissão: 06/08/2015


Paula Nathália Serrano de Lacerda
Signatário Autorizado
Coordenadora do laboratório

Pág.: 01/01

Nota:

- Este documento só pode ser reproduzido por inteiro e com a autorização formal do emitente.
- Os resultados apresentados referem-se exclusivamente ao objeto ensaiado, não sendo extensivo a quaisquer lotes.
- Os pareceres e interpretações dos resultados expressos neste documento não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.



LELCO
Laboratório de Ensaio de Óleos
Lubrificantes e Compressores

Escola SENAI Conde José Vicente de Azevedo
R: Moreira de Godoi, 226 – Ipiranga – São Paulo/SP
Fone/Fax: (011) 2066-1988 – Ramal 227 CEP: 04266-000
E-mail: lelco@sp.senai.br
www.sp.senai.br/automobilistica/lelco.htm

ANEXO G – Produção do óleo de copaíba e coco babaçu no ano de 2010

Tabela 2 - Quantidade e valor dos produtos da extração vegetal, por produtos, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação - 2010

(continuação)

Grandes Regiões e Unidades da Federação	Oleaginosos							
	Babaçu (amêndoa)		Copaíba (óleo)		Cumaru (amêndoa)		Licuri (coquilha)	
	Quantidade (t)	Valor (1 000 R\$)	Quantidade (t)	Valor (1 000 R\$)	Quantidade (t)	Valor (1 000 R\$)	Quantidade (t)	Valor (1 000 R\$)
Brasil	106 055	154 777	580	4 908	95	744	4 307	3 623
Norte	666	846	579	4 862	95	744	-	-
Rondônia	-	-	12	229	-	-	-	-
Acre	-	-	0	2	-	-	-	-
Amazonas	12	13	538	4 284	-	-	-	-
Roraima	-	-	-	-	-	-	-	-
Pará	28	44	28	348	95	744	-	-
Amapá	-	-	-	-	-	-	-	-
Tocantins	626	788	-	-	-	-	-	-
Nordeste	105 389	153 931	0	6	-	-	4 307	3 623
Maranhão	99 460	147 129	0	6	-	-	-	-
Piauí	5 223	6 027	-	-	-	-	-	-
Ceará	354	484	-	-	-	-	-	-
Rio Grande do Norte	-	-	-	-	-	-	-	-
Paraíba	-	-	-	-	-	-	-	-
Pernambuco	-	-	-	-	-	-	-	-
Alagoas	-	-	-	-	-	-	68	53
Sergipe	-	-	-	-	-	-	-	-
Bahia	352	291	-	-	-	-	4 238	3 571
Sudeste	-	-	-	-	-	-	-	-
Minas Gerais	-	-	-	-	-	-	-	-
Espírito Santo	-	-	-	-	-	-	-	-
Rio de Janeiro	-	-	-	-	-	-	-	-
São Paulo	-	-	-	-	-	-	-	-
Sul	-	-	-	-	-	-	-	-
Paraná	-	-	-	-	-	-	-	-
Santa Catarina	-	-	-	-	-	-	-	-
Rio Grande do Sul	-	-	-	-	-	-	-	-
Centro-Oeste	-	-	2	39	-	-	-	-
Mato Grosso do Sul	-	-	-	-	-	-	-	-
Mato Grosso	-	-	2	39	-	-	-	-
Goiás	-	-	-	-	-	-	-	-
Distrito Federal	-	-	-	-	-	-	-	-

Anexo - H Linha Lubrax Gear

INFORMAÇÕES TÉCNICAS

LUBRAX GEAR

Óleo lubrificante para engrenagens fechadas e redutores industriais em serviços severos sob cargas elevadas. Disponível nos graus ISO 32, 46, 68, 100, 150, 220, 320, 460, 680, 1000 e 1500.

LUBRAX GEAR reduz o desgaste e a corrosão das partes lubrificadas e sua aditivação lhe garante características de extrema-pressão (EP), resistência à oxidação e à formação de espuma.

LUBRAX GEAR não é corrosivo ao cobre e suas ligas, sendo isento de chumbo e outros agentes tóxicos.

LUBRAX GEAR é recomendado para a lubrificação de engrenagens industriais fechadas com dentes retos, cônicos de dentes retos, cônico-helicoidais, espinha de peixe, parafusos sem fim e helicoidais executando serviços severos sob cargas elevadas.

LUBRAX GEAR atende aos requisitos das especificações USS 224, AGMA 9005-D94 e DIN 51517 Parte 3 (CLP).

LUBRAX GEAR 32 (antigo BR-332-EX) possui fórmula diferenciada com aprovação formal da Petrobras para uso nos sistemas de bombeamento multifásico submarino (SBMS-500).

O nome **LUBRAX GEAR** é a nova denominação do antigo **LUBRAX INDUSTRIAL EGF-...-PS**.

Aditivos - anticorrosivo, antiespumante, antioxidante, abaixador do ponto de fluidez e agente de extrema pressão.

ANÁLISES TÍPICAS*

GRAU ISO	32	46	68	100	150	220	320	460	680	1000	1500
GRAU AGMA	0	1	2(EP)	3(EP)	4(EP)	5(EP)	6(EP)	7(EP)	8(EP)	9(EP)	10(EP)
Densidade a 20/4°C	0,870	0,880	0,886	0,889	0,892	0,896	0,900	0,903	0,917	0,930	0,940
Ponto de Fulgor (VA) (°C)	200	232	236	242	258	270	282	290	300	324	330
Ponto de Fluidez (°C)	-12	-21	-15	-15	-18	-15	-12	-9	-6	-3	-3
Viscosidade a 40°C (cSt)	32,0	48,6	70,3	103,9	156,0	233	327	472	673	1051	1545
Viscosidade a 100°C (cSt)	5,50	7,17	9,00	11,85	15,4	19,90	24,9	31,8	37,6	46,7	57,1
Índice de Viscosidade	110	106	102	103	100	98	99	98	92	85	81
Corrosão a Lâmina de Cobre 3h, 100°C	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b	1b

*As Análises Típicas representam os valores modais da produção, não constituindo especificações. Para informações mais detalhadas primeiramente consulte nossa assistência técnica.

CARACTERÍSTICAS COMPLEMENTARES**

Teste FZG (Estágio de falha)	12+
Carga Timken (lb)	80
Teste 4 Esferas (Carga de soldagem) (kg)	250

**Obtidas para o grau ISO 220.

novembro/2012

LUBRAX **BR** **PETROBRAS**

Não necessita de aditivação extra. Para descarte use as instalações dos postos de serviço, conforme Resolução CONAMA 362/05. Preservar o meio ambiente é responsabilidade de todos.