

3

Utilização do óleo vegetal em motores diesel

O óleo vegetal é uma alternativa de combustível para a substituição do óleo diesel na utilização de motores veiculares e também estacionários. Como é um recurso renovável de origem florestal ou agrícola, a sua aplicação na matriz energética implica em diversas vantagens na área ambiental, social e econômica e pode ser um grande fator para minimizar o problema da falta de emprego.

O incentivo a prática da agricultura familiar para o plantio e produção do óleo vegetal, poderia ser usado para acelerar os assentamentos dos necessitados de terra. Seria necessário, por exemplo, o assentamento de quarenta famílias em duzentos hectares de terra para a produção de mil toneladas de óleo no ano com o plantio do dendê (Conselho de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica, 2004)

O óleo vegetal pode ser usado em sua forma pura (*in natura*) ou modificado (transesterificado). A transesterificação é uma forma de obtenção do biodiesel onde se mistura o álcool etílico ou metílico com um catalisador, obtendo o biodiesel e a glicerina, que pode ser usada na indústria farmacêutica.

3.1

Disponibilidade e potencial no Brasil

O Brasil é um imenso País, onde as oleaginosas estão presentes em quase todos os estados. Em cada região existe uma quantidade grande de plantas propícias para a obtenção do óleo vegetal. No Norte temos o Dendê, no Nordeste, a Mamona e no Centro-Oeste, no Sudeste e no Sul, a soja. Existem ainda muitas oleaginosas que podem ser usadas na obtenção do óleo vegetal para combustível, como por exemplo, o Pinhão-Manso, o Babaçu, o Girassol, a Colza, entre outros. Dentre essas oleaginosas, o dendê tem o maior rendimento de óleo por hectare, por volta de cinco toneladas, e pode ser cultivado durante os doze meses do ano (Suframa, 2003).

A produção mundial do dendê teve um aumento superior a cinco vezes em 2000 em relação a 1997, com uma forte tendência para ultrapassar todos os demais óleos e

gorduras no final desta década. A produção de dendê no Brasil ainda é muito pequena, cerca de 0,6% do total mundial, porém é freqüentemente citado como o possuidor de maior potencial de áreas de aptidão para o plantio (Suframa, 2003.)

3.2

Escolha do óleo vegetal a ser utilizado no experimento

A oleaginosa escolhida para ser utilizada na fabricação do óleo vegetal a ser utilizado nos testes com o motor foi o dendê.

Com o potencial de crescimento muito grande, tanto que poderá passar o cultivo da soja em 2008, o dendê, dentre todas as oleaginosas possui a maior produtividade por área plantada (Suframa, 2003).

Isso acrescentado ao fato do pouco cultivo da planta no Brasil, é um fator adicional para sua escolha (Suframa, 2003.)

Outra motivação na escolha foi a utilização dos motores para geração elétrica em comunidades isoladas da região amazônica, região que possui o maior potencial de cultivo.

Então a escolha do dendê, de maneira resumida, deu-se por:

- Disponibilidade
- Fácil cultura na região Norte do país, lugar onde é necessária uma geração distribuída de energia
- A cultura de dendê tem reduzidos níveis de impacto ambiental e grandes níveis de seqüestro de carbono
- Variedade de produtos industrializados oriundos do dendê, mais de 50 produtos
- Sua produtividade é a maior dentre todas as oleaginosas
- Necessita de pouco emprego de defensivos agrícolas
- Aumento da renda familiar na plantação podendo vender os produtos excedentes do óleo.

3.3

Propriedades físicas dos óleos vegetais

Assim como o óleo diesel, os óleos vegetais também têm que possuir as propriedades físicas específicas para o bom funcionamento de um motor de combustão interna.

De modo geral, a avaliação da qualidade de queima dos óleos vegetais requer a determinação analítica de algumas principais características do combustível, tais como: poder calorífico, índice de cetano, temperatura de destilação, viscosidade e ponto de névoa.

O poder calorífico do óleo permite estabelecer a potência máxima a ser atingida pelo motor em operação. Existem dois tipos de poder calorífico, o superior e o inferior. O poder calorífico superior é a quantidade de energia liberada na forma de calor, na combustão completa de uma quantidade definida de gás com o ar, à pressão constante e com todos os produtos de combustão retornando à temperatura inicial dos reagentes, sendo que a água formada na combustão está no estado líquido. O poder calorífico inferior é a quantidade de energia liberada na forma de calor, na combustão completa de uma quantidade definida de gás com o ar, à pressão constante e com todos os produtos de combustão retornando à temperatura inicial dos reagentes, sendo que todos os produtos inclusive a água formada na combustão estão no estado gasoso. Comparado ao diesel, os óleos vegetais apresentam menor calor de combustão, em torno de 9500 kcal/kg. O diesel possui calor de combustão por volta de 10800 kcal/kg.

O número de cetano define o poder de auto-inflamação e de combustão do óleo e seu valor condiciona o desempenho global do motor, refletindo-se de modo especial na partida a frio, no ruído e no gradiente de pressão no interior da câmara de combustão. Quanto maior for o número de cetano, menor será o retardo de ignição e, por conseguinte, melhor será sua capacidade de incendiar-se. Tanto o índice de cetano do diesel como do óleo de dendê se mantêm em faixas ao redor de 40.

Em relação à temperatura de destilação, ela fornece informações sobre a volatilidade do solvente. Ao contrário dos óleos vegetais, os óleos derivados do petróleo são estáveis à temperatura de destilação, mesmo na presença de excesso de oxigênio. No caso de óleos vegetais de estrutura predominantemente insaturada, a decomposição

térmica inicia-se, via de regra, em temperaturas próximas a 250°C. Sendo que os polímeros apresentam temperatura final de destilação muito elevada, além de aumentar o nível de fumaça ou de promover a diluição do lubrificante, a queima incompleta dos produtos secundários acarreta diminuição de potência do motor.

Tabela 2 Comparação entre óleo de dendê e óleo diesel

Características	Dendê	Diesel
Tipo de fonte	Renovável	Fóssil
Custo de extração	Menor	Maior
Utilização	Mais de 50 produtos	Combustível
Ponto de névoa (°C)*	≈ 17	≈ 2
Ponto de fulgor (°C)*	≈ 254	≈ 60
Viscosidade a 60°C (cSt)*	≈ 20	≈ 2
Resíduos de Carbono (%m)*	0,39	0,25 (máximo)
Corrosão lâmina de cobre*	1 (normal)	≥ 1
Ponto de armazenamento*	Semelhantes	
Cons. Motor diesel	Semelhantes	
Enxofre (%m)*	0,045	0,5
Densidade (g/ml)*	0,91	0,88
PCS (kcal/kg)*	10.715	10.840
Índice de cetano	≈ 40	≈ 45
Partida e funcionamento do motor	Semelhantes	
Temperatura de ignição (°C)	≈ 315	≈ 338

* Fonte: Análises realizadas na REMAN/PETROBRAS, metodologia ASTM

A viscosidade, que é a medida da resistência interna oferecida ao escoamento de um líquido, constitui uma importante propriedade intrínseca dos óleos vegetais, de considerável influência no mecanismo de pulverização do jato de combustível, afetando por isso o funcionamento do sistema de injeção e refletindo no processo de combustão, de cuja eficiência dependerá a potência máxima desenvolvida.

Em laboratório foi medida a viscosidade do óleo diesel e do óleo de dendê utilizado no experimento. Essa medida foi realizada em conformidade com a norma NBR 10441. Foram medidas a viscosidade do dendê para duas temperaturas distintas, 60°C e 100°C. Isto foi necessário para saber em que temperatura do dendê, sua viscosidade fica próxima à do diesel. Os valores da viscosidade estão apresentados na Tabela 3:

Tabela 3 Viscosidade dos combustíveis

Combustível	Viscosidade (mm ² /s)
Diesel a 25°C	8,325
Dendê a 60°C	20,68 ± 0,09
Dendê a 100°C	8,32 ± 0,04

Fonte: Elaboração própria

Em relação ao diesel do petróleo, os óleos vegetais apresentam valores de viscosidade bastante altos, como observado na Tabela 4, podendo exceder em 10 vezes a do óleo diesel; e, em alguns casos, como no óleo de mamona, essa relação pode atingir índices 100 vezes maiores.

Tabela 4 Viscosidade do Óleo em Função da Temperatura

Óleo	Viscosidade (mm ² /s)			
	37,8 ° C	50,0 ° C	60,0 ° C	70,0 ° C
Diesel	1,6 a 6,0	-	-	-
Macaúba (Polpa)	50,0	30,0	20,2	14,7
Pinhão-Manso	31,5	19,8	14,0	10,5
Indaiá-Rasteiro (Polpa)	45,0	17,8	19,2	14,3
Indaiá-Rasteiro (Amêndoa)	31,0	19,8	14,0	10,5
Piqui (Polpa)	47,0	28,2	19,8	14,4
Piqui (Amêndoa)	40,0	24,8	17,5	13,0
Tuingui	41,0	25,0	17,5	12,8
Buriti	35,0	21,8	15,4	11,5
Dendê	43,0	27,0	18,5	13,5
Mamona	285,0	140,0	82,0	52,0
Babaçu	36,5	23,0	16,2	12,0
Cotieira	25,8	16,7	12,0	9,2

Fonte : Cetec

Outra característica física dos óleos combustíveis, de fundamental importância na avaliação da qualidade da combustão, é o ponto de fluidez. O ponto de fluidez é a

temperatura inicial de cristalização do óleo, ou seja, é a temperatura de em que o óleo deixa de fluir. Tal efeito influencia negativamente o sistema de alimentação do motor bem como o filtro do combustível, sobretudo quando o motor é acionado sob condições de baixa temperatura. Para evitar a solidificação do óleo, mesmo parcial, deve-se proceder ao seu pré-aquecimento. Para tal pode-se utilizar a água de arrefecimento do motor ou dos gases de exaustão ou ainda um aquecimento com resistências elétricas, caso do presente trabalho.

Os pontos de fulgor e de inflamação, por outro lado, são propriedades determinantes do grau de inflamabilidade e de volatilidade do combustível. O ponto de fulgor indica a menor temperatura na qual o óleo gera uma quantidade de vapores, que misturado com o ar, torna-se inflamável quando aplicado uma chama. É determinado pelo tipo de combustível e pela relação ar/combustível.

O ponto de inflamação é a temperatura em que o óleo queima durante um tempo mínimo de 5 segundos.

Ainda dentro das propriedades dos óleos temos a percentagem de resíduos de carbono, a densidade, o ponto de névoa e o teor de cinza. A seguir uma explicação sucinta de cada uma dessas propriedades e, posteriormente um pequeno resumo das mesmas:

- Percentagem de Resíduos de Carbono é a quantidade de depósito deixado na câmara de combustão, isto é, o teor do resíduo obtido após a evaporação das frações voláteis do óleo submetido a um aquecimento.
- Ponto de névoa é a menor temperatura onde se pode observar uma formação de nuvem no óleo iniciando a formação de parafina no mesmo. Essa temperatura deve estar abaixo da menor temperatura externa (ambiente) para evitar que os filtros entupam dificultando a partida do motor e conseqüentemente produzindo perdas de potência do equipamento devido ao entupimento das tubulações e filtros de combustível pela parafina formada.
- A densidade está relacionada à massa específica do óleo vegetal. A densidade influencia na injeção de combustível. Por isso, valores baixos de densidade reduzem o desempenho do motor por formar uma mistura pobre, isto é, uma mistura com pouco combustível.

- Teor de cinza consiste dos metais e outros contaminantes que não puderam ser queimados no motor. Os depósitos de cinza podem ocasionar superaquecimento em superfícies metálicas, tais como assento da válvula de exaustão.

3.4

Vantagens na utilização do óleo vegetal como combustível

São várias as vantagens que se tem com a utilização do óleo vegetal como combustível. Dentre elas pode-se citar:

- Diminuição das emissões de poluentes: Grande vantagem em relação ao diesel, uma vez que a necessidade na diminuição dos gases causadores do efeito estufa é grande.
- É um recurso renovável: Outra principal vantagem, uma vez que o combustível fóssil é finito
- É considerado 100% natural,
- Possui menores quantidades de enxofre: O enxofre é o principal causador da chuva ácida
- Pode ser utilizado em qualquer motor diesel,
- Possui uma maior temperatura no ponto de fulgor, aproximadamente 254° C. O diesel possui um ponto de fulgor de aproximadamente 60°C ,
- Pode também ser obtido em uma comunidade isolada,
- Não necessita de alta tecnologia para sua fabricação.

3.5

Problemas na utilização do óleo vegetal como combustível

Também existem os problemas na utilização do óleo vegetal como combustível e abaixo estão descritas algumas das principais:

- Entupimento dos filtros e bico injetores. A utilização de óleo vegetal pode provocar o entupimento dos filtros devido à presença de gomas e cinzas contidas no combustível,
- Depósitos de carbonos nos pistões. A incompleta combustão do óleo vegetal pode ocasionar depósitos de carbono nos pistões,
- Aquecimento do motor,
- Problemas na partida do motor. A alta viscosidade pode entupir as vias de acesso do combustível no motor.

O detalhamento das desvantagens e suas soluções encontram-se na Tabela 5 (Bozbas, 2005.)

Tabela 5 Problemas na utilização do óleo vegetal

Problema	Causa	Possível Solução
Partida a frio	Alta viscosidade, baixo número de cetano e baixo ponto de fulgor.	Pré-aquecimento do óleo
Criação de gomas entupindo os filtros e bicos injetores	Composição do óleo vegetal possui gomas e cinzas	Refinar o óleo e filtrar para a possível retirada ou diminuição das gomas
Batida no motor	Baixo número de cetano. Tempo de injeção impróprio	Pré-aquecer o óleo para a injeção, Usar um motor com alta compressão e ajustar o tempo de injeção.
Carbonização dos injetores do pistão e dos cabeçotes	Alta viscosidade, incompleta combustão do óleo vegetal.	Aquecer o óleo antes da injeção no motor. Partir o motor com diesel

A maioria dos problemas da utilização do óleo vegetal como combustível é minimizada com o pré aquecimento do óleo antes da sua utilização.