

# COMBUSTÃO INTERNA DE MISTURAS DIESEL/BIODIESEL DE ALGAS EM MOTORES DE IGNIÇÃO POR COMPRESSÃO

Eriksen K. Miyasaki; Angelo C. Carlos, Vinicius F. Granjão, Joaquín A. Morón-Villarreyes

## 1. Introdução.

O motor diesel é o eixo da indústria mundial. Com um alto torque, durabilidade, economia de combustível e disponibilidade de potência em diversas condições, o diesel domina setores como transporte rodoviário, ferroviário, agrícola, militar, construção, mineração, propulsão marinha e geração estacionária de eletricidade.

No motor diesel com ciclo operacional de quatro tempos, são comuns temperaturas de 540°C e pressões de até 2000 bar. Estas condições termodinâmicas interferem nas propriedades do combustível afetando a injeção, atomização, combustão e finalmente a transformação da energia química em mecânica. Neste sentido os parâmetros indicadores de desempenho da combustão interna e o número de cetano são determinantes no ciclo diesel.

Com base nas propriedades dos líquidos Flores-Luque *et al.* (1987) estabeleceram parâmetros para avaliar o desempenho do combustível dentro da câmara de combustão:

$A=\mu/\rho$ : É a definição da viscosidade cinemática que caracteriza o escoamento dos líquidos.

$B=\sigma/\mu$ ,  $C=\sigma/\rho$ : O tempo para um jato líquido se desintegrar em micro gotículas é determinado através das propriedades destes dois grupos.

$D=\sigma^2/\mu\rho$ : O diâmetro médio das gotículas do combustível atomizado depende da velocidade de penetração do jato líquido na câmara de combustão.

$E=\mu^2/\sigma\rho$ : Após injeção o diâmetro do jato líquido não é constante e oscila até se desintegrar em um spray uniforme. Tal parâmetro refere-se à uniformidade.

Os intervalos aceitos para combustíveis líquidos mostram-se na tabela 1.

**Tabela 1.** Indicadores da combustão interna em motores diesel.

T (°C)	A (mm <sup>2</sup> /s)	B (m/s)	C (cm <sup>3</sup> /s <sup>2</sup> )	D (dm <sup>4</sup> /s <sup>3</sup> )	E (µm)
15	5.03 - 7.02	4.64 - 6.55	30.2 - 34.2	1.37 - 2.21	0.66 - 1.51
25	3.82 - 5.46	6.07 - 8.11	29.6 - 33.5	1.73 - 2.67	0.31 - 1.01
40	2.64 - 4.39	8.25 - 10.8	28.7 - 32.5	2.30 - 3.43	0.05 - 0.65

O número de cetano mede a qualidade de ignição do combustível, condicionando o desempenho global do motor, influenciando a partida a frio, o nível de ruído e o gradiente de pressão. E depende, intrinsecamente, da natureza do biodiesel e sua proporção no diesel.

O trabalho visou o estudo da combustão interna de misturas diesel/biodiesel de algas em motores diesel.

## 2. Metodologia

As propriedades físicas do biodiesel foram estimadas com técnicas QSPR (*Quantitative Structure-Property Relationships*) e aplicando regras de mistura adequadas. Para os ésteres metílicos e etílicos algais a densidade, viscosidade e tensão superficial foram desenvolvidas na forma  $P = f(n, l, T, \phi)$ . Onde  $n$  é o tamanho da cadeia carbônica,  $l$  é o número de ligações duplas dos ácidos graxos,  $T$  é a temperatura e  $\phi$  o percentual volumétrico do biodiesel numa mistura com diesel.

### 3. Resultados e Discussão

**Tabela 2.** Faixas de proporções de combustão interna satisfatória e parâmetros de estabilidade oxidativa para biodiesel de microalgas<sup>a</sup>

	<i>Desmarestia viridis</i>	<i>Chlorella vulgaris</i>	<i>Dunaliella salina</i>	<i>Spirulina platensis</i>	<i>Gymnodinium kowalevskii</i>
Biodiesel Metílico	B0-B80 (B0-B100)	B0-B73 (B0-B100)	B0-B100 (B0)	B0-B78 (B0-B100)	B0-B100 (B0)
Biodiesel Etílico	B0-B70 (B0-B100)	B0-B63 (B0-B100)	B0-B100 (B0)	B0-B73 (B0-B100)	B0-B100 (B0)
$\text{I} \text{I}^b$	205.16	177.65	212.68	98.20	142.62
C18:3 <sup>c</sup>	2.14	2.00	41.3	5.63	7.20
$\Sigma >\text{C18:4}^d$	9.17	28.44	0.9	7.24	30.50

<sup>a</sup> Entre parênteses as faixas de proporções com IC $\geq$ 42, exigido pela ANP (LAPUERTA *et al* 2009)

<sup>b</sup> <120 cg/g de I<sub>2</sub>, (PRESTES *et al* 2007)

<sup>c</sup> Teor de ácido linolênico <12% (PRESTES *et al* 2007)

<sup>d</sup> Teor de ácidos poliinsaturados <1% (PRESTES *et al* 2007)

### 4. Conclusão

Observou-se que podem ser preparadas misturas em torno de 75%v de biodiesel metílico algal e 70%v nos etílicos. Os índices de cetano da *Dunaliella salina* e *Gymnodinium kowalevskii*, devido ao seu alto teor de ácidos graxos insaturados (>I=120), apresentaram valores fora da especificação em todas as proporções. Já a *Spirulina platensis* é mais estável sendo que os lipídeos algais com altos teores de ácido linolênico e outros poliinsaturados afetam diretamente a estabilidade oxidativa.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PRESTES *et al.* A rapid and automated NMR method to analyze oil quality in intact oilseeds. **A. C. Acta**. V.596. p.325-329. 2007

FLORES-LUQUE *et al.* Estudio de indicadores físico-químicos en mezclas binarias e ternarias de etanol 96° con derivados grasos y gasóleo, para su empleo como combustible en maquinaria agrícola, **Oléagineux** 42(12):475–481, 1987.

LAPUERTA *et al.* Correlation for the estimation of the cetane number of biodiesel fuels and implications on the iodine number. **Energy Policy**. doi:10.1016/j.enpol.2009.05.049. 2009