

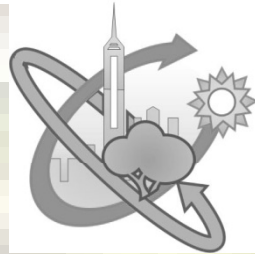


Biodiesel



UFRN
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

PPGEQ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA



INTERNATIONAL WORKSHOP
2nd
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

"KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE"

PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE ÓLEO DE COCO (*Cocos nucifera* L.)BRUTO

**Autores: Giselle de S. Araújo, Ricardo H. R. de Carvalho e
Elisa M. B. D. de Sousa**

São Paulo, Maio de 2009



INTRODUÇÃO

A crise do petróleo iniciada no final de 1973 causou uma necessidade de se obter fontes alternativas de energia.

Uma das alternativas colocadas em questão foi a utilização de óleos vegetais ao invés de óleo diesel, pois estes óleos poluem menos e têm poder calorífico bastante elevado.

A produção de biodiesel é uma oportunidade tecnológica e estratégica para o Brasil, tendo em vista que o país possui em abundância, as matérias primas necessárias para a produção deste biocombustível.



ASPECTOS TEÓRICOS

Matéria prima – Coco verde (Coconut)

O conteúdo de óleo na copra é superior a 60%.

Em geral, o óleo de coco possui os seguintes ácidos graxos:

- ácido caprílico 2,6-7,3%,
- cáprico 1,2-7,6%,
- láurico 40-55%,
- mirístico 11-27%,
- palmítico 5,2-11%,
- esteárico 1,8-7,4%,
- oléico 9-20%,
- linoléico 1,4-6,6%.



Figura 1. *Cocos nucifera* L.



ASPECTOS TEÓRICOS

Biodiesel

O biodiesel é um combustível renovável e biodegradável, ambientalmente correto, obtido normalmente da reação de transesterificação de qualquer triglicerídeo com um álcool de cadeia curta, metanol ou etanol (Parente, 2003), na presença de um catalisador.

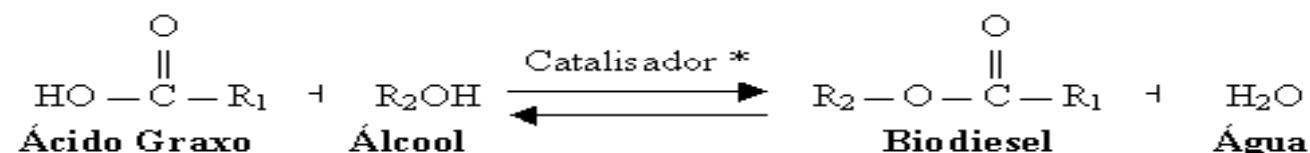
O biodiesel é quimicamente definido como ésteres alquílicos de óleos vegetais e ou gordura animal, cuja utilização está associada à substituição de combustíveis fósseis em motores de ignição por compressão interna.

O processo da transesterificação resulta como subproduto, a glicerina, sendo seu aproveitamento outro aspecto importante na viabilização do processo da produção do biodiesel, fazendo com que ele se torne competitivo no mercado de combustíveis.

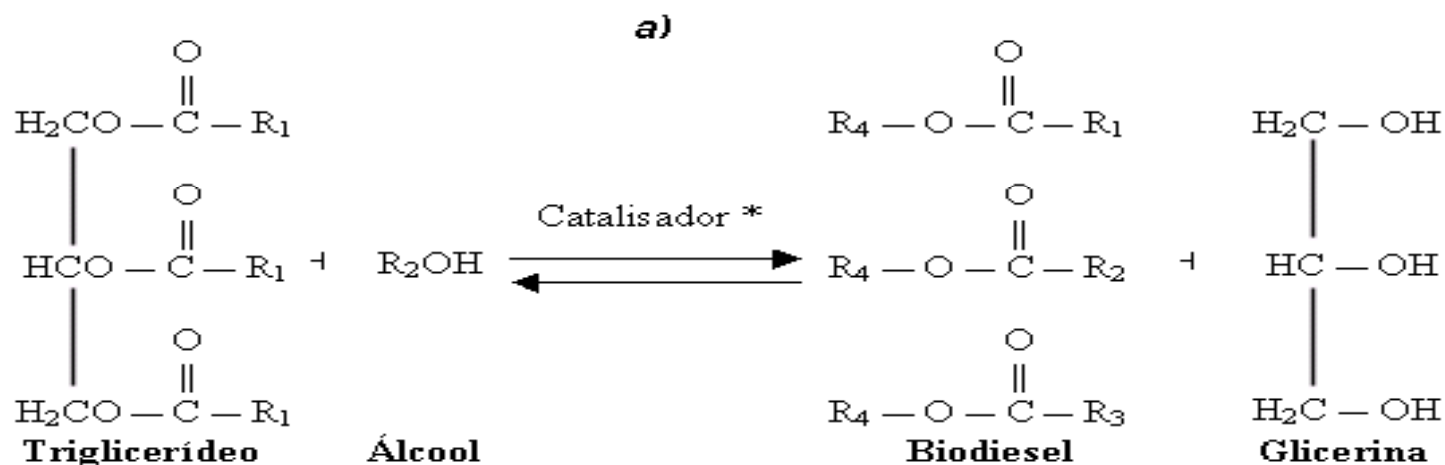


ASPECTOS TEÓRICOS

Processo de produção de biodiesel



* Utiliza-se catalisador ácido



* O catalisador pode ser ácido ou básico

b)

Figura 2. Reações de esterificação (a) e transesterificação (b).



MATERIAL E MÉTODOS

Matéria Prima

Análise cromatográfica:

Cromatógrafo gasoso equipado com um detector de ionização de chama Varian STAR 3400 CX e coluna capilar DB-23.

A identificação dos componentes foi acompanhada pela determinação do tempo de retenção de cada composto

Análises Físico-Química

- Índice de Acidez;
- Índice de Saponificação;
- Tensão Superficial;
- Teor de Cinzas;
- Ácidos Graxos Livres;
- Umidade e material volátil;
- Viscosidade;
- Ponto de Fulgor;
- Poder Calorífico;
- Teor de Glicerina Total;
- Densidade.



MATERIAL E MÉTODOS

Aparato e Procedimento Experimental



Figura 3. Equipamento para reação de produção de biodiesel devidamente montado.



MATERIAL E MÉTODOS

Reação

O óleo foi colocado no reator, sob agitação até a estabilização da condição operacional do sistema. Alcançada a temperatura de interesse, os demais reagentes foram introduzidos e foi iniciada a contagem do tempo de reação.

Depois de decorrido o tempo de reação, foi necessário efetuar a purificação do biodiesel que consiste basicamente de três etapas: decantação, lavagem e secagem.

O procedimento acima descrito, acontece duas vezes seguidas, na primeira com catalisador ácido e na segunda com catalisador básico.



MATERIAL E MÉTODOS

Análise Cromatográfica do Biodiesel – Norma Européia utilizada para biodiesel e recomendada pela ANP

$$\text{EN-14103} \quad \% \text{ Ésteres} = \left(\frac{\Sigma A - API}{API} * \frac{CPI}{Camostra} \right) * 100$$

Análises Físico-químicas

Normas padrões recomendadas pelas ANP



RESULTADOS E DISCUSSÕES

Caracterização da Matéria Prima

Tabela 1. Propriedades Físico-químicas do óleo de Coco

Propriedades	Valores	Literatura
teor de glicerina total (% m)	16,45	-
tensão superficial (dynas/cm)	27,8	-
teor de cinzas (g/100g)	0,016983	-
ponto de fulgor (°C)	207	-
% ácidos graxos livres	2,31	2,25 (Coco) *
Umidade (%)	0,53	-
Viscosidade cinemática (mm ² /s)	24,68	24,85(coco)*
Densidade (g/cm ³)	0,91603	0,909 (Coco) *
Acidez (mg KOH/g)	4,48	1,26 (babaçu) **
Índice de saponificação	288	253 (babaçu)**
Poder calorífico (KJ/Kg)	37657,62	37886 (babaçu) ***

* Jitputti et al., 2006; **Santos et al., 2007; *** Pianoskiji, Jr, 2002



RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 2. Identificação de componentes presentes no óleo de Coco

Componente	Nome	Tempo de retenção (min)	Área	% na amostra
C8:0	Ácido caprílico	2,338	55184	6,13
C10:0	Ácido cáprico	3,173	42125	4,68
C12:0	Ácido láurico	4,811	382077	42,49
C14:0	Ácido mirístico	7,299	179210	19,93
C16:0	Ácido palmítico	10,332	104461	11,61
C18:0	Ácido esteárico	13,5	20111	2,23
C18:1	Ácido oléico	13,771	84897	9,44
C18:2	Ácido linoléico	14,365	30958	3,44



Planejamento Estatístico

Tabela 3. Resultado do planejamento experimental.

Experimento	Razão molar (óleo:álcool)	Temperatura (°C)	Tempo (minutos)	Conversão (%)
1	1:6	60	60	70,65
2	1:8	60	60	69,45
3	1:6	80	60	66,36
4	1:8	80	60	73,57
5	1:6	60	90	85,29
6	1:8	60	90	72,96
7	1:6	80	90	83,35
8	1:8	80	90	62,27
9	1:7	70	75	65,99
10	1:7	70	75	71,49
11	1:7	70	75	68,60



RESULTADOS E DISCUSSÕES

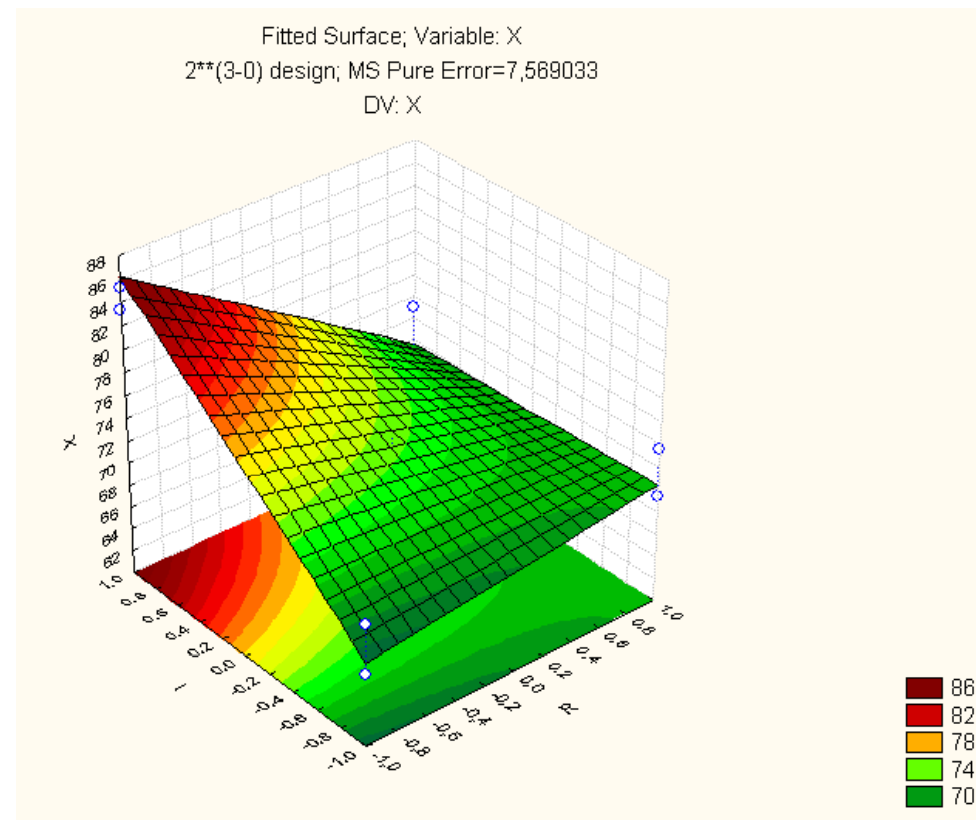


Figura 4. Superfície de resposta em função da conversão, para razão molar versus tempo.



RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ilustração da rota 1: Esterificação



Figura 5. Aspecto visual logo após a etapa de esterificação.



RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ilustrações da rota 1 – Lavagem e decantação



(a)



(b)

Figura 6. Processo de lavagem da esterificação.



RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observa-se que a viscosidade, parâmetro extremamente importante na avaliação da qualidade do biodiesel se apresenta dentro da faixa aceitável (1,9 a 6 mm²/s, Knothe et al., 2008).

Em relação ao poder calorífico, ainda segundo Knothe et al. (2008), o biodiesel é menos energético do que o do diesel n^o2 (42.600 KJ/Kg) em cerca de 12,5% (o que equivale a aproximadamente 37488 KJ/Kg) e segundo a norma europeia, o valor mínimo exigido é de 35.000 KJ/Kg.

Nossos resultados foram similares aos encontrados por Eevera et al. (2008) que determinou o poder calorífico de biodiesel de Coco usando metanol e encontrou como resultado o valor de 38.158 KJ/Kg.



CONCLUSÕES

❑ Quanto a Matéria Prima

O óleo de coco bruto possui uma grande quantidade de AGL e o componente majoritário é o ácido láurico.

❑ Quanto a esterificação seguida de transesterificação

A maior conversão obtida foi de 85,29%, onde a razão molar utilizada foi de 1:6, na temperatura de 60°C e com tempo de reação igual a 90 minutos.

❑ Quanto ao Planejamento

Os efeitos predominantes foram a razão molar, o tempo de reação e a combinação dessas duas variáveis.



CONCLUSÕES

❑ Quanto a qualidade do Biodiesel

O biodiesel produzido se mostra de qualidade aceitável visto que, a viscosidade que é um parâmetro de extrema importância, obteve resultado dentro das especificações estabelecidas.

❑ Quanto ao Planejamento

Os efeitos predominantes foram a razão molar, o tempo de reação e a combinação dessas duas variáveis.



Muito Obrigada!

elisa@eq.ufrn.br / giselleufrn@hotmail.com