

# APERFEIÇOAMENTO DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DO ÓLEO DE COCO DE SOMOIL

Sevastyanov Victor<sup>\*1</sup>, Mapiete Sergio<sup>2</sup>, Mandlate Miguuel<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Ciências, Departamento de Química. Maputo, Moçambique.

<sup>2</sup> PETROMOC, Maputo, Moçambique.

\*Email: victor.sevastyanov@uem.mz, vikniisev@mail.ru

## Resumo

*É conhecido, que o biodiesel é um combustível fabricado com base das fontes renováveis, cujas propriedades físico-químicas são similares as do diesel de petróleo. Em Moçambique realiza-se o programa do Governo para implementação da produção de biodiesel a partir de óleos vegetais e deste modo substituir o combustível fóssil.*

*Empresa ECOMOZ (PETROMOC), que produz biodiesel em regime experimental, utiliza como matéria-prima o óleo de coco adquirido na SOMOIL, província Inhambane. Utilização deste óleo na fabricação de biodiesel complica-se por certos problemas da qualidade, em particular, o alto teor de acidez. Este último provoca o consumo indesejável do catalizador, redução do rendimento do biodiesel e aumento de custos de produção.*

*No âmbito deste trabalho como redutores da acidez foram testados os reagentes seguintes:*

*- óxido de cálcio (CaO); carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>), hidrocarbonato de potássio (KHCO<sub>3</sub>), hidróxido de bário (Ba(OH)<sub>2</sub> e excesso do álcool (metanol ou etanol).*

*Os melhores resultados foram obtidos no caso de utilização de CaO, Ba(OH)<sub>2</sub> e excesso de álcool.*

*É elaborado um método simples da redução da acidez do óleo de coco, que consiste em tratamento da matéria-prima por óxido de cálcio sólido (CaO) e, em seguida, separação do precipitado de sais de cálcio e de ácidos gordos livres por meio da decantação.*

*Produção do biodiesel e a determinação das características dele foi realizado de acordo com ASTM Standards 2006.*

*O método elaborado é simples e barato devido o preço baixo do reagente-reductor de acidez (CaO) e permite preparar o biodiesel de boa qualidade.*

*É conhecido, que o biodiesel é um combustível fabricado com base das fontes renováveis, cujas propriedades físico-químicas são similares as do diesel de petróleo (Suarez, 2007).*

*A produção de biocombustíveis como fonte alternativa de energia tem sido uma aposta mundial face à subida dos preços de combustível no mercado.*

*As matérias-primas para a produção de biodiesel são: óleos vegetais, óleos e gorduras residuais resultantes de processamento doméstico, comercial e industrial.*

*O biodiesel é um combustível vegetal para motores de combustão interna diesel que possui as vantagens seguintes pela relação do gásóleo fóssil:*

*- teores praticamente nulos de enxofre e de compostos aromáticos;*

*- o número de cetano elevado;*

- excelente lubrificidade. Apenas 1 % de biodiesel aumenta em 20% a lubrificação do motor, o que significa a vida do motor alonga consideravelmente;
- contem cerca de 11% de oxigénio o que resulta em uma combustão mais limpa, completa e com menos resíduos e menos fumo;
- alta biodegradabilidade condicionada pela presença dos ácidos gordos naturais;
- revela-se uma solução da redução de emissões de gases causadores de efeito estufa .

É bem evidente, que cada vez mais preço da gasolina, diesel e derivados de petróleo tendem a subir cada ano o consumo aumenta e as reservas diminuem. Além do problema físico, há problema político a cada ameaça de guerra ou crise internacional o preço do barril de petróleo dispara.

Em Moçambique realiza-se o programa do Governo para implementação da produção de biodiesel a partir de óleos vegetais e deste modo substituir o combustível fóssil.

Já existem os produtores de óleos vegetais e de biodiesel no mercado: Ecomoz (Petromoc), Somoil, Madal, Geralco, C<sub>3</sub>, Olimax que utilizam como matéria-prima óleo de coco, jatrofa e algodão.

Os óleos vegetais são os triacilgliceróis - ésteres do glicerol e ácidos gordos saturados e insaturados. A composição química do óleo depende da espécie da planta oleaginosa e determina as particularidades da fabricação do biodiesel e sua qualidade.

As características gerais de alguns óleos vegetais estão apresentadas em Tabelas 1 e 2 (Calais, 2003).

**Tabela 1.** Teor de ácidos gordos em alguns óleos vegetais

| Óleo     | Ácidos gordos, % |              |                |                |                |                |             |                |                |  |
|----------|------------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|----------------|----------------|--|
|          | 10:0 Caprico     | 12:0 Láurico | 14:0 Mirístico | 16:0 Palmítico | 16:1 Palmítico | 18:0 Estéarico | 18:1 Oléico | 18:2 Linoléico | 18:3 Linoléico |  |
| Coco     | 8                | 48           | 16             | 8,5            | -              | 2,5            | 6,5         | 2              | -              |  |
| Amendoim | -                | -            | 0,5            | 7              | 1,5            | 4,5            | 52          | 27             | -              |  |
| Algodão  | -                | -            | 1,5            | 19             | -              | 2              | 31          | 44             | -              |  |
| Milho    | -                | -            | 1              | 9              | 1,5            | 2,5            | 40          | 45             | -              |  |
| Girassol | -                | -            | -              | 6              | -              | 4,2            | 18,7        | 69,4           | 0,3            |  |
| Soja     | -                | -            | 0,3            | 78             | 0,4            | 2,5            | 26          | 51             | 5              |  |
| Colza    | -                | -            | -              | 3,5            | 0,2            | 2              | 13,5        | 17             | 7,5            |  |

Ao analisar os dados representados nas Tabela 1 e 2 pode-se tirar as conclusões seguintes.

1. Óleo de coco tem o teor alto dos ácidos gordos saturados com prevalência do ácido Láurico (48 %). Os teores de ácidos gordos insaturados (Oléico, Linoléico, Linolênico) são baixos pela comparação com outros óleos vegetais possuídos valor nutritivo (milho, girassol, soja).

**Tabela 2.** Características físico-químicas de alguns óleos vegetais

| Óleo     | Massa molecular | Densidade<br>g/cm <sup>3</sup> | Ponto<br>de fusão, °C | Índice de iodo |
|----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------|----------------|
| Coco     | 674,51          | 0,926                          | 25                    | 10             |
| Amendoim | 885,02          | 0,919                          | 3                     | 93             |
| Algodão  | 867,38          | 0,918                          | -1                    | 105            |
| Milho    | 872,81          | 0,923                          | -                     | -              |
| Girassol | 877,22          | 0,925                          | -17                   | 125            |
| Soja     | 882,82          | 0,925                          | -16                   | 130            |
| Colza    | 958,04          | 0,914                          | -10                   | 98             |

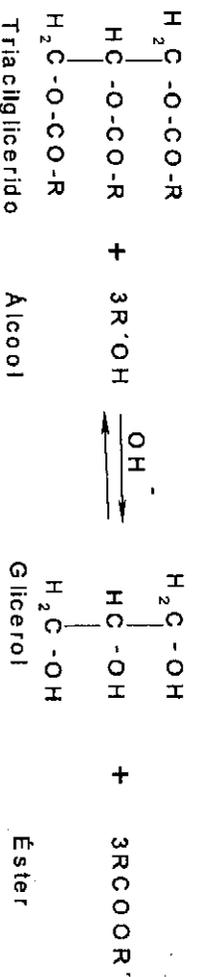
2. Prevalência dos ácidos gordos saturados ou baixa insaturabilidade do óleo de coco determina o seu alto ponto de fusão e baixo valor de índice de iodo (apenas 10).

3. Óleo de coco pode ser caracterizado por estabilidade química relativamente alta no sentido de capacidade de sofrer as transformações químicas causadas por hidrólise, fotólise, acção dos microorganismos, autooxidação.

O biodiesel é fabricado através de um processo químico chamado transesterificação que consiste na reacção entre o óleo vegetal e um álcool (metanol ou etanol) na presença de um catalizador (hidróxido de sódio ou de potássio).

Assim, o biodiesel preparado apresenta uma mistura dos ésteres metílicos ou etílicos dos ácidos gordos que entram na composição dos triglicéridos de óleo vegetal.

A reacção que ocorre durante o processo de transesterificação é a seguinte:



Empresa ECOMOZ (PETROMOZ), que produz biodiesel em regime experimental,

utiliza como matéria-prima o óleo de coco adquirido na SOMOIL, província Inhambane. Cada hectare de palmeira pode render até 5 toneladas de óleo, a que apresenta de 5 - 10 vezes mais que qualquer outro cultivo comercial de óleo vegetal.

Depois da colheita o coco da palmeira é descascado e posto a secar no sol durante tempo necessário para o carvão descolar da casca. Parte-se o coco, tira-se o miolo e deixa-se secar aproximadamente 2 meses. Copra obtida é colocada em panelas de grande capacidade a temperatura 90°C durante 3 horas,

de seguida é tirada e colocada em prensa para exprimir o óleo, separando do bagaço. Aos restos bagaço encontrados no filtro são juntados com os anteriores e colocados de novo na panela junto a nova copia e faz-se o mesmo processo.

Utilização deste óleo na fabricação de biodiesel complica-se por certos problemas da qualidade, particular, o alto teor de acidez do óleo vegetal. Aumento da acidez do óleo é um processo espontâneo provocado pela temperaturas elevadas, contacto com oxigénio, acção da luz, microorganismos, humidade etc. e conduz a formação dos ácidos carboxílicos livres. Este último leva ao consumo excessivo do catalizador, redução do rendimento do biodiesel e aumento de custos de produção. É preciso notar, que os triglicéridos formados por ácidos gordos insaturados (oléico, linoléico, linolénico) têm capacidade elevada ao processo de autoxidação (rancidez), devido a sua alta reactividade.

Objectivos deste trabalho são seguintes:

- elaboração do método da redução de acidez de óleo até valores aceitáveis (0,5-1,5%);
- estudo do procedimento da transesterificação do óleo com acidez reduzida usando os álcoois metílico e etílico;
- determinação das características do biodiesel preparado (massa específica, viscosidade, teor de enxofre, teor de cinzas, ponto de inflamação).

Como reductores da acidez foram testados os reagentes seguintes: óxido de cálcio ( $\text{CaO}$ ); carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), hidrocarbonato de potássio ( $\text{KHCO}_3$ ), hidróxido de bário ( $\text{Ba(OH)}_2$ ) e excesso do álcool (metanol ou etanol).

Os melhores resultados foram obtidos no caso de utilização de  $\text{CaO}$ ,  $\text{Ba(OH)}_2$  e excesso de álcool.

O método proposto da redução de acidez do óleo de coco consiste em etapas seguintes:

- determinação da acidez pela titulação da amostra do óleo por  $\text{NaOH}$ ;
- cálculos da acidez inicial e da quantidade do reagente-reductor de acidez;
- reacção de neutralização dos ácidos gordos livres;
- separação dos sais formados por decantação ou filtração;
- reacção de transesterificação com metanol ou etanol;
- separação do biodiesel.

Como reagentes-reductores de acidez foram utilizados óxido de cálcio  $\text{CaO}$ , hidróxido de bário  $\text{Ba(OH)}_2$  e excesso do álcool.

**Tabela 3.** Os rendimentos de biodiesel preparado a partir do óleo com acidez reduzida utilizando diferentes reagentes –redutores.

| Reagente reductor   | Rendimento de biodiesel de MeOH, % | Rendimento de biodiesel de EtOH, % | Massa do catalizador, g | Tempo da reacção de transesterificação |
|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|--|
| CaO                 | 88,7                               | 89,2                               | 8                       | 15                                     |
| Ba(OH) <sub>2</sub> | 94,0                               | 93,8                               | 5                       | 25                                     |
| Excesso do álcool   | 88,3                               | 92,4                               | MeOH/ EtOH<br>8/7       | MeOH/ EtOH<br>70/60                    |

As características do biodiesel produzido a partir do óleo de coco com acidez reduzida estão apresentadas nas Tabelas 4 e 5.

**Tabela 4.** Características do biodiesel preparado usando metanol com as respectivas especificações internacionais.

| Propriedade específica a 20°C Kg/l | Método | B100 estudo | B20 estudo | B100 especific   | B20 especific    |
|------------------------------------|--------|-------------|------------|------------------|------------------|
| Viscosidade cinemática a 40°C, cSt | D445   | 26,0        | 5.3120     | Menor que 38     | Menor que 38     |
| Ponto de inflamação, °C            | D793   | 180         | 84.8000    | Maior que 130    | Menor que 130    |
| Enxofre total, % de peso           | D1552  | 0,00        | 0.1520     | Menor que 30 ppm | Menor que 15 ppm |
| Teor de cinzas, % de peso          | D482   | 0,00        | 0,00       | Menor que 0,4    | Menor que 0,4    |
| Aspecto visual                     |        | limpido     | limpido    | limpido          | limpido          |

Assim, é elaborado um método simples da redução da acidez do óleo de coco, que consiste em tratamento da matéria-prima por óxido de cálcio sólido (CaO) ou hidróxido de bário Ba(OH)<sub>2</sub> e, em seguida, separação do precipitado de sais de ácidos gordos por meio da decantação.

O método elaborado é simples e barato devido preço baixo do reagente-reductor de acidez e permite preparar o biodiesel de boa qualidade.

Análise comparativa do biodiesel preparado a partir de metanol e etanol mostra, que as características do biodiesel são muito semelhantes.

**Tabela 5.** Características do biodiesel preparado usando etanol com as respectivas especificações internacionais.

| Propriedade                        | Método | B100 estudo | B20 estudo | B100 especific   | B20 especific*   |
|------------------------------------|--------|-------------|------------|------------------|------------------|
| Massa específica a 20°C Kg/l       | D1298  | 0.9125      | 0.8923     | 0.88-1.155       | 0.88-1.155       |
| Viscosidade cinemática a 40°C, cSt | D445   | 25.6        | 6.118      | Menor que 38     | Menor que 38     |
| Ponto de inflamação, °C            | D793   | 179.80      | 88.7000    | Maior que 130    | Menor que 130    |
| Enxofre total, % de peso           | D1552  | 0.00        | 0.18       | Menor que 30 ppm | Menor que 15 ppm |
| Teor de cinzas, % de peso          | D482   | 0.00        | 0.00       | Menor que 0.4    | Menor que 0.4    |
| Aspecto visual                     |        | limpido     | limpido    | limpido          | limpido          |

## PORTE EXPERIMENTAL

Produção do biodiesel e determinação das características dele foi realizado de acordo com ASTM Standards 2006.

### 1. Procedimento geral da redução de acidez usando CaO e Ba(OH)<sub>2</sub>

Num copo com capacidade de 1500 mL coloca-se 1000 mL do óleo de coco e introduz-se de seguida a agitação com agitador magnético a massa do redutor da acidez (CaO, Ba(OH)<sub>2</sub>) que é equivalente a acidez do óleo em questão. Massa do redutor é calculada com base da lei de equivalentes a partir da acidez da amostra, determinada pela titulação com solução de NaOH a 0,1% na presença de fenolftaleína.

A massa de reacção agita-se a temperatura 40-60°C durante 2-3 horas, em seguida deixa-se repousar durante 24 horas. O precipitado dos sais formados separa-se através da decantação simples.

### 2. Preparação do biodiesel. Reacção de transesterificação.

Num copo de 2000 mL são colocados 1000 mL de óleo de coca com acidez reduzida. Num outro copo prepara-se a mistura de 5 g de NaOH e 220 ml de metanol para obter o metóxido de sódio (catalizador). Solução do catalizador adiciona-se ao óleo sobre agitação e aquecimento a temperatura que não ultrapassa 55°C. No final de 20 minutos a conversão do óleo em biodiesel terá se efectuada.

Mistura obtida transfere-se para um funil de separação, deixa-se descansar por 4 horas para separação completa da camada de biodiesel e de glicerina. Retira-se camada de glicerina, faz-se lavagem com 200 mL de água tépida com fraca agitação, remove-se água turva. O procedimento é repetido até que água esteja transparente.

## REFERÊNCIAS

- Calais Ph, 2003, Waste Oil as a Diesel Replacement Fuel, Environmental Science, Murdoch University, Australia. Clark A.R. (Tony), Western Australian Renewable Fuels association Inc.
- Suarez, P.A.; Meneghetti, S.P.M.; 70º Aniversário do biodiesel em 2007: Evolução histórica e situação atual no Brasil. **Quim. Nova**, São Paulo, v. 30, n. 8, 2007. Disponível em: <<http://quimicanova.sdq.org.br/qn/gmol/2007/vol30n8/46-AG07046.pdf>>
- \*Steve Howell, August 20, 2003, Biodiesel specifications and life cycle, National Biodiesel Board, 816-903-6272, E-mail: [showellmarciv.com](mailto:showellmarciv.com).