



OBTENÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL A PARTIR DA PRODUÇÃO E COMPARAÇÃO DE BIODIESEIS FEITO DE DIFERENTES OLEAGINOSAS

LAYS CAMILA DE SOUSA

Centro Universitário de Formiga - UNIFOR MG
layscs@hotmail.com

RAYANNA PINHEIRO CUNHA

Centro Universitário de Formiga - UNIFOR MG
rayanna_pinheiro@hotmail.com

CHRISTIANE PEREIRA ROCHA

Centro Universitário de Formiga - UNIFOR MG
chrispereirarochoa@gmail.com

Os autores agradecem a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela bolsa de estudo e ao UNIFOR pelos recursos disponibilizados.



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

OBTENÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL A PARTIR DA PRODUÇÃO E COMPARAÇÃO DE BIODIESEIS FEITO DE DIFERENTES OLEAGINOSAS

Resumo

A maior parte da energia consumida no mundo provém de petróleo, carvão e gás natural, que são fontes com previsão para o término de suas reservas. A busca por novas fontes de energia, renováveis e ecologicamente corretas, é de suma importância. Neste contexto, surge o biodiesel como fonte alternativa de um combustível biodegradável. Este é obtido pela reação de transesterificação de triacilglicerídeos na presença de um catalisador e de um álcool, a partir de oleaginosas, gorduras vegetais e óleos residuais. O presente trabalho visou à produção do biodiesel via catalise metálica tendo como matérias-primas as oleaginosas: coco de babaçu, algodão e mamona, e como catalisador hidróxido de potássio. Posteriormente foi feita a caracterização dos biodieseis produzidos quanto ao aspecto, índice de acidez, índice de iodo, teor de umidade e cromatografia gasosa. Foi realizada a comparação da eficácia dos biodieseis produzidos a partir de cada oleaginosa, sendo que apenas o biodiesel produzido com óleo de mamona não atendeu as especificações quanto ao aspecto e quanto ao índice de acidez, estando acima dos padrões exigidos pela Resolução 14/2012 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

Palavras-chave: biocombustíveis, energia renovável, óleos vegetais, sustentabilidade.

Abstract

Most of the energy consumed in the world comes from oil, coal and natural gas, which are sources with a forecast for the end of their reserves. The search for new sources of energy, renewable and environmentally friendly, is of paramount importance. In this context, biodiesel is an alternative source of a biodegradable fuel. This is obtained by transesterification of triglycerides in the presence of a catalyst and an alcohol from oil, vegetable fats and waste oils. The present work aimed at the production of biodiesel via methyl catalyzes having as raw oilseeds: babassu coconut, cotton and castor, and potassium hydroxide as a catalyst. Later characterization of biodiesels produced in appearance, acid value, iodine value, moisture content, and gas chromatography was done. Comparison of the effectiveness of biodiesels produced from each oilseed was performed, except that the biodiesel produced from castor oil did not meet specifications for appearance and as the acid value, being above the standards required by Resolution 14/2012 of National Agency of Petroleum, Natural Gas and Biofuels (ANP).

Keywords: biofuels, renewable energy, vegetable oils, sustainability.



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

1. Introdução

Em todo o mundo, a preocupação com as questões relacionadas ao meio ambiente é crescente. São várias as questões abordadas, mas uma discussão inevitável é sobre o aquecimento global, proveniente principalmente da queima de florestas, dos combustíveis fósseis e pela agropecuária.

Uma tentativa de diminuir a emissão de monóxido de carbono proveniente da queima dos combustíveis fósseis é alternar o mercado com a utilização dos biocombustíveis, que são obtidos de fontes renováveis e que não poluem tanto como os combustíveis provenientes do petróleo. Um dos biocombustíveis que já vem sendo largamente utilizado é o biodiesel. O biodiesel é um combustível não tóxico, biodegradável, livre de enxofre e de material carcinogênico e que pode substituir total ou parcialmente o diesel de petróleo.

O Brasil é um país que, por sua extensa área geográfica e clima tropical e subtropical, favorece uma ampla diversidade de matérias-primas para a produção de biodiesel. Destacam-se, dentre elas, as oleaginosas, como algodão, amendoim, dendê, girassol, mamona, pinhão manso e soja. São também consideradas matérias-primas para biocombustíveis as gorduras animais e óleos já utilizados em frituras de alimentos. Cada oleaginosa, dependendo da região na qual é cultivada e segundo as condições de clima e de solo, apresenta características específicas de produtividade por hectare e de percentagem de óleo obtida da amêndoa ou grão. A produtividade também está diretamente associada às tecnologias de cultivo, à qualidade de semente e às tecnologias de processamento praticadas.

Atualmente, o biodiesel é feito comercialmente pela transesterificação de óleos ou gorduras com um álcool, geralmente metanol com um catalisador alcalino.

O presente trabalho tem por objetivo a produção de biodiesel através de três oleaginosas: coco de babaçu, algodão e mamona. Após a obtenção, foi feita a caracterização dos biodieseis produzidos quanto ao aspecto, índice de acidez, índice de iodo, teor de umidade e cromatografia gasosa, para posterior comparação da eficácia das oleaginosas.

2. Referencial Teórico

Os problemas causados pelas mudanças climáticas têm despertado o interesse de autoridades e cientistas de diversos países, que vem, por sua vez, propondo a introdução de biocombustíveis na sua matriz energética, em substituição aos combustíveis fósseis (Mittelbach *et al.*, 1992). Dentre esses, o biodiesel vem como proposta de substituir total ou parcialmente o diesel de petróleo, tendo frente a esse a vantagem ambiental de ser uma fonte renovável, podendo reduzir emissões gasosas de hidrocarbonetos, CO₂ e material particulado, e de ser isento de compostos sulfurados e nitrogenados, não tóxico e biodegradável (Peterson *et al.*, 2002).

A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), através da lei nº 11.097 de 13 de janeiro de 2005, definiu o Biodiesel como:

Biocombustível derivado da biomassa renovável para uso em motores a combustão interna, ou conforme regulamento para outro tipo de geração de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustível de origem fóssil.

Os principais materiais utilizados para a produção do biodiesel são óleos vegetais (óleo de soja, girassol, babaçu, canola, mamona, algodão, etc.) e gorduras animais como sebo bovino e gordura de frango, e ainda o uso do óleo residual de frituras. (SILVA, 2012).



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

O algodão, que é considerado a mais importante das fibras têxteis, naturais ou artificiais, é também uma planta de grande aproveitamento que oferece os mais variados produtos de utilidade. É a terceira matéria-prima mais importante para a produção do biodiesel nacional, fica atrás apenas da soja e do resíduo de suínos. O óleo de algodão contribui com 5% dos dois bilhões de litros de óleo que o Brasil utiliza para a produção de biodiesel. A quantidade de óleo presente na semente do algodão é baixa em relação a outras culturas, com uma média de 14%. Para cada litro de óleo, são necessários 12 quilos de algodão. Apesar do baixo potencial de óleo, a vantagem do algodão em relação às outras culturas é o preço. O custo de produção para conversão em biodiesel é um dos mais baratos que existem, além de existirem pesquisas para se desenvolver mais variedades com alto teor oleico (ROYO, 2010).

O babaçu (*Orbygnia phalerata* Mart.) é uma palmeira muito encontrada nas regiões norte e nordeste do país. Seus frutos, os cocos de babaçu, são elípticos e oblongos, com comprimento entre 6 e 13 cm, largura de 4 a 10 cm, seu peso seco varia de 40 a 440 gramas. A casca do fruto tem composição fibrosa e representa cerca de 15% do peso seco do fruto. O mesocarpo representa cerca de 20% do fruto, é de composição amilácea, de cor marrom-clara. Localizado entre o epicarpo e a camada que envolve as amêndoas, se encontra o endocarpo, o qual representa 59% do fruto. A quantidade de amêndoas varia em torno de 3 a 6 amêndoas. (MMA, 1998).

Apesar de ser originária da Ásia, a mamoneira é uma das culturas mais tradicionais no semiárido brasileiro e é encontrada de forma espontânea em várias regiões do Brasil, desde o Amazonas até o Rio Grande do Sul. (EMBRAPA, 2008). O óleo da mamoneira é o único glicerídio que a natureza fez que é solúvel em álcool. Ele tem 30% a mais de lubricidade do que os demais óleos, podendo substituir o enxofre, em 100%, no diesel mineral, sendo assim um óleo especial e com mercado garantido no mundo moderno. Ao ser transformado em biodiesel, comporta-se como combustível e comburente, e é muito menos poluidor da atmosfera, do que o diesel, mineral derivado diretamente do petróleo. (GALVÃO, 2007).

O processo de produção de biodiesel empregado mundialmente é a transesterificação de triacilglicerídico, que compreende os óleos vegetais e as gorduras animais, com um álcool (geralmente metanol ou etanol) na presença de um catalisador (usualmente alcalino) para formar, majoritariamente, ésteres monoalquílicos, que compõem o biodiesel, e glicerol (VARGAS et. al., 1998 e ZAGONEL e RAMOS, 2001). Esta transformação ocorre em três etapas sequenciais: inicialmente, as moléculas de triacilglicerídeos são convertidas em diacilglicerídeos, depois em monoacilglicerídeos e, finalmente, em glicerol, produzindo um mol de éster a cada etapa reacional e liberando a glicerina como coproduto, que possui um alto valor agregado, com importante aplicação comercial, por exemplo: nas indústrias químicas, farmacêuticas e de cosméticos (ZHANG et al., 2003). A glicerina torna o óleo mais denso e viscoso. Durante o processo de transesterificação, a glicerina é removida do óleo vegetal, reduzindo sua viscosidade (BIODIESELBR, 2006).

3. Metodologia

O processo de obtenção do biodiesel metílico consiste nas seguintes etapas: preparação da matéria prima, reação de transesterificação, separação das fases, volatilização do metanol, lavagem e secagem do biodiesel.

O biodiesel foi sintetizado com óleo de coco de babaçu que precisou ser aquecido antes de iniciar o processo, e óleo de fritura residual, filtrado com a ajuda de um funil de vidro e papel de filtro, além do óleo de mamona.



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

Para o babaçu e algodão a síntese iniciou-se com o processo de transesterificação, esta foi obtida com razão molar de 6:1 álcool metílico/mistura, com 1,5 % de catalisador. Primeiramente foi preparada uma solução de metóxido de potássio que consiste em 2,41 g de hidróxido de potássio (KOH) dissolvida em 60 ml de metanol. Foram utilizados 300 ml de cada óleo. Em um balão de três bocas adicionou-se o metóxido de potássio a temperatura de 60°C. Manteve-se a mistura sob constante agitação de 300 rpm durante um tempo de 60 minutos, com temperatura de aproximadamente 80°C (Figura 1).



Figura 1. Reator

Fonte: Arquivo pessoal, 2014.

Para a produção do biodiesel com óleo de mamona, inicialmente a reação de transesterificação foi realizada utilizando o protocolo convencional mais adequado, de acordo com as pesquisas literárias feitas. Mas passadas mais de 24 horas depois do final da reação, não houve separação do biodiesel e da glicerina. Deste modo foi utilizado ácido sulfúrico para tentar a separação do glicérol após a reação de transesterificação. Portanto ao final da reação, foi adicionado no reator 1% de ácido sulfúrico (H_2SO_4) em relação ao volume de óleo. O ácido sulfúrico consegue retirar do biodiesel os sais e impurezas existentes. O biodiesel permaneceu no reator por mais meia hora com temperatura aproximada de 60° C.

Após a reação de transesterificação, as misturas obtidas foram transferidas para um funil de decantação, onde, por 12 horas, houve a separação da glicerina e do biodiesel (Figura 2 a.). Depois da separação, os biodieseis foram transferidos para um béquer seco e levados à capela por 10 minutos numa temperatura de aproximadamente 90°C para volatilizar o metanol. Em seguida fez-se a lavagem dos biodieseis para purificação dos mesmos. Posteriormente os biodieseis foram deixados em estufa por 12 horas a 100°C para desumidificação do mesmo (Figura 2 b.).



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)



Figura 2: (a) Separação de fases, (b) Lavagem

Fonte: Arquivo pessoal, 2014.

As especificações analisadas dos biodieseis determinadas pela Resolução ANP 14/2012 foram:

Aspecto: a cor do combustível é uma característica físico-química que pode indicar alterações, podendo estar relacionadas com contaminações e degradação por estocagem prolongada ou até mesmo problemas relacionados à produção. Portanto, o biodiesel produzido foi observado, contra a luz, e analisado visualmente, caracterizando-o de acordo com a classificação descrita por Teixeira (2010), podendo ser: Heterogêneo quando apresentar duas fases; Límpido com impurezas e cristais; LII-Límpido e isento de impurezas; Turvo (névoa) com impurezas; e Turvo (névoa) e isento de impurezas.

Índice de acidez: uma acidez elevada poderá ter efeito de solvente forte nas borrachas e tubos, provocando a ruptura dos mesmos, além de levar à formação de depósitos, provocando o entupimento do filtro do combustível ou a diminuição da pressão do mesmo. A determinação do índice de acidez foi feita pela adição de solução de éter/álcool (2:1) à amostra e titulação com solução de hidróxido de sódio. O cálculo do índice de acidez foi feito através da Equação (1), em que IA é o índice de acidez, V é o volume (mL) da solução de hidróxido de sódio a 0,1 N gasto na solução, f é o fator da solução de hidróxido de sódio e P é a massa (g) da amostra.

$$IA = \frac{(V \cdot f \cdot 5,61)}{P} \quad (1)$$

Índice de iodo: o índice de iodo indica o grau de insaturação do óleo, gordura ou biodiesel. Considerando que o iodo reage com as duplas ligações, verifica-se que quanto maior o grau de insaturação, maior será proporcionalmente, o índice de iodo. A partir dos métodos da AOCS (REAPROVED, 1997 APUD SILVA, 2008) foi feita a determinação do grau de iodo, que consiste em pesar 0,05 g da amostra de óleo e uma amostra em branco, onde foi adicionado 3ml de clorofórmio, para solubilizar as amostras e 10 ml de solução de Wij's. Após agitação os frascos foram deixados em repouso por 2 horas em local escuro. Decorrido o tempo, foram adicionados 8 ml de iodeto de potássio (KI) 10% e 60 ml de água destilada para que sejam feitas as titulações com a solução de tiosulfato de sódio 0,1 mol/L, sob vigorosa agitação até que a coloração da amostra adquira uma coloração amarelada mais



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

clara, onde foi adicionado 1 ml de indicador de amido e a titulação foi continuada até que a coloração da amostra desapareça. O cálculo do índice de iodo foi feito a partir da Equação (2), onde: II é o índice de Iodo, PB é o volume gasto na prova em branco (ml), A é o volume gasto do titulante (ml), M é molaridade [0,1 mol/L de tiosulfato de sódio, F é o fator de correção e P é o peso da amostra de óleo(g).

$$II = \frac{(PB - A) \cdot M \cdot F \cdot 12,69}{P} \quad (2)$$

Teor de umidade: A determinação do teor de umidade foi realizada de acordo com o método descrito pela AOCS Bc-249 (American Oil Chemists Society, 1985). Este método determina a umidade e materiais voláteis expressos em porcentagem a partir da perda de peso sobre a amostra. Para a realização do ensaio, pesou-se 10 ml da amostra em uma cápsula de porcelana e colocou-se para secagem em estufa a temperatura de $90 \pm 1^\circ\text{C}$ até peso constante. O valor foi calculado pela Equação (3), onde m1 é o peso (g) da amostra pesada e m2 é o peso (g) da amostra pesada após o aquecimento.

$$\text{Teor de Umidade} = \frac{m1 - m2}{m1} \quad (3)$$

Cromatografia Gasosa: A análise do perfil dos ácidos graxos foi realizada pela empresa Eurofins do Brasil Análises de Alimentos Ltda, na cidade de Indaiatuba, São Paulo, através do método da ISO 12966-2 UND ISO 5508. Na cromatografia a amostra é vaporizada e passa por uma coluna com temperatura compatível para mantê-la neste estado. Um gás sob-pressão transporta a amostra pela coluna que irá reter, por mais ou menos tempo, seus componentes de acordo com a afinidade, permitindo a separação da mistura de componentes da amostra analisada. Separados, os vários componentes são enviados a um detector sensível que os quantifica. A análise foi realizada nos biodieseis produzidos.

4. Análise dos resultados

Após a produção dos biodieseis, os mesmos foram caracterizados. Os principais ácidos graxos encontrados no óleo de mamona e no biodiesel produzido foram o ácido oleico, linoleico e o palmítico (Tabela 1). O biodiesel apresentou valores superiores de ácidos monoinsaturados (ácido oleico) e poli-insaturados (ácido linoleico).

Beltrão e Oliveira (2008) comentam que um elevado número de insaturações torna as moléculas menos estáveis quimicamente. Isso pode provocar inconvenientes devido a oxidações, degradações e polimerizações do combustível (ocasionando um menor número de cetano ou formação de resíduos sólidos), se inadequadamente armazenado ou transportado.



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

Tabela 1:

Ácidos graxos presentes no biodiesel de óleo de mamona

Ácidos	Composição (%)	Biodiesel de mamona
Ácido Palmítico	C 16:0	10,0
Ácido Palmitoleico	C 16:1	0,2
Ácido Margárico	C 17:0	0,2
Ácido Esteárico	C 18:0	8,4
Ácido Vacênico	C 18:1-11	3,8
13-Ácido Oléico	C 18:1-9	27,2
Ácido linoleico	C 18:2	38,3
Ácido linolênico 9,12,15 alfa	C 18:3	6,4
Ácido eicosanóico	C 20:1	3,3
Ácido Eicosodienóico	C 20:2	0,3

Na Tabela 2 estão dispostos os percentuais da composição dos ácidos graxos presentes no biodiesel produzido com óleo de coco de babaçu, apresentando 82 % de ácidos graxos saturados, 15,8% de ácidos graxos monoinsaturados, com maior predominância do ácido láurico. Por apresentar maior porcentagem de ácidos graxos saturados, o biodiesel de babaçu apresenta uma boa estabilidade à oxidação.

Tabela 2:

Perfis dos ácidos graxos do biodiesel de óleo de coco de babaçu

Número de Carbonos	Ácido	Fórmula	Composição (%)
C12:0	Láurico	$C_{15}H_{30}O_2$	41,7
C8:0	Caprílico	$C_8H_{16}O_2$	3,5
C10:0	Cáprico	$C_{10}H_{20}O_2$	3,9
C 18:1-9	Oleico	$C_{19}H_{36}O_2$	15,5
C 18:2	Linoleicos	$C_{19}H_{34}O_2$	2,1
C 16:0	Palmítico	$C_{17}H_{34}O_2$	10,7
C 18:0	Esteárico	$C_{19}H_{38}O_2$	3,8
C 14:0	Mirístico	$C_{15}H_{30}O_2$	18,1

A cromatografia gasosa do biodiesel de algodão demonstrou uma quantidade de 27,2% de ácidos graxos monoinsaturados e 16,9% de ácidos graxos saturados. Sendo o ácido linoleico (C 18:2) o de maior proporção no biodiesel produzido, com total de 49,8 %. Segundo Vieira (2010) os ácidos graxos insaturados demonstram uma predisposição a manter-se maior tempo em temperatura ambiente, isso é interessante na produção de biodiesel, pois dificulta o congelamento do mesmo, em vista que, pela geometria molecular vai ser difícil o empacotamento. Já os ácidos graxos saturados e poli-insaturados promovem o aumento do ponto de névoa e de entupimento. Portanto, o biodiesel produzido apresenta boa estabilização devido a maior presença dos ácidos oleico e linoleico (Tabela 3).



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

Tabela 3:

Composição percentual de ácidos graxos presentes no biodiesel de óleo de algodão

Número de Carbonos	Ácido	Fórmula	Composição (%)
C 18:2	Linoleicos	$C_{19}H_{34}O_2$	49,8
C 18:1-9	Oleico	$C_{19}H_{36}O_2$	25,2
C 16:0	Palmítico	$C_{17}H_{34}O_2$	11,3
C 18:0	Esteárico	$C_{19}H_{38}O_2$	4,1
C 14:0	Mirístico	$C_{15}H_{30}O_2$	0,1

A qualidade do biodiesel produzido é um fator fundamental que condiciona um bom funcionamento e tempo de vida útil de um motor. Foram realizadas análises físico-químicas possibilitando investigar a qualidade das amostras dos biodieseis produzidos (Tabela 4).

Tabela 4:

Parâmetros Analisados

Parâmetros	Biodiesel de Óleo de Coco de Babaçu	Biodiesel de Óleo de Algodão	Biodiesel de Óleo de Mamona
Aspecto	Límpido e isento de impurezas (LII)	Límpido e isento de impurezas (LII)	Turvo (névoa) e isento de impurezas
Índice de Acidez (mg KOH/g)	0,2805	0,2805	0,561
Índice de Iodo (g/100 g)	68,52	209,38	302,22
Teor de Umidade (% água)	0,01%	0,00%	0,01%

Em relação ao aspecto dos biodieseis, a Resolução da ANP nº 14 de 11 de maio de 2012 especifica que o limite do aspecto apresentado deve ser LII – Límpido e isento de impurezas. Apenas o biodiesel produzido com mamona não atendeu esse parâmetro.

O índice de iodo avalia a tendência do combustível de sofrer oxidação ao indicar o seu grau de insaturação, favorecendo a formação de depósitos de “goma” nos motores do ciclo a diesel. Quanto maior a instauração de um ácido graxo, maior será o índice de iodo e maior a instabilidade oxidativa que desfavorece aplicações industriais do biodiesel como combustível e lubrificante (TEIXEIRA, 2010). Na Resolução não há especificações para esse parâmetro o valor deve ser anotado. O biodiesel de mamona demonstrou maior índice de iodo, assim conclui-se uma maior instabilidade oxidativa.

De acordo com a especificações da ANP o índice de acidez deve ser de no máximo 0,50 mg KOH/g, como é possível observar na tabela, apenas o biodiesel de Mamona apresentou um valor elevado para esse parâmetro, o que já esperava-se devido a adição de ácido sulfúrico no processo de produção. De acordo com Teixeira (2010), o monitoramento do índice de acidez é imprescindível, já que valores altos de acidez afetam a estabilidade térmica do combustível, tem ação corrosiva sobre os componentes metálicos do motor e a ocorrência de valores alterados pode significar a presença de água. O índice de acidez é uma importante característica da gordura, pois os ácidos graxos formam em meio básico os sais de ácidos graxos (sabão) e consequentemente uma redução no rendimento da reação (MOURA, 2008).

O biodiesel possui uma grande afinidade com a água, e o simples contato com a umidade do ar pode elevar seu teor de água consideravelmente inspirando cuidados com o controle da umidade. A presença de água em excesso no combustível resulta em aumento do



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

índice de acidez, corrosão em tanques de estocagem e deposição de sedimentos, corrosão em motores e favorecer a proliferação de micro-organismos (TEIXEIRA, 2010). Todos os biodieseis produzidos atenderam a este parâmetro.

5. Conclusões/Considerações finais

O processo de produção de biodiesel por transesterificação, via rota metálica, foi eficiente para os biodieseis produzidos. Os resultados da caracterização físico-química dos biodieseis de algodão, babaçu e mamona, demonstram que o biodiesel obtido através do óleo de mamona não enquadrado-se na Resolução 14/2012 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, em relação ao aspecto e ao índice de acidez. Estudos futuros deverão ser feitos com o intuito de aperfeiçoar a produção de biodiesel a partir de óleo de mamona, que é uma matéria-prima de fácil obtenção, apesar das características indesejáveis, como a alta viscosidade. O óleo de coco babaçu demonstrou ser uma boa alternativa como matéria-prima para produção de biodiesel, considerando que a qualidade desse óleo é adequada para a transesterificação. O biodiesel produzido com óleo de fritura residual atendeu as exigências dos padrões avaliados, este é um resíduo de baixo valor comercial e de alto grau de poluição ambiental para a produção de um biocombustível menos poluente que contribui para a minimização do efeito estufa e melhoria da qualidade do ar atmosférico.

6. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. **Biocombustíveis**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?id=470>>. Acesso em: 22 abr. 2012.

A.O.C.S; American Oil Chemists Society: Official and Tentative Methodo 3^a ed., Chicar-go, Vol. 1: 1985.

BELTRÃO, N. E. de M.; OLIVEIRA, M. I. P. de. **Oleaginosas e seus óleos: Vantagens e Desvantagens para Produção de Biodiesel**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 28 p.

BIODIESELBR (2006). Transesterificação: Detalhes sobre as etapas de produção do biodiesel. Disponível em : <<http://www.biodieselbr.com>>. Acesso em: 23 de abril. 2013.

EMBRAPA ALGODÃO (Campina Grande, PB). **Oleaginosas e seus óleos: Vantagens e Desvantagens para Produção de Biodiesel**, por Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão e Maria Isaura Pereira de Oliveira. Campina Grande, 2008.

GALVÃO. L.P.F.C. **Avaliação termoanalítica da eficiência de antioxidantes na estabilidade oxidativa do biodiesel de mamona**. 2007. f.158 Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2007.



III Simpósio Internacional de Gestão de Projetos (III SINGEP) II Simpósio Internacional de Inovação e Sustentabilidade (II S2IS)

MITTELBACH, M., POKTIS, B. & SILBERHOLZ, A. Production and fuel properties of fatty acid methyl ester from used frying oil. *Liquid Fuels from Renewable Sources*. Nashville. 1992. pp.74–78.

MMA. **Produtos potenciais da Amazônia:** Opções de investimentos na Amazônia Legal, Produtos florestais não-madeireiros e piscicultura. Brasília:[s.n], 1998.

MOURA, Bruna dos Santos. **Transesterificação alcalina de óleos vegetais para produção de biodiesel: avaliação técnica e econômica.** 2010. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010.

PETERSON, C.L., COOK, J.L., THOMPSON, J.C. & TABERSKI, J.S. Continuous flow biodiesel production. *Applied Engineering in Agriculture* 18:5–11. 2002.

RAMOS, Luiz. **A qualidade da matéria-prima para produção de biodiesel:** Parte 2, 2001. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/colunistas/ramos/qualidade-materia-prima-producao-biodiesel-2.htm>>. Acesso em 24 mar. 2010.

ROYO, J. Algodão contribui para 5% do biodiesel brasileiro. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=21674&secao=Pacotes%20Tecnol%F3gicos>> Acesso em: 05 set 2011.

SILVA, M. J. da et al. Motor gerador ciclo diesel sob cinco proporções de biodiesel com óleo diesel. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 16, n. 3, 2012 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141543662012000300014&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 09 abr. 2012.

TEIXEIRA, Geuza Araújo de Albuquerque. **Avaliação do tempo de vida útil de biodiesel metílico obtido a partir da mistura de sebo bovino e óleos de soja e babaçu.** 150f. Tese (Doutorado) – UFPB, João Pessoa, 2011.

TEIXEIRA, P. S. **Produção e caracterização de biodiesel a partir de misturas binárias de sebo bovino e óleo utilizado em fritura.** 2012. 65 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Centro Universitário de Formiga – UNIFOR, Formiga, 2012.

VARGAS, R. M., SCHUCHARDT, U., SERCHELI, R. Transesterification of vegetable oils: a review. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 9:199, 1998.

VIEIRA, A.C., VASCONCELOS, V. M., SILVA, P. C.G., OLIVEIRA, R. P. S., SILVA, G. F.. Winterização do óleo de soja associado à degomagem para a produção de biodiesel. Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão - SE, 2010.

ZAGONEL, G. F.; RAMOS, L. P. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleos vegetais. *Revista de Química Industrial*, 717:17, 2001.

ZHANG, Y.; DIBE, M. A.; MCLEAN, D. D.; KATES, M. Biodiesel production from waste cooking oil: 1. Process design and technological assessment. *Bioresource Technology*, 89:1-16, 2003.