



# **CARACTERIZAÇÃO E PRODUÇÃO DO BIODIESEL A PARTIR DO ÓLEO DE ALGODÃO COMO FONTE DE MATÉRIA PRIMA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA SUSTENTÁVEL**

**RAYANNA PINHEIRO CUNHA**

Centro Universitário de Formiga - UNIFOR MG  
rayanna\_pinheiro@hotmail.com

**LAYS CAMILA DE SOUSA**

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

**CHRISTIANE PEREIRA ROCHA**

Centro Universitário de Formiga - UNIFOR MG  
chrispereirarocho@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.



## CARACTERIZAÇÃO E PRODUÇÃO DO BIODIESEL A PARTIR DO ÓLEO DE ALGODÃO COMO FONTE DE MATÉRIA PRIMA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA SUSTENTÁVEL

### Resumo

O biodiesel é uma alternativa renovável dos derivados do petróleo, oriundo de oleaginosas como algodão, amendoim, soja, pinhão manso, entre varias outras, além de poder ser produzido também de gordura animal e ate mesmo do óleo de fritura residual. O algodão surge como uma alternativa para a produção do biodiesel, pois apresenta a vantagem de ser mais barato que outras oleaginosas, por isso vem conquistando espaço e ocupando um lugar de destaque na produção do biodiesel no Brasil. Neste trabalho foram apresentadas análises de acordo com os parâmetros estabelecidos pela Agencia Nacional de Petróleo, Gás Natural e biocombustíveis a ANP, quanto ao índice de acidez, índice de iodo, aspecto e teor de umidade, além da cromatografia gasosa do biodiesel produzido.

**Palavras-chave:** Biocombustível, cromatografia gasosa, óleo de algodão

### Abstract

Biodiesel is a renewable alternative to petroleum-derived oil seeds like cotton, peanut, soybean, jatropha, among several others, and it can also be produced from animal fat and even the residual frying oil. Cotton appears as an alternative for the production of biodiesel, since it has the advantage of being cheaper than other oil, why is conquering space and occupying a prominent place in the production of biodiesel in Brazil. This paper analyzes in accordance with the guidelines established by the National Agency of Petroleum, Natural Gas and Biofuels ANP, as the acid value, iodine value, aspect, and moisture content were presented as well as gas chromatography of biodiesel produced.

**Keywords:** Biofuel, gas chromatography, cottonseed oil



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

## 1- Introdução

O biodiesel é um bicomcombustível, que emite uma menor quantidade de gases poluentes, pois é proveniente de fontes renováveis, como óleo de fritura residual, óleos vegetais e gordura animal. Vem ganhando destaque em diversos setores, como no econômico, agrário, ambiental e tecnológico.

É obtido geralmente através da transesterificação, que é uma reação química de óleos vegetais e até mesmo gordura animal, com um álcool, para formar ésteres (biodiesel) e glicerol. Esta reação pode ocorrer sem a utilização de catalisadores, mas devido aos baixos rendimentos obtidos, o uso de catalisadores se tornou essencial. Os catalisadores mais utilizados, são os hidróxidos de metais alcalinos como o KOH e NaOH. O álcool mais utilizado é o metanol devido a diversas vantagens físicas e químicas e ao baixo custo, o metanol é o mais utilizado no mundo e até mesmo no Brasil.

O algodão é a segunda oleaginosa mais produzida no Brasil, atrás somente da soja. Dele tudo se aproveita, sua fibra é utilizada na indústria têxtil, do caroço extrai-se o óleo de algodão que surge como matéria prima para a produção do biodiesel e o farelo é utilizado para a produção de ração animal.

O presente trabalho teve como objetivo a produção do biodiesel a partir do óleo de algodão com catalisador hidróxido de sódio. Foram realizadas análises de acordo com alguns parâmetros exigidos pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, a ANP, quanto ao índice de acidez, índice de iodo, teor de umidade e aspecto, além da cromatografia gasosa.

## 2- Referencial teórico

A maior parte de toda a energia consumida no mundo provém do petróleo, carvão e do gás natural. Com o esgotamento das fontes naturais de energia, especialmente energia fóssil, sobretudo sua impossibilidade de renovação, há uma motivação para o desenvolvimento de tecnologias que permitam utilizar fontes de energia renováveis e ecologicamente corretas. (CONCEIÇÃO, *et al.*, 2005)

O uso do biodiesel como combustível vem crescendo no mundo inteiro, pois a cadeia de produção desse combustível tem potencial promissor em vários setores. A maior produtora é a Alemanha com capacidade de 1 milhão de toneladas anuais, além de ser responsável por mais da metade da produção europeia de combustíveis, com centenas de postos comercializando o biodiesel puro (B100), com plena garantia dos fabricantes de veículos. O segundo maior produtor é a França, com capacidade de 460 mil toneladas anuais. Nos Estados Unidos, os estados de Minnesota e Carolina do Norte aprovaram uma lei que obriga a mistura de 2% de biodiesel no óleo diesel desde 2002, porém a capacidade nacional estimada está entre 210 e 280 milhões de litros anuais (CARBONO BRASIL, 2008).

Nas últimas décadas, o mundo vem buscando um desenvolvimento sustentável, ambientalmente correto, socialmente justo e economicamente viável. A preocupação com diversas questões ambientais não se limita apenas à preservação do planeta. Os óleos vegetais aparecem como uma fonte alternativa de combustível, mas o seu uso direto em motores de combustão interna não constitui uma inovação recente. Em 1900, Rudolf Diesel (1858-1913), inventor do motor do ciclo diesel, utilizou óleo vegetal de amendoim para demonstrar seu invento em Paris. (RABELO, 2001 e DEMIRBAS, 2003).

O consumo de combustíveis fósseis derivados do petróleo tem um significativo impacto na qualidade do meio ambiente. A poluição do ar, as mudanças climáticas, os derramamentos de óleo e a geração de resíduos tóxicos são resultados do uso e da produção



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

desses combustíveis. A poluição do ar nas grandes cidades é, provavelmente, o mais visível impacto da queima dos derivados de petróleo. Nos Estados Unidos, os combustíveis consumidos por automóveis e caminhões são responsáveis pela emissão de 67% do monóxido de carbono (CO), 41 % dos óxidos de nitrogênio (NOx), 51% dos gases orgânicos reativos, 23% dos materiais particulados e 5% do dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>). Além disso, o setor de transportes também é responsável por quase 30% das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), um dos principais responsáveis pelo aquecimento global (NETO, 2005).

De acordo com o Catálogo da Indústria de Biodiesel 2010 (2010), o biodiesel só pode ser usado em motores a diesel, portanto este combustível é um substituto do diesel e por ser biodegradável, não-tóxico e praticamente livre de enxofre e aromáticos, é considerado um combustível ecológico. Ainda é esclarecido que esse biocombustível se tratando de uma energia limpa, não poluente, o seu uso num motor diesel convencional resulta, quando comparado com a queima do diesel mineral, numa redução substancial de monóxido de carbono e de hidrocarbonetos não queimados.

O biodiesel apresenta algumas vantagens em relação aos derivados do petróleo são: o menor risco de explosão, pois precisa de uma fonte de calor maior que 150°C para explodir; é um ótimo lubrificante e pode aumentar a vida útil do motor seu uso proporciona um grande ganho ambiental para o planeta, pois colabora para a diminuição da poluição e do efeito estufa. É evidente a necessidade da ampla conscientização da população e dos empresários para que o óleo de fritura usado comece a ser aproveitado em todo seu potencial para a fabricação de biodiesel, além de ser uma das formas de evitar os impactos advindos da incorreta destinação do mesmo, considerando ainda o fator de geração de empregos. (CASTELLANELLI, 2008).

O algodoeiro herbáceo (*Gossypbawefqium hisutum*) é uma planta de grande complexidade morfológica, possuindo particularidades importantes utilizadas, inclusive, na identificação da espécie dentro do gênero *Gossypium* e da família *Malvacea*, da qual ele faz parte. A planta de algodoeiro herbáceo possui uma estrutura organográfica singular com dois tipos de ramificação, apresentando ramos frutíferos e vegetativos, dois tipos de microfilo (frutíferos e vegetativos) flores completas possuindo um terceiro verticilo floral, as brácteas, que faz uma proteção extra e pode possuir, na base interna e externamente, glândulas de secreção, além de apresentar prófilos, folhas sem bainha com duas estipulas, dois tipos de glândulas e pelo menos duas gemas na base de cada folha (BELTRAO, 1999).

Constitui uma planta de clima tropical cujo plantio não é recomendado em altitudes superiores a 1500m, a média mensal de temperatura deve estar acima de 20,0°C e abaixo de 35,0°C, sendo 25,0°C a temperatura ideal de cultivo, necessita de precipitações pluviométricas em torno de 500mm a 1500mm anuais. Pois a escassez de água reduz o desenvolvimento do algodoeiro, queda de flores e frutos no que prejudica a produtividade, para tanto é necessário a irrigação. Todavia, o excesso de chuva no período inicial de crescimento dificulta os tratos culturais e provoca o aparecimento de doenças (HANSEN, 2005).

O solo para o cultivo deve ser de textura média, drenado, rico em matéria orgânica, fértil e pH de 6,00 a 7,00. É uma planta de extrema adaptação desde que se cultivada em condições variáveis de solo deve-se efetuar-se devidas correções com adubos químicos, principalmente com os fosfatados (EMBRAPA, 2003).

Com ganhos de produtividade e mercado consolidado, o algodão ocupa o posto de segunda oleaginosa mais produzida no Brasil e terceiro insumo mais utilizado pela indústria de biodiesel. (PEZZO apud DALL´AGNOL, 2010)



### 3- Metodologia

O biodiesel foi produzido com o óleo de algodão adquirido na empresa Mundo dos Óleos, em Luziânia-GO.

Mediu-se 300 mL de óleo em uma proveta e em seguida transferiu-se para um balão de três bocas, elevou a temperatura a aproximadamente 60°C e adicionou 60 mL de metóxido de sódio, que foi produzida da seguinte maneira, pesou-se 2,41 g de hidróxido de sódio e diluiu em 60 mL de metanol. Após isso, aumentou a temperatura a aproximadamente 80°C em agitação constante de 300 rpm. A reação de transesterificação ocorreu por 60 minutos.

Após a reação de transesterificação, os biodieseis produzidos foram transferidos para um balão de decantação onde permaneceram por 12 horas para a separação das fases (glicerina/biodiesel).

Terminada a separação das fases o biodiesel foi levado à capela, a temperatura próxima de 90°C durante 10 minutos para a volatilização do metanol.

Em seguida fez-se a lavagem dos biodieseis para purificação dos mesmos, onde o biodiesel foi transferido para um balão de decantação e adicionou água destilada na mesma proporção do biodiesel, deixou em repouso por 12 horas, onde a água foi retirada, esse processo foi repetido por 4 vezes seguidas.

O biodiesel passou por um processo de secagem em estufa a uma temperatura de aproximadamente 100°C durante 24 horas. Após este processo, os biodieseis foram analisados quando ao aspecto, índice de acidez, índice de iodo e umidade de acordo com os parâmetros estabelecidos pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis a ANP, além da análise cromatográfica do biodiesel produzido:

**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 cromatografia foi feita no biodiesel produzido.

**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 a 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.



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

**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 fossem 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 clara, onde foi adicionado 1 ml de indicador de amido e a titulação foi continuada até que a coloração da amostra desapareça. O cálculo o 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 ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ )], F é o fator de correção e P é o peso da amostra de óleo(g).

$$II = \frac{(PB - A) \cdot M \cdot F \cdot 12,65}{P} \quad (2)$$

**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 percentual 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.

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

#### 4- Análise dos resultados

Através da cromatografia gasosa realizada foi possível determinar a composição exata de ácidos no biodiesel produzido a partir do óleo de algodão. A Tabela 1 mostra o percentual de ácidos graxos presentes no óleo de algodão.



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

A tabela 1:

### Resultados obtidos no biodiesel

Número de Carbonos	Ácido	Fórmula	Composição (%)
C 16:0	Palmítico	$C_{17}H_{34}O_2$	11,0
C 18:0	Estearico	$C_{19}H_{38}O_2$	3,8
C 18:1-9	Oleico	$C_{19}H_{36}O_2$	26,6
C 18:2	Linoleico	$C_{19}H_{34}O_2$	49,1

Como pode observar o biodiesel apresenta maiores proporções de ácidos graxos monoinsaturados, 28,4%. Segundo O'BRIEN, 2004, o perfil dos ácidos graxos é tipicamente constituído de grupos de ácidos oleicos e linoleicos, os quais totalizam quase 75 % dos ácidos graxos o que é possível comparar observando a tabela. O óleo é constituído também por 16,2% de ácidos graxos saturados. Ácidos graxos monoinsaturados aliados à presença de ácidos graxos saturados, o que deve gerar um biodiesel com boa estabilidade oxidativa e boas propriedades de fluxo, características relacionadas ao bom desempenho como combustível

A Tabela 2 apresenta os resultados das análises realizadas no biodiesel, que visou atender as exigências estabelecidas pela Agência Nacional de Petróleo Gás Natural e Bicomcombustíveis ANP.

Tabela 2:

### Resultados das análises realizadas nos biodieseis

Biodiesel	Aspecto	Índice de Acidez (mg KOH/g)	Índice de Iodo (g/100g)	Teor de Umidade (%)
ANP	LII- Límpido e isento de impurezas	Menor que 0,5	Sem restrições	menor 0,02%
100% algodão NaOH	LII- Límpido e isento de impurezas	0,561	143,4	0,00

O índice de iodo está relacionado com a instabilidade oxidativa do biodiesel, quanto maior o valor do índice de iodo, maior a instabilidade a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Bicomcombustíveis, a ANP, não estabelece um valor máximo para o índice de iodo.

Quanto ao teor de umidade, se elevado pode ocasionar em corrosão de motores e tanques de estocagem, uma vez que ele eleva o índice de acidez do biodiesel, a ANP estabelece que seja inferior a 0,02%. O processo de desumidificação foi eficiente e o biodiesel não apresentou umidade.

Um elevado índice de acidez pode acarretar em dano irreversíveis para o motor, como a oxidação de peças e a corrosão de borrachas, a ANP estabelece que o índice de acidez seja inferior a 0,5 mg KOH/g, o biodiesel produzido apresentou um índice de acidez acima do valor permitido.

O aspecto está ligado à contaminação e degradação do biodiesel, seja por estocagem ou pelo processo de produção, de acordo com a ANP o aspecto deve ser LII-Límpido e isento de impurezas e o biodiesel produzido atendeu o parâmetro analisado.



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

### 5- Conclusão

No presente estudo, procurou-se atingir os objetivos propostos, quanto à produção de biodiesel a partir do óleo de algodão, além de visar atender a RESOLUÇÃO ANP nº 14/2012. O óleo de algodão produz um biocombustível de boa qualidade, porém teve um índice de acidez acima do limite estabelecido pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biorcombustíveis, a ANP, quanto ao aspecto e ao teor de umidade alcançou o biodiesel atendeu os parâmetros analisados.

### 6- Referencias bibliográficas

Agência nacional do petróleo, gás natural e biocombustíveis – anp. **Biocombustíveis**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?id=470>>. Acesso em: 01 agosto. 2014.

BELTRÃO, N. E. M. **O Agronegócio do Algodão no Brasil. Em Grande: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, v.1, p. 5-23,1999.

Carbono Brasil. **Biodiesel no mundo**. Disponível em: <http://www.institutocarbonobrasil.org.br/biodiesel/p=2>; acesso em: 27 de agosto de 2014.

**CATÁLOGO da INDÚSTRIA de BIODIESEL**. São Paulo, 2010. Disponível em: <Catálogo <http://www.biodieselbr.com/biodiesel/definicao/o-que-e-biodiesel.htm>> Acesso em: 02 set. 2014.

CASTELLANELLI, C. A. **Estudo da viabilidade de produção do biodiesel, obtido através do óleo de fritura usado, na cidade de Santa Maria – RS**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Dissertação (Mestrado)-Universidade de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

CONCEIÇÃO, M. M.;CANDEIA, R. A.; DANTAS, H. J.; SOLEDADE, L. E. B.; FERNANDES Jr., V. J.; SOUZA, A .G.; **Rheological behavior of castor Oil Biodiesel. Energy et Fuels**, 19, 2185-2188, 2005

DALL'AGNOL. Biodiesel de soja. **Revista Biodieselbr**. São Paulo, março 2010. Disponível em: <http://www.biodieselbr.com/revista/011/algodao-alterantiva-atual-1.htm> Acesso em: 27 de agosto de 2014

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Cultura do algodão no Cerrado**. Brasília, 2003.

HANSEN, D. S. **A cultura do algodoeiro**. Bahia: UFBA, 2005. Bahia: UFBA, p. 100, 2005. Dissertação de Mestrado em Ciências Agrárias e Ambientais

NETO, João Norberto Noschang. Instituto Brasil PNUMA. **Informativo do Comitê Brasileiro do programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente**, Nº 81, 2005.

O'BRIEN, James A. **Sistemas de informação e as decisões gerenciais na era da internet**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2004.





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

RABELO, I. D.; **Estudo de desempenho de combustíveis convencionais associados a Biodiesel obtido pela transesterificação de óleo usado em fritura**, Curitiba, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, CEFET-PR, 2001 Dissertação de mestrado

Teixeira, Geuza Araújo de Albuquerque. **Avaliação do tempo de vida útil de biodiesel metílico a partir da mistura de sebo bovino e óleos de soja e babaçu**. 2010. 134 f. Tese (doutorado em química) – universidade federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.