

**ÓLEO DE ALGODÃO COMO MATÉRIA-PRIMA PARA A
INDÚSTRIA BRASILEIRA DE BIODIESEL**

Leandro Henrique Ribeiro Varão
Thiago Alves Lopes Silva
Hernán Darío Zamora Zamora
Daniel Pasquini

Universidade Federal de Uberlândia

RESUMO

O algodão é uma das principais oleaginosas cultivadas no Brasil e a terceira matéria-prima mais utilizada na cadeia produtiva do biodiesel no país. Entretanto, a sua representatividade no cenário deste biocombustível ainda é pequena comparado ao sebo bovino e à soja. Nesta perspectiva, este artigo, a partir de pesquisa bibliográfica, aborda demandas referentes à representatividade do óleo de algodão no cenário brasileiro do biodiesel. Para tal, são apresentadas características gerais sobre a cotonicultura, bem como as propriedades físicas e químicas do óleo de algodão e de seu biodiesel, em comparação com os mesmos produtos oriundos da soja; além das potencialidades e limitações desse insumo em relação à sua utilização para a produção de biocombustível.

Palavras-chave: óleo de algodão, matéria-prima, biodiesel.

ABSTRACT

Cotton is one of the main oilseeds grown in Brazil and the third most used feedstock in the Brazilian biodiesel production chain. However, cottonseed oil representation in the setting of this biofuel is small compared to beef tallow and soybean oil. Thus, this review paper discusses demands regarding the representativeness of cottonseed oil in Brazilian biodiesel scenario. For such general characteristics of the cotton industry are presented, as well as the physical and chemical properties of cottonseed oil and its biodiesel compared to the same products from soybean; beyond the advantages and limitations of this resource concerning its use for the production of biofuel.

Keywords: cottonseed oil, feedstock, biodiesel.

1. INTRODUÇÃO

Grande parte da energia consumida no mundo advém de combustíveis não renováveis de origem fóssil. No entanto, problemas, como altas cotações do barril de óleo cru, as grandes crises do petróleo, redução dos estoques internacionais, previsão de esgotamento das reservas do produto para o futuro e questões de viés político e ambiental, trouxeram a tona a necessidade do desenvolvimento de tecnologias que utilizem fontes de energia limpas e renováveis, capazes de suprir a demanda e assegurar a sustentabilidade energética mundial (Ferrari et al., 2005; Neves, 2011).

Nesta perspectiva, os biocombustíveis representam uma importante alternativa, uma vez que são produzidos a partir da biomassa de diversas espécies vegetais, como a cana-de-açúcar, oleaginosas e de biomassa florestal, bem como de materiais de origem orgânica natural. Além de serem consideradas limpas e renováveis, estas fontes estão abundantemente disponíveis na natureza, podendo assim ser utilizadas na produção de biocombustíveis, como, etanol, biogás e biodiesel, dentre outros (Brasil, 2007; Neves, 2011).

No Brasil, o etanol e o biodiesel são os biocombustíveis mais utilizados, sendo estes provenientes da cana-de-açúcar e da soja, respectivamente. A produção desses combustíveis está bastante consolidada no país, posicionando-o como um dos maiores exportadores de álcool e suas tecnologias, e um dos maiores produtores mundiais de biodiesel (Neves, 2011; Biodieselbr, 2014).

A adição mínima de biodiesel ao diesel fóssil em todo o território nacional é obrigatória desde 2008 (ANP, 2015). Atualmente, o percentual mínimo é de 7% (B7). Esta proporção vigora desde novembro de 2014, quando da aprovação da Lei 13.033, de 24 de setembro de 2014 (Brasil, 2014).

Em 2014, o país alcançou o posto de segundo maior produtor e consumidor mundial de biodiesel, antecedido pelos EUA, e sucedido por Alemanha e Argentina (Brasil, 2015). Em 2015 este quadro se manteve, sendo que a produção nacional deste biocombustível puro (B100) atingiu 3,9 bilhões de litros, um acréscimo de 15% em relação a 2014 quando o montante produzido alcançou 3,4 bilhões de litros (Anp, 2016b; Brasil, 2016).

O Brasil apresenta diversas matérias-primas com potencial de utilização pela indústria de biodiesel, como, por exemplo, soja, mamona, palma, caroço de algodão, girassol, macaúba, colza, pinhão manso, gordura animal (sebo) e óleos residuais, dentre outras (Muñoz et al., 2012). O óleo de algodão ocupa a terceira posição entre as matérias-primas mais utilizadas no Brasil para a produção de biodiesel. À sua

frente estão apenas o óleo de soja e o sebo bovino (Abiove, 2016).

Assim, o presente artigo aborda a importância do algodão na indústria brasileira de biodiesel, expondo aspectos relativos à sua atual representatividade no setor de bioenergia. Neste sentido, são apresentadas demandas, como: estimativas de produção para a safra 2015/2016, de pluma e caroço; principais regiões produtoras; características físicas e químicas tanto do óleo de algodão quanto de seu biodiesel, em comparação com os mesmos produtos oriundos da soja; além das potencialidades e limitações dessa cultura no que concerne à sua utilização para a produção de biocombustível.

2. ALGODÃO

O Brasil é o quinto maior produtor global de pluma, atrás de Índia, China, EUA e Paquistão (Conab, 2015). O algodoeiro é cultivado com o intuito de obter-se a sua fibra, constituída de celulose, a qual constitui o principal produto econômico da planta, sendo a matéria-prima básica para a indústria têxtil mundial (Conab, 2014b; Imamt, 2014).

No país, cultiva-se basicamente duas variedades de algodão (*Gossypium hirsutum* L.), o algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch), de ciclo anual, responsável por mais de 90% da produção nacional; e o arbóreo (*Gossypium hirsutum* L. var. “*Marie-Galante*” Hutch), de cultivo permanente, cujo plantio é restrito a alguns estados do Nordeste, regionalmente conhecido como algodão mocó (Embrapa Algodão, 2003a; Monteiro, 2007).

De maneira geral, a cotonicultura brasileira abrange três grandes regiões, e está distribuída por quinze unidades federativas, que são: Norte-Nordeste (Tocantins, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Bahia), toda a região Centro-Oeste (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás), Sul-Sudeste (Paraná, Minas Gerais e São Paulo) (Assad et al., 2010; Conab, 2014a).

As principais regiões produtoras estão concentradas especialmente onde a agricultura já está consolidada e com solos de alta fertilidade, notadamente na região Centro-Oeste e no Oeste baiano. Cerca de 85% da área plantada está concentrada na Bahia e em Mato Grosso, responsável por 57% da produção nacional de algodão em caroço (Conab, 2014a; Conab, 2015).

Conforme o quarto levantamento realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), relativo à safra de grãos 2015/2016, estima-se que o algodão em caroço ocupará neste período a sexta posição entre as principais culturas cultivadas no país, atrás de

soja (48,45%), milho (39,03%), arroz (5,64%), trigo (2,67%) e feijão (1,58%), respectivamente. Outros produtos somados representarão (1,56%). A previsão é de que a cotonicultura ocupará uma área total de 956,7 mil hectares, com uma produtividade estimada de 3.924 kg/hectare, resultando numa produção avaliada em 3.754,2 mil toneladas de algodão em caroço e 1.500,2 mil toneladas de algodão em pluma (Conab, 2016).

3. ÓLEO DE ALGODÃO E SUAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

O caroço de algodão é um subproduto ofertado regularmente no mercado brasileiro. Em sua totalidade, aproximadamente 90% do produto disponível são direcionados para extração de óleo e fabricação de farelo, e os outros 10% são utilizados na sua forma integral, sobretudo na dieta de ruminantes (Guimarães Júnior, 2008).

No que concerne à relação entre a produtividade agrícola e consequente produtividade de óleo por hectare, o caroço de algodão apresenta os seguintes valores: teor de óleo médio de 15%, produtividade anual de 1.800 toneladas por hectare (Stcp, 2006b) e produção de óleo entre 0,1 e 0,2 toneladas por hectare ao ano (Muñoz et al., 2012).

O óleo de algodão pode ser extraído de seu caroço mediante o emprego de diferentes processos, os quais podem ser químicos (extração com solventes), físicos (prensagem mecânica) ou uma combinação de ambos (extração mista) (Bhosle e Subramanian, 2005; Paim et al., 2010). Na extração química o hexano é o solvente mais utilizado (Saxena et al., 2011).

Conforme exposto na Tabela 1 (adaptado de Tan et al., 2010), o óleo de algodão contém uma mistura de ácidos graxos saturados e insaturados (Santos, 2010), majoritariamente os ácidos palmítico, oleico e linoleico. Em geral, suas propriedades físico-químicas são análogas às dos principais óleos vegetais que contém triglicerídeos heterogêneos (Rashid et al., 2009). Assim, apresenta características semelhantes às do óleo de soja, no que tange aos tipos e à concentração de ácidos graxos (Santos, 2010). Contudo, o teor de ácido linolênico em sua composição é bastante baixo.

Tabela 1 - Composição química em ácidos graxos dos óleos de algodão e soja

Ácido Graxo	Fórmula	Algodão (%)	Soja (%)
Láurico	C12:0	0,1	0,1
Mirístico	C14:0	0,7	0,1
Palmítico	C16:0	20,1	10,2
Esteárico	C18:0	2,6	3,7
Oleico	C18:1	19,2	22,8
Linoleico	C18:2	55,2	53,7
Linolênico	C18:3	0,6	8,6

O óleo de algodão possui coloração escura devido à presença de pigmentos que acompanham o gossipol¹ no interior das glândulas distribuídas nos cotilédones e hipocótilo da planta. Esses compostos são eliminados mediante calor no processo de refinamento, uma vez que são termolábeis (Embrapa Algodão, 2003b).

4. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO BIODIESEL DE ÓLEO DE ALGODÃO

Na Tabela 2 (adaptado de Fernandes et al., 2012; Yaakob et al., 2014) é descrito o perfil de ácidos graxos para ésteres produzidos a partir do óleo de algodão pelas rotas metílica e etílica e óleo de soja. As composições químicas dos combustíveis sintetizados utilizando as duas oleaginosas são semelhantes, sendo que os ácidos mais representativos nos mesmos são: linoleico, palmítico e oleico. Adicionalmente, os biodieseis em questão apresentaram maiores teores de ácidos graxos insaturados, em valores superiores à 70%, em especial poliinsaturados.

1 O gossipol (C30H30O8) é um pigmento polifenólico de cor amarela presente na semente de algodão em teores que variam de 0,5 e 1,0%, formado por aldeídos e terpenos, biossintetizado por plantas do gênero *Gossypium* da família Malvaceae. Apresenta características muito ácidas e reage com bases fortes (Embrapa Algodão, 2008; Gadelha et al., 2011).

Tabela 2 - Composição de ácidos graxos (% massa) de biodieseis de óleo de algodão obtidos pelas rotas metílica e etílica e de óleo de soja

Ácido Graxo	Fórmula	Biodiesel metílico	Biodiesel etílico	Biodiesel soja
Mirístico	C14:0	0,70	0,70	-
Palmítico	C16:0	22,8	23,2	11,6
Estearico	C18:0	2,40	2,40	4,0
Oleico	C18:1	15,5	15,8	18,8
Linoleico	C18:2	57,6	55,6	56,1
Linolênico	C18:3	0,30	0,30	8,5
Outros	-	0,70	2,0	1,0

A Tabela 3 (adaptado de Fernandes et al., 2012; Giakoumis, 2013; Özener et al., 2014) aborda propriedades físico-químicas para ésteres produzidos com os óleos de algodão e de soja e seus respectivos limites estabelecidos na Resolução ANP Nº 45, de 2014. Observa-se que apenas a estabilidade à oxidação e o teor de água superam os valores máximos determinados pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP); as demais características apresentam-se conforme as especificações contidas na legislação brasileira.

Tabela 3 - Propriedades físico-químicas de biodiesel metílico de óleo de algodão

Característica	Unidade	Soja	Algodão	Limites ANP
Número de cetano	-	51,80	53,30	anotar
Massa específica a 20°C	kg/m ³	882,80	882,00	850,0 a 900,0
Viscosidade cinemática a 40°C	mm ² /s	4,29	4,45	3,0 a 6,0
Ponto de fulgor	°C	158,80	170,00	mín. 100,0
Índice de iodo (g/100g)	-	126,00	105,70	anotar
Estabilidade à oxidação a 110°C	h	5,00	4,90	mín. 8,0
Índice de acidez	mg KOH/g	0,320	0,17	máx. 0,50
Enxofre total	mg/kg	2,70	5,30	máx. 10,0
Teor de água	mg/kg	248,0	357,00	máx. 200*

*Nota: Para efeito de fiscalização, nas autuações por não conformidade, será admitida variação de +50 mg/kg no limite do teor de água no biodiesel para o produtor e de +150 mg/kg para o distribuidor.

Contudo, a Resolução ANP Nº 45 admite variação de +50 mg/kg e +150 mg/kg no limite do teor de água no biodiesel para o produtor e distribuidor, respectivamente, para efeito de fiscalização nas autuações por não conformidade.

Esta variação compreende a necessidade de considerar uma margem de concentração de água entre o produtor e o distribuidor, pois durante as etapas de armazenamento, carregamento e transporte do biodiesel, há absorção de água, devido à higroscopicidade deste combustível (Anp, 2014a).

A presença de água favorece a oxidação do biodiesel, uma vez que promove a hidrólise do combustível resultando em ácidos graxos livres (oxidação hidrolítica). Além disso, está associada a outros inconvenientes, como, a proliferação de micro-organismos e a corrosão em tanques de estocagem com deposição de sedimentos (Lôbo et al., 2009). Processos oxidativos podem levar à alterações nas propriedades físico-químicas do biodiesel (Fernandes et al., 2012).

Ademais, o alto teor de ácidos graxos insaturados, sobretudo o linoleico (C18:2), é outro fator responsável pela baixa estabilidade oxidativa do biodiesel apresentado. Haja vista que, a suscetibilidade do biodiesel à oxidação está fundamentalmente relacionada ao grau de insaturação dos alquilésteres que o compõem (Pullen e Saeed, 2012; Yaakob et al., 2014).

O aumento da estabilidade à oxidação, bem como minimização do processo de degradação oxidativa, podem ser equacionados mediante a adição de antioxidantes, os quais inibem o processo de oxidação pela extensão do período de indução do biodiesel (Pullen e Saeed, 2012; Yaakob et al., 2014).

5. REPRESENTATIVIDADE DO ÓLEO DE ALGODÃO NA INDÚSTRIA DE BIODIESEL BRASILEIRA

O óleo de algodão tem se mantido entre as principais matérias-primas que compõem a cadeia produtiva do biodiesel no Brasil desde 2008 (Abiove, 2016), quando a obrigatoriedade de adição de um percentual mínimo deste biocombustível ao óleo diesel comercializado em todo o território nacional, estabelecida pelo Governo Federal, passou a vigorar.

Entretanto, apesar de ser o terceiro insumo mais utilizado desde então, a sua representatividade é pequena quando comparado ao óleo de soja e ao sebo bovino, como apresenta a Tabela 4 (Abiove, 2016). Em 2015, o óleo de algodão representou 2,0% do total de biodiesel produzido no Brasil; atrás da soja, com aproximadamente 77,4% e do sebo bovino, cuja representação foi cerca de 19,2% (Abiove, 2016).

Tabela 4 - Participação de matérias-primas para a produção de biodiesel (%) em 2015

Matéria-prima	Participação na produção de biodiesel (%)
Óleo de soja	77,4
Gordura animal	19,2
Óleo de algodão	2,0
Óleo de fritura	0,4
Outros matriais graxos	1,0

6. VANTAGENS E LIMITAÇÕES DO CAROÇO DE ALGODÃO PARA A PRODUÇÃO DE BODIESEL

6.1 Vantagens

O baixo preço do caroço de algodão em relação às outras culturas oleaginosas, um subproduto da indústria têxtil, é a sua principal vantagem enquanto uma alternativa para indústria de biocombustíveis. Consequentemente, o custo de sua conversão em biodiesel é um dos menores (Royo, 2010). Confrontado com o óleo de soja, o óleo de algodão é mais barato e possui quase a mesma disponibilidade, o que representa uma vantagem para o produtor de biodiesel (Biodieselbr, 2006). Ademais, a cultura apresenta ganhos de produtividade e mercado consolidado (Proença et. al., 2011).

O teor de ácido linolênico na composição química do óleo de algodão é aproximadamente 14 vezes menor que no produto oriundo da soja (Tabela 1). Assim, em função do seu perfil de ácidos graxos insaturados, o mesmo apresenta menor suscetibilidade à degradação oxidativa quando comparado com o óleo da aludida leguminosa (Santos, 2010; Giakoumis, 2013).

Apesar do caroço de algodão possuir baixo teor médio de óleo, a produção de biodiesel representa uma nova fonte remunerativa para a cotonicultura (Gondim, 2009). Neste sentido, o óleo de algodão pode ser um insumo significativo para o biodiesel na região Centro-Oeste e em alguns estados nordestinos, como, Bahia, Piauí e Maranhão, regiões algodoeiras. O Centro-Oeste¹ concentra a maior quantidade de unidades produtoras em operação no país (vinte e três) e a maior capacidade total autorizada (CTA), 8.121,25 m³/dia. No Nordeste há três

1 A região Centro-Oeste foi a principal produtora de biodiesel no Brasil em 2015, com 44% do total (Brasil, 2016).

usinas operando, com uma CTA de 1.265,13 m³/dia, segundo dados ANP (ANP, 2016a).

No processo de extração do óleo são gerados importantes subprodutos, como o farelo (obtido quando são utilizados processos químicos e físicos) e a torta (obtida quando é utilizada apenas a prensagem) (Paim et al., 2010). Tais subprodutos podem ser utilizados como suplementação proteica na alimentação animal e humana, na ausência de gossipol¹ (Embrapa Algodão, 2003b).

No período de entressafra da soja a oferta de algodão é maior (Biodieselbr, 2006). E, ainda, por ser uma cultura rotativa, há a possibilidade de se ter uma safra de duas culturas diferentes em um mesmo terreno, somando-se assim suas produtividades (Melo, 2012).

6.2 Limitações

O teor médio de óleo por caroço (15%) é a principal desvantagem apresentada por esta cultura, pois é baixo em relação ao rendimento de outras oleaginosas, como, mamona (50%), girassol (42%), pinhão-manso (40%), amendoim (39%) e canola (38%) (Stcp, 2006b). Assim, o caroço de algodão apresenta uma produtividade média de biocombustível na ordem de 160 litros por tonelada de matéria-prima (Codevasf, 2009). Segundo Royo (2010), para gerar um litro de óleo são necessários 12 quilos de caroço.

Portanto, é necessário o desenvolvimento de cultivares com maior teor de óleo, mantendo a qualidade da fibra. Além disso, o processo de extração de óleo também necessita ser melhorado (Biodieselbr, 2006).

Apesar de ser mais barato e possuir quase a mesma disponibilidade do óleo de soja, o que representa uma vantagem para a produção de biocombustível, e ser um produto estável, com equilíbrio de ácidos graxos saturados e insaturados, o óleo de algodão apresenta impurezas que demandam um pré-tratamento específico, o que significa mais custos para o processo de industrialização do biodiesel (Biodieselbr, 2006; 2009). Um exemplo é a presença de pigmentos que acompanham gossipol, e que lhe atribui coloração escura. A necessidade de eliminação destes compostos por meio de calor eleva o custo

1 A utilização dos subprodutos do algodão na nutrição animal tem sua inclusão limitada a baixos níveis em dietas para animais monogástricos, os quais apresentam elevado grau de sensibilidade ao gossipol. Assim, a utilização destes subprodutos na alimentação de ruminantes é uma alternativa segura, pois estes animais, devido à detoxificação ruminal, são capazes de anular seu efeito tóxico. Entretanto, é necessário identificar o nível adequado de modo criterioso, baseado na análise do produto a ser utilizado (Peres, 2001; Paim et al., 2010).

de produção do biodiesel (Stcp, 2006b).

Ao todo, o produto contém dezesseis substâncias fenólicas que dificultam os processos químicos e colaboram para que o mesmo seja considerado um óleo cheio de impurezas, interferindo na qualidade do biodiesel obtido. Assim, para uma produção satisfatória, os custos aumentam, pois, a indústria necessita tratá-lo previamente, o que demanda a utilização de mais produtos químicos em diferentes processos de purificação. Esse custo adicional para purificar o óleo é o grande entrave para o crescimento do seu uso pelas usinas de biodiesel (Biodieselbr, 2009).

Nesta perspectiva, Santos (2010) produziu biodiesel a partir de óleo de algodão semi-refinado via transesterificação alcalina e avaliou o efeito da qualidade do óleo (cor¹, acidez e teor de sabão) na conversão em éster. Verificou-se que a obtenção de ésteres decresce quanto maior o percentual de gossipol no óleo utilizado na reação. Assim, conversão máxima a ésteres (93-94%) foi obtida utilizando-se amostras de óleo semi-refinado com concentração de gossipol inferior a 0,06%, para valores superiores a este observou-se decréscimo na conversão.

Em adição, observou-se que a conversão do óleo em ésteres é influenciada de modo similar pela cor e pela acidez. De modo que, os maiores percentuais de conversão foram obtidos quando utilizou-se amostras de óleos com baixos percentuais de AGL e cor. Isso ocorre em razão do referido composto polifenólico consumir parte do catalisador durante a transesterificação, pois apresenta características levemente ácidas.

Embora possa proporcionar o biodiesel mais barato do Brasil, produzido na região Nordeste, é preciso avaliar que a oferta de caroço depende do mercado de pluma de algodão, que é o principal produto do algodoeiro (Stcp, 2006a). Além disso, as restrições existentes no mercado da fibra inibem a produção do seu óleo, um produto marginal, no complexo agroindustrial algodoeiro (Dall'Agnol, 2007).

Assim, a despeito das semelhanças físico-químicas apresentadas em relação ao mesmo produto oriundo da soja, o biodiesel a partir do óleo de caroço de algodão é produzido em menor escala, pois não há demanda suficiente de matéria-prima, em que pese a produção de algodão em grande escala para a indústria têxtil no país (Proença et al., 2011).

A quantidade de usinas produtoras de biodiesel no Nordeste² é pequena, em relação às outras regiões do país. Além disso, a CTA apresentada é baixa e as usinas estão distribuídas em apenas dois estados,

1 A cor do óleo vegetal, que é uma medida da quantidade de pigmentos presentes (Santos, 2010).

2 A região Nordeste foi responsável por 8% da produção nacional de biodiesel em 2015, à frente apenas das regiões Sudeste (7%) e Norte (2%) (Brasil, 2016).

Bahia (duas) e Ceará, conforme dados da ANP (Anp, 2016a).

7. CONCLUSÃO

A despeito das limitações expressas neste trabalho, os dados apresentados corroboram a importância do óleo de algodão no cenário brasileiro do biodiesel e sinalizam que o mesmo possui potencial para ser ainda mais representativo. Neste sentido, destaca-se o fato do caroço de algodão ser um subproduto do setor têxtil, a grande oferta de matéria-prima, a possibilidade de variação da cadeia do biodiesel nas grandes regiões cotonicultoras, a geração de subprodutos no processo de extração, bem como a semelhança físico-química com o óleo de soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIOVE. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS. Produção de biodiesel por matéria-prima. 2016. Disponível em: <<http://www.abiove.org.br/site/busca.php?tag=biodiesel>>. Acesso em: 20 fev. 2016.

ANP. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Nota Técnica nº: 73/2014/SBQ/RJ. 2014a. Disponível em: <www.anp.gov.br/?dw=70935>. Acesso em: 06 mar. 2016.

_____. Resolução ANP Nº 45. 2014b. Disponível em: <http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2014/agosto/ranp%2045%20-%202014.xml>. Acesso em: 17 mar. 2016.

_____. Biocombustíveis no Brasil. 2015. Disponível em: <www.anp.gov.br/?dw=38107>. Acesso em: 15 mar. 2016.

_____. Boletim mensal do biodiesel – Maio de 2016. 2016a. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=75971&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&1435318447208>>. Acesso em: 17 mar. 2016.

_____. Produção Nacional de Biodiesel Puro - B100 (metros cúbicos). 2016b. Disponível em: <www.anp.gov.br/?dw=8740>. Acesso em: 04 mar. 2016.

ASSAD, F. T.; SANTOS NETO, J. B. S. DOS; MORAES, K. K.; COSTA, N. J. DA; SANTOS, V. C. DOS. Processamento do Algodão para a Produção Têxtil. In: IV Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial. Campo Mourão-PR, 2010. Disponível em: <http://www.fecilcam.br/anais_iveepa/arquivos/12/12-02.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2015.

BIODIESELBR. Algodão. 2006. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/plantas/algodao/algodao.htm>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

_____. Algodão: a alternativa atual. 2009. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/revista/011/algodao-alterativa-atual-1.htm>>. Acesso em: 14 fev. 2016.

_____. Biodiesel no Mundo. 2014. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/mundo/biodiesel-no-mundo.htm>>. Acesso em: 23 dez. 2015.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis: Ano 2014. Rio de Janeiro: EPE, 2015.

_____. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis: Ano 2015. Rio de Janeiro: EPE, 2016.

_____. PETROBRÁS. Biocombustíveis: 50 perguntas e respostas sobre este novo mercado. Rio de Janeiro: Petrobrás, 2007. 46 p.

_____. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Lei Nº 13.033, de 24 de setembro de 2014. 2014. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Lei/L13033.htm>. Acesso em: 07 mar. 2016.

BHOSLE, B. M.; SUBRAMANIAN, R. New approaches in deacidification of edible oils – A review. *Journal of Food Engineering*, v. 69, p. 481-494, 2005.

CODEVASF. COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA. Cadeia produtiva de bioenergia: Oportunidade de investimento em cotonicultura nos vales do São Francisco e do Parnaíba. CODEVASF, Brasília, 2009.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Boletim de Monitoramento Agrícola Cultivos de Inverno – Safra 2014. Acompanhamento safra brasileira grãos, v. 2 - Safra 2014/15, n. 1 - Primeiro Levantamento – Intenção de Plantio, p. 01-89, 2014a. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 27 mar. 2015.

_____. Perspectivas para a agropecuária: Safra 2014/2015. Perspectivas para a agropecuária. v. 2, p. 01-155, 2014b. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 27 mar. 2015.

_____. Monitoramento agrícola – Cultivos de verão, 2ª safra e de inverno – Safra 2015/16. Acompanhamento safra brasileira grãos, v. 3 - Safra 2015/16, n. 1 - Primeiro Levantamento, p. 01-140, 2015. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 30 jan. 2016.

_____. Monitoramento agrícola – Cultivos de inverno (safra 2015) e de verão (safra 2015/16). Acompanhamento safra brasileira grãos, v. 3 - Safra 2015/16, n. 4 - Quarto Levantamento, p. 01-154, 2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 31 jan. 2016.

DALL'AGNOL, A. Por que fazemos biodiesel de soja. 2007. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/colunistas/convidado/por-que-fazemos-biodiesel-de-soja.htm>>. Acesso em: 09 jan. 2016.

EMBRAPA ALGODÃO. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Cultura do Algodão Herbáceo na Agricultura Familiar - Importância econômica. 2003a. Disponível em: <<http://sistemas-deproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar/importancia.htm>>. Acesso em: 02 abr. 2015.

_____. Cultura do Algodão Herbáceo na Agricultura Familiar - Subprodutos do Algodão. 2003b. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar/subprodutos.htm>>. Acesso em: 13 abr. 2015.

_____. Oleaginosas e seus óleos: Vantagens e Desvantagens para Produção de Biodiesel. Campina Grande-PB, 2008.

FERNANDES, D. M.; SERQUEIRA, D. S.; PORTELA, F. M.; ASSUNÇÃO, R. M. N.; MUÑOZ, R. A. A.; TERRONES, M. G. H. Preparation and characterization of methyl and ethyl biodiesel from cottonseed oil and effect of tert-butylhydroquinone on its oxidative stability. Fuel. v. 97 p. 658-661, 2012.

FERRARI, R. A.; OLIVEIRA, V. S.; SCABIO, A. Biodiesel de soja – Taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia. *Química Nova*, v. 28, n. 1, p. 19-23, 2005.

GADELHA, I. C. N.; RANGEL, A. H. N.; SILVA, A. R.; SOTO-BLANCO, B. Efeitos do gossipol na reprodução animal. *Acta Veterinária Brasileira*, v. 5, n. 2, p. 129-135, 2011.

GIAKOUMIS, E. G. A statistical investigation of biodiesel physical and chemical properties, and their correlation with the degree of unsaturation. *Renewable Energy*, v. 50, p. 858-878, 2013.

GONDIM, A. D. Avaliação da estabilidade térmica e oxidativa do biodiesel de algodão e do efeito da adição de antioxidantes (α -tocoferol e BHT). 2009. 247 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

GUIMARÃES JÚNIOR, R.; MARTINS, C. F.; PEREIRA, L. G. R.; CARVALHO, M. A. DE. Subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos: Caroço de algodão. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2008.

IMAMT. INSTITUTO MATO-GROSSENSE DO ALGODÃO. Manual de beneficiamento do algodão. 2014. Disponível em: <http://www.imamt.com.br/system/anexos/arquivos/237/original/2_-_MANUAL_8_AO_14.pdf?1404999627>. Acesso em: 07 ago. 2015.

LÔBO, I. P.; FERREIRA, S. L. C.; CRUZ, R. S. Biodiesel: parâmetros de qualidade e métodos analíticos. *Química Nova*, v. 32, n. 6, p. 1596-1608, 2009.

MELO, P. G. Produção e caracterização de biodieseis obtidos a partir da oleaginosa macaúba (*Acrocomia aculeata*). 2012. 93 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2012.

MONTEIRO, J. M. G. Plantio de oleaginosas por agricultores familiares do semiárido nordestino para produção de biodiesel como uma estratégia de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. 2007. 302 f. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MUÑOZ, R. A. A.; FERNANDES, D. M.; SANTOS, D. Q.; BARBOSA, T. G. G.; SOUSA, R. M. F. Biodiesel: Production, Characterization, Metallic Corrosion and Analytical Methods for Contaminants. In: FANG, Z. Biodiesel - Feedstocks, Production and Applications. InTech, 2012, Cap. 06, p. 129-176.

NEVES, T. A. Tratamento físico-químico dos efluentes líquidos da produção de biodiesel metílico em regime de funcionamento contínuo e batelada. 2011. 123 f. Dissertação (Mestrado Engenharia de Edificações e Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.

ÖZENER, O.; YÜKSEK, L.; ERGENÇ, A. T.; ÖZKAN, M. Effects of soybean biodiesel on a DI diesel engine performance, emission and combustion characteristics. Fuel, v. 115, p. 875-883, 2014.

PAIM, T. P.; LOUVANDINI, H.; MCMANUS, C. M.; ABDALLA, A. L. Uso de subprodutos do algodão na nutrição de ruminantes. Ciência Veterinária nos Trópicos, v. 13, n. 1/2/3, p. 24-37, 2010.

PERES, J. R. Gossipol e o uso de caroço e farelo de algodão para vacas leiteiras. 2001. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/nutricao/gossipol-e-o-uso-de-caroco-e-farelo-de-algodao-para-vacas-leiteiras-15893n.aspx>>. Acesso em: 03 abr. 2015.

PROENÇA, C. A.; GREGÓRIO, F.; PIRES, J. A.; CORRER, L. D.; HARDER, M. N. C. Biodiesel a partir de caroço de algodão. Bioenergia em Revista: Diálogos, v. 1, n. 1, p. 49-64, 2011.

PULLEN, J.; SAEED, K. An overview of biodiesel oxidation stability. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 16, p. 5924-5950, 2012.

RASHID, U.; ANWAR, F.; KNOTHE, G. Evaluation of biodiesel from cottonseed oil. Fuel Processing Technology, v. 90. n. 9, p. 1157-1163, 2009.

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 abr. 2015.

SANTOS, R. C. R. Otimização do processo de pré-tratamento do óleo de algodão para produção de biodiesel. 2010. 116 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

SAXENA, D. K.; SHARMA, S. K.; SAMBI, S. S. Comparative extraction of cottonseed oil by n-Hexane and Ethanol. Asian Research Publishing Network Journal of Engineering and Applied Sciences. v. 6, n. 1, p. 84-89, 2011.

STCP. ENGENHARIA DE PROJETOS LTDA. Diagnóstico da produção do biodiesel no Brasil. 2006a. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/item_4.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2016.

_____. Caracterização das oleaginosas para produção de biodiesel. 2006b. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/item_5.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2016.

TAN, T.; LU, J.; NIE, K.; DENG, L.; WANG, F. Biodiesel production with immobilized lipase: A review. Biotechnology Advances, v. 28, p. 628-634, 2010.

YAAKOB, Z.; NARAYANAN, B. N.; PADIKKAPARAMBIL, S.; UNNI, K. S.; AKBAR, P. M.. A review on the oxidation stability of biodiesel. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 35, p. 36-153, 2014.

Agradecimento

O Comitê Editorial da RBE agradece a colaboração dos revisores que muito contribuíram para a qualidade dos trabalhos publicados nesta edição.

Antonio Santos Sánchez
Cleir Ferraz Freire
Daniela Garcia Giacobbo
Danilo Herculano da Silva
Hirdan Katarina de Medeiros Costa
José Luiz Gonçalves
Leidiane Mariani
Marcela Valles Lange
Pedro Drumond Junior
Priscila Elise Alves Vasconcelos

Informações para Autores

Propostas de publicações em consonância com o disposto na missão da Revista Brasileira de Energia (RBE) poderão ser enviadas ao Comitê Editorial para análise, através de link específico existente no site da Sociedade Brasileira de Planejamento Energético (www.sbpe.org.br).

A formatação final para publicação ficará por conta do departamento de diagramação da RBE, porquanto os artigos deverão ser enviados em formatação simples, conforme o disposto a seguir:

- Os trabalhos devem ser editados e enviados em arquivo Word.
- Papel A4, margens 20 mm, fonte Times New Roman tamanho 12, espaçamento simples.
- Figuras com resolução mínima de 300 dpi.
- O nome do autor ou autores, não devem ser abreviados, e as respectivas informações de instituição, endereço, cidade, cep, estado, telefone e e-mail devem ser apresentadas.
- Todos os itens devem ser numerados sequencialmente, exceto Resumo e Abstract. Não usar numeração automática do processador de texto. Serão aceitos no máximo 3 subníveis de numeração, a partir dos quais poderão ser usadas letras como único subnível adicional.
- Títulos de figuras e tabelas, abaixo e acima das mesmas, respectivamente, sem descrição de fonte, a qual deverá ser feita ao longo do texto, muito menos a existência do termo “autoria própria”.
- Referências a trabalhos deverão ser citadas no texto com nome do autor (ou autores) e ano de publicação, entre parêntesis [Ex.: (Autor 1, 1928); (Autor 1 e Autor 2, 1928)]. Na existência de mais de dois autores, escreve-se o nome do primeiro autor seguido da expressão et al. [Ex.: (Autor 1 et al, 1928)].

Referências bibliográficas:

- Somente deverão ser citados autores ou trabalhos que estejam incluídos na lista de referências bibliográficas, assim como todos os trabalhos listados nas referências bibliográficas deverão ter sido citados no texto.
- Referências a autor(es) deverão ser citadas no texto com nome do autor (ou autores) sucedida do ano de publicação entre parêntesis [Ex.: Autor 1 (1928); Autor 1 e Autor2(1928)].
- Na existência de mais de dois autores, escreve-se o nome do primeiro autor seguido da expressão et al. [Ex.:Autor 1 et al (1928)].

