

## Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 12 (4)

August 2019

Article link

<http://www.seasinop.com.br/revista/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=761&path%5B%5D=pdf>

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES.



## Qualidade do biodiesel produzido com grãos de soja armazenados a baixa temperatura

### Quality of biodiesel produced with soybean grains stored with low temperature

R. F. Miranda<sup>1</sup>, A. R. P. Santos<sup>2</sup>, E. H. Rezende<sup>3</sup>, R. Q. Faria<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Goiás - Campus Goiânia

<sup>2</sup> Universidade Estadual Paulista - "Julio de Mesquita Filho" - Campus Botucatu

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Goiás - Unidade Ipameri

<sup>4</sup> Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí

Author for correspondence: [amandarithieli@hotmail.com](mailto:amandarithieli@hotmail.com)

**Resumo:** Este estudo avaliou a qualidade físico-química do biodiesel de óleo de soja em função do ambiente de armazenamento dos grãos. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado simples, considerando duas condições de armazenamento, a primeira em condições ambiente, e a segunda em temperatura de 15 °C. Para isso, foram utilizadas três cultivares de soja, sendo duas cultivares convencionais e uma transgênica. Os grãos foram armazenados durante 150 dias. Após o período de armazenamento extraiu-se o óleo das cultivares e produziu-se por meio da reação de transesterificação, o biodiesel. Este, foi avaliado quanto ao índice de acidez titulável, ácidos graxos livres, potencial hidrogeniônico e densidade. Os ácidos graxos e o índice de acidez titulável do produto apresentaram menores índices após o tempo de armazenamento, sendo que a queda mais acentuada ocorreu no ambiente não controlado. O armazenamento em ambiente controlado contribuiu na preservação das características originais do produto após um período de armazenagem de 150 dias, para a maioria das cultivares estudadas.

**Palavras-chave:** *Glycine Max L.* Acidez titulável. Ácidos graxos

**Abstract:** This study evaluated the physical-chemical quality of soybean oil biodiesel as a function of the storage environment of the grains. The experiment was carried out in a completely randomized design, considering two storage conditions, the first in ambient conditions, and the second at a temperature of 15 °C. For this, three cultivars of soybean were used, being two conventional cultivars and one transgenic. The grains were stored for 150 days. After the storage period the oil was extracted from the cultivars and the biodiesel was produced by the transesterification reaction. The biodiesel was evaluated for titratable acidity, free fatty acids, hydrogenation potential and density. The fatty acids and titratable acidity index of the product showed lower indices after the storage time, and the sharpest drop occurred in the uncontrolled environment. Storage in a controlled environment contributed to the preservation of the original characteristics of the product after a storage period of 150 days, for mostly part the cultivars studied.

**Keywords:** *Glycine max L.* Titratable acidity. Fatty acids

## Introdução

Várias culturas poderiam ser utilizadas como matéria prima para produção do biodiesel, contudo, Barros et al. (2006) ressaltam que para a Região Centro Oeste a cultura que apresentou maior viabilidade econômica foi a soja. Em Goiás, a soja é destaque, pois os programas federais de desenvolvimento agrícola propiciaram a sua inserção e consolidação nas áreas de cerrado, motivados pelas condições favoráveis ao seu cultivo

e pela disposição de terras mais baratas (Vieira, 2002).

De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (2014), Goiás apresentou um relevante destaque nacional em processamento, refino e enlatamento de oleaginosas, assumindo o segundo lugar na capacidade de envase (14,8%); o terceiro lugar na capacidade de refino (15,6%) e o quarto lugar na capacidade de processamento (12,1%) em 2009.

Nesse contexto, a região goiana tem alto potencial para produção de biodiesel utilizando soja como matéria prima.

Outro aspecto que tem sido bastante discutido é quanto o cultivo de variedades convencionais e transgênicas. A soja transgênica foi desenvolvida na década de 1980, pela incorporação de um gene exótico, tornando-a apta a produzir novas substâncias e a tolerar o herbicida glifosato, além de melhor desempenho no campo no que tange um menor custo de produção (Menegatti & Barros, 2007). Em contrapartida, outra vertente do mercado ainda exige o material convencional, gerado por técnicas tradicionais de cruzamento entre espécies.

De tal modo o país e a região goiana apresentam alta produção de soja, entretanto os processos de pós-colheita ainda representam um gargalo tecnológico no processamento de grãos necessitando de eficiência nessas atividades, especialmente no que se refere ao armazenamento.

Os grãos, mesmo depois de secos e armazenados, continuam a respirar, ficando sujeitos a pequenas, mas contínuas alterações. Se a temperatura se eleva juntamente com a umidade, intensificam esses processos respiratórios, sendo a consequência o consumo dos elementos que constituem as reservas nutritivas dos grãos, além das alterações ligadas à dinâmica metabólica no armazenamento (Hellevang, 1994; Elias, 2002). O resultado desse processo pode causar o comprometimento da qualidade do grão deteriorando gradualmente as características físicas, químicas, da qualidade nutritiva e as propriedades dos grãos (Athié et al., 1998). A temperatura e a umidade determinam a atividade de todos os componentes bióticos do sistema, os quais conduzem a um armazenamento seguro ou a perdas do produto (Athié et al., 1998; Elias, 2002).

Em vista da escassez de dados que avaliem a qualidade da soja como matéria-prima para produção de biodiesel, torna-se necessário estudos que identifiquem as condições ideais de armazenamento concomitante ao estudo do comportamento das diferentes cultivares disponíveis no mercado, especialmente de material geneticamente modificado, pois são produtos de uso relativamente recente na agricultura.

Esse estudo objetivou avaliar a qualidade físico-química do biodiesel de diferentes cultivares de soja transgênica e convencional quando submetidas ao armazenamento em ambientes controlado e não controlado.

## Metódos

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Sementes e no Laboratório de Análises Físico-químicas do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí. No experimento foram utilizados grãos de soja (*Glycine max L.*), de três cultivares diferentes, sendo duas convencionais (CN 149 e BRS 7580) e uma transgênica (P98Y30).

As amostras de soja convencional foram obtidas em lavoura comercial na região do centro-norte goiano, na cidade de Formosa-Goiás (15° 32' 14" S, 47° 20' 04" W e altitude de 916 m) e a amostra transgênica foi cultivada em campo experimental de semente básica em Ipameri-Goiás (17° 43' 19" S, 48° 09' 35" W e altitude de 764 m). Após a colheita e beneficiamento das amostras, o material para estudo foi armazenado em sacos de linhagem e transportados para o laboratório de Sementes no Instituto Federal Goiano – Câmpus Urutaí. O teor de água das amostras foi determinado pelo método gravimétrico, sendo resultados expressos em base de massa úmida. (Brasil, 2009)

O armazenamento das amostras foi feito em sacos plásticos de baixa densidade, em duas condições ambientais: ambiente controlado, na câmara B.O.D, à temperatura e umidade relativa de 15±1°C e 85±5%; e ambiente com condições naturais de temperatura e umidade relativa com médias de 21±2°C e 82±2%, respectivamente. As amostras foram avaliadas em dois períodos distintos, a primeira avaliação ocorreu no início do armazenamento (correspondendo ao tempo zero) e a segunda foi realizada após um período de 150 dias.

**Produção do biodiesel - Parte I:** Inicialmente os grãos de soja passaram por um processo de trituração, gerando um material fino e homogêneo. A extração do óleo foi realizada pelo método de Soxlet. Utilizou-se 30 g de farelo embalados em papel filtro e então, conduzidos ao extrator Soxhlet, tendo o Hexano como solvente imerso no produto por um período de seis horas com aquecimento até a temperatura de ebulição do solvente.

**Parte II:** O óleo bruto extraído dos grãos foi submetido a reação de transesterificação para obtenção do biodiesel. Foram utilizados 100 mL de óleo bruto de soja, esse óleo foi aquecido sob agitação até atingir a temperatura de 45°C. Em seguida foi adicionada a solução de metóxido de potássio, permanecendo 10 min à 45°C sob agitação. Após o tempo a mistura reacional passou por decantação e separação das fases. Decorrido 4 h conforme Figura 1 houveram duas fases bem definidas; fase superior contendo o biodiesel e a fase inferior composta de glicerol, sabões, excesso de base e álcool.



Figura 1-Separação da mistura reacional

A fase inferior foi descartada. O volume de biodiesel recolhido passou para os processos de lavagem visando a purificação dos ésteres.

A lavagem foi realizada em três etapas. Lavagem em solução aquosa de ácido clorídrico a 0,5% (v/v), solução saturada de NaCl e por fim, água destilada.

A ausência do catalisador básico no biodiesel foi confirmada através da medida do potencial hidrogeniônico (pH) da última água de lavagem, a qual estava neutra. Para remoção dos traços de umidade o biodiesel foi filtrado novamente utilizando-se sulfato de sódio anidro.

Em seguida realizou-se o teste de combustão, a fim de avaliar se a reação de transesterificação foi eficiente na produção do biocombustível.

O teste de combustão foi realizado utilizando-se cadinhos de porcelana contendo chumaços de algodão embebidos com óleo de soja e o biodiesel. Uma fonte de calor foi introduzida no cadinho a fim de se verificar a combustão ou não do óleo e do biodiesel.

Para avaliação do biodiesel foi realizada em triplicata os testes de densidade, pH, índice de acidez titulável; e ácidos graxos livres.

**Densidade do Biodiesel:** Para avaliação, calibrrou-se um picnômetro com água e determinou-se sua massa;

$$M_a = \sigma_a - \sigma_p \quad (1)$$

Sendo:

$M_a$  - massa de água (g)

$\sigma_a$  - massa do picnômetro com água (g)

$\sigma_p$  - massa do picnômetro vazio (g)

Neste mesmo picnômetro calibrado com a água, foram inseridas separadamente todas as amostras de biodiesel, medindo-se a massa do fluido, cada densidade foi obtida pela Equação 2:

$$d = \frac{M_a}{V_{real}} \quad (2)$$

Sendo:

d - densidade

$M_a$  - massa de biodiesel avaliada (g)

$V_{real}$  - volume real do picnômetro (cm<sup>3</sup>)

**Potencial hidrogeniônico (pH):** O pH do biodiesel foi obtido por meio de papel com escala de cores indicadora de pH. Após dez segundos de imersão do produto, a leitura do pH foi obtida comparando a faixa imersa com à faixa de medida padrão do pH de 0 a 14.

**Índice de acidez titulável:** Pelo método da titulação foram utilizadas 2 g da amostra de biodiesel, solução de éter - álcool (2:1) neutra, com indicador fenolftaleína e a mistura foi titulada com solução de hidróxido de sódio a 0,1 M até o aparecimento da coloração rósea, a qual persistiu por trinta segundos. O volume gasto na titulação foi anotado e a acidez foi determinada utilizando-se a Equação 3:

$$I.A = \frac{V \cdot f \cdot 100,0,0282}{P} \quad (3)$$

Sendo:

$I.A$  - Índice de acidez (mg NaOH.g<sup>-1</sup>);

$V$  - Volume (mL) da solução de NaOH gasto na titulação;

$f$  - Molaridade da solução de NaOH;

$P$  - Peso da amostra (g).

**Ácidos graxos livres:** Pelo método da titulação. Foram utilizadas 5 g de cada amostra de biodiesel, com solução de álcool etílico (95% de pureza), com indicador fenolftaleína. As amostras foram aquecidas até a primeiros indícios de ebulição. Logo após, a mistura foi titulada com solução de hidróxido de sódio 0,1 M até o aparecimento da coloração rósea, a qual persistiu por trinta segundos. O volume gasto na titulação foi anotado e a porcentagem de ácidos graxos livres foi determinada utilizando-se a Equação 4:

$$AGL = \frac{V \cdot F \cdot 28,2}{P} \quad (4)$$

Sendo:

AGL - ácidos graxos livres (%)

$V$  - volume (mL) de solução de hidróxido de sódio a 0,1M gasto na solução

$F$  - fator de correção da solução de hidróxido de sódio (0,92725)

$P$  - peso da amostra (g)

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado simples, com 3 repetições. O único fator (ambiente) teve dois níveis, o primeiro foi a temperatura constante de 15°C mantidos em câmara do tipo BOD, e o segundo foi a temperatura ambiente, onde os grãos foram mantidos em área livre e isolada no laboratório. A avaliação foi realizada após um período de armazenamento de 150 dias, e o período de tempo 0, foi considerado como testemunha. Três cultivares foram avaliadas em cada condição. As médias foram avaliadas pelo teste de HSD ao nível de 5% de significância.

## Resultados e discussão

Na ocasião da colheita, as amostras não foram colhidas com o mesmo teor de água e nenhuma das cultivares passou pelo processo de secagem antes do armazenamento, visto que o teor de água

que apresentavam estava adequada para um armazenamento seguro. Conforme destacado por Puzzi (1986), em um armazenamento seguro de soja é recomendado que o grão apresente umidade abaixo de 13,00% (b.u).

Após o período de armazenamento as amostras de soja perderam uma porcentagem de seu teor de água inicial, sendo essa perda mais expressiva no ambiente não controlado.

Como todo material higroscópico, os grãos têm a propriedade de ceder ou absorver umidade do ar que os envolve, em um ambiente onde a umidade relativa do ar oscila, os grãos absorvem ou cedem certa quantidade de água tendendo sempre a um ponto de equilíbrio, onde a pressão de vapor d'água

dentro do grão é igual a pressão de vapor contida no ar de armazenamento.

A umidade de equilíbrio depende de fatores ambientais, como condições de umidade e temperatura, além de fatores relacionados com os grãos, como espécie, variedade e grau de maturidade, entretanto, sabe-se que os teores de umidade de equilíbrio aumentam com o aumento da umidade relativa do ar, sendo que quanto menores as temperaturas, maiores os valores de umidade de equilíbrio (Brooker et al., 1992).

O resultado do teor de água dos grãos de soja no tempo zero e imediatamente após 150 dias podem ser observados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Teor de água das amostras de soja (%b.u)

Cultivar	Umidade (% b.u)		
	Tempo Zero	Após 150 dias de armazenamento	
		Ambiente Controlado	Ambiente Não Controlado
CN 149 – Convencional*	10,02 a	8,57 b	8,27 c
BRS 7580 – Convencional*	9,00 a	8,56 a	7,80 b
P98Y30 – Transgênica*	8,89 a	8,05 b	7,66 c

\* Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem significativamente entre si ao nível de 95% de probabilidade pelo teste HSD.

A Tabela 1 mostra que a perda de água foi mais expressiva no ambiente não controlado. Isso justifica as diferenças entre a umidade de equilíbrio das duas condições de armazenamento, sendo que o ambiente controlado manteve os grãos em uma umidade de equilíbrio superior ao ambiente não controlado.

O teor de água do grão de soja e a temperatura de armazenamento devem ser adequadamente monitorados, uma vez que, influenciam nas propriedades do biodiesel. Mudanças químicas ocorrem especialmente durante o armazenamento e são influenciadas em maior parte pela umidade, condições físicas dos grãos e pelas condições atmosféricas como a composição, temperatura, umidade relativa e a presença de luz (Elias, 2008; Pohndorf, 2012).

A fração lipídica é mais propícia a degradação durante o tempo de armazenamento, a ação das enzimas presentes no próprio grão aumenta a taxa

de oxidação contribuindo para o rompimento das ligações ésteres dos glicerídeos neutros, aumentando o teor de ácidos graxos livres (Puzzi, 2000; Pohndorf, 2012).

Em seus estudos Saio et al. (1980) relatou um aumento no índice de acidez do óleo em diferentes condições de armazenamento, sendo que, os grãos armazenados à temperatura de 35 °C e umidade relativa de 80%, obtiveram o maior aumento enquanto os grãos armazenados na temperatura de 25 °C e 60% de umidade relativa apresentaram um leve aumento. Os dados obtidos neste estudo (Tabela 2), apontam que houve redução no índice de acidez de todas as cultivares estudadas, à exceção da cultivar P98Y30, que manteve o mesmo índice em ambos os índices, mesmo após 150 dias de armazenamento.

**Tabela 2.** Variação média do índice de acidez titulável do biodiesel produzido

Cultivar	Índice de Acidez (mgNaOH g <sup>-1</sup> )		
	Tempo Zero	Após 150 dias de armazenamento	
		Ambiente Controlado	Ambiente Não Controlado
CN 149 – Convencional*	0,1709 a	0,1672 a	0,1305 b
BRS 7580 – Convencional*	0,3247 a	0,1463 b	0,0897 b
P98Y30 - Transgênica <sup>ns</sup>	0,2562 a	0,1652 a	0,1402 a

\* Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem significativamente entre si ao nível de 95% de probabilidade pelo teste HSD.

O índice de acidez é a representação medida do teor de ácidos graxos livres que estão contidos em óleos residuais e biodiesel, sendo esses oriundos

do processo de produção ou degradação do biodiesel

As características do óleo extraído do grão influenciam nas propriedades do biodiesel, podendo até inviabilizar seu uso na produção do biocombustível, assim é fundamental estabelecer padrões de umidade e armazenamento que assegurem as características desejáveis ao produto.

O biodiesel produzido com a cultivar BRS 7580-Convencional apresentou variação significativa do índice de acidez após 150 dias de armazenamento independente da condição de armazenamento. No biodiesel produzido com a cultivar CN 149 o teste apontou diferença significativa após 150 dias de armazenamento, no ambiente de armazenamento não controlado.

Um alto índice de acidez pode causar deposição de sedimentos e corrosão no motor, desgaste da bomba, desgaste do filtro de combustível e ainda a deterioração do biocombustível (Miyashiro et al., 2013). Pelas normativas da legislação ANP a especificação estabelecida é de que o índice de acidez seja entre 0,1 a 0,5 mg NaOHg<sup>-1</sup>.

As amostras em ambiente de armazenamento controlado, obtiveram os índices de acidez com maior homogeneidade entre as cultivares estudadas. Aquelas que ficaram em temperatura ambiente, tiveram um decréscimo mais acentuado da acidez, levando inclusive, a cultivar BRS 7580 a sair da faixa recomendada pela ANP, portanto, as condições de armazenamento em ambiente controlado foram fundamentais para esta cultivar.

Quessada et al. (2010) avaliando a qualidade do biodiesel de soja encontraram valores de acidez da ordem de 0,135 mg Na OH<sup>-1</sup>, resultado próximo das médias encontrados nesse trabalho.

Os altos índices de acidez encontrados no biodiesel analisado no tempo zero, pode estar associado a presença de grãos verdes nas amostras. Mandarino (2005) relata que o grão verde apresenta basicamente o mesmo percentual de proteína que o grão maduro, entretanto,

apresentam de 2 a 3% menos óleo, sendo que este apresentará maior acidez, o que despence custo maior de refino, para a remoção da clorofila do óleo por processos específicos. Sabe-se que a utilização de um óleo nessas condições, compromete a qualidade final do biodiesel, proporcionando elevados índices de acidez.

A utilização de biodiesel como combustível vem apresentando um potencial promissor no mundo inteiro, sendo um mercado que cresce aceleradamente (Ferrari et al., 2005), porém as dificuldades encontradas giram em torno do seu processo de produção, que necessita de certificação de sua qualidade obedecendo a todos os parâmetros da ANP.

Na ocasião do beneficiamento dos grãos, não foi observada visualmente a presença de grãos verdes, entretanto, como descreve Bohner (2005) existem dois tipos de grãos esverdeados; o primeiro quando o tegumento apresenta cor amarela e os cotilédones apresentam pontos internos de cores verdes, e o segundo tipo quando todo o grão apresenta coloração esverdeada, sendo este, mais fácil de ser identificado. Acredita-se que a redução da acidez se deu, devido ao percentual de presença de grãos verdes, nas amostras antes e após o armazenamento.

As médias obtidas para avaliação das concentrações de ácidos graxos livres (Tabela 3) no biodiesel produzido pelas diferentes cultivares, mostra que as cultivares BRS 7580-Convencional e P98Y30-Transgênica sofreram influência do ambiente de armazenamento. A quantidade de ácidos graxos livres foi estatisticamente igual no tempo zero e após o período de armazenamento no ambiente controlado, para as três cultivares. Em ambiente não controlado foi observada uma redução na porcentagem de ácidos graxos em duas cultivares.

**Tabela 3.** Variação média dos ácidos graxos livres do biodiesel produzido

Cultivar	Ácidos Graxos (%)		
	Tempo Zero	Após 150 dias de armazenamento	
		Ambiente Controlado	Ambiente Não Controlado
CN 149 - Convencional <sup>ns</sup>	0,89 a	0,76 a	0,61 a
BRS 7580 – Convencional*	0,59 a	0,49 ab	0,39 b
P98Y30 – Transgênica*	0,66 a	0,55 ab	0,42 b

\* Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem significativamente entre si ao nível de 95% de probabilidade pelo teste HSD.

Observa-se que houve uma tendência de valores decrescentes para o índice de ácidos graxos ao longo do período de armazenamento, sendo esse mais acentuado no ambiente não controlado, comportamento análogo ao do índice de acidez.

Oliveira et al., (2012), encontraram valor percentual de ácidos graxos livres da ordem de 0,28% no biodiesel de soja, valor inferior, aos encontrados nesse estudo.

Felizardo (2003), destaca que o biodiesel com elevada porcentagem de ácidos graxos promove a corrosão do zinco, formação de sais de ácidos graxos e de outros compostos orgânicos resultando na corrosão, entupimento dos filtros e formação de depósitos.

Durante o período de armazenamento realizado de maneira inadequada podem ocorrer modificações deteriorativas nos grãos, essas modificações podem ser oxidativas e hidrolítica que

resultam em rancificação de sabor e odor, que se expressam com a produção de ácidos graxos livres (Penfield; Campbell, 1999).

Oliveira et al. (2013) em seus estudos avaliando o perfil de ácidos graxos em grãos de soja em função de ataque de percevejo e ao período de armazenamento não constataram alteração no perfil de ácidos graxos em função do armazenamento.

O óleo bruto obtido a partir de grãos verdes normalmente costuma apresentar coloração esverdeada e uma alta porcentagem de ácidos graxos livres, que pode aumentar rapidamente com o armazenamento do óleo (Yao, 1882). Assim, acredita-se que a redução da porcentagem de

ácidos graxos nesse estudo pode estar assim como na acidez, associada ao percentual de grãos verdes na amostra.

Na Tabela 4, encontram-se as médias obtidas para o pH. Com exceção da cultivar BRS 7580-Convencional que durante o tempo zero apresentou pH 8,0, as demais cultivares apresentaram pH neutro. Contudo, após o armazenamento o pH da cultivar BRS 7580 mostrou-se adequado.

Em seus trabalhos onde foram avaliados e comparados a produção de biodiesel de soja e de linhaça, Oliveira et al., (2012), também observaram valores de pH neutro para o biodiesel de soja, enquanto o de linhaça apresentou um elevado pH.

**Tabela 4** - Variação média do potencial hidrogeniônico do biodiesel produzido

Cultivar	Potencial Hidrogeniônico (pH)		
	Tempo Zero	Após 150 dias de armazenamento	
		Ambiente Controlado	Ambiente Não Controlado
CN 149 - Convencional <sup>ns</sup>	7,00 a	7,00 a	7,00 a
BRS 7580 – Convencional*	8,00 a	7,00 b	7,00 b
P98Y30 - Transgênica <sup>ns</sup>	7,00 a	7,00 a	7,00 a

\* Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem significativamente entre si ao nível de 95% de probabilidade pelo teste HSD.

A Resolução ANP nº 07, de 19/03/2008 que estabelece a especificação do biodiesel a ser comercializado pelos diversos agentes econômicos autorizados em todo o território nacional, regulamenta que o valor de pH para o biodiesel deve-se apresentar neutro, uma vez que isso proporciona aos motores uma vida útil prolongada, evitando eventuais desgastes à bomba injetora ou ocasionando corrosão do motor.

Um pH neutro está na faixa de 6,00 a 7,00, assim, o biodiesel produzido, se encontra adequado segundo a normatização, sendo que os ambientes estudados não exerceram influência sobre esse parâmetro, à exceção da BRS 7580, que somente após o período de armazenamento apresentou parâmetros normais.

Os valores de densidade do biodiesel produzido a partir das amostras de soja logo após a colheita e após o período de armazenamento podem ser observados na Tabela 5, portanto, não foram identificadas diferenças significativas entre os resultados de densidade do biodiesel em relação a cultivar CN149, porém, as demais, apresentaram uma leve diferença após o período de armazenagem, porém, essa diferença se deu independente do ambiente de armazenamento.

A densidade do biodiesel está diretamente ligada com a sua estrutura molecular. Quanto maior o comprimento da cadeia carbônica do alquíéster, maior será a densidade (atingindo uma estabilidade), no entanto esse valor decrescerá quanto maior o número de insaturações presentes na molécula (UFS, 2010).

**Tabela 5** -Variação média da densidade do biodiesel produzido.

Cultivar	Densidade (g cm <sup>-3</sup> )		
	Tempo Zero	Após 150 dias de armazenamento	
		Ambiente Controlado	Ambiente Não Controlado
CN 149 - Convencional <sup>ns</sup>	0,87 a	0,88 a	0,87 a
BRS 7580 – Convencional*	0,88 a	0,87 b	0,87 b
P98Y30 – Transgênica*	0,88 a	0,87 b	0,87 b

\* Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem significativamente entre si ao nível de 95% de probabilidade pelo teste HSD.

A legislação ANP 07/2008 estabelece que a densidade de biocombustíveis deve estar entre os limites de 0,85 a 0,90 g cm<sup>-3</sup>. Assim, o biodiesel produzido, encontra-se em conformidade com a normatização.

Em relação ao teste de combustão do biodiesel Figura 4, todas as avaliações apresentaram

resultado satisfatório, mostrando-se o combustível inflamável.

O biodiesel de soja apresentou reação de combustão imediata, cuja chama rica em fuligem negra apresentou um cone de chama totalmente amarelado, diferentemente do observado para o óleo de soja que resistiu ao máximo à reação de

combustão sendo, praticamente, um líquido não inflamável.



Figura 4 - Teste de combustão realizado com o biodiesel de soja e óleo bruto

### Conclusão

Os resultados do índice de acidez titulável e ácidos graxos livres do biodiesel produzido, apresentaram tendência decrescente em relação ao tempo de armazenamento, sendo que no ambiente não controlado essa tendência foi mais acentuada.

O ambiente de armazenamento e as cultivares avaliadas não exerceram influência sobre os parâmetros densidade e pH, num período de 150 dias de armazenamento.

O ambiente controlado de 15 °C e UR de 85%, foi mais eficiente que o ambiente natural, em preservar as características dos grãos durante os 150 dias de armazenamento.

A cultivar CN 149, convencional, teve melhor desempenho que as demais cultivares deste estudo, visto que manteve suas características iniciais mesmo após o período de armazenamento.

### Agradecimentos

Ao Instituto Federal Goiano – Câmpus Urutaí.

### Referências

ANP. Petróleo e Derivados. Agência Nacional do Petróleo. 2014. Disponível em: <http://www.anp.gov.br>.

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Superintendência de Planejamento e Pesquisa. Boletim Técnico. N36. Setembro, 2010.

ABIOVE. Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. 2014. <http://www.abiove.org.br/site/index.php>.

ATHIÉ, I. et al. Conservação de grãos. Campinas: Fundação Cargil, 1998. 236p.

BARROS, G. S. DE C.; SILVA, A. P.; PONCHIO, L. A.; ALVES, L. R. A.; OSAKI, M.; CENAMMO, M.

Custos de Produção de Biodiesel no Brasil. Revista de Política Agrícola, ano XV, n.3, 2006.

BOHNER, H. Green Soybeans. 2015. [http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/crops/field/news/croptalk/2002/ct\\_1102a2.htm](http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/crops/field/news/croptalk/2002/ct_1102a2.htm).

BRASIL. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP. 2015. <http://www.anp.gov.br>.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário - MDA. 2015. <http://www.mda.gov.br>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: Mapa/ACS, 399 p, 2009.

BROOKER, D.B.; BAKKER, A.; F.W.; HALL, C.W. Drying and storage of grains and oilseeds. Westport, The AVI Publishing Company, New York, 450 p.1992.

CANDEIA, R. A. Biodiesel de soja: síntese, degradação e misturas binárias. João Pessoa: UFP, 132p. 2008. Tese Doutorado.

ELIAS, M.C. Manejo tecnológico da secagem e do armazenamento de grãos. Pelotas. Ed. Santa Cruz, 2008. 362p.

ELIAS, M. C. Tecnologias para armazenamento e conservação de grãos, em médias e pequenas escalas. 3ªEd. Editora Universitária/UFPel. 2002. 218p.

FELIZARDO, P. M. G. Produção de Biodiesel a partir de Óleos Usados de Frituras. Relatório de Estágio Submetido ao Departamento de Engenharia Química do Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2003.

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 [online], vol.28, n.1, p. 19-23. 2005.

HELLEVANG, K. J. Grain drying. North Dakota State University of Agriculture and Applied Science, 1994.

MANDARINO, J.M.G. Coloração esverdeada nos grãos de soja e seus derivados. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 4p. (Embrapa Soja. Comunicado Técnico 77).

MENEGATTI, A.L.A.; BARROS, A.L.M. Análise comparativa dos custos de produção entre soja transgênica e convencional: um estudo de caso para o Estado do Mato Grosso do Sul. Revista de Economia e Sociologia Rural, v.45, n.1, p.163-183, 2007.

MIYASHIRO, C. S.; OLIVEIRA, C.; CAMPOS, E.; TELEKENS, J. G. Produção de biodiesel a partir da transesterificação de óleos residuais. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v.1, p.63-76, 2013.

OLIVEIRA, M.A.; LORINI, I.; MANDARINO, J.M.G.; LEITE, R.S.; QUIRINO, J.R.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; VILAS BOAS, R.L.P.; DELAFRONTTE, B. Perfil de ácidos graxos em grãos de soja, com diferentes manejos de percevejo, da colheita ao armazenamento, utilizando a cromatografia gasosa. In: AMERICAS: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOYBEAN UTILIZATION, 2013, Bento Gonçalves. *Proceedings...* Brasília, DF: Embrapa, 2013.

OLIVEIRA, A. K. C.; SILVA, L. H. N.; SILVA, L. L. N.; OLIVEIRA, K. R. R.; SILVA, S. I. F.; COSTA, A. C. J. Produção e avaliação comparativa do biodiesel de soja e biodiesel de linhaça através de dois métodos de preparação aplicados aos óleos vegetais. In: Congresso norte nordeste de pesquisa e inovação, 2012, Palmas. *Anais...* Palmas 2012. Resumo Expandido.

PENFIELD, M. P.; CAMPBELL, A.M. *Experimental food science*. San Diego: Academic Press, 1990, 543p.

POHNDORF, R. S. Efeitos da umidade e do resfriamento no armazenamento sobre a qualidade de grãos e do óleo de soja para fins comestíveis e de produção de biodiesel. Pelotas: UFP, 2012. 83f. *Dissertação Mestrado*.

PUZZI, D. *Abastecimento e armazenagem de grãos*. Campinas: Instituto Campineiro de Engenharia Agrícola, 1986.600p.

PUZZI, D. *Abastecimento e armazenagens de grãos*. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 2000. 603p.

QUESSADA, T. P.; GUEDES, C. L. B.; BORSATO, D.; GAZZONI, B. F.; GALÃO, O. F. Obtenção de biodiesel a partir de óleo de soja e milho utilizando catalisadores básicos e catalisador ácido. *Enciclopédia biosfera*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v..6, n.11; 2010.

SAIO, K.; NIKKUNI, I.; ANDO, Y.; OTSURU, M.; TERAUCHI, Y.; KITO, M. Soybean quality changes during model storage studies. *Cereal Chemistry*. v. 57, 1980.82p.

UFS- Encontro Sergipano de Engenharia de Petróleo. *Análise de biodiesel e enquadramento nas especificações brasileiras*. 2014. [www.albertowj.files.wordpress.com](http://www.albertowj.files.wordpress.com).

VIEIRA, N. M. *Caracterização da Cadeia Produtiva da Soja em Goiás*. Florianópolis: UFSC, 2002. 124 p. *Dissertação Mestrado*.

YAO, J. J. Effect of soybean maturity on characteristics of other constituents. *Dissertation-Abstracts-International*, -B, Ann Arbor, v. 43, p.671, 1982.

ZAR, J.H. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1999.