

# Efeitos da temperatura e da luminosidade nas características físico-químicas dos óleos de soja e de girassol durante o armazenamento

Effects of temperature and luminosity on the physical and chemical properties of sunflower and soybean oils during storage

1. Naele Coelho da **Rocha**
2. Francisca Diva Lima **Almeida**

**Correspondência para:**

✉ diva\_lalmeida@yahoo.com.br

✉ R. Monsenhor Catão, 1283, apt. 501. Fortaleza/CE. 60175-000

1. Especialista em Ciência dos Alimentos pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Graduada em Tecnologia em Alimentos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

2. Doutoranda em Biotecnologia (RENORBIO) pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela UFC. Graduada em Tecnologia de Alimentos pelo CENTEC.

## RESUMO

Os óleos vegetais são compostos por uma mistura de tri-, di e monoacilgliceróis, ácidos graxos livres, glicolipídios, fosfolipídios, esteróis e outras substâncias susceptíveis à oxidação que ocorrem ao longo do tempo e como consequência geram produtos e características sensoriais indesejáveis como escurecimento, o aumento da viscosidade, desenvolvimento de sabor e aromas indesejáveis entre outros. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da temperatura e da luminosidade nas características físico-químicas dos óleos de soja e girassol durante armazenamento sob diferentes condições de estocagem. Para essa avaliação ambos os óleos foram submetidos às análises de índice de acidez, umidade por Karl Fischer, estabilidade oxidativa, viscosidade cinemática, massa específica, índice de refração e cor. Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística e tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), utilizando o programa Statistica (Statsoft) versão 10.0. De acordo com os resultados pode-se concluir que o tempo de armazenamento não ocasionou grandes alterações nas amostras analisadas e que, dentre as condições de armazenamento estudadas, as amostras que sofreram maiores alterações foram àquelas expostas à luz. Contudo, essas alterações ocorridas não ocasionaram mudanças visualmente perceptíveis em ambos os óleos. Os parâmetros estudados permaneceram dentro dos limites especificados pela Instrução Normativa Nº 49, de 22 de dezembro de 2006, do MAPA.

**Palavras-chave:** oxidação, análises, alterações, óleos vegetais.

## ABSTRACT

Vegetable oils are composed of a mixture of tri-, di- and monoacylglycerols, free fatty acids, glycolipids, phospholipids, sterols and other oxidizable substances so they are very susceptible to oxidation. Thus the present study aimed to evaluate the effect of temperature and luminosity on physico-chemical characteristics of soybean and sunflower oils during storage. The samples were stored at different places and characterized before its fractionation and weekly during one month. The following analyses were performed: acidity index, humidity by Karl Fischer, oxidative stability, viscosity, density, refractive index and colour. The results were statistically analyzed and their averages were compared by Tukey test ( $p < 0.05$ ) using the Statistica (Statsoft) program version 10.0. It can be concluded that the storage time did not cause severe changes in the samples and that among the storage conditions studied, the samples that were exposed to the luminosity have suffered major changes. Regardless these changes, the parameters studied remained within the limits specified by law: Normative Instruction Nº 49, 22 of December, 2006, from MAPA.

**Keywords:** oxidation, analysis, changes, vegetable oils.

## INTRODUÇÃO

Óleo comestível é o produto alimentício constituído principalmente por triglicerídeos, obtidos unicamente de matéria-prima vegetal, refinado mediante o emprego de processos tecnológicos adequados. Podendo conter pequenas quantidades de outros lipídios, como fosfolipídios, constituintes insaponificáveis e ácidos graxos livres, naturalmente presentes no óleo vegetal (MAPA, 2007). Frequentemente ricos em ácidos graxos poli-insaturados, estando presentes ainda lipídeos formados durante o processamento, como mono e diacilgliceróis, possuem ainda esteróis, tocoferóis, tocotrienóis, compostos fenólicos, pigmentos como carotenoides e clorofilas e metais de transição como ferro e cobre (BRANCO & TORRES, 2011).

Os óleos vegetais são bastante utilizados na alimentação humana, e o óleo de soja *Glycine max L.* da família *Fabaceae* é o principal, sendo usado diretamente na obtenção de óleo de cozinha e como matéria-prima na preparação de temperos de saladas, produção de margarinas, gordura vegetal, maionese, entre outras. A vantagem do óleo de soja em relação a outros óleos deve-se ao seu baixo preço aliado a sua excelente qualidade (AMARAL & JAIGOBIND & JAIGOBIND, 2006).

O óleo de girassol é obtido da semente de *Helianthus annuus L.* Pertence à família da *Asteraceae*, sendo uma das culturas que mais vem crescendo nos últimos anos, sendo considerada a segunda maior fonte de matéria-prima para a produção de óleos comestíveis no mundo (REIS *et al.*, 2012). Possui características próprias, como alta viscosidade, composição em ácidos graxos livres e tendência de formação de gomas durante os processos de oxidação e polimerização (REIS *et al.*, 2012).

Segundo Castelo Branco & Torres (2011), a degradação dos óleos por meio da oxidação pode ocorrer de forma espontânea e acelerada por substâncias pró-oxidantes como, metais de transição, exposição à luz UV ou visível na presença de fotossensibilizadores, elevadas temperaturas ou concentrações de oxigênio.

Os óleos vegetais possuem em sua composição natural substâncias antioxidantes, como principal exemplo, o tocoferol. Esses são encontrados nas formas alfa, beta, gama e ômega-tocoferol e tocotrienol. De acordo com Carvalho (2008), a atividade antioxidante dos tocoferóis ocorre devido, principalmente, à sua capacidade de doar seus hidrogênios fenólicos aos radicais livres lipídicos, interrompendo a etapa de propagação da reação.

Além dos antioxidantes naturais, como os carotenoides, compostos fenólicos e os esteróis, podem ainda ser adicionados aos óleos antioxidantes sintéticos tais como, o Butil-Hidroxi-Anisol (BHA), Butil-Hidroxi-Tolueno (BHT) e Terc-Butil-Hidroquinona (TBH). Deve-se levar em conta que a atividade dos antioxidantes varia de acordo com suas características físico-químicas, como interações entre os compostos antioxidantes e, destes com outros componentes do meio, como os ácidos graxos (CASTELO BRANCO & TORRES, 2011).

Contudo, mesmo com a utilização de antioxidantes para conferir uma maior proteção aos óleos, vale ressaltar que o armazenamento dos mesmos é um fator muito importante para a manutenção de suas características. Sabe-se que estes sofrem processos de auto-oxidação devido às substâncias presentes neles, porém vale lembrar que a maioria das alterações ocorridas é devido a fatores externos, seja luz, temperatura, embalagem, umidade, etc (CASTELO BRANCO & TORRES, 2011).

Vários trabalhos vêm sendo desenvolvidos com ênfase na oxidação dos óleos vegetais. Reda (2004) realizou um estudo comparativo onde seu objetivo era investigar as alterações ocorridas em óleos vegetais sob estresse térmico, ao final do trabalho ele concluiu que os óleos vegetais, que sofreram menor deterioração na primeira fase de aquecimento, foram os óleos de soja, milho, canola e oliva e sob aquecimento de 8 horas/dia, por 10 dias, os óleos mais estáveis foram, canola, milho, oliva, soja e girassol. Vacca *et al.* (2006), estudou o efeito do período de armazenamento e as condições de exposição sobre a qualidade do azeite de oliva extra virgem e concluiu que após 18 meses de armazenamento o azeite ainda mantinha as mesmas características de quando foi estocado. O autor atribuiu esse resultado ao fato da amostra apresentar grande quantidade de substâncias antioxidantes, como, polifenóis, tocoferóis e carotenoides.

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da temperatura e da luminosidade sobre as características físico-químicas dos óleos de soja e girassol, armazenados em diferentes condições durante um período de 30 dias e, verificar posteriormente qual condição de armazenamento favoreceu a manutenção das características dos óleos por um maior tempo.

## METODOLOGIA

### Local e período de estudo

O trabalho seguiu uma abordagem quantitativa descritiva experimental com estudo de caso aplicado, sendo o mesmo realizado no Laboratório de Referência em Biocombustíveis, Professor Expedito José de Sá Parente – LARBIO, da Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará – NUTEC. As análises foram realizadas no intervalo de sete dias, durante o período de maio a junho de 2012.

### Tipo e preparação das amostras

Foram utilizados óleos refinados tipo 1, que são óleos límpidos e isentos de impurezas sendo eles óleo de soja e óleo de girassol. As amostras foram adquiridas em supermercado da cidade de Fortaleza-CE. Antes do armazenamento, foi realizada a caracterização dos óleos com a finalidade de verificar os parâmetros físico-químicos para, posteriormente, esses valores serem utilizados como referência na comparação com as amostras durante o período de estudo. Após ser realizada a caracterização inicial, cada tipo de óleo foi fracionado em quatro

amostras, as quais foram codificadas e armazenadas nas seguintes condições: com controle de temperatura e com exposição à luz (CCTCEL); com controle de temperatura e sem exposição à luz (CCTSEL); sem controle de temperatura e com exposição à luz (SCTCEL); e sem controle de temperatura e sem exposição à luz (SCTSEL). As amostras foram acondicionadas em frascos de vidro com capacidade de 500 ml, sendo frascos na cor âmbar para as amostras sem exposição à luz e, em frascos transparentes para as amostras com exposição à luz.

### Armazenamento das amostras

As amostras foram armazenadas em dois locais diferentes. Um deles teve sua temperatura controlada e foi destinado ao armazenamento das amostras que ficaram em temperatura de estocagem controlada. Nesse ambiente foram colocadas uma amostra em frasco transparente, que representava a amostra exposta a luz, e outro frasco na cor âmbar e envolto com papel alumínio, representando a amostra protegida da luz. No outro ambiente, as amostras ficaram à temperatura ambiente e seguiram o mesmo critério utilizado para as amostras acima, sendo uma amostra em frasco transparente e outro em frasco âmbar envolto em papel alumínio (Figura 1).



Figura 1: Recipientes para armazenamento.

### Métodos analíticos

Foi realizada a determinação de sete parâmetros nas amostras de óleos de soja e girassol, sendo as análises realizadas em triplicata, semanalmente, durante um período de 30 dias.

As determinações realizadas foram as seguintes: índice de acidez por titulação, baseada na norma do Instituto Adolfo Lutz, e os resultados foram expressos em mg KOH/g de amostra; a umidade foi determinada por Karl Fisher, utilizando o equipamento modelo 831 KF Coulometer, marca METROHM, com base na norma ASTM D 6304-07; a estabilidade oxidativa foi determinada no equipamento 873 Biodiesel Rancimat, marca METROHM, utilizando como metodologia a norma europeia EN 14112 e os resultados foram expressos em horas; a viscosidade cinemática foi determinada em viscosímetro automático modelo TV 2000/AKV marca TAMSON,

com tubo viscosimétrico modelo CANNON FENSKE Nº 150 com base na metodologia da norma ABNT:NBR 10441; o índice de refração foi determinado utilizando Refratômetro de Abbé, segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz; a massa específica foi realizada no densímetro digital da marca ANTON PAAR, modelo 4500, de acordo com a norma ABNT:NBR 14065; e a determinação da cor foi realizada utilizando colorímetro ASTM, utilizando a norma ABNT:NBR14483.

### Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística e, a comparação do efeito médio foi analisada através do Teste de Tukey, considerando o nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ), utilizando o programa estatístico Statistica (Statsoft) versão 10.0.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para as análises de massa específica, umidade, índice de refração e cor não apresentaram diferenças estatística, nas diferentes condições de armazenamento durante o período estudado. Os valores referentes a esses parâmetros estão apresentados na **Tabela 1**. Dentre esses parâmetros, apenas o índice de refração não está dentro do limite permitido no regulamento técnico de identidade e qualidade de óleos vegetais refinados, anexo da Instrução Normativa Nº 49, de 22 de dezembro de 2006, do MAPA.

Por outro lado, os valores referentes ao índice de acidez, viscosidade e estabilidade oxidativa foram estatisticamente diferentes para ambas as amostras ao longo do período de armazenamento.

A **Tabela 2** apresenta os resultados de acidez para as amostras dos óleos de soja e girassol armazenados em diferentes condições durante os 30 dias de armazenamento, bem como os valores de acidez dos dois óleos no tempo zero, cujos valores foram usados como controle.

Comparando os resultados obtidos no estudo, pode-se observar que estes ficaram fora dos limites estabelecidos, para acidez em óleos vegetais, pela Normativa nº 49/06 do MAPA, que estabelece valor de 0,2 mg KOH/g. Sendo assim, a amostra controle já se encontrava com acidez acima do estabelecido pela legislação.

Se compararmos os resultados das amostras de óleo de soja com seu respectivo controle, verifica-se que na 1ª e 2ª semana apenas as amostras com controle de temperatura (CCTCEL e CCTSEL) foram estatisticamente iguais ao controle. As amostras armazenadas sem controle de temperatura (SCTCEL e SCTSEL) apresentaram valores de acidez elevados já na 1ª semana e, na 4ª semana essas mesmas amostras obtiveram valores de acidez ainda maior. Porém, ao final do estudo observou-se que tanto as amostras com controle de temperatura quanto as sem controle de temperatura foram estatisticamente diferentes do controle. Diante disso, podemos evidenciar que a temperatura influenciou na estabilidade dos valores de acidez, uma vez

Condições de armazenamento										
	Soja					Girassol				
	Controle*	CCTCEL*	CCTSEL*	SCTCEL*	SCTSEL*	Controle*	CCTCEL*	CCTSEL*	SCTCEL*	SCTSEL*
Massa específica	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920
Umidade	0,06	0,06	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06
Índice de refração	1,4750	1,4735	1,4735	1,4735	1,4735	1,4750	1,4750	1,4750	1,4750	1,4750
Cor	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

**Tabela 1:** Valores para massa específica, umidade, índice de refração e cor para óleo de soja e girassol em diferentes condições de armazenamento durante 30 dias e seus respectivos controles<sup>1</sup>.

que as amostras armazenadas em um ambiente de temperatura controlada apresentaram níveis menores de acidez, por mais tempo, quando comparadas às amostras armazenadas em ambiente sem controle de temperatura.

As amostras de óleo de girassol apresentaram os seguintes resultados. Na 1ª semana todas as condições foram estatisticamente iguais ao controle. Na 2ª semana apenas as amostras com controle de temperatura se mantiveram iguais ao controle. Na 3ª semana todas as amostras foram diferentes. Na última semana de estudo apenas a amostra SCTCEL permaneceu estatisticamente igual ao controle.

Segundo Fuentes (2011), o índice de acidez revela o estado de conservação do óleo, visto que a decomposição dos glicerídeos é acelerada pelo aquecimento e pela luz. De acordo com os resultados obtidos, podemos concluir que as amostras com temperaturas controladas tiveram valores menores para acidez, porém as alterações, nas amostras armazenadas sem controle de temperatura, não foram tão severas, uma vez que não foram utilizadas temperaturas elevadas durante o armazenamento das mesmas.

Fuentes (2011) também relaciona o processamento e a forma de conservação, pois através do refino dos óleos vegetais são removidas grandes quantidades de substâncias que favorecem os processos oxidativos o que se reflete na conservação dos óleos.

A **Tabela 3** apresenta os resultados de estabilidade oxidativa para as amostras de óleo de soja e girassol, sendo os mesmos apresentados como tempo de indução (horas).

De acordo com os valores apresentados para a estabilidade oxidativa dos óleos de soja, podemos verificar que o tempo de indução da amostra controle foi de 7,91h e que, após uma semana de armazenamento, apesar das quatro

amostras serem estatisticamente iguais entre si, somente as amostras que não tiverem suas temperaturas de armazenamento controladas foram iguais ao tempo de indução da amostra controle. Contudo, a partir da 2ª semana até o final de um mês de estocagem, todas as amostras se apresentaram estatisticamente diferentes da amostra controle.

Para a estabilidade oxidativa do óleo de soja, podemos evidenciar que a luminosidade foi o fator determinante na qualidade deste, uma vez que, quando as amostras foram armazenadas protegidas da luz elas apresentaram maiores valores de estabilidade à oxidação ao final do período de armazenamento, quando comparadas às amostras que foram armazenadas com exposição à luz.

Com relação à estabilidade oxidativa para o óleo de girassol nas diferentes condições, a amostra controle apresentou estabilidade de 4,89h. Segundo Masuchi *et al.*, (2008) essa diferença no valor de estabilidade oxidativa, inferior quando comparada ao óleo de soja, pode ser explicada devido ao baixo teor de tocoferóis gama e ômega no óleo de girassol. Warner (2005) estudou o teor de tocoferóis gama e ômega nos óleos de soja e girassol e concluiu que o óleo de soja apresentou 610 e 260 mg/kg destes dois tocoferóis, respectivamente, enquanto que no óleo de girassol esses valores foram de 30 e 10 mg/kg, respectivamente.

Outro fator relacionado ao baixo valor para a estabilidade oxidativa do óleo de girassol é o elevado teor de ácido linoleico, altamente susceptível à oxidação e, portanto, a presença de antioxidantes é um fator determinante para garantir sua estabilidade oxidativa.

Na 1ª semana de armazenamento todas as amostras foram estatisticamente iguais à amostra controle. Por outro lado, na segunda semana todas as amostras foram

Condições/ Semanas	Soja				Girassol			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Controle	0,23 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,23 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,23 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,23 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,23 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,23 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,23 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,23 ± 0,01 <sup>b</sup>
CCTCEL	0,27 ± 0,06 <sup>a,b</sup>	0,31 ± 0,06 <sup>b</sup>	0,35 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,39 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,27 ± 0,06 <sup>a</sup>	0,23 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,46 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,35 ± 0,01 <sup>a</sup>
CCTSEL	0,27 ± 0,06 <sup>a,b</sup>	0,31 ± 0,06 <sup>b</sup>	0,35 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,39 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,31 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,23 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,42 ± 0,06 <sup>a</sup>	0,35 ± 0,01 <sup>a</sup>
SCTCEL	0,35 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,23 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,35 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,42 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,27 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,35 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,42 ± 0,06 <sup>a</sup>	0,31 ± 0,07 <sup>a,b</sup>
SCTSEL	0,35 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,31 ± 0,06 <sup>a</sup>	0,35 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,47 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,27 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,23 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,42 ± 0,06 <sup>a</sup>	0,35 ± 0,01 <sup>a</sup>

**Tabela 2:** Valores para o índice de acidez dos óleos de soja e girassol em diferentes condições de armazenamento durante 30 dias e seus respectivos controles<sup>1</sup>.

	Soja				Girassol			
	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Controle</b>	7,91 ± 0,05 <sup>a</sup>	7,91 ± 0,05 <sup>a</sup>	7,91 ± 0,05 <sup>a</sup>	7,91 ± 0,05 <sup>a</sup>	4,89 ± 0,09 <sup>a</sup>	4,89 ± 0,09 <sup>a</sup>	4,89 ± 0,09 <sup>a</sup>	4,89 ± 0,09 <sup>a</sup>
<b>CCTCEL</b>	7,49 ± 0,11 <sup>b</sup>	6,87 ± 0,06 <sup>c</sup>	6,62 ± 0,10 <sup>d</sup>	6,10 ± 0,02 <sup>d</sup>	4,73 ± 0,10 <sup>a</sup>	4,40 ± 0,08 <sup>b</sup>	4,34 ± 0,02 <sup>c</sup>	3,95 ± 0,11 <sup>c</sup>
<b>CCTSEL</b>	7,51 ± 0,11 <sup>b</sup>	7,51 ± 0,10 <sup>b</sup>	7,55 ± 0,01 <sup>b</sup>	7,18 ± 0,07 <sup>b</sup>	4,79 ± 0,25 <sup>a</sup>	4,59 ± 0,12 <sup>b</sup>	4,72 ± 0,02 <sup>a,b</sup>	4,68 ± 0,27 <sup>a,b</sup>
<b>SCTCEL</b>	7,69 ± 0,10 <sup>a,b</sup>	7,24 ± 0,06 <sup>b</sup>	6,97 ± 0,12 <sup>c</sup>	6,73 ± 0,06 <sup>c</sup>	4,74 ± 0,11 <sup>a</sup>	4,54 ± 0,11 <sup>b</sup>	4,29 ± 0,11 <sup>c</sup>	4,29 ± 0,14 <sup>b,c</sup>
<b>SCTSEL</b>	7,64 ± 0,11 <sup>a,b</sup>	7,44 ± 0,15 <sup>b</sup>	7,36 ± 0,02 <sup>b</sup>	7,00 ± 0,07 <sup>b</sup>	4,75 ± 0,14 <sup>a</sup>	4,59 ± 0,12 <sup>b</sup>	4,51 ± 0,18 <sup>b,c</sup>	4,57 ± 0,19 <sup>a,b</sup>

**Tabela 3:** Valores para a estabilidade oxidativa dos óleos de soja e girassol em variadas condições de armazenamento durante 30 dias e seus respectivos controles<sup>1</sup>.

estatisticamente diferentes do controle, contudo, ao final dos 30 dias de armazenamento, as amostras CCTSEL e SCTSEL foram iguais ao controle. Isso mostra mais uma vez a influência da luz na estabilidade oxidativa das amostras, uma vez que àquelas amostras que ficaram expostas à ação da luz apresentaram valores menores para oxidação e àquelas que não foram expostas à luz apresentaram maior estabilidade durante o período de armazenamento estudado, apresentando valores iguais ao valor da amostra no tempo zero (controle).

De acordo com os resultados, podemos observar que para ambas as amostras de óleo, as condições que apresentaram maiores alterações em relação à estabilidade oxidativa foram as amostras que ficaram expostas à luz, durante o armazenamento. Por outro lado, as amostras que tiveram melhor estabilidade à oxidação e, conseqüentemente um maior tempo de indução, foram as amostras que combinaram o controle de temperatura e a proteção à luz.

Sabe-se que a estabilidade oxidativa está relacionada ao índice de acidez, já que esse último indica a quantidade de ácidos graxos livres que oxidam a amostra, ou seja, a estabilidade à oxidação tende a diminuir à medida que o valor de acidez aumenta. Dessa forma, a baixa estabilidade oxidativa dos óleos ao final dos 30 dias pode estar relacionada ao aumento do índice de acidez dos óleos e, conseqüentemente aumento da presença de ácidos graxos livres, os quais em contato com o ar atmosférico inserido na amostra durante o ensaio, no aparelho Rancimat, gerou rapidamente vapores que aumentaram a condutividade da água na célula de medição do aparelho, com isso as amostras apresentaram um menor tempo de indução, ou seja, elas atingiram um grau de oxidação mais rapidamente quando comparadas ao controle.

A rápida oxidação das amostras de girassol também pode ser justificada devido às características do próprio

girassol, por conter quantidades inferiores de tocoferóis, quando comparado ao óleo de soja, e/ou podem estar relacionados à perda de tocoferóis durante o processo de refino, mais particularmente na desodorização como cita Masuchi *et al.*, (2008), pois segundo este autor, os refinamentos físicos e químicos podem ocasionar maiores perdas de tocoferol quando a temperatura utilizada no processo de desodorização for superior a 260°C. Dependendo das condições do processamento, a perda do tocoferol pode ser de até 30% comparando-se ao valor encontrado no óleo bruto.

A **Tabela 4** apresenta os valores referentes à viscosidade para os óleos de soja e girassol durante o período de estudo.

De acordo com a Tabela 4, é possível observar que para todas as condições do óleo de soja, e no decorrer das semanas, a viscosidade teve um aumento significativo durante o armazenamento. Ao final do mês a única amostra estatisticamente igual ao controle foi a CCTSEL, ou seja, a amostra de temperatura controlada e ausência de luz.

Para o óleo de girassol, nas duas primeiras semanas todas as condições já se mostraram estatisticamente diferentes do controle. No final da 4ª semana, assim como nas amostras de soja, estas também sofreram aumento significativo durante armazenamento.

Apesar dos valores de viscosidade terem aumentado ao longo do tempo, pode-se verificar que as modificações ocorridas não foram muito severas. Canciam (2010) fala que os óleos vegetais com maior quantidade de ácidos graxos poliinsaturados possuem menor energia de ativação e, conseqüentemente é menos sensíveis às mudanças nas suas características reológicas, neste caso a viscosidade.

Canciam (2010) demonstrou em seu estudo que os óleos vegetais que contem maior quantidade de ácidos graxos poli-insaturados apresentavam menor energia

Condições/ Semanas	Soja				Girassol			
	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Controle</b>	31,8 ± 0,02 <sup>a</sup>	31,8 ± 0,02 <sup>a</sup>	31,8 ± 0,02 <sup>b</sup>	31,8 ± 0,02 <sup>c</sup>	32,0 ± 0,01 <sup>a</sup>	32,0 ± 0,01 <sup>d</sup>	32,0 ± 0,01 <sup>a,b</sup>	32,0 ± 0,01 <sup>c</sup>
<b>CCTCEL</b>	31,5 ± 0,01 <sup>b</sup>	31,5 ± 0,03 <sup>b</sup>	32,0 ± 0,02 <sup>a</sup>	31,7 ± 0,02 <sup>d</sup>	31,8 ± 0,03 <sup>b</sup>	33,0 ± 0,03 <sup>a</sup>	32,0 ± 0,23 <sup>a,b</sup>	32,8 ± 0,12 <sup>a,b</sup>
<b>CCTSEL</b>	31,3 ± 0,01 <sup>c</sup>	31,6 ± 0,15 <sup>b</sup>	32,1 ± 0,03 <sup>a</sup>	32,0 ± 0,05 <sup>b,c</sup>	31,7 ± 0,02 <sup>d</sup>	32,1 ± 0,04 <sup>c</sup>	31,7 ± 0,04 <sup>b</sup>	32,6 ± 0,10 <sup>b</sup>
<b>SCTCEL</b>	31,4 ± 0,01 <sup>b</sup>	31,2 ± 0,02 <sup>c</sup>	31,9 ± 0,02 <sup>b</sup>	32,1 ± 0,03 <sup>a</sup>	31,8 ± 0,005 <sup>b,c</sup>	32,3 ± 0,03 <sup>b</sup>	32,2 ± 0,01 <sup>a</sup>	32,9 ± 0,01 <sup>a</sup>
<b>SCTSEL</b>	31,3 ± 0,06 <sup>c</sup>	31,3 ± 0,02 <sup>c</sup>	31,5 ± 0,03 <sup>c</sup>	32,0 ± 0,02 <sup>a,b</sup>	31,7 ± 0,04 <sup>c,d</sup>	32,3 ± 0,04 <sup>b</sup>	32,2 ± 0,23 <sup>a</sup>	32,6 ± 0,02 <sup>b</sup>

**Tabela 4:** Valores para a viscosidade dos óleos de soja e girassol em diferentes condições de armazenamento durante 30 dias e seus respectivos controles<sup>1</sup>.

de ativação, o que sugere que os parâmetros reológicos, como no caso a viscosidade, estão relacionados com a concentração de ácidos graxos poli-insaturados. Pereira, Queiroz e Figueirêdo (2003) relataram em seus estudos que a sensibilidade da viscosidade é devido à mudança de temperatura, ou seja, maiores valores de energia de ativação significam que a viscosidade é relativamente mais sensível à mudança de temperatura. Essa energia pode ser adquirida através da presença de diversos fatores como, presença de ácidos graxos livres, metais, oxigênio, pigmentos fotossensíveis (RIBEIRO & SERAVALLI, 2007).

Esse aumento da viscosidade pode estar relacionado também com a acidez, uma vez que mostra a ocorrência de transformações nas estruturas moleculares dos triglicerídeos. Segundo Ribeiro & Seravalli (2007) o aumento da viscosidade dos óleos ocorre durante o período de armazenamento devido à formação de polímeros de alto peso molecular e o aparecimento ou alteração da cor é devido à formação de polímeros insaturados.

## CONCLUSÃO

De acordo com o Teste de Tukey, considerando o nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ), as análises de massa específica, cor, refração e umidade não demonstraram alterações ao longo do armazenamento quando comparadas à amostra controle (tempo zero).

Em relação ao índice de acidez, ao final do estudo as amostras de óleo de soja, tanto as com controle de temperatura quanto as sem controle de temperatura foram estatisticamente diferentes do controle. Para as amostras de óleo de girassol, a partir da 3ª semana todas as amostras foram diferentes.

Em relação à estabilidade oxidativa observou-se que as amostras que ficaram expostas à luz foram mais sensíveis à oxidação, podendo ser justificado pelo fato dos antioxidantes serem fotossensíveis. Observou-se também que a amostra de óleo de girassol apresentou estabilidade inferior a do óleo de soja, podendo ser explicado devido ao baixo teor de tocoferóis gama ( $\gamma$ ) e delta ( $\delta$ ) no óleo de girassol, quando comparado ao óleo de soja.

Ao final do estudo todas as amostras apresentaram aumento na viscosidade, porém, apesar desse aumento ao longo do tempo, pode-se verificar que durante o tempo estudado não ocorreram mudanças visualmente perceptíveis dos óleos estudados.

Pôde-se constatar que não houve grandes diferenças entre as amostras no que diz respeito à sua forma de exposição, contudo com relação às variáveis utilizadas, temperatura e luz, a luminosidade apresentou uma maior influência nas alterações das amostras, sendo isso principalmente constatado nos parâmetros de estabilidade oxidativa e viscosidade.

## NOTAS

1. Médias com letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## REFERÊNCIAS

- ABNT: NBR10441. Produtos de petróleo - **Líquidos transparentes e opacos – Determinação da viscosidade cinemática e cálculo da viscosidade dinâmica**. 2ª Edição, 2007.
- ABNT: NBR14065. Produtos de petróleo e óleos viscosos – **Determinação da massa específica e da densidade relativa pelo densímetro digital**. 2ª Edição, 2006.
- ABNT: NBR14483. Produtos de petróleo- **Determinação da cor- Método do colorímetro ASTM**. Out, 2008.
- AMARAL, Lucia; JAIGOBIND, J, Sammay; JAIGOBIND, G, A, Allan. Dossiê Técnico. **Óleo de soja**, Paraná, Nov.2006. Disponível em: [http://pessoal.utfpr.edu.br/marlenesoares/arquivos/dossi\\_tecn\\_Tecpar.pdf](http://pessoal.utfpr.edu.br/marlenesoares/arquivos/dossi_tecn_Tecpar.pdf). Acesso em 20 Jul. 2012.
- ASTM D 6304-07: **Standard Test Method for Determination of Water in Petroleum Products, Lubricating Oils, and Additives by Coulometric Karl Fischer Titration**. April, 2009.
- BRASIL. Instrução Normativa Nº 49, DE 22 DE DEZEMBRO DE 2006. **Resolução RDC nº 270**, de 22 de setembro de 2005 ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005.
- CANCIAM, César Augusto. Efeito da temperatura na viscosidade de óleos vegetais refinados. **EUPG Exatas Terra, Ci. Agr. Eng**, Ponta Grossa, 16 (1): 07-12, abr. 2010.
- CARVALHO, Sabrina Matos; OGLIARI, Paulo José; BARRERA-ARELLANO, Daniel; BLOCK, Jane Mara. Efeito da adição de tocoferóis naturais sobre a qualidade de óleo de soja refinado e embalado em PET durante a estocagem. **Brazilian Journal on Food Technology**. Campinas, vol.11, n. 2, p.134-143, abr-jun. 2008.
- CASTELO BRANCO, Vanessa Naciuk; TORRES, Alexandre Guedes. Capacidade antioxidante total de óleos vegetais comestíveis: determinantes químicos e sua relação com a qualidade dos óleos. **Revista de Nutrição**, Campinas, 24(1), 173-187, jan/fev. 2011.
- EN14112: European Standard. Fatty acid methyl esters (FAME) – **Determination of oxidation stability** (accelerated oxidation test) april, 2003.
- FUENTES, Paula Heidy Aguilera. **Avaliação da qualidade de óleos de soja, canola, milho e girassol durante o armazenamento**. Florianópolis, 2011. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) Programa de Pós-graduação em Ciências dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2011.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v.1.: Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos, 3ª. ed. Sao Paulo: IMESP, 1985. p. 245-246.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos, 3ª. ed. Sao Paulo: IMESP, 1985. p. 247.
- MASUCHI, Monise Helen; CELEGHINI, Renata Maria dos Santos; GONÇALVES, Lireny Aparecida Guaraldo; GRIMALDI, Renato. Quantificação de TBHQ (terc butil hidroquinona) e avaliação da

estabilidade oxidativa em óleos de girassol comerciais. **Química Nova**, Campinas-SP, Vol. 31, n.5, p.1053-1057, abr.2008.

PEREIRA, E. A.; QUEIROZ, A, J, M.; FIGUEIREDO, R. M F. Comportamento reológico de mel da abelha urucu (*melipona scutellaris*, L.) **Revista Ciências exatas e naturais**; Guarapuava, v.5, n.2, p. 179-186, 2003.

REDA, SemeYoussef. **Estudo comparativo de óleos vegetais submetidos a estresse térmico**. Ponta Grossa, 2004. 153 f. Dissertação (Mestrado em avaliação tecnológica de matérias- primas) Setor de ciências agrárias e de tecnologia, Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Ponta Grossa - PR, 2004.

REIS, Dy Napolles S; FIGUEIREDO, Francisco Cardoso; MELO, Suely Moura; SILVA, Rondenelly Brandão; JUNIOR, José Ribeiro Santos; Estudo da estabilidade do óleo de Girassol (*Helianthus annus*). **5º CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL e 8º CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL**. Salvador- Bahia, Vol. 2 p.789 abr, 2012.

RIBEIRO,Eliana Paula; SERAVALLI, Elisena A. G. 4.Lipídeos.In: **Química de Alimentos**: 2ª Ed. São Paulo. Editora Blucher, 2007. p. 112-167.

VACCA, Vincenzo; CARO, Alessandro Del; POIANA, Marco; PIGA, Antônio. Effect of storage period and exposure conditions on the quality of bosana extra-virgin olive oil. **Journal of Food Quality** **29** p. 139–150 dec. 2006.

ZENOBON, Odair; PASCUET, Neus Sadocco. XVI.Óleos e gorduras. In: **Métodos físico-químicos para análise de alimentos, INSTITUTO ADOLFO LUTZ**, 4ª Ed. Brasília, Editora MS. 2005. p. 589 – 625.

**Recebido em 11-DEZ-2013**

**Aceito em 11-FEV-2014**