

Qualidade de óleos compostos de soja e gergelim sob estocagem em estufa*Quality of soybean and sesame compound oils under oven storage*

Maria Paula Fortuna Clara¹
Carolina Médici Veronezi²
Neuza Jorge³

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o comportamento dos óleos de soja, gergelim e seus compostos, formulados nas proporções 75:25 e 50:50 (p/p), em condições de estocagem acelerada em estufa a 60°C por 0, 7, 14 e 21 dias. Amostras foram submetidas às análises físico-químicas, compostos bioativos, além da atividade antioxidante. Ao final da estocagem, o óleo de gergelim (G) se sobressaiu com menores formações de compostos primários e secundários da oxidação, enquanto o óleo de soja (S) se destacou com maiores concentrações de tocoferóis totais e atividade antioxidante. O SG₂ apresentou menores alterações oxidativas, maior índice de estabilidade e teores de carotenoides totais; enquanto o SG₁ apresentou maiores teores de tocoferóis e atividade antioxidante por DPPH. Ambos os óleos mantiveram retenções finais significativas de cerca de 80% para tocoferóis totais. Conclui-se que a formulação de óleos compostos é uma alternativa eficaz para aumentar a estabilidade e a funcionalidade do óleo de soja, apresentando potencial para diversas aplicações industriais.

Palavras-chave: Atividade antioxidante. *Glycine max* L. *Sesamum indicum* L. Propriedades físico-químicas. Tocoferóis.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the behavior of soybean and sesame oils, and their compounds, formulated in 75:25 and 50:50 (w/w) proportions, under accelerated storage conditions in an oven at 60°C for 0, 7, 14 and 21 days. Samples were subjected to physicochemical analyses, bioactive compounds, and antioxidant activity. At the end of storage, sesame oil (G) stood out with lower formation of primary and secondary oxidation compounds, while soybean oil (S) stood out with higher concentrations of total tocopherols and antioxidant activity. SG₂ showed lower oxidative changes, a higher stability index, and total carotenoid contents, while SG₁ showed higher tocopherol contents and antioxidant activity by DPPH. Both oils maintained significant final retentions of approximately 80% for total tocopherols. It is concluded that the formulation of compound oils is an effective alternative for increasing the stability and functionality of soybean oil, showing potential for various industrial applications.

Keywords: Antioxidant activity. *Glycine max* L. *Sesamum indicum* L. Physicochemical properties. Tocopherols.

¹Doutora em Engenharia de Alimentos, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"-UNESP. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9740-5976> E-mail: mp_fortuna@hotmail.com

²Doutora em Engenharia e Ciência de Alimentos. Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"-UNESP. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9737-6933> - E-mail: cveronezi@hotmail.com

³Doutora em Engenharia de Alimentos. Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"-UNESP. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7166-0880> - E-mail: neuza.jorge@unesp.br

1. INTRODUÇÃO

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define óleos e gorduras vegetais compostos como produtos obtidos pela mistura de óleos ou gorduras vegetais de duas ou mais espécies, podendo ser adicionados de especiarias ou outros ingredientes para fins de sabor, desde que não descaracterizem o produto como óleo ou gordura (BRASIL, 2021a).

A mistura de óleos permite a modificação de propriedades físico-químicas, térmicas e morfológicas, tornando os óleos vegetais mais adequados para aplicações específicas em alimentos. Esse processo é especialmente relevante na indústria de alimentos, onde a funcionalidade dos óleos e gorduras pode ser adaptada para melhorar características como estabilidade oxidativa, comportamento térmico e propriedades sensoriais (DHYANI et al., 2022).

Óleos ricos em ácidos graxos monoinsaturados, como o de gergelim, destacam-se por sua maior resistência às reações oxidativas quando comparados ao óleo de soja, predominantemente poli-insaturado. Essa característica proporciona maior estabilidade oxidativa, preservação de propriedades sensoriais e valor nutricional, mesmo em condições adversas de temperatura e oxigênio (ANANTH et al., 2019). O óleo de gergelim tem sido utilizado na prevenção de várias doenças devido ao seu elevado teor de ácidos graxos mono e poli-insaturados, vitamina E, fitosteróis, sesamolina, sesamina e outros componentes nutraceuticos (DOSSOU et al., 2023). Nesse contexto, a combinação desse óleo com o de soja tem se mostrado uma solução eficaz para superar os desafios associados à degradação oxidativa.

Estudos recentes reforçam a relevância dos óleos compostos na melhoria da estabilidade oxidativa e funcionalidade, destacando seu potencial para aplicações diversas na indústria de alimentos. Lehnert et al. (2019) analisaram a qualidade e segurança de óleos compostos derivados de diferentes fontes vegetais, como misturas de óleos de sementes e frutos oleaginosos, demonstrando sua viabilidade como ingredientes em alimentos processados. O estudo destacou sua aplicabilidade em produtos que exigem maior estabilidade oxidativa e funcional em condições de armazenamento prolongado.

Em outro estudo, Kaseke et al. (2021) destacaram a combinação de óleo de girassol e óleo de sementes de romã como uma abordagem promissora. A mistura apresentou melhorias significativas na funcionalidade, estabilidade oxidativa e propriedades

antioxidantes, tornando-a adequada para aplicações que exigem alto desempenho antioxidante.

Pinheiro et al. (2022) avaliaram os óleos de soja, coco, girassol e as misturas soja:coco (75:25, v/v) e girassol:coco (75:25, v/v) quanto às propriedades físico-químicas e teor de tocoferóis quando submetidos a 180°C/15 horas, concluindo que os óleos compostos minimizaram a formação de compostos primários e secundários de degradação e reduziram em 40% a formação de compostos polares totais. Adicionalmente, apresentaram maior retenção de tocoferóis totais e vitamina E, evidenciando a aplicação desses óleos compostos em processos que envolvam elevadas temperaturas.

Além disso, Veronezi e Jorge (2022) caracterizaram os óleos de soja, mamão, melão e os compostos soja:mamão (80:20 p/p); soja:melão (80:20 p/p) e soja:mamão:melão (60:20:20 p/p/p) quanto às propriedades físico-químicas e capacidade antioxidante. Averiguaram que o óleo composto soja:mamão:melão mostrou menores índices de acidez e peróxidos, e se destacou com elevada quantidade de carotenoides e vitamina A. Desta maneira, foi possível verificar grande potencial para o uso das sementes de mamão e melão, a fim de valorizar os resíduos agroindustriais e, principalmente, elevar a estabilidade oxidativa e o valor nutricional do óleo de soja.

A formulação de óleos compostos tem sido amplamente aplicada em alimentos para atender requisitos tecnológicos e nutricionais, sem comprometer a saúde. Dado o elevado potencial de valor agregado dos óleos de soja e gergelim, este estudo explorou suas propriedades para a formulação de óleos compostos, visando aprimorar a estabilidade oxidativa e ampliar suas possibilidades de aplicação. Dessa forma, ressalta-se a necessidade de realizar estudos sobre a formulação de óleos compostos, focando nos efeitos das misturas em condições de estocagem acelerada em estufa, que simulam cenários reais de uso e armazenamento. Essa abordagem busca fornecer subsídios científicos para o desenvolvimento de produtos alimentícios mais estáveis, funcionais e alinhados às demandas tecnológicas e nutricionais do mercado.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os óleos utilizados foram adquiridos no comércio local de São José do Rio Preto-SP, sendo o óleo de soja do tipo 1 e refinado, enquanto o de gergelim, óleo bruto obtido por extração a frio, sem processamento adicional. Em média, 200 mL dos óleos de soja (S),

gergelim (G) e os compostos, formulados nas proporções SG₁ (75:25 p/p) e SG₂ (50:50 p/p) foram colocados em frascos de vidro âmbar, estocados em estufa com circulação de ar a 60°C e analisados em 0, 7, 14 e 21 dias de estocagem quanto às propriedades físico-químicas e antioxidantes.

Os ácidos graxos livres (% de ácido oleico); índice de peróxidos (meq/kg); dienos conjugados; índice de *p*-anisidina (utilizando espectrofotômetro a 350 nm) e índice de estabilidade oxidativa (utilizando o Rancimat, temperatura de 110°C e fluxo de ar de 20 L/h) foram realizados conforme métodos da AOCS (2009). O valor total de oxidação (valor tototox), que indica a quantidade total de compostos formados durante o processo de autooxidação dos óleos foi obtido por meio de uma equação matemática que integra os resultados dos índices de peróxidos e *p*-anisidina ($VT = 2 IP + IpA$).

Os compostos fenólicos totais foram extraídos de acordo com o método proposto por Parry et al. (2005). A quantificação foi determinada conforme a metodologia descrita por Singleton e Rossi (1965), utilizando reagente de Folin-Ciocalteu e detectados a $\lambda = 765$ nm em espectrofotômetro (Modelo UV-VIS mini 1240, Shimadzu, Chiyoda-ku, Tokyo, Japão), sendo os resultados expressos em mg EAG/kg.

Os carotenoides totais foram analisados segundo a metodologia descrita por Rodriguez-Amaya (2001) e quantificados utilizando o espectro de absorção UV-visível (350-550 nm, com os resultados expressos em $\mu\text{g } \beta\text{-caroteno/g de óleo}$.

Os teores de tocoferóis foram determinados pelo método Ce 8-89 da AOCS (2009). A análise foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), com detector de fluorescência. Os valores das concentrações foram calculados em base da área dos picos de excitação da leitura e expressos em valores de cada isômero separadamente. Uma curva padrão de tocoferóis foi elaborada para expressar o teor de tocoferóis em mg/kg.

O método DPPH^{*} foi determinado conforme metodologia descrita por Kalantzakis et al. (2006). Este método consiste em avaliar a atividade sequestradora do radical livre 2,2, difenil-1-picril-hidrazila (DPPH^{*}). A medida da atividade antioxidante foi feita espectrofotometricamente em 517 nm e os valores medidos foram convertidos em porcentagem de atividade antioxidante (%).

O método FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) foi realizado de acordo com Szydlowska-Czerniak et al. (2008). O ensaio FRAP é baseado na capacidade dos fenóis

em reduzir o Fe^{3+} em Fe^{2+} . A absorvância foi medida a 595 nm em espectrofotômetro. Os resultados foram expressos $\mu\text{Mol Trolox}/100 \text{ g}$.

O trabalho foi realizado no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (óleos x tempos de aquecimento). Os resultados obtidos das determinações analíticas foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias foram testadas a 5% de probabilidade pelo teste de *Tukey*, por meio do programa ESTAT, versão 2.0.

3. RESULTADOS

Como observado na Tabela 1, os dados indicam um aumento nos teores de ácidos graxos livres, reflexo da degradação hidrolítica (EL YAMANI et al., 2022), com variações entre os óleos estudados. Dentre as formulações, o SG₂ apresentou aumento significativo, com maiores valores em todos os tempos, indicando maior degradação hidrolítica, em relação ao SG₁, que apresentou um aumento significativo até 7 dias, mas, depois manteve-se constante até o final da estocagem.

Como esse parâmetro é determinante para a qualidade do óleo, há limites regulamentares que asseguram sua segurança alimentar. De acordo com a legislação brasileira e as diretrizes do Codex Alimentarius (2009), o limite para óleos e gorduras refinados é de 0,6 mg KOH/g (~0,3%), enquanto para óleos prensados a frio e não refinados, é de 4,0 mg KOH/g (~2,0%) (BRASIL, 2021b). Observa-se que o óleo de gergelim ultrapassou o limite permitido já no tempo inicial de estocagem, enquanto o óleo de soja atingiu o limite a partir de 7 dias.

A diferença na resistência à degradação hidrolítica entre os óleos pode estar relacionada ao perfil de ácidos graxos e à presença de compostos antioxidantes naturais. Embora o óleo de soja tenha ultrapassado o limite regulamentar a partir do 7º dia, apresentou desempenho superior em relação ao óleo de gergelim, mantendo teores mais baixos de ácidos graxos livres ao longo da estocagem. Essa estabilidade pode ser atribuída, em parte, à presença de tocoferóis, especialmente considerando que foi utilizado óleo de soja comercial, que contém naturalmente vitamina E, o que potencializa sua proteção contra degradações oxidativa e hidrolítica (HUANG et al., 2022).

No início da estocagem, os índices de peróxidos dos óleos puros estavam dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2021b) e pelo Codex Alimentarius

(2023), tanto para óleos e gorduras refinados (10 meq/kg), quanto para óleos prensados a frio e não refinados (15 meq/kg). Entretanto, ao longo da estocagem, houve aumento significativo para os óleos analisados, tanto puros, quanto compostos, devido à aceleração das reações de oxidação sob as condições de temperatura mais elevada (SHARMA et al., 2019).

Tabela 1. Propriedades físico-químicas para os óleos submetidos à estocagem acelerada em estufa a 60°C

Óleos	Tempos de estocagem (dias)			
	0	7	14	21
<i>Ácidos graxos livres (%)</i>				
S	0,17 ± 0,01 ^{bD}	0,30 ± 0,01 ^{aD}	0,31 ± 0,01 ^{aD}	0,34 ± 0,01 ^{aD}
G	3,04 ± 0,01 ^{bA}	3,19 ± 0,01 ^{abA}	3,23 ± 0,01 ^{aA}	3,36 ± 0,01 ^{aA}
SG ₁	0,78 ± 0,01 ^{bC}	1,19 ± 0,01 ^{aC}	1,18 ± 0,01 ^{aC}	1,20 ± 0,01 ^{aC}
SG ₂	1,25 ± 0,01 ^{dB}	2,01 ± 0,01 ^{cB}	2,71 ± 0,03 ^{bB}	3,01 ± 0,01 ^{aB}
<i>Índice de Peróxidos (meq/kg)</i>				
S	2,78 ± 0,17 ^{dC}	6,74 ± 0,22 ^{cC}	41,04 ± 0,56 ^{bA}	59,21 ± 0,36 ^{aA}
G	14,51 ± 0,11 ^{dA}	25,36 ± 8,20 ^{cA}	36,78 ± 0,51 ^{bB}	48,59 ± 0,07 ^{aB}
SG ₁	7,92 ± 0,22 ^{dB}	23,47 ± 0,13 ^{cA}	30,37 ± 0,19 ^{bC}	45,51 ± 0,91 ^{aC}
SG ₂	6,86 ± 0,34 ^{dB}	16,92 ± 0,63 ^{cB}	25,25 ± 0,70 ^{bD}	28,84 ± 0,30 ^{aD}
<i>Dienos conjugados (%)</i>				
S	0,28 ± 0,01 ^{dD}	0,32 ± 0,01 ^{cD}	0,52 ± 0,01 ^{bC}	0,63 ± 0,01 ^{aC}
G	0,64 ± 0,01 ^{bA}	0,56 ± 0,01 ^{dA}	0,60 ± 0,01 ^{cA}	0,68 ± 0,01 ^{aB}
SG ₁	0,33 ± 0,01 ^{dC}	0,46 ± 0,01 ^{cC}	0,55 ± 0,01 ^{bB}	0,71 ± 0,01 ^{aA}
SG ₂	0,36 ± 0,01 ^{dB}	0,50 ± 0,01 ^{cB}	0,57 ± 0,01 ^{bB}	0,65 ± 0,01 ^{aC}
<i>Anisidina</i>				
S	3,58 ± 0,01 ^{aB}	1,03 ± 0,02 ^{dD}	2,29 ± 0,01 ^{cD}	3,16 ± 0,01 ^{bD}
G	0,00 ± 0,00 ^{dC}	8,10 ± 0,08 ^{cA}	12,73 ± 0,01 ^{bA}	14,97 ± 0,01 ^{aA}
SG ₁	3,73 ± 0,01 ^{cB}	2,53 ± 0,01 ^{dC}	4,22 ± 0,01 ^{bC}	6,22 ± 0,01 ^{aC}
SG ₂	5,66 ± 0,01 ^{cA}	5,27 ± 0,01 ^{dB}	7,01 ± 0,01 ^{bB}	11,39 ± 0,01 ^{aB}
<i>Totox</i>				
S	9,15 ± 0,72 ^{dC}	14,52 ± 0,66 ^{cD}	84,36 ± 2,27 ^{bA}	121,60 ± 1,62 ^{aA}
G	29,01 ± 0,47 ^{dA}	58,83 ± 29,80 ^{cA}	86,30 ± 2,12 ^{bA}	112,17 ± 0,27 ^{aB}
SG ₁	19,58 ± 0,88 ^{dB}	49,47 ± 0,57 ^{cB}	64,97 ± 0,75 ^{bB}	97,25 ± 3,28 ^{aC}
SG ₂	19,38 ± 1,34 ^{dB}	39,11 ± 2,78 ^{cC}	57,51 ± 3,07 ^{bC}	69,07 ± 1,04 ^{aD}
<i>Estabilidade oxidativa (h)</i>				
S	7,14 ± 0,01 ^{aA}	5,06 ± 0,01 ^{bA}	4,09 ± 0,01 ^{cA}	3,73 ± 0,01 ^{cA}
G	1,91 ± 0,01 ^{aD}	1,64 ± 0,01 ^{bD}	1,30 ± 0,01 ^{cD}	1,05 ± 0,01 ^{dD}
SG ₁	4,46 ± 0,01 ^{aB}	3,30 ± 0,05 ^{bB}	2,94 ± 0,01 ^{cB}	2,33 ± 0,01 ^{dB}
SG ₂	3,59 ± 0,01 ^{aC}	2,53 ± 0,01 ^{bC}	2,09 ± 0,01 ^{cC}	1,70 ± 0,01 ^{dC}

S: soja, G: gergelim, SG₁: 75:25 p/p, SG₂: 50:50 p/p.

Médias ± desvios padrões das determinações seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem pelo teste de Tukey (p > 0,05).

O óleo de soja apresentou aumento de aproximadamente 21 vezes em relação ao seu

valor inicial, refletindo sua elevada suscetibilidade à oxidação, devido à alta concentração de ácidos graxos poli-insaturados, conforme observado nos estudos de ZHAO et al. (2020).

O óleo de gergelim apresentou o maior valor inicial de peróxidos, destacando-se como o mais suscetível à oxidação no início da estocagem. Ao final da estocagem, seu índice aumentou cerca de 3 vezes, um valor relativamente menor em comparação ao óleo de soja. Esse comportamento sugere que, embora tenha apresentado alta suscetibilidade à oxidação no início da estocagem, a presença de antioxidantes naturais, como sesamina e sesamolina, contribuiu para retardar parcialmente a formação de hidroperóxidos ao longo do tempo (SARRAMI et al., 2023).

As formulações SG₁ e SG₂ apresentaram aumentos de aproximadamente 6 e 4 vezes nos índices de peróxidos, respectivamente. A formulação SG₂ demonstrou maior estabilidade ao final da estocagem, sugerindo que a proporção de 50% do óleo de gergelim pode ser mais eficiente na redução da oxidação. Ambas apresentaram índices de peróxidos inferiores aos óleos puros de soja e gergelim, indicando o efeito benéfico dos óleos compostos no controle da oxidação. Estudos mostram que os antioxidantes naturais, como as lignanas presentes no óleo de gergelim, contribuem para a estabilidade oxidativa quando combinados com outros óleos (KIM et al., 2002).

Com base na análise do índice de ácidos dienoicos conjugados (Tabela 1), observa-se que, ao longo dos 21 dias, o óleo de gergelim apresentou comportamento distinto em relação aos demais óleos. Apesar dessas diferenças, os óleos atingiram seus maiores valores em 21 dias, refletindo a formação de compostos primários da oxidação lipídica. Independentemente do tempo, o óleo de gergelim apresentou o maior índice ao longo da estocagem.

As formulações contendo óleo de gergelim (SG₁ e SG₂) não foram capazes de melhorar significativamente a oxidação lipídica do óleo de soja puro. No entanto, ao final da estocagem, SG₂ apresentou desempenho semelhante ao óleo de soja, sugerindo que proporção de 50% de óleo de gergelim poderia contribuir para maior resistência à oxidação lipídica. Isso se deve às propriedades antioxidantes naturais do gergelim, que podem ser mais eficazes em concentrações mais elevadas (CHAU et al., 2021).

Quando o valor do índice de p-anisidina é inferior a 10, o óleo pode ser considerado de boa qualidade (ACHLINA; NURAZIZAH, 2024). Conforme observado na Tabela 1, os óleos puros e compostos mantiveram o índice de p-anisidina abaixo desse limite até 7 dias

de estocagem, indicando boa estabilidade oxidativa. No entanto, o óleo de gergelim ultrapassou esse limite aos 14 dias de estocagem, enquanto SG₂ apresentou valores superiores apenas ao final do período (21 dias), indicando maior formação de produtos secundários de oxidação nesses óleos (BAZACHI et al., 2024).

O óleo de gergelim iniciou com o menor valor, mas, ao final da estocagem, registrou o maior índice, indicando maior formação de produtos secundários de oxidação. Entre os óleos compostos, a formulação SG₂ apresentou os maiores índices de p-anisidina ao longo da estocagem, evidenciando maior formação de produtos secundários da oxidação.

Na Tabela 1, observa-se um aumento progressivo nos níveis de Totox para os óleos ao longo dos 21 dias de estocagem, evidenciando a degradação oxidativa contínua em todos os tratamentos. No entanto, os óleos compostos apresentaram desempenho superior aos óleos puros. Os óleos compostos SG₂ e SG₁ apresentaram as menores taxas de oxidação, com reduções de aproximadamente 43 e 20%, respectivamente no valor Totox em comparação ao óleo puro de soja. A literatura destaca que óleos ricos em compostos antioxidantes naturais, como tocoferóis e lignanas, tendem a apresentar maior estabilidade oxidativa (GARG et al., 2021).

Em relação aos óleos puros, o óleo de soja apresentou a maior estabilidade oxidativa em todos os períodos de estocagem, destacando-se como o mais resistente à oxidação, o que pode ser atribuído ao processo de refinação, que remove compostos pró-oxidantes e promove maior resistência à oxidação durante o armazenamento (CHEW et al., 2019).

Por outro lado, o óleo de gergelim apresentou os menores índices de estabilidade oxidativa ao longo de toda a estocagem, evidenciando sua elevada susceptibilidade à oxidação lipídica (GEBREMESKEL et al., 2022). Em 21 dias, sua estabilidade reduziu em aproximadamente 45% em relação ao valor inicial, indicando que, apesar da presença de antioxidantes naturais, a degradação oxidativa ocorreu de forma expressiva. Embora o óleo de gergelim contenha compostos antioxidantes como lignanas, sesamina e sesamolina, esses antioxidantes podem ter sofrido degradação térmica ou não ter sido suficientemente eficazes para conter a oxidação durante o teste Rancimat, que expõe os óleos a condições aceleradas de temperatura e fluxo contínuo de oxigênio, intensificando os processos oxidativos (CHAU et al., 2021).

Assim como o óleo puro de gergelim, os compostos (SG₁ e SG₂) também apresentaram resistência inferior à oxidação. A formulação SG₂, com maior proporção de

óleo de gergelim, perdeu aproximadamente 53% de sua estabilidade inicial em 21 dias, enquanto SG₁ obteve redução de cerca de 48%, indicando que a presença de antioxidantes naturais no óleo de gergelim não foi suficiente para conter a degradação oxidativa em longo prazo.

Em relação aos óleos puros, o óleo de gergelim apresentou maior teor inicial de compostos fenólicos totais (Tabela 2). Essa superioridade pode estar atribuída à presença de lignanas, como sesamina e sesamolina, e ao elevado teor de tocoferóis (CHAU et al., 2021). Ao longo da estocagem, o óleo de gergelim manteve os maiores teores de compostos fenólicos, com retenção final de 99%.

Tabela 2. Teores de compostos fenólicos totais e carotenoides totais dos óleos estocados em estufa a 60°C

Óleos	Tempos de estocagem (dias)			
	0	7	14	21
<i>Compostos fenólicos totais (mg/kg)</i>				
S	122,69 ± 3,54 ^{aC}	97,06 ± 1,77 ^{bD}	100,81 ± 4,42 ^{bD}	106,75 ± 3,09 ^{bD}
G	175,19 ± 1,77 ^{bA}	197,37 ± 5,75 ^{aA}	196,43 ± 4,42 ^{aA}	173,31 ± 8,84 ^{bB}
SG ₁	173,00 ± 0,44 ^{aA}	118,94 ± 1,77 ^{cC}	183,00 ± 1,33 ^{aB}	147,68 ± 4,42 ^{bC}
SG ₂	143,00 ± 1,33 ^{cB}	151,44 ± 1,77 ^{bcB}	156,75 ± 0,44 ^{bC}	194,88 ± 1,33 ^{aA}
<i>Carotenoides (µg β-caroteno/g)</i>				
S	5,69 ± 0,02 ^{cD}	17,82 ± 0,86 ^{bD}	45,55 ± 5,58 ^{aB}	42,59 ± 0,10 ^{aC}
G	17,82 ± 0,01 ^{dC}	40,57 ± 5,64 ^{cC}	46,43 ± 1,66 ^{bB}	55,06 ± 1,80 ^{aB}
SG ₁	69,18 ± 4,87 ^{aA}	51,43 ± 0,45 ^{cB}	54,25 ± 3,81 ^{cA}	61,28 ± 1,79 ^{bA}
SG ₂	60,39 ± 14,42 ^{aB}	58,50 ± 2,55 ^{aA}	49,15 ± 0,01 ^{bB}	50,51 ± 0,17 ^{bB}

S: soja, G: gergelim, SG₁:75:25 p/p, SG₂: 50:50 p/p.
Médias ± desvios padrões das determinações seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem pelo teste de Tukey (p > 0,05).

Nos óleos compostos, SG₁ apresentou inicialmente o maior teor de compostos fenólicos totais. Ao final do período de estocagem, SG₂ demonstrou a melhor preservação de compostos fenólicos totais, alcançando o maior teor final entre os óleos avaliados. Esses achados indicam que, embora os óleos compostos possam apresentar uma preservação superior de compostos fenólicos nos estágios iniciais da estocagem, essa vantagem tende a desaparecer ao longo do tempo. Portanto, estratégias como o enriquecimento com compostos fenólicos ou o ajuste das proporções de óleos na formulação podem ser fundamentais para otimizar a estabilidade oxidativa durante o armazenamento (VENDRELL CALATAYUD et al., 2024).

Os teores de carotenoides totais nos óleos puros apresentaram variações ao longo da estocagem, evidenciando a degradação térmica e oxidativa desses compostos. Ao longo

da estocagem, o óleo de gergelim apresentou o maior teor. Nos óleos compostos, também foram observadas variações nos teores de carotenoides durante o armazenamento, refletindo a influência das misturas na estabilidade dos pigmentos. Durante a estocagem o SG₁ apresentou maior teor, exceto aos 7 dias. Esses resultados indicam que a preservação dos carotenoides foi modulada tanto pela composição individual dos óleos quanto pela proporção dos componentes na mistura, influenciando sua estabilidade antioxidante.

Os óleos compostos, SG₁ e SG₂, demonstraram boa retenção de carotenoides, com aproximadamente 88 e 84%, respectivamente. O óleo composto SG₁ apresentou os maiores teores ao final da estocagem, enquanto SG₂ também superou o óleo de soja puro, evidenciando o efeito protetor do óleo de gergelim na estabilização dos carotenoides. Estudos como os de Al Amin et al. (2023), demonstraram que o óleo de gergelim pode reduzir significativamente a degradação oxidativa quando combinado com óleo de soja, enquanto Khakbaz Heshmati et al. (2022) evidenciaram seu papel em oferecer proteção adicional em formulações compostas.

Pela Tabela 3, observa-se que os óleos apresentaram degradação dos tocoferóis ao longo do tempo, efeito associado à exposição a temperaturas mais elevadas e presença de oxigênio, conforme amplamente relatado na literatura (KMIECIK et al., 2019). O α -tocoferol, reconhecido por sua alta atividade antioxidante, mas baixa estabilidade térmica apresentou os maiores teores iniciais no óleo de gergelim, seguido pelas formulações SG₂ e SG₁. No entanto, ao final de 21 dias de estocagem, as formulações SG₁ e SG₂ demonstraram maiores retenções (90 e 84%), superando tanto o óleo de gergelim (80%) quanto o óleo de soja (79%). Esses resultados evidenciam o papel dos óleos compostos na preservação do α -tocoferol, possivelmente devido a interações sinérgicas entre compostos bioativos, como lignanas do gergelim e antioxidantes naturais do óleo de soja (GARG et al., 2021).

Tabela 3. Perfil de tocoferóis para os óleos submetidos à estocagem acelerada em estufa a 60°C

Óleos	Tempos de estocagem (dias)			
	0	7	14	21
<i>α-tocoferol (mg/kg)</i>				
S	47,00 $\pm$ 0,01 ^{aD}	45,68 $\pm$ 0,01 ^{bD}	41,55 $\pm$ 0,01 ^{cD}	37,19 $\pm$ 0,03 ^{dD}
G	976,07 $\pm$ 0,01 ^{aA}	830,91 $\pm$ 0,01 ^{bA}	819,56 $\pm$ 0,12 ^{cA}	777,86 $\pm$ 1,02 ^{dA}
SG ₁	267,48 $\pm$ 0,01 ^{aC}	266,20 $\pm$ 0,03 ^{bC}	264,73 $\pm$ 0,01 ^{cC}	241,09 $\pm$ 0,01 ^{dC}
SG ₂	531,62 $\pm$ 0,06 ^{aB}	529,92 $\pm$ 1,01 ^{bB}	491,40 $\pm$ 0,12 ^{cB}	445,35 $\pm$ 0,16 ^{dB}
<i>γ-tocoferol (mg/kg)</i>				
S	186,95 $\pm$ 0,45 ^{aD}	179,32 $\pm$ 0,01 ^{bD}	179,25 $\pm$ 0,01 ^{bD}	178,96 $\pm$ 0,02 ^{bD}
G	2254,76 $\pm$ 0,01 ^{aA}	2001,5 $\pm$ 0,01 ^{bA}	1995,16 $\pm$ 0,03 ^{cA}	1906,81 $\pm$ 0,38 ^{dA}
SG ₁	698,36 $\pm$ 0,01 ^{aC}	698,33 $\pm$ 0,01 ^{aC}	685,54 $\pm$ 0,01 ^{bC}	620,27 $\pm$ 0,06 ^{cC}

	SG ₂	1221,41 ± 0,08 ^{aB}	1220,20 ± 0,04 ^{bB}	1219,61 ± 0,06 ^{bB}	1134,93 ± 0,03 ^{cB}
<i>δ-tocoferol (mg/kg)</i>					
S		52,23 ± 0,01 ^{aA}	50,45 ± 0,01 ^{bA}	49,89 ± 0,00 ^{cA}	49,92 ± 0,00 ^{cA}
G		nd	nd	nd	nd
SG ₁		38,39 ± 0,00 ^{aB}	37,46 ± 0,01 ^{bB}	34,88 ± 0,04 ^{cB}	33,10 ± 0,01 ^{dB}
SG ₂		nd	nd	nd	nd
<i>Totais (mg/kg)</i>					
S		286,19 ± 0,67 ^{aD}	275,45 ± 0,02 ^{bD}	270,70 ± 0,03 ^{cD}	266,07 ± 0,08 ^{dD}
G		3230,83 ± 0,04 ^{aA}	2832,46 ± 0,04 ^{bA}	2814,72 ± 0,04 ^{cA}	2684,68 ± 2,64 ^{dA}
SG ₁		1004,23 ± 0,05 ^{aC}	1002,00 ± 0,01 ^{bC}	985,15 ± 0,04 ^{cC}	894,46 ± 0,01 ^{dC}
SG ₂		1753,04 ± 0,01 ^{aB}	1750,12 ± 0,66 ^{bB}	1711,01 ± 0,01 ^{cB}	1580,29 ± 0,34 ^{dB}

S: soja, G: gergelim, SG₁:75:25 p/p, SG₂: 50:50 p/p.
Médias ± desvios padrões das determinações seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem pelo teste de Tukey (p > 0,05).

No caso do γ -tocoferol, o óleo de gergelim se destacou novamente, apresentando níveis iniciais e finais mais elevados, seguidos pelos óleos compostos. No entanto, as maiores retenções foram observadas nas formulações SG₂ (93%) e SG₁ (89%), superando o óleo de gergelim puro (85%). Este comportamento está alinhado com estudos que indicam o γ -tocoferol como o isômero predominante e mais resistente à degradação oxidativa, especialmente em óleos ricos em antioxidantes naturais como o gergelim (BAŠKIROVS et al., 2024). O desempenho superior das formulações SG₁ e SG₂ reforça a influência do óleo de gergelim na estabilização do γ -tocoferol durante a estocagem acelerada.

O δ -tocoferol apresentou maior teor inicial no óleo de soja, enquanto o óleo de gergelim e sua formulação SG₂ não apresentaram valores detectáveis. A ausência de δ -tocoferol nesses óleos pode ser atribuída à própria composição natural do óleo de gergelim (KIM et al., 2002). Além disso, estudos sugerem que a presença de lignanas no óleo de gergelim pode modular a retenção e o metabolismo dos tocoferóis, favorecendo a preservação do γ -tocoferol em detrimento do δ -tocoferol (COMINI et al., 2023; MAJDALAWIEH et al., 2023).

Os maiores teores iniciais e finais de tocoferóis totais foram observados no óleo de gergelim, seguidos pelas formulações SG₂ e SG₁. No entanto, ao final de 21 dias de estocagem, SG₂ e SG₁ apresentaram as maiores retenções (90 e 89%), enquanto o óleo de gergelim puro apresentou retenção inferior (83%).

Inicialmente, o óleo de soja apresentou a maior capacidade antioxidante DPPH entre os óleos puros, conforme Tabela 4. Porém, em 21 dias de estocagem, o óleo de soja perdeu praticamente toda sua atividade antioxidante (99,5%), apresentando o maior declínio, enquanto o óleo de gergelim obteve redução de 57%. O óleo SG₁ preservou 85% de sua

atividade antioxidante inicial, enquanto SG₂ exibiu a maior perda entre os óleos compostos, restando apenas 66% de sua atividade inicial. Esses achados confirmam que a os óleos compostos melhoram a estabilidade antioxidante e reduzem a perda da atividade antioxidante ao longo do armazenamento.

Pela Tabela 4, pode-se observar que, inicialmente, entre os óleos puros, o óleo de gergelim apresentou o maior poder antioxidante de redução do ferro (FRAP). Em 21 dias de estocagem, o óleo de gergelim manteve 94% de sua capacidade antioxidante. Esses achados estão alinhados com os resultados de DPPH, nos quais o óleo de gergelim também apresentou perda significativa da capacidade antioxidante. No entanto, a maior estabilidade do óleo de soja em FRAP pode estar relacionada à regeneração de tocoferóis, conforme já descrito em estudos sobre sua interação com espécies reativas de oxigênio (GARG et al., 2021).

Tabela 4. Atividade antioxidante, DPPH e FRAP, para os óleos estocados em estufa a 60°C

Óleos	Tempos de estocagem (dias)			
	0	7	14	21
DPPH (%)				
S	82,39 ± 2,02 ^{bA}	85,77 ± 0,02 ^{aA}	84,78 ± 0,45 ^{abA}	0,43 ± 0,02 ^{cD}
G	70,22 ± 0,32 ^{aC}	60,56 ± 3,51 ^{bC}	40,88 ± 0,05 ^{cD}	30,19 ± 0,09 ^{dC}
SG ₁	80,58 ± 1,30 ^{aAB}	79,35 ± 0,27 ^{aB}	75,71 ± 0,81 ^{bB}	68,73 ± 1,46 ^{cA}
SG ₂	79,22 ± 1,46 ^{aB}	78,02 ± 0,20 ^{aB}	58,85 ± 1,43 ^{bC}	52,68 ± 1,12 ^{cB}
FRAP (μMol Trolox/100 g)				
S	113,99 ± 1,44 ^{abC}	106,24 ± 7,22 ^{cC}	110,64 ± 1,28 ^{bcC}	117,54 ± 0,32 ^{aC}
G	156,09 ± 0,12 ^{aB}	130,34 ± 0,18 ^{cA}	151,64 ± 1,62 ^{abA}	147,44 ± 0,50 ^{bA}
SG ₁	110,74 ± 0,80 ^{cC}	115,24 ± 0,50 ^{cB}	128,04 ± 5,66 ^{bB}	138,49 ± 0,21 ^{aB}
SG ₂	213,19 ± 5,44 ^{aA}	133,79 ± 1,44 ^{cA}	131,04 ± 2,00 ^{cB}	141,59 ± 3,12 ^{bB}

S: soja, G: gergelim, SG₁:75:25 p/p, SG₂: 50:50 p/p.

Médias ± desvios padrões das determinações seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem pelo teste de Tukey (p > 0,05).

Entre os óleos compostos, inicialmente SG₂ apresentou o maior poder antioxidante de redução do ferro (FRAP). Em 21 dias de estocagem, SG₁ e SG₂ apresentaram elevados teores de FRAP, com retenções de aproximadamente 125 e 66%, respectivamente. A manutenção da atividade antioxidante nessas formulações pode ser atribuída à presença de lignanas do óleo de gergelim, que demonstram efeito protetor sobre os tocoferóis e podem regenerar parte de sua atividade antioxidante ao longo do tempo (GARG et al., 2021). O fato de alguns óleos apresentarem retenções superiores a 100%, como observado em SG₁ (125%) e soja (103%), pode estar associado à regeneração de compostos

antioxidantes durante o armazenamento. Esse fenômeno ocorre devido à liberação de antioxidantes secundários ou à regeneração de compostos como tocoferóis e lignanas em resposta ao estresse oxidativo (GARG et al., 2021).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a estocagem acelerada, os óleos compostos exibiram desempenho superior em comparação ao óleo de soja puro. A formulação soja:gergelim 50:50 p/p apresentou as maiores retenções de tocoferóis e compostos fenólicos. O óleo de soja, por sua vez, apresentou maior degradação, com perda significativa de compostos bioativos e aumento da formação de produtos da oxidação.

A formulação de óleos compostos mostrou-se uma estratégia viável para aprimorar a estabilidade oxidativa do óleo de soja, reduzindo sua suscetibilidade à oxidação e contribuindo para a preservação de compostos bioativos. De modo geral, a formulação com proporção 50:50 (p/p) apresentou maior estabilidade em relação à de 75:25 (p/p).

Os achados deste estudo confirmam que os óleos compostos podem ser utilizados pela indústria de alimentos, com destaque para sua capacidade de prolongar a vida útil dos produtos, reduzir a necessidade de aditivos sintéticos e preservar a qualidade nutricional.

REFERÊNCIAS

- ACHLINA, D. N.; NURAZIZAH, A. Quality test of cooking oil used by fried chicken sellers in the Ciamis market based on peroxide value. **Ad-Dawaa: Journal of Pharmacy**, v. 2, n. 1, p. 18-26, 2024.
- AL AMIN, M.; ALI, M. A.; ALAM, M. S.; NAHAR, A. Oxidative degradation of sunflower oil blended with roasted sesame oil during heating at frying temperature. **Grain & Oil Science and Technology**, v. 6, n. 1, p. 34-42, 2023.
- ANANTH, D. A.; DEVIRAM, G.; MAHALAKSHMI, V.; SIVASUDHA, T.; TIETEL, Z. Phytochemical composition and antioxidant characteristics of traditional cold pressed seed oils in South India. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 17, p. 416-421, 2019.
- AOCS. AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. 6. ed. Champaign, 2009.
- BAŠKIROVS, G.; DUKURS, K.; SOLIVEN, A.; GÓRNAŠ, P. Evaluation of RPLC stationary phases for tocopherol and tocotrienol positional isomer separation: method development and profiling. **Talanta**, v. 277, 126360, 2024.
- BAZACHI, A.; ASTRATH, N. G. C.; SAVI, E. L.; MALACARNE, L. C.; BAESSO, M. L.; TORQUATO, A. S.; RODRIGUES, A. C.; LUKASIEVICZ, G. V. B.; HERCULANO, L. S. Spectroscopic and

chemometric analysis and oil stability index characterization of thermo-oxidized edible vegetable oils. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 126, n. 9, 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução RDC n. 481, 15 de março de 2021. “Dispõe sobre regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. Órgão emissor: ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, p. 249, 2021a. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br>. Acesso em: 8 out. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa n.º 87, de 14 de dezembro de 2021. Estabelece padrões para óleos e gorduras vegetais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 dez, 2021b.

CHAU, C.-F.; CIOU, J.-Y.; WU, C.-L. Commercialized sesame oil analysis: quality characterization and oxidative stability of blended sesame oil. **ACS Food Science & Technology**, v. 1, n. 7, p. 1222-1227, 2021.

CHEW, S. C.; TAN, C. P.; NYAM, K. L. Oxidative stability of crude and refined kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) seed oil during accelerated storage. **Sains Malaysiana**, v. 48, n. 2, p. 329-335, 2019.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Codex-Stan 210**: Codex standard for named vegetable oils. Rome, 2009.

COMINI, E.; RUBIALES, D.; REVEGLIA, P. Variability of fatty acid composition and lignan content in sesame germplasm, and effect of roasting. **ACS - Food Science & Technology**, v. 3, n. 10, p. 1747-1758, 2023.

DHYANI, A.; SINGH, P. K.; CHOPRA, R.; GARG, M. Enhancement of oxidative stability of perilla seed oil by blending it with other vegetable oils. **Journal of Oleo Science**, v. 71, n. 8, p. 1135-1144, 2022.

DOSSOU, S. S. K.; XU, F.; DOSSA, K.; ZHOU, R.; ZHAO, Y.; WANG, L. Antioxidant lignans sesamin and sesamol in sesame (*Sesamum indicum* L.): a comprehensive review and future prospects. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 22, n. 1, p. 14-30, 2023.

EL YAMANI, M.; SAKAR, E. H.; BOUSSAKOURAN, A.; RHARRABTI, Y. Effect of storage time and conditions on the quality characteristics of ‘Moroccan Picholine’ olive oil. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 39, 102244, 2022.

GARG, M.; WASON, S.; MEENA, P. L.; CHOPRA, R.; SADHU, S. D.; DHYANI, A. Effect of frying on physicochemical properties of sesame and soybean oil blend. **Journal of Applied and Natural Science**, v. 13, n. 3, p. 820-829, 2021.

GEBREMESKEL, A. F.; NGODA, P. N.; KAMAU-MBUTHIA, E. W.; MAHUNGU, S. M. The effect of roasting, storage temperature, and ethanoic basil (*Ocimum basilicum* L.) extract on the oxidative stability of crude sesame (*Sesamum indicum* L.) oil. **Food Science & Nutrition**, v. 10, n. 8, p. 2736-2748, 2022.

HUANG, J.; CHEN, C.; ZHAO, Z.; LI, X.; WANG, X.; JIN, Q.; TANG, J. Inhibition effect of oryzanol on the degradation of tocopherol and the oxidation kinetic of rice bran oils with different content of oryzanol and tocopherol. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 124, n. 5, 2022.

KALANTZAKIS, G.; BLEKAS, G.; PEGKLIDOU, K.; BOSKOU, D. Stability and radical scavenging activity of heated olive oil and other vegetable oils. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 108, n. 4, p. 329-335, 2006.

KASEKE, T.; OPARA, U. L.; FAWOLE, O. A. Blending of sunflower oil with pomegranate seed oil from blanched seeds: impact on functionality, oxidative stability, and antioxidant properties. **Processes**, v. 9, n. 4, p. 635, 2021.

KHAKBAZ HESHMATI, M.; JAFARZADEH-MOGHADDAM, M.; PEZESHKI, A.; SHADDEL, R. The oxidative and thermal stability of optimal synergistic mixture of sesame and grapeseed oils as affected by frying process. **Food Science and Nutrition**, v. 10, n. 4, p.1103-1112, 2022.

KIM, S.-O.; KIM, N.-S.; NOH, B.-S.; LEE, D.-S. Liquid chromatographic determination of α -, β -, γ -, and δ -tocopherol in sesame oils of different origin. **Analytical Science and Technology**, v. 15, n. 3, p. 248-255, 2002.

KMIECIK, D.; FEDKO, M.; SIGER, A.; KULCZYŃSKI, B. Degradation of tocopherol molecules and its impact on the polymerization of triacylglycerols during heat treatment of oil. **Molecules**, v. 24, n. 24, p. 4555, 2019.

LEHNERT, S.; KHOMENKO, O.; DUBININA, A.; VINNIKOVA, V.; TATAR, L. Quality and safety of new blended oils. **Food Science and Technology**, v. 13, n. 3, 2019.

MAJDALAWIEH, A. F.; ELTAYEB, A. E.; ABU-YOUSEF, I. A.; YOUSEF, S. M. Hypolipidemic and anti-atherogenic effects of sesamol and possible mechanisms of action: a comprehensive review. **Molecules**, v. 28, n. 8, p. 3567, 2023.

PARRY, J.; SU, L.; LUTHER, M.; ZHOU, K.; YURAWECZ, M. P.; WHITTAKER, P.; YU, L. Fatty acid composition and antioxidant properties of cold-pressed marionberry, boysenberry, red raspberry, and blueberry seed oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 3, p. 566-573, 2005.

PINHEIRO, A. A.; LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. **Avaliação da qualidade de óleos de soja (*Glycine max* L.), girassol (*Helianthus annus* L.) e coco (*Cocos nucifera* L.) sob aquecimento**. In: VERONEZI, C. M.; SILVA, A. C.; FREITAS, I. R.; JORGE, N. (Org.). Óleos vegetais: propriedades físico-químicas, bioativas e antioxidantes. 1. ed. Jardim do Seridó: Agron Food Academy, 2022. p. 126-140.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoids analysis in food**. 1. ed. Washington: ILSI Press, 2001. 64 p.

SARRAMI, S.; MOHAJERI, F. A.; SADEGHIZADEH-YAZDI, J.; JAMBARSANG, S.; KHALILI SADRABAD, E. Chemical composition and antioxidant activity of clove essential oil and its effect on stability of sesame oil under accelerated condition. **Journal of Nutrition and Food Security**, v. 8, n. 3, p. 343-352, 2023.

SHARMA, S.; GHOSH, S.; RAMASWAMY, H. S. Effect of high temperature on the oxidative stability of vegetable oils. **Food Chemistry**, v. 278, p. 18-24, 2019.

SINGLETON, V. L.; ROSSI JR, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.

SZYDŁOWSKA-CZERNIAK, A.; KARLOVITS, G.; DIANOCZKI, C.; RECSEG, K. Comparison of two analytical methods for assessing antioxidant capacity of rapeseed and olive oils. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 85, n. 2, p. 141-149, 2008.

VENDRELL CALATAYUD, M.; LI, X.; BRIZZOLARA, S.; TONUTTI, P.; WANG, S. C. Storage effect on olive oil phenols: cultivar-specific responses. **Frontiers in Nutrition**, v. 11, 2024.

VERONEZI, C. M.; JORGE, N. **Sementes de mamão (*Carica papaya* L.) e melão (*Cucumis melo* L.) como fonte promissora de óleos vegetais: propriedades físico-químicas e capacidade antioxidante.** In: VERONEZI, C. M., SILVA, A. C., FREITAS, I. R., JORGE, N. (Org.). Óleos vegetais: propriedades físico-químicas, bioativas e antioxidantes. 1. ed. Jardim do Seridó: Agron Food Academy, 2022. p. 216-233.

ZHAO, Q.; WANG, M.; ZHANG, W.; ZHAO, W.; YANG, R. Impact of phosphatidylcholine and phosphatidylethanolamine on the oxidative stability of stripped peanut oil and bulk peanut oil. **Food Chemistry**, v. 301, 125962, 2020.