



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS CAMPO MOURÃO
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

ANDRESSA FERNANDA ROMANO

**POTENCIAL ANTIOXIDANTE DO EXTRATO ETANÓLICO DE SEMENTE DE
CHIA ADICIONADO EM ÓLEO DE SOJA.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2014

ANDRESSA FERNANDA ROMANO

**POTENCIAL ANTIOXIDANTE DO EXTRATO ETANÓLICO DE SEMENTE DE
CHIA ADICIONADO EM ÓLEO DE SOJA.**

Trabalho de Conclusão de Curso de
Graduação apresentado a UTFPR –
Campus Campo Mourão, como parte dos
requisitos para a conclusão do Curso
Superior de Tecnologia em Alimentos.

Campo Mourão
2014

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS CAMPO MOURÃO
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

TERMO DE APROVAÇÃO

POTENCIAL ANTIOXIDANTE DO EXTRATO ETANÓLICO DE SEMENTE DE CHIA ADICIONADO EM ÓLEO DE SOJA.

por

ANDRESSA FERNANDA ROMANO

Este trabalho foi apresentado às 14:30 horas do dia 06 de março de 2014 como requisito para obtenção do título de graduação do curso superior de Tecnologia em Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi avaliado pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dra. Ailey A. C. Tanamati - Universidade Tecnológica Federal do Paraná -
UTFPR (orientadora)

Prof. Dr. Evandro Bona - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Prof. Dr. Paulo Henrique Março - Universidade Tecnológica Federal do Paraná -
UTFPR

RESUMO

ROMANO, A. F. Potencial antioxidante do extrato etanólico de semente de chia adicionado em óleo de soja. 2014. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Campus Campo Mourão, 2014.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial antioxidante do extrato etanólico de semente de chia adicionado ao óleo de soja. O óleo vegetal, devido as suas insaturações, está propício à reação de oxidação, ocasionando deterioração e perda do valor nutricional do mesmo. Devido a isso, são adicionados aos óleos vegetais compostos com função antioxidante, a fim de impedir ou retardar a reação durante o período de estocagem e a exposição a altas temperaturas. Diversas sementes estão sendo estudadas, a procura dessa ação antioxidante, a fim de substituir e diminuir o uso dos compostos sintéticos. No experimento foram comparados 3 tratamentos mais a amostra controle, (isento de antioxidante); tratamento 1 (200mg/kg de TBHQ); tratamento 2 (2000mg/kg de extrato etanólico de semente de chia); Tratamento 3 (2000mg/kg de extrato de chia mais 150mg/kg de TBHQ). As amostras de óleo adicionados dos antioxidantes foram colocadas em estufa, a 60°C por 32 dias. As amostras para análises de índice de acidez, índice de peróxido e dienos e trienos conjugados foram coletadas a cada 4 dias. Os tratamentos apresentaram diferença significativa entre si no decorrer do experimento. Onde o tratamento 3 apresentou proteção ao óleos contra a oxidação superior ao demais tratamentos. A atividade antioxidante dos tratamentos realizados comportou se da seguinte forma: o tratamento 3 mostrou proteção ao óleo de soja superior ao tratamento 1, sendo este mais eficiente que o tratamento 2 que apresentou valores menores que a amostra controle. Isso deve se ao sinergismo encontrado na mistura do antioxidante sintético e do extrato etanólico de semente de chia. Mostrando se possível à redução na concentração de antioxidantes sintéticos e adição de antioxidantes naturais.

Palavras-chave: Antioxidantes; extrato de chia; estabilidade oxidativa; óleo de soja.

ABSTRACT

ROMANO, A. F. Antioxidant potential of ethanolic extract of chia seed added in soybean oil. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Campus Campo Mourão, 2014.

This study aimed to evaluate the antioxidant potential of ethanolic extract of chia seed added to soybean oil. The vegetable oil due to its unsaturations is conducive to the oxidation reaction, causing deterioration and loss of nutritional value of it. Because of this, vegetable oils are added to the compounds with antioxidant function in order to prevent or retard the reaction during storage and exposure to high temperatures. Several seeds are being studied, the demand for this antioxidant in order to replace and reduce the use of synthetic compounds. In experiment 3 treatments were compared more the sample control (free of antioxidant); treatment 1 (200 mg/kg de TBHQ); treatment 2 (2000mg/kg ethanolic extract of chia seed) treatment 3 (2000mg/kg chia extracts more 150mg/kg de TBHQ). Oil samples of antioxidants added were placed in a greenhouse at 60 ° C for 32 days. Samples for analysis of acid value, peroxide value and conjugated dienes and trienes were collected every 4 days. Treatments present significant differences between them in the course of the experiment. Where treatment 3 presented protection against oils superior to other treatments oxidation. The antioxidant activity of treatments behaved as follows: The Treatment 3 shows protection processing to soybean oil is superior to Treatment 1, this being more effective than Treatment 2 which had lower values than the control sample. This should be the synergism found in the mixture of the synthetic antioxidant and ethanol extract of chia seed.

Keywords: Antioxidants, chia extract; oxidative stability; soybean oil.

LISTA DE ABREVIATURAS

AC - amostra controle

BHA - butil-hidroxianisol

BHT - butil-hidroxitolueno

EC - extrato de chia

$E_{1cm}^{1\%}$ - extinção específica

IA - índice de acidez

IP - índice de peróxidos

LA - ácido linoléico

LNA - ácido α -linolênico

M - mistura

OS - óleo de soja

PG - galato de propila

TBHQ - t-butil-hidroquinona

ω -6 - ácido linoléico

ω -3 - ácido α -linolênico

1O_2 - oxigênio singlete

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO BIBLIOGRAFICA	12
2.1	Lipídios	12
2.2	Oxidação Lipídica	13
2.3	Antioxidantes	14
3	OBJETIVOS	18
3.1	Objetivo Geral	18
3.2	Objetivos Específicos	18
4	MÉTODOS E PROCEDIMENTOS	19
4.1	Obtenção do Extrato de Semente de Chia	19
4.2	Amostragem	20
4.3	Controle da Qualidade do Óleo de Soja	21
4.3.1	Índice de acidez	21
4.3.2	Índice de peróxidos	22
4.3.3	Dienos e trienos conjugados	23
4.4	Análise Estatística	23
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
5.1	Índice de Acidez.....	24
5.2	Índice de Peróxidos.....	26
5.3	Dienos e Trienos Conjugados	28
5.3.1	Dienos Conjugados	28
5.3.2	Trienos Conjugados.....	30
6	CONCLUSÃO	32
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1 INTRODUÇÃO

Óleos vegetais são importantes fontes de energia e de ácidos graxos essenciais (ácido linoléico - ω -6 e ácido α -linolênico ω -3). Além disso, são importantes também para o funcionamento regular do organismo humano, como veículos no transporte das vitaminas lipossolúveis (MASUCHI *et al*, 2008).

Os óleos e gorduras são predominantemente triésteres de ácidos graxos e glicerol, chamados triacilgliceróis, formados por três ácidos graxos iguais, ou geralmente diferentes, que podem ser saturados ou insaturados, sendo o último mais reativo devido às duplas ligações (MORENO; JORGE, 2009).

O óleo de soja é um dos óleos comestíveis mais susceptíveis à reação de oxidação devido ao seu maior grau de insaturação, que se caracteriza pelo alto teor de ácido linoléico (LA), variando de 44% a 62%, e o teor de ácido α -linolênico (LNA) 4,0% a 11,0% (BRASIL, 2005).

As principais formas de deterioração são a hidrólise, oxidação e polimerização. A hidrólise envolve a quebra de ligações éster no glicerídeo com formação de ácidos graxos livres, monoglicerídeos, diglicerídeos e glicerol (PINTO *et al.*, 2003). A oxidação é a principal causa de deterioração, provocando alterações do sabor, textura, aroma e da cor nos alimentos, ocasionando perda do valor nutricional e gerando toxicidade. Pode ocorrer ainda à polimerização, que ocorre quando duas ou mais moléculas de ácidos graxos combinam-se devido às alterações do processo de oxidação e às altas temperaturas (DAMODARAM; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Com o objetivo de retardar os processos oxidativos, responsáveis por alterações na cor, sabor, textura e valor nutricional, alguns compostos antioxidantes são adicionados aos alimentos. Estas substâncias com a capacidade de retardar as oxidações lipídicas podem ser naturais ou sintéticas, e atuam de diversas maneiras (LUZIA; JORGE, 2009).

Os antioxidantes sintéticos mais amplamente utilizados são BHA (butil-hidroxianisol), BHT (butil-hidroxitolueno), TBHQ (t-butil-hidroquinona) e PG (galato de propila), cuja ação consiste na rápida absorção de doação de um átomo de hidrogênio para o radical livre. Entretanto, durante o processo térmico a 185°C, ocorrem volatilização e decomposição destes antioxidantes (MARIUTTI; BRAGAGNOLO, 2007).

O uso destes antioxidantes em alimentos é limitado; TBHQ não é permitido no Canadá e na Comunidade Econômica Europeia. No Brasil, o uso destes antioxidantes em alimentos é controlado pelo Ministério da Saúde, que limita 200mg/kg para TBHQ e BHA e 100mg/g como concentrações máximas permitidas (RAMALHO; JORGE, 2006).

O emprego de antioxidantes sintéticos tem sido alvo de questionamento quanto a sua inocuidade e, devido a isso, pesquisas estão voltadas para a busca de compostos naturais, que apresentem essa propriedade funcional, atuando sozinhos ou sinergicamente com outros aditivos, como alternativa para prevenir a deterioração oxidativa de alimentos e diminuir o uso de antioxidantes sintéticos (ANDREO; JORGE, 2007).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial antioxidante do extrato etanólico de semente de chia, adicionado ao óleo de soja, submetido à oxidação acelerada em estufa, comparando com o antioxidante sintético TBHQ.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 Lipídios

Os lipídios são um amplo grupo de compostos quimicamente diversos que são solúveis em solventes orgânicos. Em geral, os alimentos lipídicos são indicados como gorduras (sólidos) ou óleos (líquidos), correspondendo a seu estado físico a uma temperatura ambiente (DAMODARAM; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Os óleos e gorduras são predominantemente triésteres de ácidos graxos e glicerol, chamados triacilgliceróis (Figura 1), formados por três ácidos graxos iguais, ou geralmente diferentes, que podem ser saturados ou insaturados, sendo o último mais reativo devido às duplas ligações (LUZIA; JORGE, 2009).

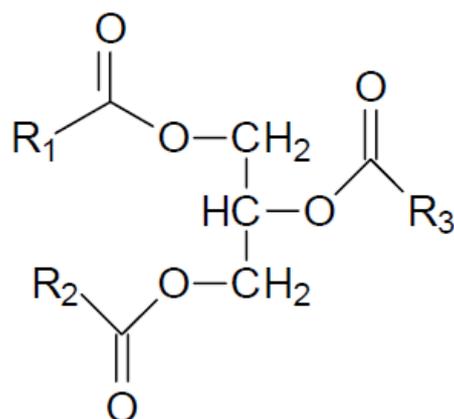


Figura 1 - Molécula de um triacilglicerol (R1, R2, R3 = são unidades de ácidos graxos, podendo ser iguais ou diferentes). (Fonte: Allinger, 1970).

Óleos vegetais são importantes fontes de energia e de ácidos graxos essenciais, como o ácido linoleico (ω -6 e ácido α -linolênico (ω -3). Além disso, são importantes também para o funcionamento regular do organismo humano, como veículos no transporte das vitaminas lipossolúveis (MASUCHI *et al*, 2008).

O óleo de soja é um dos óleos comestíveis mais susceptíveis à reação de oxidação devido ao seu elevado grau de insaturação. Em destaque estão presentes os ácidos oléico (18:1), 23%, linoléico (LA, 18:2n-6), variando de 44% a 62%, e α -linolênico (LNA, 18:3n-6) 4,0% a 11,0% (BRASIL, 2005). Estima-se que o ácido linoléico seja de 10 a 40 vezes mais suscetível à oxidação que o ácido oleico. O

ácido linolênico oxida duas vezes mais rápido que o linoléico (DAMODARAM; PARKIN; FENNEMA, 2010).

O óleo de soja é obtido de sementes de *Glycine Max* (L.), através de processos tecnológicos adequados e, passando pelo processo de refino, para o consumo humano. Essa cultura agrícola foi a que mais cresceu, em solo brasileiro, nas últimas três décadas e corresponde a 49% da área plantada em grãos do país. A indústria nacional transforma, por ano, cerca de 30,7 milhões de toneladas de soja, produzindo 5,8 milhões de toneladas de óleo comestível e 23,5 milhões de toneladas de farelo protéico, contribuindo para a competitividade nacional na produção de carnes, ovos e leite. Além disso, a soja e o farelo de soja brasileira possuem alto teor de proteína e padrão de qualidade Premium, o que permite sua entrada em mercados extremamente exigentes como os da União Europeia e do Japão (MAPA, 2013).

2.2 Oxidação Lipídica

O termo oxidação lipídica é usado para descrever uma sequência complexa de alterações químicas resultantes da interação de lipídios com o oxigênio. (DAMODARAM; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Os radicais são moléculas que contêm um elétron desemparelhado, o que as torna espécies instáveis e extremamente reativas, desencadeando a reação de oxidação nos ácidos graxos presentes em alimentos, levando à rancidez e ao desenvolvimento de odores e sabores desagradáveis e a perda de valor nutricional (PRADO; ARAGÃO; FETT, 2009).

A oxidação de ácidos graxos pode ser descrita por três etapas: iniciação, propagação e terminação. Na fase de iniciação, o ácido graxo insaturado forma um radical, através da abstração de um átomo de hidrogênio de sua molécula, que reage rapidamente com o oxigênio singlete ($^1\text{O}_2$) formando um radical peróxido (MARIUTTI; BRAGAGNOLO, 2007). Na fase de propagação, uma vez formado o radical, inicia-se a reação com o oxigênio para formar um radical peróxido. Esses radicais são extremamente reativos e podem retirar átomos de hidrogênio de outros lipídios insaturados e, dessa maneira, propagar a reação de oxidação. Essa etapa caracteriza-se pela reação em cadeia de radicais, pelo alto consumo de oxigênio,

pelo alto teor de peróxidos e pelo início de alterações de aroma e sabor (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007). Na fase de término, dois radicais combinam-se, com a formação de produtos estáveis (produtos secundários de oxidação, obtidos por cisão e rearranjo dos peróxidos (époxydos, compostos voláteis e não voláteis)) (RAMALHO; JORGE, 2006).

Para estudar os compostos originados durante o estresse térmico de óleos é muito comum à utilização da termoxidação, um método que consiste em submeter óleos e gorduras a altas temperaturas, sem a presença do alimento, ou seja, sem a umidade e demais componentes que provêm do alimento. Dessa forma, a temperatura e o oxigênio proveniente do ar são as principais variáveis que devem ser levadas em consideração (LUZIA; JORGE, 2009).

Segundo Angelo e Jorge (2008), no teste acelerado em estufa, o óleo é submetido à temperatura de 60 a 65°C, na ausência de alimento, em um determinado período de tempo, com a finalidade de se conhecer a sua vida de prateleira, visto que os resultados fornecidos por este teste apresentam uma boa correlação com a avaliação efetuada em condições normais de armazenamento.

Para evitar a autooxidação de óleos e gorduras há a necessidade de diminuir a incidência de todos os fatores que a favorecem, mantendo ao mínimo os níveis de energia (temperatura e luz) que são responsáveis pelo desencadeamento do processo de formação de radicais, evitando a presença de traços de metais no óleo, evitando ao máximo o contato com oxigênio e bloqueando a formação de radicais por meio de antioxidantes, os quais, em pequenas quantidades, atuam interferindo nos processos de oxidação de lipídios (RAMALHO, JORGE, 2006).

2.3 Antioxidantes

Com o objetivo de retardar os processos oxidativos, responsáveis por alterações na cor, sabor, textura e valor nutricional, alguns compostos antioxidantes são adicionados aos alimentos. Estas substâncias podem ser naturais ou sintéticas e atuam de diversas maneiras: interrompendo a cadeia de reações oxidativas; cedendo um hidrogênio a um radical lipídico livre e assumindo a forma de radical estável e inerte por ressonância e perdendo sua capacidade de iniciar ou propagar as reações oxidativas, diminuindo assim o número de radicais; reduzindo a

velocidade da oxidação e prolongando-se o período de indução, que consiste no tempo que o material analisado necessita para começar a apresentar sinais detectáveis de oxidação (ANDREO, JORGE, 2007).

Durante a oxidação de ácidos graxos insaturados, via mecanismo de formação de radicais, os hidroperóxidos são os primeiros produtos formados, os quais se degradam, liberando novos radicais e promovendo a continuidade da oxidação do óleo e, ou, da gordura, além da formação de diferentes aldeídos voláteis (ranço). O efeito do antioxidante consiste na inativação dos radicais, na complexação de íons metálicos ou na redução dos hidroperóxidos para produtos incapazes de formarem radicais e produtos de decomposição rançosos (ARAÚJO, 2008).

Os antioxidantes podem ser classificados de acordo com seu mecanismo de ação como primários ou secundários. Os antioxidantes primários promovem a remoção ou inativação dos radicais formados durante a iniciação ou propagação da reação, através da doação de átomos de hidrogênio a estas moléculas, interrompendo a reação em cadeia (BORSATO *et al*, 2010).

Já os antioxidantes secundários retardam a reação de autooxidação por diferentes mecanismos, que incluem complexação com metais, sequestro de oxigênio, decomposição de hidroperóxidos para formar espécie não radical, absorção da radiação ultravioleta ou desativação de oxigênio singlete (LUZIA; JORGE, 2009).

Os antioxidantes hidrofílicos costumam ser menos efetivos em emulsões O/W que os lipofílicos, enquanto os antioxidantes lipofílicos são menos efetivos em óleos puros que os hidrofílicos. Presume-se que os antioxidantes polares sejam mais efetivos em óleos puros, pois eles podem acumular-se na interface óleo-ar ou em micelas reversas dentro do óleo, locais em que a reação de oxidação de lipídeos ocorrerá com mais facilidade, em decorrência das altas concentrações de oxigênio e pro-oxidantes (DAMODARAM; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Em situações envolvendo lipídios com pequena relação área-volume, como ocorre em óleos, antioxidantes com o balanço hidrofílico-lipofílico elevado, como PG e, ou TBHQ, são mais efetivos, pois se concentram na superfície do óleo, onde a reação da gordura com o oxigênio é mais intensa (ARAÚJO, 2008).

TBHQ é um pó cristalino branco e brilhoso, moderadamente solúvel em óleos e gorduras e não se complexa com íons de cobre e ferro (RAMALHO; JORGE, 2006).

O TBHQ é muito efetivo na estabilização de óleos e gorduras, especialmente em óleos vegetais polinsaturados bruto e refinado. É estável em temperatura elevada e menos volátil que o BHA e BHT, sendo considerado o melhor antioxidante de óleos para frituras e do produto frito. É ligeiramente solúvel em água e não formam complexos coloridos com metais. Funciona sinergicamente com o GP, BHA, BHT, tocoferol, ácido cítrico e palmitato de ascorbila. A propriedade mais interessante é a sua eficiência em vários óleos e gorduras, como soja, algodão e girassol, nos quais outros antioxidantes fenólicos são ineficientes (ARAÚJO, 2008).

Na seleção de antioxidantes, são desejáveis as seguintes propriedades: eficácia em baixas concentrações (0,001 a 0,01%); baixo custo de obtenção, ausência de efeitos indesejáveis na cor, no odor, no sabor e em outras características do alimento; compatibilidade com o alimento e fácil aplicação; estabilidade nas condições de processo e armazenamento, e o composto e seus produtos de oxidação não podem ser tóxicos, mesmo em doses muito maiores do que normalmente seriam ingeridas no alimento (RAMALHO; JORGE, 2006).

Todos os óleos vegetais são desodorizados, e a adição da formulação contendo o antioxidante deve ocorrer durante o resfriamento. Quando se utiliza o óleo vegetal em frituras, é importante levar em consideração à temperatura elevada (ARAÚJO, 2008).

O emprego destes compostos, entretanto, tem sido alvo de questionamento quanto a sua inocuidade, motivando a busca de antioxidantes naturais que possam atuar isolados ou sinergicamente com outros aditivos, em substituição aos sintéticos (SOARES *apud* JORGE; MALACRIDA, 2008).

A chia (*Salvia hispânica* L.), da família das Lamiáceas, produz pequenas e numerosas sementes pretas e brancas (MELO *et al.*). A semente da *Salvia hispânica* é originária da Colômbia e do México que possui alto valor nutricional, com elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados (linoléico ω -6 e ácido α -linolênico ω -3) e proteínas, e de minerais como cálcio, ferro e potássio, grande quantidade de fibra alimentar e presença de polifenóis (PEREIRA *et al*, 2013). Segundo Utpott (2012), também é uma promissora fonte de antioxidantes, devido à presença de polifenóis.

As sementes de chia contém uma quantidade de compostos com potente atividade antioxidante, como por exemplo a miricetina, quercetina, kaemperol e ácido cafêico e clorogênico. Estes compostos são antioxidantes primários e sinérgicos que contribuem para forte atividade antioxidante da chia (TOSCO, 2004).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar o potencial antioxidante do extrato de semente de chia em óleo de soja, comparando-o com antioxidante sintético TBHQ.

3.2 Objetivos Específicos

- Obter o extrato da semente de chia.
- Submeter os óleos, com e sem antioxidantes, ao aquecimento em estufa de secagem em diferentes tempos para avaliar a estabilidade oxidativa do óleo.
- Determinar o índice de acidez, índice de peróxido, dienos e trienos conjugados nas amostras de óleo.

4 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

4.1 Obtenção do Extrato de Semente de Chia

Para obtenção do extrato de semente chia, as sementes foram trituradas e, desengorduradas, usando o n-hexano como solvente, numa proporção de 10g de semente, para 150mL de solvente. A mistura ficou em agitação por 2 horas, em agitador magnético, em seguida, filtradas em funil de Buchner e secas em estufa de circulação de ar a 50°C, por 24 horas. As sementes foram desaglomeradas em peneira de 16 mesh.

O extrato etanólico das sementes de chia foi obtido utilizando uma proporção 1:3 (amostra:etanol 95%), de acordo com o método descrito por Tavares e Ramos (2009). A mistura foi deixada em agitador magnético por 20 minutos, e depois filtrada em funil de Buchner. Os sobrenadantes foram reservados e os resíduos submetidos a mais duas extrações da mesma maneira descrita anteriormente.

Os sobrenadantes das três extrações foram unificados em balão de fundo chato tarado. O solvente foi evaporado em evaporador rotatório, marca Tecnal, modelo TE-211 e o balão pesado, sendo a quantidade de antioxidante determinada gravimetricamente. O extrato etanólico foi resuspenso novamente em etanol:água (95:5) para, ser adicionado ao óleo de soja.

A Figura 2 a seguir, representa o processo de obtenção do extrato da semente de chia.

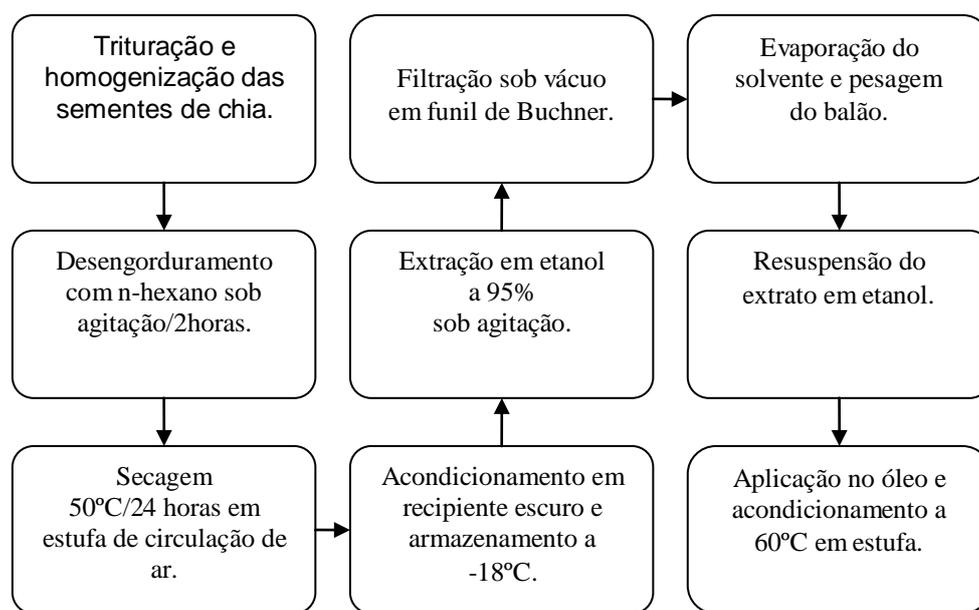


Figura 2 - Obtenção do extrato de semente de chia e utilização no óleo de soja.

4.2 Amostragem

As amostras de semente de chia foram adquiridas em estabelecimento comercial local, (Moreira Sales – PR). Foram submetidas ao processo de extração dos antioxidantes, empregando etanol como solvente.

As amostras do antioxidante TBHQ e de óleo, sem adição de antioxidante, foram obtidas junto à empresa da área de óleos e gorduras, localizada no estado de Santa Catarina.

O óleo de soja foi submetido a 3 (três) diferentes tratamentos, mais amostra controle.

- Óleo de soja refinado, sem adição de antioxidante (amostra controle - AC);
- Tratamento 1: óleo de soja refinado, com adição de 200mg/kg de TBHQ (OS + TBHQ);
- Tratamento 2: óleo de soja refinado com adição de 2.000mg/kg de extrato etanólico de semente de chia (OS + EC);
- Tratamento 3: óleo de soja com adição da mistura de antioxidantes, 150mg/Kg de TBHQ e 2.000mg/kg de extrato de chia (OS + M).

Na sequência, esses óleos foram submetidos ao teste de oxidação acelerada em estufa da marca Nova Ética, a 60°C, por 32 dias. A coleta das amostras foi

realizadas a cada 4 (quatro) dias, e em seguida, submetidas às análises de controle de qualidade.

A Figura 3 apresenta o esquema de amostragem realizado.

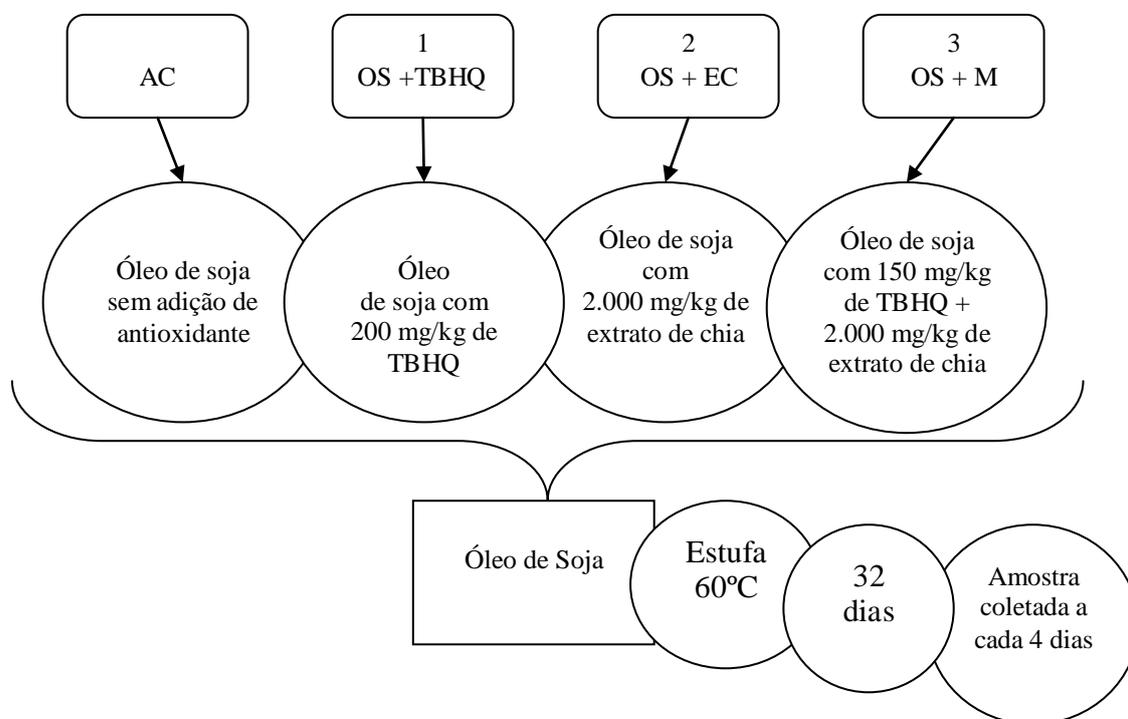


Figura 3 - Esquema de amostragem.

4.3 Controle da Qualidade do Óleo de Soja

As amostras de óleo de soja foram avaliadas quanto aos índices de acidez (IA), índice de peróxidos (IP) e, teor de dienos e trienos conjugados.

4.3.1 Índice de acidez

O índice de acidez (IA) foi determinado através do emprego da técnica de titulometria volumétrica de neutralização com solução de NaOH 0,01 mol/L e fenolftaleína como indicador, conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), sendo os resultados expressos em gramas de ácido oléico/100g de amostra.

Em um erlenmeyer, pesou-se aproximadamente 2,0g de óleo, adicionou-se 25 mL de uma solução de éter - álcool etílico (2:1). Adicionou-se 2 gotas do indicador

fenolftaleína. Realizou-se a titulação com solução de hidróxido de sódio 0,01 mol/L, até o aparecimento da coloração rosa.

Os resultados foram calculados de acordo com a Equação (1).

$$IA\left(\text{mg de } \frac{\text{KOH}}{\text{g}}\right) = \frac{V \times f_c \times C \times 5,61}{m} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

V = volume de NaOH (mL);

f_c = fator de correção;

C = concentração de NaOH (mol/L);

m = massa da amostra (g).

5,61 = massa molar do KOH

Nota: Segundo LUTZ (2008), para expressar o índice de acidez como acidez em ácido oléico, dividiu-se os resultados por 1,99.

4.3.2 Índice de peróxidos

Para a determinação do índice de peróxido (IP) das amostras foi empregado o método titulométrico e como solução titulante o tiosulfato de sódio 0,01 mol/L, segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008). Sendo o IP expresso em miliequivalentes de oxigênio ativo por kg de óleo de soja.

Foram pesados em um erlenmeyer, aproximadamente 5,0g de óleo, adicionados 30mL da solução ácido acético-clorofórmio 3:2 e agitados até a dissolução da amostra. Acrescentou-se 0,5 mL da solução saturada de iodeto de potássio, mantendo em repouso ao abrigo da luz por um minuto e em seguida acrescentados 30 mL de água destilada. Procedeu-se a titulação com uma solução padrão de tiosulfato de sódio 0,01 mol/L até o clareamento da coloração amarela. Em seguida, adicionou-se 0,5 mL de solução de amido a 1% e à titulou-se até o desaparecimento da coloração azul. O Índice de peróxido foi calculado de acordo com a Equação (2).

$$IP \text{ (meq } O_2/\text{kg)} = \frac{(A-B) \times N \times f \times 1000}{m} \quad \text{Equação (2)}$$

Onde:

A= volume, em mL, da solução de tiosulfato de sódio gasto na titulação da amostra;

B = volume, em mL, da solução de tiosulfato de sódio gasto na titulação do branco;

N = concentração normal da solução de tiosulfato de sódio (eq/L);

f = fator da solução de tiosulfato de sódio;

m = massa, em gramas, da amostra.

4.3.3 Dienos e trienos conjugados

Para o teor de dienos e trienos conjugados as amostras de óleo foram diluídas em ciclohexano, usando concentrações variadas devido à decomposição da amostra de óleo no decorrer dos 32 dias. Realizaram-se as medidas de absorvância nos comprimentos de onda de 232 e 270 nm, indicando a quantidade de dienos e trienos conjugados, respectivamente segundo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008). Os resultados foram calculados de acordo com a Equação (3), e expressos em porcentagem.

$$E_{1cm}^{1\%} = \frac{A\lambda}{(c \times l)} \quad \text{Equação (3)}$$

Onde:

$E_{1cm}^{1\%}$ = extinção específica no comprimento de onda λ ;

$A\lambda$ = absorvância medida no comprimento de onda λ ;

c = concentração da solução, em g/100 mL;

l = caminho óptico da cubeta, em cm.

4.4 Análise Estatística

Os resultados foram submetidos ao teste estatístico de análise de variância (ANOVA) e pelo Teste de Tukey, com nível de 5% de significância. O programa usado foi o Statistica 7.0 (StaSoft, USA, 2005).

5 Resultados e Discussões

O rendimento da extração em etanol:água (95:5) das sementes de chia foi de 7,10% em extrato seco, valores superiores encontrados por Malacrida *et al* (2007), em pesquisa realizada com sementes de melão amarelo, onde o rendimento foi de 4,40%, e próximo ao encontrado por Luzia e Jorge (2009) quando estudaram o potencial antioxidante de sementes de jambolão, onde o rendimento foi de 9,39%, ambos também com extração etanólica.

5.1 Índice de Acidez

A Resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), RDC nº 270 de 22 de setembro de 2005, passou a estabelecer o regulamento técnico para óleos, gorduras e creme vegetais, determinando apenas valores máximos para os índices de acidez e de peróxidos (BRASIL, 2005).

Devido à amostra de óleo encontrar-se conservada, protegida do calor e da luz, e não entrar em contato com nenhum alimento, os valores encontrados nos primeiros tempos foram baixos. O Quadro 1 apresenta os resultados encontrados para índice de acidez nas amostras estudadas.

Quadro 1: Índice de acidez (g de ácido oléico/100 g) nos óleos de soja

Tempo (dias)	Índice de acidez (g de ácido oléico/100 g)			
	Tratamentos			
	AC	1	2	3
00	0,014 ^{aG} ±0,001	0,014 ^{aH} ±0,001	0,028 ^{bF} ±0,001	0,014 ^{aE} ±0,001
04	0,045 ^{aF} ±0,001	0,028 ^{bG} ±0,001	0,042 ^{aE} ±0,001	0,028 ^{bD} ±0,001
08	0,046 ^{aE} ±0,001	0,028 ^{bG} ±0,001	0,042 ^{aE} ±0,001	0,028 ^{bD} ±0,001
12	0,056 ^{aD} ±0,011	0,042 ^{bF} ±0,001	0,042 ^{bE} ±0,001	0,028 ^{cD} ±0,001
16	0,071 ^{aD} ±0,002	0,057 ^{cE} ±0,001	0,071 ^{aD} ±0,001	0,070 ^{aC} ±0,001
20	0,072 ^{aD} ±0,001	0,071 ^{aD} ±0,001	0,071 ^{aD} ±0,001	0,071 ^{aC} ±0,001
24	0,118 ^{aC} ±0,040	0,085 ^{bC} ±0,001	0,142 ^{aC} ±0,001	0,084 ^{bB} ±0,001
28	1,549 ^{aB} ±0,030	0,112 ^{cB} ±0,001	1,063 ^{bB} ±0,019	0,099 ^{dA} ±0,001
32	1,976 ^{aA} ±0,021	0,354 ^{cA} ±0,001	1,604 ^{bA} ±0,020	0,097 ^{dA} ±0,002

Média ± desvio padrão das triplicatas. Letras iguais minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna indicam que, não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5%. AC: Amostra controle; 1 óleo de soja + TBHQ (200 mg/kg); 2 (óleo de soja + 2.000 mg/kg de extrato de chia); 3 (óleo de soja + mistura de TBHQ e extrato de chia (150:2.000 mg/kg)).

A determinação da acidez pode fornecer um dado importante na avaliação do estado de conservação do óleo. Um processo de decomposição, seja por hidrólise,

oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons hidrogênio. A decomposição dos glicéridios é acelerada por aquecimento e pela luz, sendo a rancidez quase sempre acompanhada pela formação de ácidos graxos livres.

A AC e a dos tratamentos 2 e 3, no tempo inicial, apresentaram para o índice de acidez um valor de 0,014g de ácido oléico/100g de amostra. Já a amostra do tratamento 2 apresentou um índice de acidez de 0,028g de ácido oléico/100g de amostra. Essa diferença significativa ($p < 0,05\%$) pode ser atribuída à adição do extrato etanólico de chia ao óleo original.

Avaliando os valores do índice em função dos tratamentos, é possível observar um aumento na concentração dos ácidos, praticamente sem diferença significativa até 28 dias de exposição, entre a AC e o tratamento 2. No entanto, os índices ultrapassaram os limites máximos estabelecidos pela legislação de 0,6g de ácido oléico por 100 g de óleo apenas após 28 dias de exposição ao aquecimento. O valor máximo foi encontrado no tempo de 32 dias, para a amostra controle (1,976g de ácido oléico/100g de óleo) e para o tratamento 2 (1,604g de ácido oléico/100g de óleo) (BRASIL, 2005).

Já as amostras, que não atingiram o valor máximo estabelecido pela legislação, ao longo do período máximo de exposição, foram as do tratamento 1 e 3, atingindo o máximo de 0,0354g e 0,099g de ácido oléico/100g de óleo, respectivamente.

Os resultados obtidos nos tratamentos 1 e 3 foram mais eficientes do que o tratamento 2 na proteção do óleo de soja à reação de oxidação.

Ao fim dos 32 dias de estufa, o tratamento 1 (com TBHQ) e o tratamento 2 (mistura de TBHQ + extrato de chia), mantiveram-se abaixo dos valores máximos estabelecidos. Comportamento que, segundo Jorge e Ramalho (2006), se devem ao sinergismo entre os antioxidantes. Os sinergistas são substâncias com pouca ou nenhuma atividade, que podem aumentar a atividade dos antioxidantes primários quando usados em combinação adequada com eles. Dessa forma, o antioxidante sintético pode ser usado em baixas concentrações.

Para que as interações entre os antioxidantes sejam sinérgicas, o efeito das combinações entre os antioxidantes deve ser maior que a soma dos antioxidantes individuais (DAMODARAN; PARKIN, FENNEMA, 2010).

5.2 Índice de Peróxidos

O Quadro 2 apresenta os resultados médios encontrados para o índice de peróxidos, para os tratamentos submetidos ao teste de oxidação acelerada em estufa. Observou-se que os valores para cada tratamento aumentou significativamente no decorrer dos 32 dias de estocagem a 60°C, indicando o desenvolvimento de peróxidos, produtos primários da oxidação ocorrida no óleo de soja.

Quadro 2: Índice de peróxidos (meq/kg) nos óleos de soja

Tempo (dias)	Índice de peróxidos (meq/kg)			
	Tratamentos			
	AC	1	2	3
00	0,295 ^{bI} ±0,002	0,297 ^{bF} ±0,001	0,588 ^{aG} ±0,007	0,297 ^{bF} ±0,001
04	0,598 ^{aH} ±0,001	0,298 ^{bF} ±0,001	0,599 ^{aG} ±0,001	0,299 ^{bF} ±0,001
08	2,385 ^{aG} ±0,011	0,596 ^{cE} ±0,001	1,188 ^{bF} ±0,003	0,590 ^{cE} ±0,001
12	25,323 ^{aF} ±0,161	0,899 ^{cE} ±0,001	13,694 ^{bE} ±0,299	0,897 ^{cD} ±0,001
16	113,018 ^{aA} ±0,828	2,990 ^{cD} ±0,012	71,804 ^{bD} ±0,122	2,470 ^{cC} ±0,145
20	92,920 ^{aB} ±0,187	3,285 ^{cC} ±0,003	83,538 ^{bC} ±0,226	2,690 ^{dC} ±0,092
24	83,738 ^{bC} ±0,009	3,556 ^{cC} ±0,361	86,826 ^{aC} ±0,104	2,689 ^{dC} ±0,001
28	77,893 ^{cD} ±0,231	86,861 ^{bB} ±0,034	96,085 ^{aB} ±0,717	4,584 ^{dB} ±0,174
32	73,819 ^{bE} ±0,218	107,031 ^{aA} ±0,475	108,009 ^{aA} ±0,057	5,434 ^{cA} ±0,136

Média ± desvio padrão das triplicatas. Letras iguais minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna indicam que, não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5%. AC: Amostra controle; 1 óleo de soja + TBHQ (200 mg/kg); 2 (óleo de soja + 2.000 mg/kg de extrato de chia); 3 (óleo de soja + mistura de TBHQ e extrato de chia (150:2.000 mg/kg)).

É um dos métodos mais utilizados para medir o estado de oxidação de óleos e gorduras. Como os peróxidos são os primeiros compostos formados quando uma gordura deteriora, toda gordura oxidada dá resultado positivo no teste de peróxido (CECCHI, 2003).

A maioria dos métodos que medem hidroperóxidos lipídicos baseia-se na capacidade dos peróxidos de oxidar compostos indicadores (DAMODARAM; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Com 4 dias de estufa, a AC e o tratamento 2 não apresentaram diferença significativa entre si. A partir do oitavo dia, até o final do processo, pode-se observar uma proteção do óleo no tratamento 2, em relação ao controle, mas esta não foi suficiente para a proteção do óleo de soja contra a oxidação. Com 12 dias de estufa, os valores obtidos para cada tratamento ultrapassaram os limites estabelecidos para

o índice de peróxidos, de 10 meq/kg de óleo de soja. Silva *et al.* (2009), em estudo realizado com extrato de cogumelo, também obteve para amostra controle, valores ultrapassando os limites, após 8 dias de estufa a 60°C.

Com 16 dias de estufa, a AC apresentou seu maior índice de peróxido, seguida de decréscimo dos resultados, indicando o termino da reação, onde dois radicais combinam-se, com a formação de produtos estáveis (produtos secundários de oxidação, obtidos por cisão e rearranjo dos peróxidos (époxydos, compostos voláteis e não voláteis)) (RAMALHO, JORGE, 2006).

O tratamento 2 contendo extrato etanólico de chia, com 32 dias de estufa não apresentou decréscimo nos resultados, indicando que a reação não entrou em fase de terminação. Interessante observar que os resultados foram aumentando gradativamente, diferentes da amostra controle e da amostra com TBHQ, que apresentaram um acréscimo brusco nos valores obtidos nas análises. Observando-se, que embora ela não tenha impedido a reação de oxidação, ela conseguiu diminuir a velocidade da reação de oxidação.

O tratamento 1, após 28 dias de estufa apresentou um aumento significativo, com o TBHQ perdendo sua ação protetora, fato esse que se deve a volatilização deste, depois de um longo tempo de exposição à alta temperatura, embora o TBHQ seja o melhor antioxidante sintético indicado para óleos, por suportar o calor, e proporcionar uma excelente estabilidade a produtos acabados (RAMALHO; JORGE, 2006).

Ao fim do processo, com 32 dias, o tratamento 1 (TBHQ), e o tratamento 2 (extrato etanólico de chia) não apresentaram diferença significativa pelo teste de Tukey ($p > 0,05\%$).

Para o tratamento 3, amostra contendo a mistura do extrato mais o TBHQ, o resultado encontrado ao fim do experimento apresentou diferença significativa dos demais tratamentos. Os valores para o tratamento 3, no decorrer dos 32 dias de experimento, sugere uma ação antioxidante superior ao tratamento 1, contendo somente TBHQ.

Segundo Araújo (2008), os peróxidos são os primeiros produtos formados da oxidação de óleos insaturados. Porém na deterioração do sabor, os peróxidos não são importantes, mas sim os produtos originados de sua decomposição, como aldeídos, alcoóis, hidrocarbonetos e ácidos. Segundo Ordóñez *et al.* (2005) no início da reação, acumulam-se os peróxidos, mas dada sua natureza instável, vão se

decompondo, e, por isso, seu conteúdo final acaba por diminuir. Devido a isso, o índice de peróxido não constitui medida efetiva do grau de oxidação, exceto no início da reação. Isso justifica o aumento da concentração nos primeiros dias de análise e seu decréscimo ao decorrer do tempo exposição ao aquecimento. Esse comportamento foi visível na amostra controle, onde apresentou um valor máximo com 16 dias de aquecimento, seguido de decréscimo dos valores até o final do experimento. Nos demais tratamentos, só foi possível observar o aumento no índice de peróxidos, indicando a ação do antioxidante, diminuindo a velocidade da reação.

5.3 Dienes e Trienos Conjugados

5.3.1 Dienes Conjugados

As ligações duplas conjugadas são formadas com rapidez em ácidos graxos polinsaturados após a abstração do hidrogênio na etapa de iniciação. A medida de dienos conjugados pode ser útil para sistemas de óleos simples, entretanto costuma ser ineficaz em alimentos complexos. Nos quais muitos compostos existentes também absorvem em comprimentos de onda similares e, por isso, causam interferência (DAMODARAM; PARKIN; FENNEMA, 2010).

A medida de dienos conjugados tem sido usada para a determinação da oxidação lipídica. A peroxidação dos ácidos graxos insaturados acompanha a mudança da dupla ligação na formação dos hidroperóxidos conjugados. Essa estrutura conjugada absorve fortemente a luz ultravioleta no comprimento de onda entre 232 e 234 nm (ANDREO, JORGE, 2007).

A Figura 4 apresenta os resultados obtidos na análise de dienos conjugados.

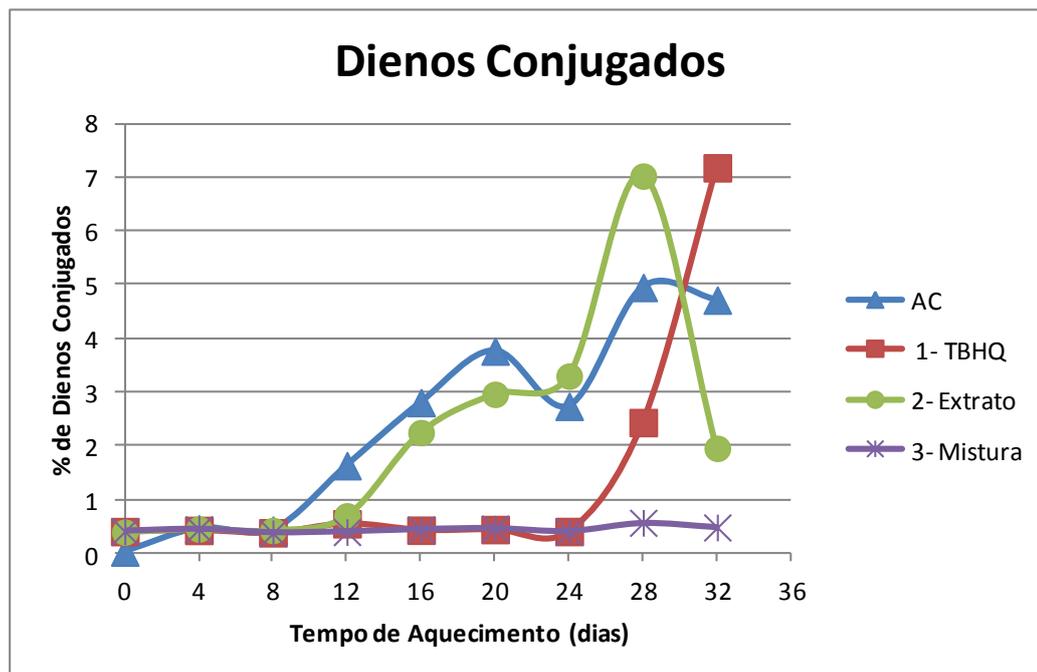


Figura 4: Médias de dienos conjugados (%) do óleo de soja controle e do óleo de soja com adição de antioxidantes.

Pode-se observar, na Figura 4, o aumento na concentração dos dienos conjugados nos tratamentos realizados. Até o oitavo dia os resultados não apresentaram diferença significativas ($p < 0,05$) entre si para os 4 tratamentos. A partir de 8 dias de estufa, foi possível observar o acréscimo dos valores para a amostra controle e para a amostra com o extrato de semente de chia. Até o tempo de 12 dias, o extrato de chia apresentou ação protetora contra a formação de dienos em relação à amostra controle.

Para a amostra contendo TBHQ, este apresentou ação protetora até 24 dias de estufa, a partir daí houve um aumento gradativo nos valores encontrados, onde o valor mínimo foi de 0,392% no tempo 0 e o maior valor de 7,180%.

Para a amostra contendo a mistura de TBHQ mais o extrato de semente de chia, os valores apresentaram se lineares, onde o menor valor foi de 0,372% no tempo 8, atingindo um valor máximo de 0,566% no tempo de 28 dias, mostrando se mais efetivo que o tratamento contendo apenas o TBHQ.

Em estudo realizado por Silva *et al.* (2009), utilizando o extrato de cogumelo como antioxidante natural em óleo vegetal, a adição do extrato de cogumelo reduziu a formação de dienos conjugados quando comparados ao óleo de soja sem adição de antioxidantes, tendo uma redução aproximada de 67% na formação de dienos conjugados.

5.3.2 Trienos Conjugados

Segundo Luzia e Jorge (2009), os produtos secundários (aldeídos, cetonas, hidrocarbonetos, hidroxiácidos, polímeros), apresentam um máximo de absorção a 272 nm. Esta diferença permite diferenciar estados de evolução oxidativa. Quanto maior o valor absorbância a 232 nm, mais elevado será o conteúdo de peróxidos, correspondente ao início da oxidação, e, quanto maior o valor da absorbância a 272, maior será o teor de produtos secundários presentes.

Trienos conjugados também são medidos nos alimentos a 272 nm. Essa técnica é útil apenas em lipídeos que têm 3 ou mais ligações duplas (DAMODARAM; PARKIN; FENNEMA, 2010).

A Figura 5 apresenta os valores para trienos conjugados, obtidos nos 32 dias de experimento.

A AC e o tratamento 2, a partir de 8 dias de aquecimento, apresentaram diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05\%$). Onde o menor valor encontrado para AC foi de 0,150% no tempo 0, e 0,924% no tempo 28. Para o tratamento 2, o valor mínimo e máximo foi de 0,158% no tempo 0 e de 1,130%, no tempo 28, respectivamente.

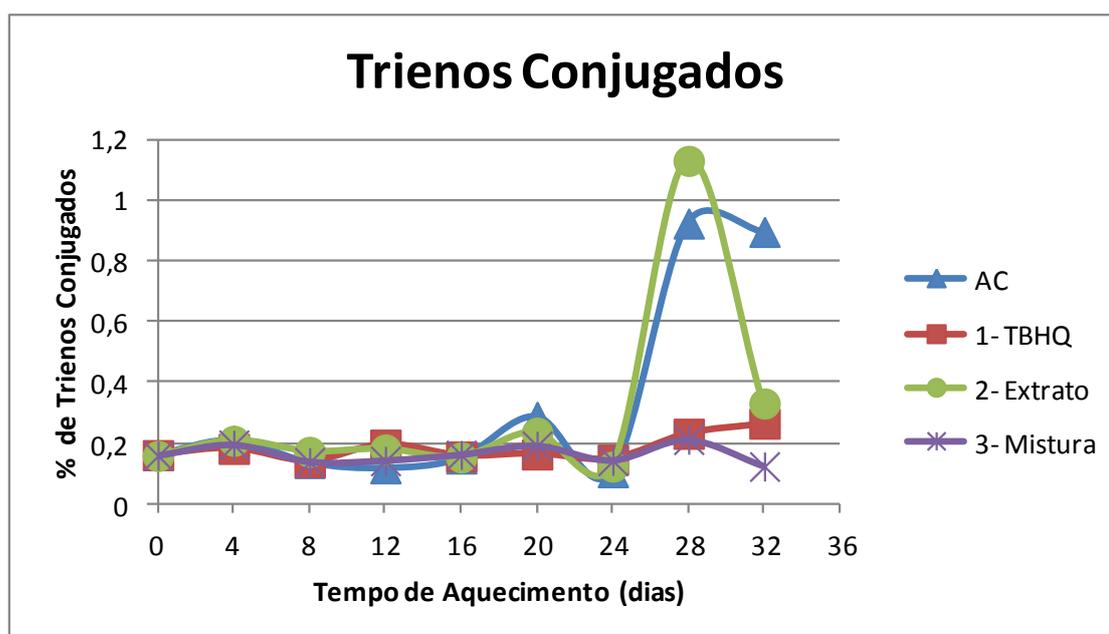


Figura 5: Médias de trienos conjugados (%) do óleo de soja controle e do óleo de soja com adição de antioxidantes.

Para o tratamento 2 e 3 o maior valor encontrado foi de 0,265% e 0,212% respectivamente, indicando que a mistura dos antioxidantes também foi mais

eficiente na formação de trienos conjugados, do que o tratamento 2 contendo somente o antioxidante sintético TBHQ.

Os antioxidantes sintéticos ou naturais interferem na participação do oxigênio singlet, ou principalmente, atuam como inibidores da reação, fazendo papel de doadores de hidrogênio ou aceptores de radicais livres. (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Ressaltando o sinergismo entre os antioxidantes, sintético e natural contidos no tratamento 3, que tanto na análise de dienos, quanto na de trienos conjugados, mostraram maior efeito antioxidante, em relação aos demais tratamentos no decorrer dos 32 dias de experimento.

6 Conclusão

Embora o antioxidante sintético tenha apresentado uma proteção maior em relação à amostra controle e ao tratamento contendo o extrato etanólico de semente de chia, deve-se ressaltar que a mistura de TBHQ mais o extrato etanólico de semente de chia apresentou proteção superior ao tratamento contendo apenas TBHQ. Essa ação deve ser atribuída ao sinergismo entre o TBHQ e os constituintes da semente de chia.

Os resultados demonstraram que os extratos da semente de chia apresentaram capacidade antioxidante e retardou a oxidação do óleo de soja submetido à oxidação forçada em estufa. A determinação do potencial antioxidante, oriundo de produtos naturais impulsiona a realização de novos estudos, bem como as indústrias de alimentos investirem em pesquisas, a fim de diminuir o uso da concentração de antioxidantes sintéticos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREO, D.; JORGE, N. **Avaliação da capacidade antioxidante do extrato de gengibre (*Zingiber officinale*) adicionado ao óleo de soja em teste de estocagem acelerada.** Rev. Inst. Adolfo Lutz, v.66, nº2 São Paulo, 2007.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. **Avaliação do óleo de girassol adicionado de antioxidantes sob estocagem.** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 28(2): 498-502, 2008.

ALLINGER, N. L.; CAVA, M. P.; de Jongh, D. C.; JONSHSON, C. R.; LEBEL, N. A.; STEVENS, C. L. **Química Orgânica.** Rio de Janeiro: Guanabara, 1976.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática.** 4. ed. atual. e ampl. Viçosa: UFV- Universidade Federal de Viçosa, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº 270, 22 de setembro de 2005,** que aprova o Regulamento Técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal.

BORSATO, D.; DALL'ANTONIA, L. H., GUEDES, C. L. B.; MAIA, E. C. R.; FREITAS, H. R.; MOREIRA, I.; SPACINO, K. R. **Aplicação do delineamento simplex-centroide no estudo da cinética da oxidação de biodiesel B100 em mistura com antioxidante sintético.** Revista *Quim. Nova*, v.33, n.8, 1726-1731, 2010.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos.** 2. ed. rev. Campinas, SP: UNICAMP, 2003

DAMODARAM, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema.** 4. ed. Artmed, 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 4. ed. São Paulo: IMESP, 2008.

JORGE, N.; MALACRIDA, C. R. **Extratos de sementes de mamão (*Carica papaya* L.) como fonte de antioxidantes naturais.** Alim. Nutri. Araraquara, v.19, n.3. p.337-340, 2008.

MALACRIDA, C. R.; ANGELO, P. M.; ANDREO, D.; JORGE, N. **Composição química e potencial antioxidante de extratos de sementes de melão amarelo em óleo de soja.** Rev. Ciên. Agron., Fortaleza, v.38, n.4. p.372-376, 2007.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cultura de Soja.** 2013. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>. Acesso em: 09/02/2014.

MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N. **Revisão: Antioxidantes Naturais da Família Lamiaceae. Aplicação em Produtos Alimentícios.** Braz. J. Food Technol., v.10n.2, p.96-103, 2007.

MELO, S. S.; FISCHER C. K.; SERONI, J.; MOMM, N.; LANG, T. C.; MAGALHÃES, S. R. A. M.; AZEVEDO, L. C.; GERN, B. H.; **Efeitos nutricionais, bioquímicos e, sobre estresse oxidativo in vivo das sementes de chia e da farinha desengordurada de chia aquecidas e a temperatura ambiente.** NUTRIRE: REVISTA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO, 12º Congresso Nacional da SBAN, Suplemento 38, p.93, Foz do Iguaçu, 2013.

MASUCHI, M. H.; CELEGHINI, R. M. S.; GONÇALVES, L. A. G.; GRIMALDI, R. **Quantificação de TBHQ (Terc Butil Hidroquinona) e avaliação da estabilidade oxidativa em óleos de girassol comerciais.** Química Nova, v.31, 2008.

LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. **Atividade antioxidante do extrato de sementes de limão (*Citrus limon*) adicionado ao óleo de soja em teste de estocagem acelerada.** Química Nova, v.32, n.4, p.946-949, 2009.

PEREIRA, B. S.; CARDOSO, E. S.; PEREIRA, B. S.; MENDONÇA, J. O. B.; SOUZA, L. B.; SANTOS, P. S.; ZAGO, L.; FREITAS, S. M. L.; **Análise físico-química e**

sensorial do pão de batata isento de glúten enriquecido com farinha de chia.
Demetra: alimentação, nutrição & saúde; 8(2); 125-136, 2013.

ORDONEZ PEREDA, J. A.; CAMBERO RODRIGUEZ, M. I.; FERNANDEZ ALVARES, L.; GARCIA SANZ, M. L. **Tecnologia de alimentos.** V. 1, Porto Alegre: Artmed, 2005.

PRADO, A. C. P.; ARAGÃO, A. M.; FETT, R. **Compostos fenólicos e atividade antioxidante de extratos da noz-pecã [(*Acarya illinoensis* (Wangenh.) C. Koch)].** Braz. J. Food Technol., v.12, n.4, p.323-332, 2009.

PINTO, E. P.; BORGES, C D.; TEIXEIRA, A. M.; ZAMBIANI, R. C. **Características da Batata Frita em Óleos com Diferentes Graus de Insaturação.** B. CEPPA, Curitiba, 2003.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. **Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos.** Quim. Nova, v.29, n.4, p.755-760, 2006.

SILVA, A. C.; OLIVEIRA, M.C.; DEL RÉ, P. V. JORGE, N. **Utilização de extrato de cogumelo como antioxidante natural em óleo vegetal.** Ciênc. Agrotec, Lavras, v.33, n.4, p.1103-1108, 2009.

StaSoft, (2005). Statistica 7.0 software, Tucksas, USA.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos.** 2. ed. rev. São Paulo, SP: Instituto Mauá de Tecnologia, Blucher, 2007.

TAVARES, M. S. S; RAMOS, M. I. L. **Atividade antioxidante de frutos do cerrado e do pantanal, do estado de Mato Grosso do Sul: Padronização de metodologias,** 2008.

TOSCO, G. **Os benefícios da “chia” em humanos e animais.** Atualidades Ornitológicas n. 119, 2004. Disponível em: <http://www.ao.com.br/download/tosco.pdf>. Acesso em: 13/07/2013.

UTPOTT, M. **Utilização da mucilagem da chia (*Salvia Hispânica* L) na substituição de gordura e/ou gema de ovo em maionese.** Dissertação de graduação em Engenharia de Alimentos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Porto Alegre, 2012.