

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE CAMPINAS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PROCESSOS QUÍMICOS

RAFAELA BELETTI DIAS DA SILVA

**ANTIOXIDANTES ALIMENTARES E
OS EFEITOS DA OXIDAÇÃO LIPÍDICA NO ALIMENTO**

CAMPINAS/SP
2021

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE CAMPINAS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PROCESSOS QUÍMICOS

RAFAELA BELETTI DIAS DA SILVA

**ANTIOXIDANTES ALIMENTARES E
OS EFEITOS DA OXIDAÇÃO LIPÍDICA NO ALIMENTO**

Trabalho de Graduação apresentado à Faculdade de Tecnologia de Campinas como requisito para a conclusão do curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos, da Faculdade de Tecnologia de Campinas elaborado sob a orientação da Prof^a. Dr^a. Nilva Aparecida Rassinetti Pedro.

CAMPINAS/SP
2021

FICHA CATALOGRÁFICA
CEETEPS - FATEC Campinas - Biblioteca

S586a

SILVA, Rafaela Beletti Dias da
Antioxidantes alimentares e os efeitos da oxidação lipídica no alimento.
Rafaela Beletti Dias da Silva. Campinas, 2021.
23 p.; 30 cm.

Trabalho de Graduação do Curso de Processos Químicos – Faculdade
de Tecnologia de Campinas.
Orientador: Profa. Dra. Nilva Aparecida Rassinetti Pedro.

1. Oxidação. 2. Alimentação. 3. Antioxidante. 4. Óleo. 5. Análise. I. Autor.
II. Faculdade de Tecnologia de Campinas. III. Título.

CDD 547.7

Catálogo-na-fonte: Bibliotecária: Aparecida Stradiotto Mendes – CRB8/6553

TG PQ 21.2

RAFAELA BELETTI DIAS DA SILVA

Antioxidantes alimentares e os efeitos da oxidação lipídica no alimento

Trabalho de Graduação apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Processos Químicos pelo CEETEPS/Faculdade de Tecnologia – Fatec Campinas.

Campinas, 04/12/2021.

BANCA EXAMINADORA

Nilva Aparecida Rassinetti Pedro
Fatec Campinas

Kellen Manoela Siqueira
Fatec Campinas

Luciene Maria Garbuio Castello Branco
Fatec Campinas

RESUMO

A indústria de alimentos é um dos setores mais importantes no mercado atualmente, ela controla tudo o que consumimos e é extremamente essencial que os produtos obtidos dessas indústrias estejam em boas condições, pois a ingestão de alimentos deteriorados pode resultar em graves danos ao organismo. Em razão disso, se tornou necessário o tratamento desses produtos com aditivos que tem a função de conservar as características do alimento e garantir sua qualidade. Diante disso, este trabalho visa realizar uma pesquisa e um estudo a fim de comparar uma amostra de óleo de girassol tratada com antioxidante BHT (Hidroxitolueno Butilato) em diferentes tipos de dosagem permitidas pelo Ministério da Saúde, e uma amostra sem nenhum tipo de tratamento, realizando análises periódicas de estabilidade. A partir dos resultados obtidos, observou-se que, o óleo de girassol tratado com maior quantidade de BHT apresentou melhores condições em relação aos outros óleos tratados. Assim, pode-se concluir que a dosagem de antioxidante mais eficaz para a retardação da oxidação lipídica no alimento é de 100mg/g de BHT. Dessa forma, é possível comprovar a eficácia da utilização de um antioxidante no tratamento de um alimento para preservar seus aspectos nutricionais, físicos e químicos e manter os parâmetros considerados importantes para a ingestão do alimento, garantindo a qualidade e aptidão do óleo de girassol na utilização da alimentação humana.

Palavras-chave: Oxidação, alimentação, antioxidante, óleo, análises.

ABSTRACT

The food industry is one of the most important sectors in the market today, it controls everything we consume and it is extremely essential that the products obtained from these industries are in good condition, as the ingestion of spoiled foods can result in serious damage to the body. For this reason, it became necessary to treat these products with additives that have the function of preserving the characteristics of the food and guaranteeing its quality. Therefore, this work aims to carry out a research and a study in order to compare a sunflower oil sample treated with antioxidant BHT (Hydroxytoluene Butylate) in different types of dosage allowed by the Ministry of Health, and a sample without any type of treatment, performing periodic stability analyses. From the results obtained, it was observed that the sunflower oil treated with a higher amount of BHT presented better conditions compared to other treated oils. Thus, it can be concluded that the most effective antioxidant dosage for the delay of lipid oxidation in food is 100mg/g of BHT. In this way, it is possible to prove the effectiveness of using an antioxidant in the treatment of a food to preserve its nutritional, physical and chemical aspects and maintain the parameters considered important for food intake, ensuring the quality and suitability of sunflower oil for use. of human food.

Keywords: Oxidation, food, antioxidant, oil, analysis.

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 – Etapas da oxidação lipídica.....	11
Imagem 2 – Estágios de deterioração de óleos e gorduras através da oxidação.....	11
Imagem 3 – Fórmula estrutural do hidroxitolueno butilado (BHT).....	13
Imagem 4 – Mecanismo de ação dos antioxidantes primários.....	13

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros do óleo de girassol pelo Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2017).....	14
Tabela 2 – Tratamentos com antioxidante BHT realizados em óleo de girassol puro.....	16
Tabela 3 – Resultados obtidos na análise índice de acidez nos tempos 0, 30 e 60 dias.....	17
Tabela 4 – Resultados obtidos na análise índice de peróxido nos tempos 0, 30 e 60 dias.....	18

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
	1.1.DELIMITAÇÃO DO TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA	8
	1.2.JUSTIFICATIVA	9
	1.3.OBJETIVOS	9
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
	2.1. ANTIOXIDANTES.....	10
	2.2. ETAPAS DA OXIDAÇÃO LIPÍDICA	10
	2.3. ANTIOXIDANTE BHT	12
	2.4. PARÂMETROS DO ÓLEO DE GIRASSOL	13
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
	3.1. TRATAMENTO	16
	3.2. ARMAZENAMENTO E COLETAS.....	16
	3.3. METODOLOGIAS UTILIZADAS.....	16
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

1 INTRODUÇÃO

Os lipídeos podem ser formados pela reação de um ácido graxo e triglicerol que estão presentes no alimento. Esses lipídeos promovem a oxidação lipídica, que é responsável pela diminuição do tempo de vida do produto, desenvolvendo sabores e odores desagradáveis.

A oxidação pode ocorrer de várias maneiras diferentes, podendo ser através da foto-oxidação (promovido pela radiação UV), da autoxidação (o oxigênio presente no ar reage espontaneamente com o lipídeo) e da oxidação enzimática que é favorecida pela água (DA SILVA *et al*, 1999, p. 95-96).

Para retardar ou inibir esse processo são utilizados os chamados antioxidantes alimentares, que ao serem utilizados no tratamento do produto podem aumentar o prazo de validade dele, ou seja, o seu tempo de vida. Esses antioxidantes podem ser divididos em duas categorias, sendo os antioxidantes primários e secundários, e são classificados em dois grupos diferentes, sintéticos e naturais (HONORATO *et al*, 2013, p. 4).

Segundo a categoria: antioxidantes primários são aqueles que eliminam radicais livres doando átomos de hidrogênio; antioxidantes secundários são aqueles que tem pouca atividade antioxidante e necessitam de componentes que o auxiliam, como agentes redutores que capturam o oxigênio impedindo a autoxidação, agentes quelantes que catalisam a oxidação através da complexação de íons metálicos.

Segundo ao grupo: antioxidantes sintéticos são produzidos em laboratório, como BHA (Butil Hidroxianisol) e BHT (Butil Hidroxitolueno); antioxidantes naturais são obtidos na natureza, como tocoferol (extraído dos óleos vegetais) e extrato de alecrim, sendo que sua eficiência varia de acordo com a temperatura do produto tratado.

1.1. DELIMITAÇÃO DO TEMA E PROBLEMA DE PESQUISA

Alguns processos químicos como a oxidação lipídica podem ocasionar efeitos danosos no alimento, como perda de nutrientes, menor tempo de vida e modificação das características organolépticas. Por esse motivo, viu-se a necessidade de realizar o tratamento do alimento utilizando antioxidantes.

Assim, essa pesquisa é fundamentada na seguinte questão: Qual é a dosagem de antioxidante mais eficaz para a retardação da oxidação lipídica no alimento?

1.2. JUSTIFICATIVA

A oxidação lipídica é um fenômeno químico, que ao deteriorar o alimento pode gerar uma reação em cadeia, prejudicando a saúde de quem o ingerir e podendo causar deficiências nutricionais, pois o alimento sofre perda do seu valor nutricional ao ser oxidado. Essas deficiências agravam o risco de infecções e afetam a imunidade; formação de compostos secundários tóxicos, que acarretam a degeneração hepática renal, modificação, mutação e lesão de componentes essenciais para o organismo (como carboidratos e proteínas) e até mesmo câncer, uma vez que a ocorrência de neoplasias malignas do estômago está relacionada ao consumo de alimentos salgados, mal refrigerados e com baixos teores de antioxidantes (FERRARI, 1998, p. 8).

Controlando a oxidação no alimento e garantindo que ele esteja apropriado para ingestão, podemos prevenir doenças relacionadas aos efeitos que a oxidação do alimento causa no organismo. Para o controle desse processo natural, pode-se utilizar aditivos alimentares – mais especificamente antioxidantes – que tem a função de proteger o produto, estabilizar e aumentar seu tempo de vida (HONORATO *et al*, 2013, p. 4)

Por estar trabalhando em uma indústria que produz antioxidantes alimentícios, pude presenciar diariamente como o tratamento da amostra pode prolongar seu tempo de vida e o quanto ela pode ser danificada quando exposta a condições favoráveis para a oxidação. Por isso, tive o anseio em realizar essa pesquisa para identificar qual é o melhor tratamento a ser realizado para preservação do alimento.

1.3. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo estudar qual a dosagem de antioxidante mais eficaz para retardar ou inibir a oxidação lipídica do alimento, prolongando seu tempo de vida e garantindo sua qualidade. Serão seguidas as seguintes etapas:

- 1- Definir que alimentos serão tratados com o antioxidante;
- 2- Definir quais antioxidantes serão utilizados para o tratamento e sua dosagem;
- 3- Definir as análises de avaliação de oxidação e sua periodicidade;
- 4- Analisar os alimentos tratados e não tratados;
- 5- Gerar resultados e comparar;
- 6- A partir dos resultados, determinar o método mais adequado para o tratamento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ANTIOXIDANTES

Estudos sobre os efeitos dos antioxidantes nos alimentos são realizados desde 1797, quando Claude Berthollet registrou o retardamento das reações oxidativas por certos compostos, e que foi esclarecido por Humphry Davy, em 1817. Demonstrou-se que, o ar atmosférico era o maior agente oxidativo em ácidos graxos livres presentes do alimento e detectou-se a oxidação de triglicerídeos como a fonte de rancidez em óleo de peixe. Em 1892, a casca de omeiro (árvore de várias espécies do gênero *Ulmus*, família *Ulmaceae*) foi patenteada como um antioxidante (RAMALHO *et al* 2006, p. 756).

Segundo a ANVISA (DOSSIÊ ANTIOXIDANTE, 2009, p. 18), antioxidante é a substância que retarda o aparecimento de alteração oxidativa do alimento, uma vez que eles o protegem do efeito danoso oriundo da oxidação, tendo um papel essencial para a preservação da integridade do alimento. São substâncias cujo uso foi aprovado em alimentos após investigações que comprovaram sua segurança dentro de um limite de ingestão diária; sendo assim, estão sujeitas a legislações específicas de cada país ou por normas internacionais (HONORATO, 2013, p. 3-4).

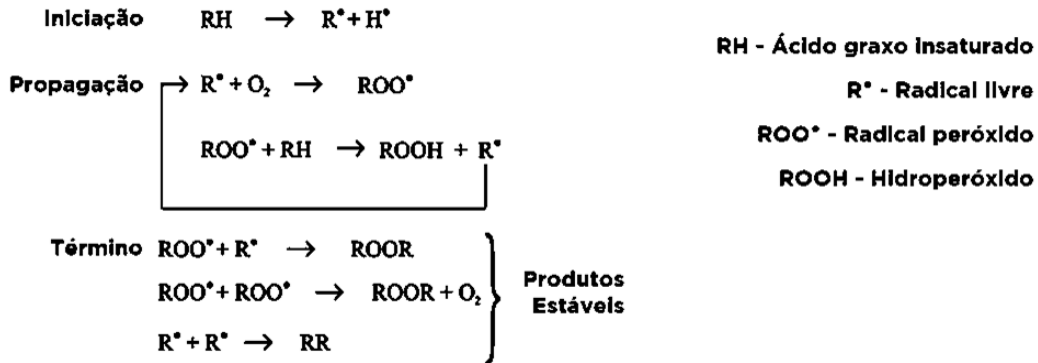
Mesmo sendo tão efetivos para o tratamento de alimentos no que diz respeito a oxidação, estudos toxicológicos demonstram o efeito colateral do uso em excesso de antioxidantes, onde eles têm apresentado efeito carcinogênico em experimentos com animais. Em outros estudos, o BHA induziu a hiperplasia gastrointestinal em roedores por um mecanismo desconhecido; em humanos, a relevância dessa observação não está clara. Esse fator limita a dosagem dos antioxidantes, sendo controlado pelo Ministério da Saúde, que autoriza concentrações máximas de 200 mg/kg para BHA e TBHQ e 100 mg/g para BHT (RAMALHO *et al*, 2006, p. 575).

2.2. ETAPAS DA OXIDAÇÃO LIPÍDICA

Os aditivos utilizados para o tratamento do alimento podem adiar a autooxidação, que é formada por três etapas: iniciação, propagação e terminação (FERRARI, 1998, p. 4). Na iniciação, um átomo de hidrogênio se desprende do ácido graxo, formando radicais livres. Já na propagação, os radicais livres formados na primeira etapa sofrem ataque do oxigênio presente no ar, formando peróxidos, que reagem com ácidos graxos formando hidroperóxidos.

Por fim, na etapa de terminação, os radicais formados nas duas primeiras etapas se combinam, formando produtos secundários estáveis.

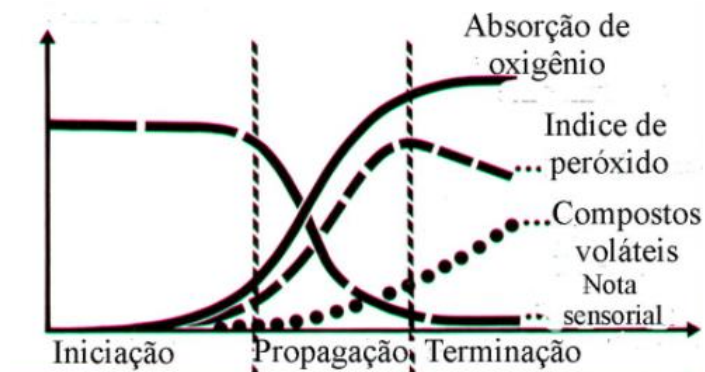
Imagem 1 – Etapas da oxidação lipídica



Fonte: BTA Aditivos (2020).

Existem análises que são capazes de quantificar os compostos obtidos no processo de oxidação, sendo: índice de acidez, que quantifica os radicais livres na etapa de iniciação; índice de peróxido, que quantifica o radical peróxido na etapa de propagação; índice de TBA e p-anisidina, que quantificam os compostos voláteis na etapa de terminação. As etapas de oxidação são correlacionadas, uma vez que, à medida que os radicais peróxidos formados na etapa de propagação reagem entre si e, conseqüentemente diminuem, o nível de compostos voláteis formados pela combinação de peróxidos na etapa de terminação aumenta. A partir destes resultados obtém-se como parâmetro o período de indução que é definido como o tempo para se atingir nível de rancidez detectável ou surpreendente mudança na taxa de oxidação (ANTONIASSI, 2001, p. 355).

Imagem 2 – Estágios de deterioração de óleos e gorduras através da oxidação.



Fonte: ARELLANO (2005).

O nível de ácidos graxos residuais não oxidados pode igualmente estimar-se pela determinação do Índice de acidez (IA). Trata-se de uma volumetria ácido-base que compreende a neutralização, com uma solução padrão de hidróxido de potássio, de uma amostra rigorosamente pesada (SILVA, 1999, p. 97). Ele é utilizado para quantificar os ácidos graxos livres na etapa de iniciação, que consiste em uma volumetria de neutralização.

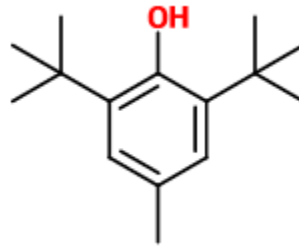
Para quantificação de peróxido é utilizada o índice de peróxido, uma técnica de volumetria redox. Essa tem como base a transferência de elétrons por meio da reação de óxido-redução entre o analito a ser titulado e titulante. Nela, o agente oxidante reage com excesso de iodeto, determinando assim o iodo liberado na decomposição do iodeto de potássio pelo peróxido, com o auxílio de um redutor. Quanto maior o valor deste iodo, maior a quantidade de peróxidos, portanto maior a oxidação (CONEGLIAN, 2011, p. 10).

Os compostos voláteis possuem uma coloração característica, e cada coloração possui uma absorvância diferente. Através da absorvância, é possível quantificar os componentes presentes em determinada amostra, através das análises de ácido 2-Tiobarbitúrico (TBA) e índice de *p*-anisidina. Utilizando como reagente a anisidina combinada com ácido acético, vê-se a formação de um complexo de coloração amarelada, resultante da reação de anisidina com os aldeídos presentes na amostra (SILVA, 1999, p. 99). Essa amostra é inserida no espectrofotômetro UV-VIS, que através da luz mede a absorvância obtida. Semelhante a anisidina, o TBA também é medido através da absorvância da amostra. Neste caso, o malonaldeído reage com o TBA que forma um complexo de coloração vermelha. (SILVA, 1999, p. 98).

2.3. ANTIOXIDANTE BHT

Este estudo será realizado utilizando o antioxidante hidroxitolueno butilado (BHT) para o tratamento do óleo de girassol. O BHT é um antioxidante primário de estrutura fenólica que possui hidroxilas (OH) e anéis aromáticos. É um composto orgânico, lipossolúvel, de aspecto branco e cristalino, possui fórmula molecular $C_{15}H_{24}O$, tem um ponto de fusão de $70^{\circ}C$ e pode conferir odor em alimentos quando aplicado em altas temperaturas em condição de fritura, por longo período (RAMALHO; JORGE, 2006, p. 757). É um antioxidante muito utilizado em alimentos, cosméticos e medicamentos.

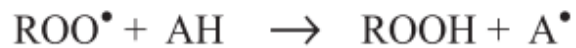
Imagem 3 – Fórmula estrutural do hidroxitolueno butilado (BHT)



Fonte: Autor, 2021

O BHT é classificado como um antioxidante que quebra a cadeia; esses antioxidantes quebram a reação em cadeia de autoxidação, doando um átomo de hidrogênio a um radical lipídico, produzindo um produto estável e um radical livre antioxidante. O radical livre antioxidante tem estabilidade adequada e é incapaz de iniciar ou propagar a reação em cadeia (SAGE JOURNALS, 2002, p. 20). Os antioxidantes primários são compostos fenólicos que promovem a remoção ou inativação dos radicais livres formados durante a iniciação ou propagação da reação, através da doação de átomos de hidrogênio a estas moléculas, interrompendo a reação em cadeia (RAMALHO; JORGE, 2006, p. 756).

Imagem 4 – Mecanismo de ação dos antioxidantes primários



onde: ROO^\bullet e R^\bullet - radicais livres; AH - antioxidante com um átomo de hidrogênio ativo e A^\bullet - radical inerte

Fonte: RAMALHO; JORGE (2006)

2.4. PARÂMETROS DO ÓLEO DE GIRASSOL

Existem parâmetros que devem ser seguidos para que os alimentos possam ser consumidos, eles variam de acordo com cada alimento, podendo ter ramificações dentro deles. No caso do óleo de girassol, existem tipos de classificações que podem variar de acordo com o

processo de pré-processamento. O Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2017) classifica o óleo de girassol em três tipos:

GIRASSOL (*Helianthus sp*)

1. Óleo de girassol bruto.

É o óleo comercial obtido de semente de *Helianthus annus L*, (girassol) através de processos de extração.

2. Óleo de girassol degomado.

É o óleo comestível obtido de semente de *Helianthus annus L*, (girassol) através de processos de extração e degomagem.

3. Óleo de girassol refinado.

É o óleo comestível obtido de semente *Helianthus annus L*, (girassol) através de processos de extração e refino.

Tabela 1 - Parâmetros do óleo de girassol pelo Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2017)

Parâmetros	Unidade	1	2	3
Umidade, impurezas e insaponificáveis (máximo)	g/kg	10.0	10.0	10.0
Ácidos graxos totais (mínimo)	g/kg	960.0	960.0	980.0
Índice de peróxido (máximo)	meq/1000g	10.0	10.0	5.0
Acidez livre em ácido oléico (máximo)	g/100g	2.0	1.0	0.5
Índice de acidez (máximo)	mg KOH/g	4.0	4.0	0.6

Fonte: Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2017)

Os parâmetros contidos nessa tabela são padrões que o óleo de girassol deve seguir para que possa ser consumido. Valores diferentes indicam uma taxa de oxidação elevada no produto, o que torna ele inapto para utilização e prejudicial à saúde. Por este motivo, vê-se a necessidade de manter os valores dentro de suas especificações, utilizando um antioxidante para o controle. Os óleos vegetais possuem níveis mais elevados de ésteres de ácidos graxos insaturados, isto é, maior número de duplas ligações. Uma vez que a velocidade de autooxidação está dependente do número de duplas ligações presentes na molécula, seria de esperar que os óleos vegetais exibissem maior susceptibilidade à deterioração que as gorduras animais (SILVA, 1999, p. 95).

A deterioração dos alimentos com o tempo, processo decorrente de sua natureza amplamente biológica, é inevitável e, do ponto de vista químico, o oxigênio está diretamente envolvido na deterioração dos alimentos (VALENZUELA, 2003, p. 295). Ela é influenciada por uma série de fatores, tais como: composição de ácidos graxos do óleo, luz, temperatura,

concentração e tipo de oxigênio, presença de antioxidantes, metais de transição, pigmentos, entre outros (BRANCO, 2011, p. 17).

A oxidação lipídica é uma das principais reações deteriorativas a ocorrerem durante o processamento, distribuição, armazenamento e preparo final dos alimentos. É responsável pelo desenvolvimento de sabores e odores desagradáveis nos alimentos, tornando-os impróprios para o consumo. Além disso, ela também provoca outras alterações que irão afetar a qualidade nutricional, a integridade e a segurança dos alimentos, através da formação de compostos potencialmente tóxicos (SOARES, 2002, p. 73).

Alimentos com elevado teor de lipídios são altamente perecíveis devido, principalmente, à ocorrência de processos oxidativos aos quais os óleos estão expostos (SOARES *et al*, 2012, p. 264). Em vista disso, observa-se que alimentos que possuem grandes quantidades de ligações insaturadas estão mais propícios a sofrerem um rápido processo oxidativo, desse modo, é necessário realizar o tratamento com antioxidantes principalmente dos alimentos que possuem em sua composição óleos vegetais.

Para a realização deste estudo, considerou-se essencial que o óleo a ser utilizado não possuísse nenhum tipo de pré-tratamento para que não houvesse interferência no resultado final. Analisando a composição do óleo de girassol, observou-se que ela não apresenta nenhum tipo de tratamento com antioxidante, por esse motivo, utilizou-se o óleo de girassol para realização de tratamentos e análises de avaliação de estabilidade oxidativa neste presente estudo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. TRATAMENTO

Pesou em balança semi-analítica o óleo de girassol puro em um béquer de 250mL e aqueceu em chapa de aquecimento até 50°C. Com o auxílio de uma espátula, pesou o antioxidante BHT no béquer de 250 mL com óleo de girassol previamente aquecido e agitou com auxílio de agitador magnético em chapa de aquecimento até completa homogeneização.

Tabela 2 – Tratamentos com antioxidante BHT realizados em óleo de girassol puro

Amostra	Tratamento	Massa de óleo de girassol (g)	Massa de BHT (g)	Dosagem (mg/g)
Óleo de girassol	Sem tratamento	180,00	0,00	0,00
Óleo de girassol	Tratamento 1	180,00	4,50	25,00
Óleo de girassol	Tratamento 2	180,00	9,00	50,00
Óleo de girassol	Tratamento 3	180,00	13,50	75,00
Óleo de girassol	Tratamento 4	180,00	18,00	100,00

Fonte: Autor, 2021

3.2. ARMAZENAMENTO E COLETAS

Transferiu o óleo de girassol tratado com antioxidante BHT para frascos plásticos de 250 mL, sendo 1 de cada tratamento para cada tempo. Os frascos do tempo 30 e 60 dias foram armazenados em estufa a $45^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ para estudo de estabilidade acelerada, enquanto os frascos do tempo inicial foram armazenados em temperatura ambiente. Foram coletadas alíquotas e realizadas análises nos tempos 0, 30 e 60 dias.

3.3. METODOLOGIAS UTILIZADAS

Foram realizados no tempo inicial as análises de índice de acidez, seguindo a metodologia AOCS OFFICIAL METHOD CD 3D-63. ACID VALUE. Formerly Cd 3^a-63, Reapproved 1997 e índice de peróxido, seguindo metodologia Índice de Peróxido – Método a Quente. Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal, 2013, pg. 144. Para o índice de acidez, pesou 20g de amostra em um Erlenmeyer de 250mL, adicionou 125mL de solução tolueno : álcool isopropílico (1:1) previamente neutralizada, agitou em mesa agitadora por 15 minutos,

adicionou 5 gotas de solução indicadora fenolftaleína 1% e titulou com solução KOH 0,1mol/L até coloração rósea persistente. Para o índice de peróxido, pesou 5g de óleo em um Erlenmeyer de 250mL, adicionou 30mL de solução ácido acético : clorofórmio (3:2), adicionou 0,5mL de solução de iodeto de potássio saturada, tampou e deixou em repouso no escuro por 1 minuto. Adicionou 30mL de água destilada, agitou vagarosamente, adicionou 1mL de solução de amido 1% e titulou com solução Na₂CO₃ 0,01mol/L até o completo desaparecimento da coloração roxa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na análise de acidez indicam o nível de ácidos graxos residuais não oxidados, e que, segundo o Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal 2017, devem ter valores máximos de 0.6 mg KOH/g para óleo de soja refinado.

Tabela 4 – Resultados obtidos na análise índice de acidez nos tempos 0, 30 e 60 dias

Amostra	Dosagem (mg/g)	Índice de acidez	0 dias	30 dias	60 dias
Óleo de girassol	0,00	mg KOH/g	0,08	0,14	0,14
Óleo de girassol	25,00	mg KOH/g	0,08	0,08	0,13
Óleo de girassol	50,00	mg KOH/g	0,08	0,09	0,11
Óleo de girassol	75,00	mg KOH/g	0,08	0,08	0,11
Óleo de girassol	100,00	mg KOH/g	0,08	0,08	0,11

Fonte: Autor, 2021

É possível observar que o índice de acidez das amostras aumenta conforme o passar do tempo. Isso acontece pois, uma vez iniciada a oxidação, a amostra tende a degradar e perder suas propriedades iniciais. No tempo inicial, foi obtido o mesmo resultado para todas as amostras, pois não havia começado o processo de oxidação. Na análise de tempo 30 dias, o índice de acidez da amostra sem tratamento aumentou, enquanto as amostras tratadas se mantiveram estáveis. Em 60 dias, a amostra sem tratamento aumentou ainda mais enquanto as amostras tratadas permaneceram quase que os mesmos valores em todos os tempos. No geral, os resultados obtidos crescem em relação ao tempo, sendo $0 < 30 < 60$ dias, e decrescem em relação ao tratamento, sendo $0 > 25 > 50 > 75 > 100$ mg/g de BHT.

Os resultados obtidos na análise de peróxido indicam os radicais peróxidos presentes na amostra, e que, segundo o Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal 2017, devem ter valores máximos de 5.0 meq/1000g para óleo de soja refinado.

Tabela 5 – Resultados obtidos na análise de peróxido nos tempos 0, 30 e 60 dias

Amostra	Dosagem (mg/g)	Índice de peróxido	0 dias	30 dias	60 dias
Óleo de girassol	0,00	meq/1000g	0,90	28,54	121,36
Óleo de girassol	25,00	meq/1000g	0,90	2,77	5,78
Óleo de girassol	50,00	meq/1000g	0,90	2,58	5,67
Óleo de girassol	75,00	meq/1000g	0,90	2,40	4,74
Óleo de girassol	100,00	meq/1000g	0,90	2,38	4,56

Fonte: Autor, 2021

É possível observar que o índice de peróxido das amostras aumenta conforme o passar do tempo. No tempo inicial, foi obtido o mesmo resultado para todas as amostras, pois não havia começado o processo de oxidação. Em 30 dias, as amostras tratadas se mantiveram dentro dos parâmetros descritos pelo Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal 2017, enquanto a amostra sem tratamento apresentou um índice de peróxido muito elevado, acima dos parâmetros, o que torna ela imprópria para uso. Em 60 dias todas amostras ficaram acima dos parâmetros, porém, a amostra sem tratamento foi ainda mais degradada e apresentou valor de peróxido muito elevado. No geral, os resultados crescem em relação ao tempo, sendo $0 < 30 < 60$ dias, e decrescem em relação ao tratamento, sendo $0 > 25 > 50 > 75 > 100$ mg/g de BHT

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros de índice de acidez e índice de peróxido em 60 dias foram superiores aos parâmetros definidos no Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal de 2017 devido a estabilidade acelerada em estufa com uma temperatura elevada de 45°C. As amostras foram armazenadas nessas condições para que elas pudessem sofrer um processo de oxidação mais acelerado, resultando em um estudo mais rápido.

Com os resultados obtidos nas análises índice de acidez e índice de peróxido é possível comprovar a eficácia do tratamento do óleo de girassol utilizando antioxidante BHT. O desempenho das amostras é correlacionado aos tratamentos utilizados, uma vez que o óleo de girassol sem tratamento teve resultados muito inferiores de qualidade em relação aos resultados do óleo de girassol tratado com 100 mg/g de BHT. Através das metodologias utilizadas, é possível concluir que a dosagem de antioxidante mais eficaz para a retardação da oxidação lipídica no alimento no presente estudo é 100mg/g de BHT, concentração máxima autorizada Ministério da Saúde.

Existem diversos antioxidantes no mercado, tanto sintéticos quanto naturais, e cada um deles possuem variados tipos de dosagens que podem ser utilizados para o tratamento de um alimento contra o processo inevitável de oxidação lipídica. A eficácia dos antioxidantes pode variar dependendo da natureza do alimento, mas é notável que utilizar um antioxidante para o tratamento de um alimento melhora a *performance* e retarda o processo oxidativo, mantendo suas características e aumento o tempo de vida útil do produto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Antioxidantes tipos e mecanismos de ação. **Aditivos ingredientes**, n. 118, p. 36-42, mai. 2015. Disponível em: <<https://aditivosingredientes.com/edicoes/118/maio-2015>>. Acesso em: 31 ago. 2021

ANTONIASSI, Rosemar. **Métodos de avaliação da estabilidade oxidativa de óleos e gorduras**. Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, vol. 19, n. 02, dez. 2001. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/1243>>. Acesso em 13 out. 2020.

ARELLANO, Daniel B. **Antioxidantes**. 2005. Disponível em: <<https://slideplayer.com.br/slide/374907/>>. Acesso em 31 ago. 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária . **Guia para determinação de prazos de validade de alimentos**. Brasil, 2018, 76 p. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2018/guia-orienta-sobre-prazos-de-validade-de-alimentos>>. Acesso em: 26 ago. 2021.

BRANCO, Gabriel F.. **Aplicação de técnicas fatoriais de planejamento no desenvolvimento de um modelo de avaliação da oxidação em óleos e emulsões**. São Paulo. 2011. Dissertação (Mestrado em Bromatologia) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9131/tde-29092011-154603/pt-br.php>>. Acesso em: 31 jun. 2021.

CONEGLIAN, Sabrina M.; LIMA, Beatriz da Silva; SILVA, Lorryny G. da; LAZZARI, Claudia M.; SERRANO, Román D. C.; TONELLO, Cleiton L.. **Utilização de antioxidantes nas rações**. PUBVET, Londrina, vol. 5, n. 5, ed. 152, p. 1019-1026, 2011. Disponível em: <<https://www.pubvet.com.br/artigo/1367/utlizaccedilatildeo-de-antioxidantes-nas-raccedilolildees>>. Acesso em 31 jun. 2021.

COSTA, Jéssyka L. G.. **Residual de antioxidantes sintéticos e índice de peróxido em alimentos comerciais para cães e gatos**. Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/16523?locale=pt_BR#>. Acesso em 31 ago. 2021

FERRARI, Carlos K. B.. **Oxidação lipídica em alimentos e sistemas biológicos: mecanismos gerais e implicações nutricionais e patológicas**. Revista de Nutrição, Campinas, vol. 11, n. 1, p. 3-14, 1998 Disponível em: <<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-303511>>. Acesso em 13 out. 2020.

FERRARI, Roseli A., DE SOUZA, Waleska L.. **Avaliação da estabilidade oxidativa de biodiesel de óleo de girassol com antioxidantes**. Química Nova, São Paulo, vol. 32, n. 1, p. 106-111, 2009 Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/qn/a/5Y9vDF7jZdkZDJwcGGFmYmH/?lang=pt>>. Acesso em: 26 ago. 2021.

LANIGAN, Rebecca S.; YAMARIK, Torill A.. **Final Report on the Safety Assessment of BHT**. International Journal of Toxicology, vol. 21, ed. 2, p. 19-94, 2002. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1080/10915810290096513>>. Acesso em 31 jun. 2021.

GIADA, Maria de L. R.. **Uma abordagem sobre a capacidade antioxidante in vitro de alimentos vegetais e bebidas**. DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde, vol. 9, n. 1, p. 137-146, 2014. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/demetra/article/view/8256>>. Acesso em: 31 ago. 2021.

HONORATO, Thatyan C.; BATISTA, Elga; PIRES, Tatiana, NASCIMENTO, Kamila de O. do. **Aditivos alimentares: aplicações e toxicologia**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, vol. 8, n. 5, p. 1-11, 2013. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7404578>>. Acesso em 13 out. 2020.

RAMALHO, Valéria C.; JORGE, Neuza. **Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos**. Química Nova, São Paulo, vol. 29, n. 4, p. 755-760, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/7QPFMbDGVjFgdBGNsCCvhpm/?lang=en>>. Acesso em 13 out. 2020.

SILVA, Francisco A. M.; BORGES, Fernanda M.; FERREIRA, Margarida A.. **Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante**. Química Nova, São Paulo, vol. 22, n. 1, p. 94-103, 1999. Disponível em: <http://quimicanova.s bq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=2056>. Acesso em 13 out. 2020.

SOARES, Denise J.; TAVARES, Tarliane M.; BRASIL, Isabella M.; DE FIGUEIREDO, Raimundo W.; DE SOUZA, Paulo H. M.. **Processos oxidativos na fração lipídica de alimentos**. B.CEPPA, Curitiba, vol. 30, n. 2, p. 263-272, 2012. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/30504>>. Acesso em 13 out. 2020.

SOARES, Sergio E.. **Ácidos fenólicos como antioxidantes**. Revista de Nutrição, vol. 15, n. 1, p. 71-81, 2002. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rn/a/mZxTyVMspZY9WJgC7SSFnbh/?lang=pt>>. Acesso em 13 out. 2020.

VALENZUELA, Alfonso B.; NIETO, Susana; SANHUEZA, Julio. **Natural antioxidants in functional foods: from food safety to health benefits**. Grasas y aceites, vol. 54, n. 3, p. 295-303, 2003. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=762149>>. Acesso em 13 out. 2020.