

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA
BACHARELADO EM ZOOTECNIA

GABRIELE ANCILOTTO OLIVEIRA

**MÉTODO ACELERADO NA DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE PRATELEIRA DE
ALIMENTOS SEMIÚMIDOS PARA CÃES**

Ilha Solteira

2023

GABRIELE ANCILOTTO OLIVEIRA

**MÉTODO ACELERADO NA DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE PRATELEIRA DE
ALIMENTOS SEMIÚMIDOS PARA CÃES**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Faculdade de Engenharia
de Ilha Solteira – Unesp como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Zootecnista.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos
Laurentiz

Ilha Solteira
2023

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

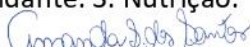
O48m Oliveira, Gabriele Ancilotto.
Método acelerado na determinação do tempo de prateleira de alimentos semiúmidos para cães / Gabriele Ancilotto Oliveira. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2023
42 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2023

Orientador: Antonio Carlos Laurentiz

Inclui bibliografia

1. Shel-Life. 2. Antioxidante. 3. Nutrição.


Amanda Sertori dos Santos

Bibliotecária - CRB/8-9061
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao
Usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

CURSO DE ZOOTECNIA

ATA DA DEFESA – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: "MÉTODO ACELERADO NA DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE PRATELEIRA DE ALIMENTOS SEMIÚMIDOS PARA CÃES"

ALUNO(A): GABRIELE ANCILOTTO OLIVEIRA - RA 191050717

ORIENTADOR: Prof. Dr. Antonio Carlos de Laurentiz

- Aprovado (X) - Reprovado () pela Comissão Examinadora

Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Antonio Carlos de Laurentiz
Presidente (Orientador)



Mestranda Carla Caroline de Souza Furiozo Rondis



Mestrando Edilson Silva de Oliveira

Documento assinado digitalmente



GABRIELE ANCILOTTO OLIVEIRA
Data: 22/12/2023 08:22:01-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Aluna: Gabriele Ancilotto Oliveira

Ilha Solteira(SP), 20 de dezembro de 2023.

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Cursos: Agronomia, Ciências Biológicas, Eng. Civil, Eng. Elétrica, Eng. Mecânica, Física, Matemática e Zootecnia.
Avenida Brasil Centro, 56 Caixa Postal 31 CEP 15385-000 Ilha Solteira São Paulo Brasil
tel (18) 3743 1100 fax (18) 3742 2735 stcom@adm.feis.unesp.br www.feis.unesp.br

AGRADECIMENTOS

Encerramentos de ciclos são períodos complicados, mas as pessoas que acompanham a jornada conosco deixam tudo mais fácil, gostaria de agradecer primeiramente a minha família, meus avós João e Rosalina que são a minha maior saudade e estiveram de longe me apoiando, mesmo sem muito entender o curso que escolhi, meus pais Aldecir e Ivânia que foram meus maiores incentivadores a fazer a faculdade, sem eles nada disso teria sido possível.

As pessoas maravilhosas que eu tive o prazer de conhecer e conviver durante toda a minha graduação em Ilha Solteira, meus amigos que passaram por todas as aventuras que a graduação nos proporciona, momentos de risadas, medos, conversas e um pouco de desespero em finais de semestre, todos que passaram na minha vida foram essenciais e contribuíram para eu ser a pessoa que sou hoje, eu jamais chegaria aonde cheguei sem ajuda.

Gostaria de agradecer a Francielly Oliveira Santos que deu início a essa pesquisa e eu tive a honra de poder contribuir e trabalhar junto, todo este trabalho só foi possível devido ao incentivo a pesquisa científica proporcionada pelas bolsas oferecidas pela CAPES e pela Pró reitoria.

Não poderia deixar de agradecer a UNESP, que foi minha casa, que me apresentou a Zootecnia, todos os professores e funcionários que contribuíram para a minha formação e não menos importante a Empresa Júnior que me abriu muitas portas e me deixou tanta saudade.

As coisas até podem dar errado, mas não deve deixar ninguém definir seus limites a partir da sua origem. Seu único limite é a sua alma.

- Ratatouille

RESUMO

O Mercado pet representa uma parte significativa da economia mundial, no ano de 2022 o faturamento mundial do mercado pet foi de US\$ 149,8 bilhões, com crescimento de 5,4% comparado a 2021. Os Estados Unidos se destacaram em 1º lugar com 43,78% desse faturamento, a China se manteve em 2º lugar com 8,7% e em 3º lugar está o Brasil com 4,95%. O crescimento e evolução do mercado pet e dos seus produtos é expressiva, com isso a alimentação destinada a pets passou por uma grande evolução, com dietas balanceadas e que seguem a exigência nutricional de cada espécie, acompanhado também da exigência dos tutores com a qualidade e origem dos alimentos ofertados a seus pets. O presente estudo analisou o comportamento das variáveis umidade, atividade de água, peróxido e acidez de bifeinhos submetido ao método acelerado de estudo de shelf-life, os tratamentos consistiram em três dosagens (0,05; 0,075; 0,1) de antioxidantes sintéticos (BHA+BHT) e natural (Blend de vitamina E), com três repetições cada e um esquema fatorial $2 \times 3 + 1$, o estudo ocorreu durante 180 dias, as análises estatísticas foram realizadas através do programa SISVAR com comparação e média pelo teste de Tukey a 5%. Os resultados demonstraram diferenças significativas para os valores de acidez e umidade, todos os tratamentos tiveram suas médias dentro do padrão esperado sendo o mais se destacou o antioxidante natural no valor de 0,075%.

Palavras-chave: Shel-life, antioxidante, nutrição.

ABSTRACT

The pet market represents a significant part of the world economy, in 2022 the global revenue of the pet market was US\$ 149.8 billion, with growth of 5.4% compared to 2021. The United States stood out in 1st place with 43.78% of this revenue, China remained in 2nd place with 8.7% and in 3rd place is Brazil with 4.95% (ABINPET, 2023). The growth and evolution of the pet market and its products is significant, with this the food intended for pets has undergone a major evolution, with balanced diets that follow the nutritional requirements of each species, also accompanied by the guardians' demands for quality and origin of the food offered to your pets. The present study analyzed the behavior of the variables humidity, water activity, peroxide and acidity of steaks subjected to the accelerated method of shelf-life study, the treatments consisted of three doses (0.05; 0.075; 0.1) of synthetic antioxidants (BHA+BHT) and natural (Vitamin E Blend), with three replications each and a 2x3+1 factorial scheme, the study took place over 180 days, statistical analyzes were carried out using the SISVAR program with comparison and average using the Tukey test at 0.05%. The results demonstrated significant differences for acidity and humidity values, but all averages remained within the expected standard, and the level whit the natural antioxidante of 0,075%.

Key words: Shelf-life, antioxidante, nutrition.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média das variáveis de acordo com os tratamentos.	27
Tabela 2 - Média das variáveis analisadas ao decorrer do tempo de estudo.....	28
Tabela 3 - Comportamento da variável umidade de acordo com o antioxidante e o tempo de análise.	29

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Média do comportamento da variável umidade ao longo do tempo em amostras que não utilizaram antioxidante “controle”	30
Gráfico 2 - Média do comportamento da variável umidade ao longo do tempo em amostras que utilizaram do antioxidante “sintético”	30
Gráfico 3 - Média do comportamento da variável umidade ao longo do tempo em amostras que utilizaram do antioxidante “sintético”	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Testes de estabilidade oxidativa.	17
Figura 2 - Esquema geral da oxidação lipídica.....	19
Figura 3 - Taxas generalizadas de reações de deterioração em alimentos como função da atividade de água em temperatura ambiente.	22

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVO	11
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	11
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
3.1 MERCADO PET	12
3.1.1 Histórico	12
3.2 ALIMENTOS SEMIÚMIDOS	14
3.2.1 Bifinhos.....	15
3.3 O QUE É <i>SHELF LIFE</i> ?	15
3.3.1 Métodos de determinação do <i>shelf life</i>.....	16
3.4 INDICATIVOS DE OXIDAÇÃO	17
3.4.1 Oxidação Lipídica.....	18
3.5 ANTIOXIDANTES	19
3.5.1 O que são	19
3.5.2 Classificação dos antioxidantes	21
3.5.2.1 <i>Antioxidantes Naturais</i>	22
3.5.2.2 <i>Antioxidantes Sintéticos</i>	22
3.6 FATORES QUE INTERFEREM NO SHELF LIFE	21
3.6.1 Atividade de água	21
3.6.2 Acidez.....	23
3.6.3 Peróxido.....	23
3.6.4 Umidade.....	24
4. MATERIAL E MÉTODOS	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
6. CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS	34

1. INTRODUÇÃO

Segundo dados da ABINPET (2023) no ano de 2022 a população de animais no Brasil chegou a 167,6 milhões, dentre esses, 67,8 milhões eram cães e 33,6 milhões eram gatos. Essas são as duas espécies que mais tem produtos no mercado petfood, apresentando um crescimento em relação ao ano de 2021, onde a população de cães foi de 58,1 milhões e a de gatos 27,1 milhões.

O faturamento do mercado pet no ano de 2022 foi de R\$ 41,96 bilhões, onde se destaca o segmento pet food com 18,3% de participação deste valor (ABINPET, 2023).

No ano de 2022 o faturamento mundial do mercado pet foi de US\$ 149,8 bilhões, com crescimento de 5,4% comparado a 2021. Os Estados Unidos se destacaram em 1º lugar com 43,78% desse faturamento, a China se manteve em 2º lugar com 8,7% e em 3º lugar está o Brasil com 4,95% (ABINPET, 2023).

O crescimento e evolução do mercado pet e dos seus produtos é expressiva, com isso a alimentação destinada a pets passou por uma grande evolução, com dietas balanceadas e que seguem a exigência nutricional de cada espécie (BORGES et al., 2003). Com isso, o tutor tornou-se mais exigente em relação ao tipo de alimento ofertado ao seu animal, sendo assim, muito importante o conhecimento do tempo de vida útil (*shelf-life*) e os fatores ligados a qualidade do produto, pois, indicativos como o teor de água, umidade, acidez e índice de peróxido mostram o tempo de vida de prateleira.

O termo *shelf-life* está ligado diretamente a vida útil de um alimento, pois, é o período em que o produto mantém suas características sensoriais e microbiológicas aceitáveis pelo controle de qualidade (FU e LABUZA, 1993).

Para garantir a qualidade e segurança alimentar as rações tem em sua composição os antioxidantes, pois, rações comerciais voltadas a animais de companhia apresentam um tempo maior entre a data de fabricação e validade, podendo chegar até 18 meses de *shelf-life* (BRASIL, 2009).

Os antioxidantes têm o papel de retardar o efeito de degradação dos alimentos agindo na oxidação dos lipídeos, esses compostos podem ser naturais como: tocoferóis (vitamina E) e o ácido ascórbico (vitamina C) ou sintéticos (compostos fenólicos) como: BHA (hidroxianisol butilado), BHT (hidroxitolueno butilado), TBHQ (terc-butil hidroquinona), e PG (galato de propila) (MENDES, 2011).

Devido ao crescimento do mercado as empresas têm se preocupado cada vez mais com a vida de prateleira dos produtos, pois, interfere diretamente nos produtos que vão para a

exportação, para isso é necessário realizar testes. Desta forma, os testes acelerados, recorrendo a condições padronizadas de oxidação acelerada, permitem estimar de forma rápida a vida de tempo útil do produto e se torna muito mais compatível com o controle de qualidade em escala industrial (SILVA, 2018).

2. OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar se a utilização de diferentes níveis de antioxidantes sintéticos e naturais, terá efeito sobre o tempo de prateleira de bifinhos (alimentos semiúmidos para cães).

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Analisar os parâmetros de umidade, acidez total, atividade de água e índice de peróxido de bifinhos (alimentos semiúmidos) submetidos a diferentes níveis de antioxidantes sintéticos e naturais, no decorrer de 16 semanas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 MERCADO PET

O termo *pet* é uma expressão inglesa que significa animal. Esta palavra é muito utilizada na área comercial, vendas, marketing, entre outras para designar o mercado exclusivo de produtos e serviços destinados a animais de companhia (MARICHALAR, 2006).

Dentre as principais espécies de animais que o termo “*pet*” representa, estão os cães, gatos, as aves canoras e ornamentais, pequenos roedores, peixes, cobras e répteis, estes animais têm por característica uma relação com o tutor onde este se torna responsável pela criação e contato com os animais (ELIZIERE, 2013).

Segundo a ABINPET (2023) o grupo de animais de companhia são compostos em sua maioria por cães e gatos que nos últimos anos passaram a ganhar maior importância para o mercado e para os tutores. A relação entre esses animais e os seres humanos assumiu um importante papel na sociedade, o laço afetivo entre animal e humanos se estreitou de tal forma que afetou a indústria de alimentos para animais de estimação, aumentando assim, o seu portfólio de forma a atingir todos os públicos.

Dentre o conjunto de transformações que ocorrem nas configurações familiares no cenário das sociedades urbanas contemporâneas, destacam-se as famílias multiespécies. Trata-se de um sistema familiar emocional, que permite incorporar não só pessoas da família estendida ou sem grau de parentesco, mas também, membros de outras espécies, como cães, gatos ou outros (GAEDTKE, 2019). Lares modernos com cada vez menos crianças, os animais vêm com o papel de suprir esse sentimento, com isso, o apego entre tutores e seus animais é visto facilmente em qualquer lugar e com maior frequência (DIBARTOLA e ROGERS, 2004; MAZON e MOURA, 2017).

3.1.1 Histórico

O setor *pet food* começou a ter maior importância neste século, por isso, no passado não se falava e nem existiam alimentos específicos para cada animal. Com o passar dos anos pesquisas foram sendo realizadas para que este mercado pudesse se tornar promissor, hoje este negócio conta com uma diversidade de alimentos compostas por rações balanceadas secas e úmidas, petiscos, alimentos coadjuvantes entre outros. O surgimento da indústria *pet food* se deu no século XIX na Inglaterra por James Spratt, que ao notar um cão consumindo restos de comida resolveu criar um biscoito específico para esses animais, a necessidade da época de ter

um ramo do mercado voltado para *pets* fez com que estes biscoitos ficassem famosos e conhecidos como biscoitos de Spratt (CASE et al., 1997; SAAD e FRANÇA, 2010).

Em 1922 os irmãos Chappel e Rockford produziram comida enlatada para cães nos Estados Unidos. No ano de 1941 a demanda por alimentos específicos para os animais de companhia foi tão grande que 90% da procura por alimentos eram os enlatados (CASE et al., 1997).

Durante a 2ª Guerra Mundial o alumínio que era utilizado nas latas foi racionado radicalmente, voltando a matéria prima para as necessidades da guerra, com isso, os alimentos para cães que eram vendidos de forma enlatada passaram a ser produzidos de forma seca, surgindo assim o conceito de ração seca (MOURA, 2013).

Com o progresso no mercado em meados da década de 50 surgiram os biscoitos assados, que até então não eram produzidos, a primeira ração lançada no mercado foi a da marca Purina Dog Chow em 1957. Em 1960 foram lançadas as rações semiúmidas e pré-cozidas (MATHIAS, 2009).

Na mesma década, deu-se início a fabricação de ração pelo processo de extrusão, também utilizado pela Purina, nele, os ingredientes são cozidos juntos ainda na forma líquida e passam por um mecanismo que aplica pressão e altas temperaturas, deixando o alimento totalmente cozido, esse processo garante alta durabilidade e é utilizado até os dias de hoje na produção de rações secas (GATES, 2008).

Nos anos de 1960 houve um grande marco com a alta diversificação dos alimentos disponíveis para os *pets*, além da introdução de rações secas para gatos e mais variedades de produtos enlatados e semiúmidos (BARNES, 2005). Na década de 70 deu-se início a classificação mercadológica de alimentos premium e a diferenciação entre rações para adultos e filhotes (CASE et al., 2011).

Os níveis de exigências nutricionais surgiram em 1974 para cães e em 1978 para gatos, recomendações estas que vieram a partir de estimativas de outras espécies publicadas pela National Academy of Science e foram utilizadas pelos fabricantes de ração até o início da década de 1980 (BUTTERWICK et al., 2011).

Com a realização de novas pesquisas as dietas foram se aprimorando e sua composição nutricional cada vez mais adequada as exigências nutricionais de cães e gatos, além disso, o mercado também começou a ofertar rações em pacotes de diversos tamanhos facilitando o armazenamento (CAZE et al., 1997).

A praticidade de alimentar os animais com ração fez com que esse ramo ganhasse mais força entre os tutores, impulsionando empresas desse ramo, que diversificaram cada vez mais

os alimentos ofertados, tornando-os cada vez mais seguros e balanceados, a fim de que o animal tenha maior expectativa de vida (KELLY, 2012).

3.2 ALIMENTOS SEMIÚMIDOS

A classificação geral dos alimentos comerciais para animais de estimação é feita através dos métodos de fabricação, conservação e a umidade que o alimento contém, compreendendo assim os alimentos secos, enlatados e semiúmidos (CASE et al., 1998).

Um dos pontos que define a classificação de alimentos comerciais para cães e gatos é o teor de umidade, o que exige maior atenção ao comparar as composições de ingrediente, a qualidade e o preço ofertado. A classificação por umidade pode ser segmentada da seguinte forma: alimento seco - 12% de umidade máxima; alimento semiúmido - 30% de umidade máxima; alimento úmido - 84% de umidade máxima e alimento líquido - 95% de umidade máxima. No Brasil essas classificações são as possibilidades de alimentos encontrados no mercado (VENDRAMINI, 2016).

O teor de umidade para que um alimento seja considerado semiúmido precisa variar de 15 a 30% e os ingredientes mais utilizados nesse tipo de alimentação são os tecidos de animais congelados ou frescos, cereais, gorduras e açúcares simples, que por conterem uma alta porcentagem de açúcares simples possuem maior palatabilidade e digestibilidade (CASE et al., 1998).

Para a conservação desses alimentos se faz necessário o uso de umectantes, antioxidantes e antifúngicos, devido a esses quesitos, a embalagem das rações semiúmidas merecem uma maior atenção, pois elas precisam evitar a perda de água o que pode prejudicar a plasticidade e palatabilidade do produto (FORTES, 2005).

Alimentos semiúmidos tem algumas vantagens em relação as rações secas e úmidas, pois, possuem uma textura mais macia e saborosa, fatores que contribuem para aumentar a aceitabilidade dos animais e estimular o apetite. Além disso a presença de água ajuda a hidratar os pets sendo um grande diferencial, principalmente para os gatos (DE OLIVEIRA, 2023).

Os alimentos semiúmidos estão mais propensos a contaminação bacteriana devido ao seu teor de água mais elevado, com isso, deve ser incluído em sua composição: umectantes, antioxidantes e antifúngicos; usar baixo pH e baixa umidade; armazená-los corretamente e não os deixar expostos por períodos prolongados (NETO et al., 2017).

3.2.1 Bifinhos

Dentre os diversos tipos de alimentos que o mercado *pet* oferece para os consumidores, temos os alimentos específicos, os petiscos utilizados para agradar os animais de estimação, para cães esse agrado normalmente é feito com ossinhos, bifinhos, palitinhos, biscoitos, bolinhos, entre outros (NEC BRASIL, 2009).

Os bifinhos são produtos que tem um formato característico de tablete, são moderadamente flexíveis e feitos à base de farinha de vísceras (BUGNI, 2008). Este tipo de alimento específico possui alto teor de proteína, cerca de 40%, boas fontes de minerais e altos teores de energia que provém dos carboidratos e lipídeos presentes na sua composição (SILVA, 2016).

O método de fabricação dos bifinhos é feito através da extrusão que é um processo que combina alta pressão, umidade e altas temperaturas (XIONG, 2000).

3.3 O QUE É *SHELF LIFE*?

A expressão *shelf life* é utilizada para definir a vida útil de um alimento, ou seja, o período que o produto se mantém aceitável do ponto de vista sensorial, nutricional e microbiológico (FU e LABUZA, 1993).

Com o crescente aumento de animais nos lares das famílias existe uma preocupação mundial em relação à segurança alimentar dos *pets*, principalmente os que são alimentados exclusivamente com rações comerciais (CUSTÓDIO et al., 2005).

O perfil dos consumidores vem mudando e estão cada vez mais exigentes em relação a qualidade alimentar, esperando sempre que a qualidade dos alimentos seja elevada e constante durante o período de compra e consumo sem alterações indesejadas na qualidade sensorial (KILCAST, 2000).

Os alimentos em sua maioria tendem a perder a qualidade e potencial de vida útil em algum grau após a fabricação, esse processo depende muito do tipo do alimento, da sua composição, da embalagem e das condições de armazenamento. O processo de deterioração pode ocorrer em qualquer estágio da produção, desde a matéria prima até o consumo pelo consumidor final (GOULD, 1996).

A deterioração microbiológica é um dos processos de deterioração mais importantes, especialmente em produtos com uma alta quantidade de água, frescos ou minimamente

processados, pois, esses microrganismos podem causar alguma doença que pode ser transmitida pelos alimentos (FU e LABUZA, 1993).

Segundo IFST (1993) os diversos fatores que interferem na vida útil do alimento podem ser classificados em dois grupos, os fatores intrínsecos que interferem diretamente no produto final e são influenciados por variáveis como: tipo e qualidade da matéria-prima, formulação e estrutura do produto:

- Atividade de água (A_w) (água disponível);
- Valor de pH e acidez total (tipo de ácido);
- Potencial redox (Eh);
- Oxigênio disponível;
- Nutrientes;
- Microflora natural e contagem microbiológica sobrevivente;
- Bioquímica natural da formulação do produto (enzimas, reagentes químicos);
- Uso de conservantes na formulação do produto (por exemplo, sal).

E fatores extrínsecos que são aqueles com os quais o produto final se depara ao longo da cadeia alimentar, sendo:

- Perfil de tempo-temperatura durante o processamento (pressão no espaço livre);
- Controle de temperatura durante armazenamento e distribuição;
- Umidade relativa (UR) durante processamento, armazenamento e distribuição;
- Exposição à luz (UV e IR) durante processamento, armazenamento e distribuição;
- Contagem microbiana ambiental durante processamento, armazenamento e distribuição;
- Composição da atmosfera dentro da embalagem;
- Tratamento térmico subsequente (por exemplo, reaquecimento ou cozimento antes do consumo);
- Manuseio pelo consumidor.

3.5.1 Métodos de determinação do *shelf life*

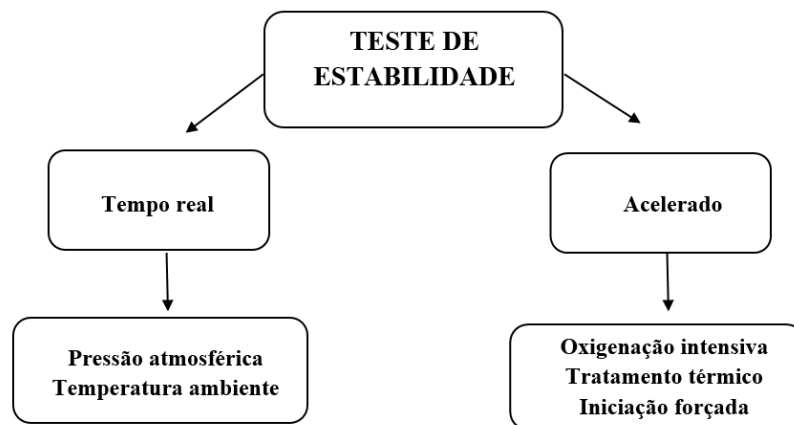
A avaliação do estado de oxidação de óleos e gorduras, ou seja, a medida do ranço, é uma determinação importante a nível industrial (SILVA, BORGES e FERREIRA, 1999).

Ao se determinar a vida útil de um alimento é necessário ter conhecimento das principais reações de transformações que levam a deterioração, sendo os fatores de maior influência a temperatura, a umidade relativa, a atividade de água e a luz (DIAS, 2007).

Há várias maneiras de se mensurar o *shelf life*, os métodos podem ser divididos em testes em tempo real e acelerado. Os testes em tempo real são baseados em uma avaliação feita ao longo do tempo de vida útil do alimento que ao se tratar de alimentos destinados a animais de companhia a avaliação tem duração de 12 a 18 meses, o que dificulta o tempo de produção em uma escala industrial (DROZDOWSKI e SZUKALSKA, 1987).

É importante estabelecer a distinção entre os testes para determinação da estabilidade oxidativa nas condições normais de armazenamento ou de distribuição (testes de estabilidade em tempo real), e a avaliação da resistência à oxidação efetuada por testes preditivos, os quais promovem um envelhecimento acelerado (testes de estabilidade acelerados) assim como mostra a (Figura 1) (SILVA, BORGES e FERREIRA, 1999).

Figura 1 - Testes de estabilidade oxidativa.



Fonte: Adaptado de (SILVA, BORGES e FERREIRA, 1999).

Os testes acelerados ocorrem com os alimentos estocados a 37 °C e 51 °C, metodologia baseada na Equação de Arrhenius ou no conceito de Q10, são usadas para extrapolar os resultados para as temperaturas usuais de estocagem (SAGUY & KAREL, 1980).

Basicamente, os testes acelerados consistem em avaliar a estabilidade de alimentos expostos a condições abusivas de estocagem, a fim de reduzir o tempo requerido para se determinar o *shelf life* (AZEREDO & FARIA, 2004).

3.4 INDICATIVOS DE OXIDAÇÃO

Para alimentos que contém lipídeos em sua composição o principal meio de deterioração é a oxidação lipídica que pode tornar o alimento inaceitável sensorialmente aos animais, além de produzir substâncias que podem ser tóxicas (TABEE et al., 2008).

A oxidação dos lipídeos marca uma reação muito importante que limita a vida de prateleira dos alimentos. As alterações na qualidade podem ser percebidas pelas mudanças nas características sensoriais, no valor nutricional e na composição pela presença de compostos potencialmente tóxicos (MARIUTTI e BRAGAGNOLO, 2009).

Segundo Coneglian (2011) esse processo de rancidez oxidativa tem início com o ataque do oxigênio molecular às duplas ligações dos ácidos graxos insaturados que compõem a molécula de lipídeo. O problema mais frequente de como retardar a oxidação é quanto ao antioxidante utilizado e sua eficiência. O odor é um parâmetro muito utilizado e de fácil detecção quando o alimento contém alto conteúdo de lipídeos, mas é um critério subjetivo, não quantitativo e não definitivo, por este motivo é que a maneira mais correta é a avaliação química da rancidez oxidativa.

3.4.1 Oxidação Lipídica

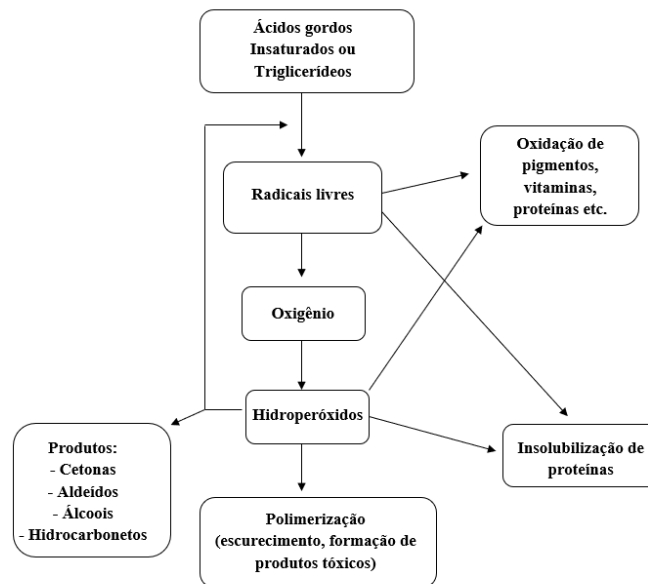
A oxidação lipídica é um fenômeno que ocorre nos alimentos de forma espontânea e inevitável (SILVA, 1999).

Os principais problemas decorrentes das reações de oxidação de lipídeos envolvem as alterações sensoriais, ou seja, o desenvolvimento de notas aromáticas desagradáveis denominadas de ranço, essas reações ocorrem com substratos específicos que são os ácidos graxos encontrados na constituição dos glicerídeos (FENNEMA, 1993).

Os alimentos que contém em sua composição teores significantes de ácidos graxos poli-insaturados necessitam da utilização de agentes antioxidantes em sua formulação como forma de prevenir a oxidação. Os antioxidantes mais utilizados são o butil-hidroxi-tolueno (BHT) e o butil-hidroxi-anisol (BHA) (BIRCH et al., 2001).

Segundo Fellows (2006) quando ocorre o processo de oxidação lipídica o produto dessa reação pode ser formado por aldeídos, cetonas, ácidos, álcoois e hidrocarbonetos, como visto na (Figura 2). Esses identificam o fenômeno da rancidez, causa essa que ocorre devido à degradação de vitaminas lipossolúveis e de ácidos graxos essenciais (RAMALHO e JORGE, 2006).

Figura 2 - Esquema geral da oxidação lipídica.



Fonte: Adaptado de (SILVA, BORGES e FERREIRA, 1999).

A perda parcial de nutriente como vitaminas lipossolúveis, a co-oxidação da vitamina C e a formação de lipídeos oxidados antagonistas de nutrientes essenciais (tiamina, riboflavina, proteínas, lisina, aminoácidos sulfurados, vitamina B12, pantotenato, etc) se dá pelo processo de oxidação lipídica (CONEGLIAN, 2011).

3.5 ANTIOXIDANTES

3.5.1 O que são

Segundo a U.S.F.D.A., (United State Food and Drug Administration) os antioxidantes podem ser definidos como substâncias que preservam e retardam os fatores ligados a deterioração do alimento, eles evitam o início ou a propagação das reações em cadeia da oxidação (DECKER e XU, 1998).

Para assegurar que nutrientes sejam ingeridos, digeridos, absorvidos e transportados às células do organismo, inclui-se na dieta certos aditivos, na sua maioria, não nutritivos, com a finalidade de um melhor balanceamento dos nutrientes do alimento. Quando se trata de substâncias orgânicas, a oxidação é um dos processos mais importantes de redução de vida de prateleira dos produtos industrializados e das suas matérias primas em geral, dessa forma se torna tão importante estudar e conhecer as formas de controle para a indústria alimentícia (DEGÁSPARI, 2004).

No Brasil, a lei nº 6.198, de 26 de dezembro de 1974, regulamentada pelo decreto nº 6.296, de 11 de dezembro de 2007 conferiu ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) a responsabilidade de normatizar na forma da legislação específica e supervisionar as atividades de fiscalização da produção e comércio de alimentos para animais. (BRASIL, 2017).

O MAPA aprovou a Instrução Normativa nº 13, de 30 de novembro de 2004, que foi aperfeiçoada pela Instrução Normativa nº 44, de 15 de dezembro de 2015. Ambos os regulamentos técnicos têm o objetivo de estabelecer procedimentos padrão a ser adotado para avaliação de segurança de uso, registro e comercialização dos aditivos utilizados nos produtos destinados à alimentação animal, a fim de garantir um nível adequado de proteção da saúde humana, dos animais e do meio ambiente (DANIELE, 2020).

Segundo o Ministério da Agricultura e Pecuária, que viabiliza a Instrução Normativa 13/04 (alterada pela Instrução Normativa nº 44/15) tem por finalidade a aprovação do regulamento técnico sobre aditivos para produtos destinados à alimentação animal, a referida Instrução Normativa define aditivo para produtos destinados à alimentação animal como “substância, micro-organismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos, que não é utilizado normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios ou atenda às necessidades nutricionais”. Os aditivos são classificados como tecnológicos, sensoriais, nutricionais e zootécnicos.

- Aditivo zootécnico: toda substância utilizada para influir positivamente na melhoria do desempenho dos animais.
- Aditivo tecnológico: atua sobre o estado físico dos alimentos, possibilitando a manipulação de misturas e processamento, tais como a peletização ou a extrusão.
- Aditivo sensorial: destina-se aos grupos funcionais denominados: corante ou pigmentante, aromatizante e palatabilizante. A finalidade de uso dos aromatizantes e dos palatabilizantes é voltada a melhorar a aceitabilidade e estimular o consumo dos alimentos.
- Aditivo nutricional: destina-se às substâncias utilizadas para manter ou melhorar as propriedades nutricionais de ingredientes ou produtos utilizados na alimentação animal.

Por serem descritos como inibidores de radicais livres, os antioxidantes interferem diretamente no auto oxidação de lipídeos, com isso, tendem a estabilizar os ácidos graxos através da reação com os radicais livres, quelando íons metálicos e interrompendo a fase de propagação da oxidação lipídica (DECKER e XU, 1998).

3.5.2 Classificação dos antioxidantes

3.5.2.1 *Antioxidantes Naturais*

Dentre os antioxidantes naturais que existem os mais utilizados são os tocoferóis (vitamina E) e o ácido ascórbico (vitamina C). A vitamina E é um antioxidante que atua diretamente na propagação e terminação da oxidação lipídica, com isso, seu mecanismo de ação é através da reação com os radicais livres ou sequestros da molécula de oxigênio, já o ácido ascórbico assim como outros ácidos (cítrico e fítico) atuam na oxidação lipídica como agentes quelantes e atuam como antioxidantes secundários (CONEGLIAN, 2011).

3.5.2.2 *Antioxidantes Sintéticos*

O grupo de antioxidantes sintéticos mais utilizados na produção de alimentos são os compostos fenólicos como o BHA (hidroxianisol butilado), BHT (hidroxitolueno butilado) e TBHQ (terc-butil hidroquinona) denominados como antioxidantes primários os sintéticos vão atuar na etapa de início da oxidação lipídica (CONEGLIAN, 2011).

3.6 FATORES QUE INTERFEREM NO SHELF LIFE

3.6.1 Atividade de água

As diversas aplicações da atividade de água podem ser usadas para melhorar a qualidade de um produto alimentício, proporcionando maior facilidade e uniformização de fabricação. A medição da atividade de água serve para garantir a estabilidade dos alimentos e controlar o crescimento de microrganismos deterioradores que causam a intoxicação e infecção dos alimentos (BOURNE, 1987).

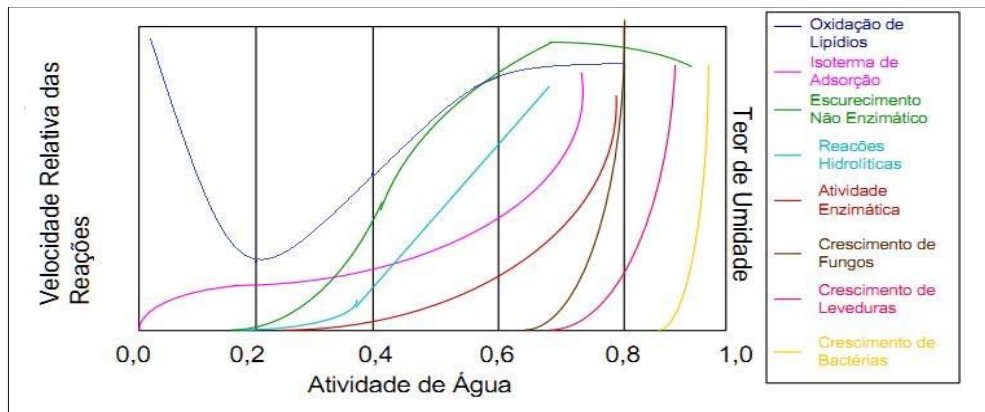
A água presente nos alimentos se encontra em duas formas: água livre e combinada, no entanto, ainda não existe uma definição concreta do que é “água combinada”, mas uma de suas principais propriedades é que ela não é congelável, já a água livre é a que está disponível para consumo e crescimento dos microrganismos responsáveis pelos processos de deterioração (KARMAS, 1980; LEUNG, 1981).

A influência do ambiente no alimento recebe a ação dos fatores extrínsecos que ditam como o produto irá se modificar, a temperatura é o fator extrínseco mais importante para as análises. Outro aspecto a ser analisado são os fatores intrínsecos relacionados com o próprio

produto, onde o pH e a atividade de água (A_w) são as variáveis mais importantes para a análise de *shelf life* (AZEREDO, 2004).

A atividade de água é um dos principais fatores para analisar na estabilidade de um alimento, pois, diferente da umidade, é na taxa de água que ocorre o crescimento dos microrganismos e as reações químicas como visto na (Figura 3).

Figura 3 - Taxas generalizadas de reações de deterioração em alimentos como função da atividade de água em temperatura ambiente.



Fonte: VAN DEN BERG e BRUIN (1981).

De acordo com a figura 3 é possível perceber que as reações têm sua velocidade relativa reduzida com a diminuição da A_w , a partir de 0,2 todas as reações ficam inibidas, exceto a oxidação de lipídios.

Segundo Beuchat (1983) a oxidação lipídica passa por um mínimo e depois sofre uma rápida elevação, com isso as atividades de água inferiores a 0,6 inibem o desenvolvimento de fungos e bactérias, os fungos são os microrganismos mais resistentes a diminuição da A_w , sendo eles os principais responsáveis pela deterioração do alimento na faixa de atividade de 0,61-0,70 devido a nula competição de bactérias.

A atividade de água pode ser variada ou controlada através do processamento e da formulação, afinal a força que promove as reações químicas com a água em um alimento é proporcional ao potencial químico da água existente nele (BONE, 1969).

A aplicação de elementos capazes de transformar parte da água presente no alimento em “água não livre” é uma importante ferramenta para controlar a atividade de água em alimentos para cães. Desta maneira, surge a possibilidade de se trabalhar com aluminossilicatos, entre eles as zeolitas, capazes de adsorver boa parte da água que entra em contato com suas partículas, tornando-a indisponível para o desenvolvimento de microrganismos (ELMÔR, 2013).

3.6.2 Acidez

Um fator importante a ser analisado é a acidez, pois, ela determina o nível de conservação dos óleos presentes no alimento. O processo de decomposição pode ocorrer por hidrólise, oxidação ou fermentação alterando na maioria das vezes a concentração dos íons de oxigênio. O processo de decomposição é acelerado pelo aquecimento e pela luz, sendo este processo quase sempre acompanhado da formação de ácidos graxos livres que são frequentemente expressos em níveis de acidez (INSTITUTO, 2008).

Os ácidos orgânicos que estão presentes nos alimentos influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e qualidade do alimento, por isso, a acidez deve ser aplicada para determinar um valor nutritivo referente a manutenção do balanceamento ácido-base no organismo, indicando pureza e qualidade dos produtos fermentados, estando presente no estudo através do índice de deterioração de óleos e gorduras pela presença de ácidos graxos livres e a estabilização da deterioração do alimento (CECCHI, 1999).

3.6.3 Peróxido

O nível de peróxido contribui para o monitoramento da oxidação dos constituintes lipídicos, pois, constitui uma reação importante que limita a vida de prateleira dos alimentos. As alterações nos alimentos podem ser percebidas pelas mudanças nas características sensoriais, no valor nutricional e pela produção de compostos potencialmente tóxicos (MARIUTTI e BRAGAGNOLO, 2009).

Dentro desses processos está envolvida a reação de ácidos graxos insaturados com o oxigênio, dessa forma, a vida de prateleira de um alimento proveniente de fonte de lipídios depende da proporção de ácidos graxos saturados e insaturados (TIRITAN e BEUX, 2006).

Segundo Desgáspari e Waszczyński (2004) o principal problema recorrente da oxidação lipídica é a alteração sensorial quanto ao aroma, através de aromas desagradáveis, denominados “ranço”.

Dentre os testes mais utilizados para avaliar o estado oxidativo dos óleos presentes em um alimento estão o índice de acidez, índice de peróxido e índice de anisidina, para a medição de peróxido se considera a medida do índice em miliequivalentes de peróxido por 1000g de amostra, além de realizar a reação de iodeto de potássio com efeito oxidante dos peróxidos, pois, o iodo liberado pela reação é titulado com tiosulfato de sódio (TIRITAN e BEUX, 2006).

3.6.4 Umidade

Entre os fatores ambientais que afetam a estabilidade dos alimentos o mais estudado é a temperatura, o que se justifica não apenas por seu grande efeito sobre as taxas de reações, mas também pelo fato de ser um fator totalmente imposto pelo ambiente, enquanto outros fatores ambientais como a umidade relativa e a pressão parcial de gases podem ser ao menos parcialmente controlados pela embalagem (AZEREDO, 2012).

Quando um alimento está em contato direto com o ar atmosférico, a umidade relativa (UR) do ambiente determina a umidade relativa de equilíbrio do alimento. Assim, a absorção ou perda de umidade, por um alimento, é determinada pelo gradiente entre a umidade relativa do ambiente e a umidade relativa do produto (AZEREDO, 2012).

Há uma correlação estreita entre a atividade de água de um alimento e a umidade relativa de equilíbrio do alimento e a umidade relativa de equilíbrio do ambiente. Quando o alimento está em equilíbrio com a atmosfera a umidade relativa é igual a atividade de água x 100. Assim, alimentos conservados em ambiente com umidade relativa superior à sua atividade de água tendem a absorver umidade do ambiente, causando um aumento em sua atividade de água.

Por outro lado, os alimentos perdem água se a umidade ambiental for inferior à sua atividade de água, causando uma diminuição nesse valor (FRANCO e LANDGRAF, 2008).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Para o experimento foram produzidos alimentos semiúmidos, denominados bifinhos, com três diferentes dosagens de antioxidantes, 0,1%, 0,075% e 0,05% (BHA com BHT e Natural).

Os antioxidantes aplicados foram uma mistura de BHA e BHT como tratamento sintético e um blend de compostos naturais com princípios ativos provenientes de extrato de chá verde, extrato de alecrim, hortelã e mistura de tocoferóis concentrados.

O alimento semiúmido específico usado no estudo foi um produto comercial de seguinte composição: Carne mecanicamente separada de aves (mín. 20%), proteína concentrada de soja, farinha de arroz, farinha de vísceras de aves, farelo de arroz, fécula de mandioca, glicerina, colágeno, cloreto de sódio (sal comum), açúcar de cana-de-açúcar, ácido fosfórico, corante caramelo IV, sorbato de potássio, aroma natural de fumaça (mín. 0,1%), aroma de churrasco (mín. 0,1%). Espécies doadoras dos genes transgênicos: *Agrobacterium tumefaciens*, *Arabidopsis thaliana*, *Bacillus thuringiensis*, *Streptomyces viridochromogenes*.

Os bifinhos (alimento semiúmido) foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em um esquema fatorial (3X2+1) considerando os três níveis de inclusão dos antioxidantes, o tipo de antioxidante (natural e sintético) mais um tratamento controle sem antioxidante, totalizando assim 7 tratamentos. Cada tratamento teve 3 repetições, as quais foram geradas a partir da coleta de amostras aleatórias durante o processamento de cada tratamento. As amostras foram estocadas nas condições descritas adiante e analisadas mensalmente.

Conforme a instrução normativa 15/2005 de 09 de maio de 2005 do MAPA, para teste de estabilidade acelerada, os produtos devem ser armazenados em câmara climatizada a 40°C \pm 2°C, com monitoramento para 75% \pm 5% de umidade relativa, por um período de seis meses, podendo considerar para um prazo de validade provisório de 24 meses.

No presente estudo, a embalagem do produto pode ser considerada de alta barreira, pois dificulta a passagem de umidade do ar ambiente para o produto a uma taxa que não comprometerá o *shelf life* do alimento de teor intermediário de umidade, assim, conforme modelo matemático determinado com base em Vitali (1996), a utilização do parâmetro de temperatura utilizada foi à 40°C (não sendo necessário a determinação e monitoramento da umidade).

Para este estudo considerou-se o produto para 18 meses, ou seja, a cada um mês do produto armazenado em condições aceleradas será considerado 3 meses em condições normais,

totalizando assim 6 meses de estudo, onde as amostras necessárias para cada análise foram retiradas da estufa a cada período de 1 mês.

As análises foram realizadas nos períodos: 0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias, sendo analisados os parâmetros de atividade de água (A_w), peróxido, umidade e acidez do produto.

Como fator determinante para o final do estudo foi realizada a comparação da diferença dos resultados dados obtidos das análises do dia em que foi fabricado e do último dia que ficou armazenado sob essas condições.

Cada amostra recebeu uma codificação, sendo formada pela informação da utilização do antioxidante (SA, SI, NA) mais a informação da dosagem recebida daquele antioxidante (010; 075; 050), explicada anteriormente, a inclusão do antioxidante foi feita na produção do alimento, chegando pronto para as análises.

- SA: Sem antioxidante;
- SI: Antioxidante Sintético;
- NA: Antioxidante Natural.

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando houve efeito significativo dos fatores, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR, versão 5.6.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na (Tabela 1) vemos os parâmetros de atividade de água (A_w) e peróxido não houve diferença estatística segundo o valor de $P > 0,05$, enquanto os fatores de acidez e umidade apresentaram diferença estatística indicando diferença entre os tratamentos submetidos.

Tabela 1 - Média das variáveis de acordo com os tratamentos.

TRATAMENTO	NÍVEL DE INCLUSÃO	A_w	PEROXIDO	ACIDEZ	UMIDADE
SA	-	0,63 _a	0 _a	0,12 _a	14,7 _a
Erro padrão		0,011	0	0,002	0,15
SI	0,05	0,61 _a	0 _a	0,12 _a	14,32 _a
SI	0,075	0,64 _a	0 _a	0,122 _a	14,93 _{ab}
SI	0,1	0,65 _a	0 _a	0,126 _a	14,63 _b
Erro padrão		0,1	0	0,002	0,15
NA	0,05	0,62 _a	0 _a	0,113 _{ab}	14,94 _b
NA	0,075	0,63 _a	0 _a	0,106 _a	14,26 _a
NA	0,1	0,62 _a	0 _a	0,116 _b	14,05 _a
Erro padrão		0,01	0	0,002	0,15

S.A.: Sem antioxidante; S.I.: Antioxidante sintético; N.A.: Antioxidante natural. a,b Médias seguidas por letras diferentes entre as linhas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a um nível de probabilidade de 5%.

Fonte: Autor próprio (2023)

A umidade é um fator que ao ser observado tem uma queda crescente de acordo com o avanço do estudo, como vemos na Tabela 2, as oscilações na umidade pode ser um indicativo que o produto tenha atingido seu ponto de equilíbrio.

A umidade de equilíbrio é atingida quando o alimento é deixado por tempo suficientemente longo em determinada condição de temperatura e umidade relativa do ar que o envolve. Nessa condição, a pressão parcial de vapor da água na superfície do produto é igual à pressão parcial de vapor de água contida no ar (CELESTINO, 1998). Segundo Hall (1980) e Brooker et al. (1992) a atividade de água e a umidade relativa, quando se estabelece o equilíbrio, são numericamente iguais, explicando assim a diminuição da umidade, buscando o equilíbrio.

De acordo com Franco e Landgraf (2008), a atividade de água determina o limite mínimo para o crescimento microbiano. Ao analisar a atividade de água, esta variável se manteve estável e abaixo do valor de 0,77 indicado na (Tabela 2), demonstrando boa estabilidade do alimento e o controle da taxa de deterioração (FELLOWS, 2006).

A atividade de água muito elevada é um fator ruim devido a proliferação de bolores e leveduras, principalmente quando a água, em sua maioria, está disponível para reações enzimáticas e disponível para crescimento microbiológico, como é o caso da atividade de água alta, a partir de 0,7 e 0,75, o meio fica propício ao desenvolvimento de bolor e levedura, quão maior for a atividade de água maior é a velocidade do desenvolvimento microbiano (DAMODARAN, 2019).

Tabela 2 - Média das variáveis analisadas ao decorrer do tempo de estudo com ambos antioxidantes.

	AW	PEROXIDO	ACIDEZ	UMIDADE
T0	0,66 _c	0 _a	0,05 _a	15,6 _d
T30	0,62 _{ab}	0 _a	0,05 _a	16,4 _e
T60	0,62 _{ab}	0 _a	0,13 _b	15,2 _{cd}
T90	0,61 _a	0 _a	0,13 _{bc}	14,07 _b
T120	0,61 _{ab}	0 _a	0,14 _c	14,6 _b
T150	0,62 _{ab}	0 _a	0,14 _{bc}	14,05 _{bc}
T180	0,66 _c	0 _a	0,16 _d	11,8 _a
Erro padrão	0,01	0	0,002	0,15

a,b,c,d Médias seguidas por letras diferentes entre as linhas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a um nível de probabilidade de 5%.

Fonte: Autor próprio (2023)

O primeiro composto químico formado quando o processo oxidativo é iniciado é o peróxido (KRABBE & SANDRI, 2012). Quando a sua concentração atinge certo nível, mudanças complexas ocorrem, formando compostos de baixo peso molecular, oriundos de sua degradação (ARAUJO, 1995).

Por ser o resultado da reação entre a gordura e o oxigênio, o peróxido indica o estado de oxidação primária e sua tendência é se tornar um composto rançoso, que é provocada pela prolongada exposição ao ar e a alta temperatura associada a ação direta da luz. Este resultado pode ser utilizado para avaliação das barreiras à luz e ao oxigênio da embalagem, ou seja, para este produto com a embalagem avaliada não seria necessário melhorias na embalagem para estas barreiras.

O peróxido representa a diferença entre a formação e a decomposição de peróxidos, e exprime-se em milimoles de oxigênio ativo por kg de matéria graxa (SILVA, BORGES e FERREIRA, 1999). Por se um indicador muito sensível no estágio inicial da oxidação, é a forma usual para detectar rancidez da gordura dos alimentos na indústria, quantificando e estimando os compostos formados de baixo peso molecular, oriundos de sua degradação. O valor é

expresso em mEq/kg de produto testado. Contudo, dependendo do momento do processo oxidativo, o valor de peróxido poderá ser baixo e a oxidação estar bem adiantada. Valores entre 1 e 10 mEq/kg de amostra são considerados aceitáveis (COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2009; CONEGLIAN, 2011).

Como o índice de peróxido se manteve nulo durante todo o estudo nas amostras que receberam doses de antioxidantes, pode-se dizer que ambos os antioxidantes e dosagem são eficientes quanto a oxidação lipídica.

Para a determinação do tempo de prateleira, o que se espera é que o produto mantenha suas características por maior tempo antes de entrar no processo de deterioração, como a reação da A_w com o oxigênio muitas das vezes é inevitável a umidade do produto, tende a entrar em equilíbrio, como relatado pelos autores Franco e Landgraf (2008), devido a isso a tendência é que o produto perca umidade ao longo do tempo, mas que continue dentro dos padrões estabelecidos para alimentos semiúmidos, onde a umidade deve ficar entre 12 e 30%, porém a sua atividade água não deve ultrapassar o valor de 0,85; considerando que todo o alimento é semiúmido (MANUAL PET FOOD, 2019).

Os valores de umidade apontam que os bifeinhos podem ser classificados como semi-úmidos até 12% de umidade), de acordo com a normativa n. 30 do MAPA (2016).

Como visto na (Tabela 3), os tratamentos se diferem entre si durante os tempos T0, T30, T90 e T150, porém ficam dentro da faixa limite da umidade para um alimento semiúmido sem haver diferenças muito significativas, os Gráficos 1, 2 e 3 respectivamente, exemplificam o comportamento da umidade ao longo do tempo com os diferentes tipos de tratamento.

Segundo Azeredo (2012), a água presente promove reatividade enzimática, o que aumenta a mobilidade das enzimas alterando a estabilização e configuração enzimática através das reações de hidrólise sendo as enzimas mais importantes em alimentos (amilases, fenoloxidasas, peroxidases) são completamente inativas a A_w (atividade de água) inferior a 0,85, com exceção das lipases, que permanecem ativas a valores baixíssimos de A_w (até mesmo 0,1).

Tabela 3 - Comportamento da variável umidade de acordo com o antioxidante e o tempo de análise.

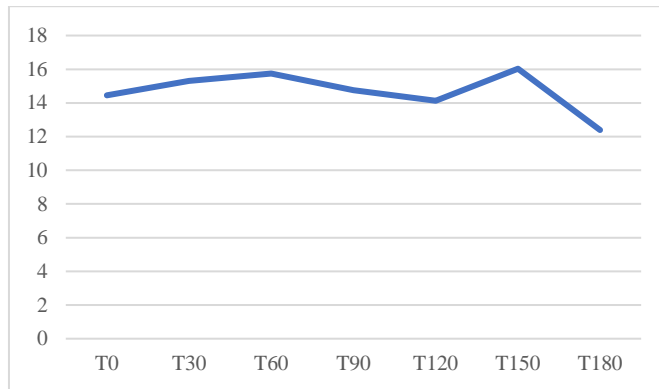
Antioxidante	Tempo de análise						
	T0	T30	T60	T90	T120	T150	T180
CONTROLE	14,46 _b	15,3 _b	15,74 _a	14,76 _b	14,13 _a	16,03 _a	11,43 _a
NATURAL	15,56 _a	15,99 _b	15,09 _a	14,07 _b	14,04 _a	13,82 _b	12,13 _a

SINTÉTICO 16,01_b 17,24_a 15,15_a 13,85_a 14,03_a 14,98_a 11,43_a

a,b Médias seguidas por letras diferentes entre as linhas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a um nível de probabilidade de 5%.

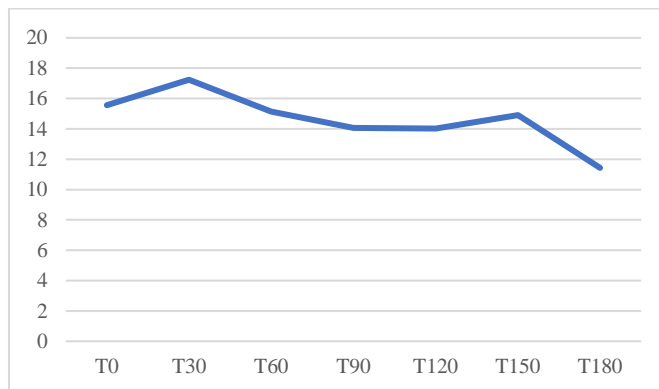
Fonte: Autor próprio (2023)

Gráfico 1 - Média do comportamento da variável umidade ao longo do tempo em amostras que não utilizaram antioxidante “controle”.



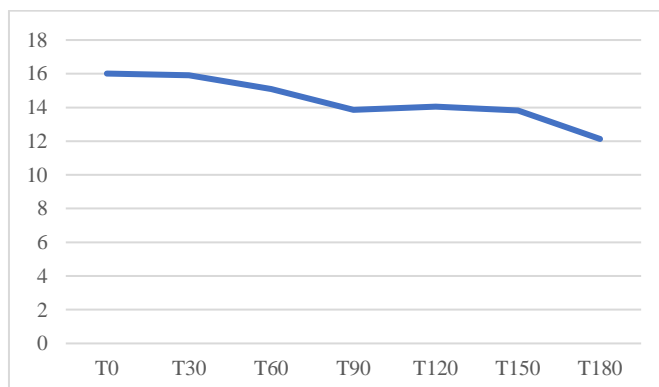
Fonte: Próprio autor (2023)

Gráfico 2 - Média do comportamento da variável umidade ao longo do tempo em amostras que utilizaram do antioxidante “sintético”.



Fonte: Autor próprio (2023)

Gráfico 3 - Média do comportamento da variável umidade ao longo do tempo em amostras que utilizaram do antioxidante “sintético”.



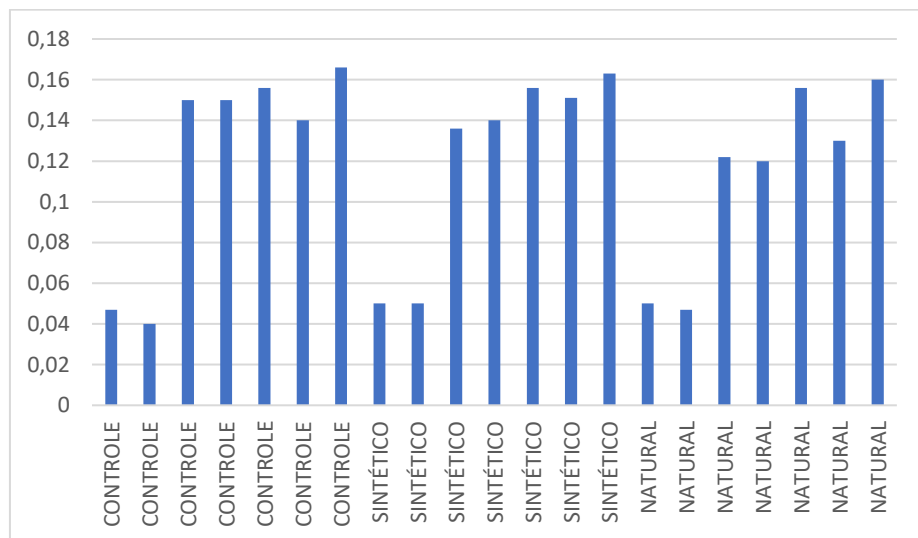
Fonte: Autor próprio (2023)

Os bifeinhos podem sofrer alterações químicas ou físicas, durante o período de teste do *shelf life*, não necessariamente sendo expressivo o crescimento fúngico. Nestes alimentos devido ao alto teor de lipídeos, a rancificação oxidativa é a forma mais comum de deterioração química.

A análise do fator acidez se faz importante no produto devido ao processo de hidrólise ou oxidação que ocorre naturalmente alterando a concentração dos íons de hidrogênio, essa ação do aumento da temperatura e exposição a luz, com isso os ácidos graxos formados são sempre um indicativo de acidez. O desenvolvimento de rancidez é um fator importante em alimentos que contêm gordura, e pode ocorrer através de diferentes mecanismos, como por exemplo, reações lipolíticas/hidrolíticas, reações oxidativas, e reações de reversão do sabor. A acidez está diretamente ligada com a autooxidação lipídica, ela determina a quantidade de ácidos graxos livres na gordura presente no alimento e normalmente análises de índice de peróxido são acompanhadas por análises de índice de acidez (CYPRIANO, 2010).

Como observado no Gráfico 4 através das médias da variável ao decorrer do tempo os dos tratamentos quando comparados ao controle, grupo sem dosagem de antioxidantes, o teor de acidez foi aumentando com o decorrer do tempo e segundo o trabalho feito por Almeida (2021) também foi observado aumento nos teores de acidez, ao longo do período estudado, para ambas as rações estudadas, e ambos os alimentos contém em sua composição farinhas de carne assim como o bifeinho analisado neste estudo.

Gráfico 4 – Comparativo das médias da variável acidez ao longo do tempo de acordo com o antioxidante.



Fonte: Autor próprio (2023)

Os resultados encontrados estão de acordo com o esperado, mostrando que o aquecimento prolongado pode acelerar os processos oxidativos de produtos cárneos (JOHNSON e DECKER, 2015).

Dentre as dosagens e tipos de antioxidantes o natural na dosagem de 0,075 foi o que melhor teve desempenho ao diminuir e manter o nível de acidez do alimento estudado, como visto na Tabela 4, os resultados do antioxidante sintético não apresentaram diferenças significativas entre si.

Tabela 4 - Média da variável acidez final ao longo do estudo de *shelf-life* de acordo com o tipo de antioxidante e suas respectivas dosagens.

	Dosagem	Acidez
Controle		0,12a
Erro padrão		0,002
NATURAL	0,5	0,11ab
NATURAL	0,075	0,10a
NATURAL	0,1	0,11b
Erro padrão		0,002
SINTÉTICO	0,5	0,12 ^a
SINTÉTICO	0,075	0,12 ^a
SINTÉTICO	0,1	0,12 ^a
Erro padrão		0,002

a,b Médias seguidas por letras diferentes entre as linhas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a um nível de probabilidade de 5%.

Fonte: Autor próprio (2023)

6. CONCLUSÃO

Conclui-se que ambos os antioxidantes desempenharam um bom papel em relação a manter os níveis aceitáveis de umidade, acidez, peróxido e atividade de água, com isso, os tratamentos se mostraram favoráveis e mostraram diferenças significativas para os valores de acidez e umidade, sendo o antioxidante com melhor desempenho o natural na dosagem de 0,75%, é necessário continuar os estudos para determinar melhores níveis de antioxidantes para o mercado pet de acordo com o consumidor final e processos de fabricação.

REFERÊNCIAS

- ABINPET. 2023. Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de estimação.
- ARAÚJO, J.M.A. Química de alimentos. Teoria e Prática. Imprensa Universitária, **Universidade Federal de Viçosa**, pp 44-49 (1995).
- AZEREDO, H.M.C. Fundamentos de estabilidade de alimentos. Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**, 195p. 2004.
- AZEREDO, H.M.C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2012.
- BARNES, N. G. **A Market analysis of the US pet food industry to determine new opportunities for the cranberry industry**. North Dartmouth: University of Massachusetts Dartmouth, Center for Business Research, 2005. 186 p.
- BEUCHAT, L.R. Influence of water activity on growth, metabolic activities and survival of yeast's and molds. **Journal of food protection**, v.46, p.135-141, 1983.
- BIRCH, A.E. et al. Antioxidant proprieties of evening primrose seed extracts. **J. Agric. Food Chemistry**, Chicago: v.49, p. 4502-4507, 2001.
- BONE, D.P. Water Activity: its chemistry and applications. **Food Product Development**, p.81, 1969.
- BORGES, F. M., SALGARELLO, R. M., GURIAN, T. M. 2003. Recentes avanços na nutrição de cães e gatos. In: III Simpósio sobre Nutrição de Animais de Estimação. **Colégio Brasileiro de Alimentação Animal.**, Campinas-SP, p. 21-60.
- BOURNE, M.C. Effects of water activity on textural properties of food. In:ROCKLAND, L.B.; BEUCHAT, L.R. **Water Activity: Theories and applications to food**. New York, Marcel Dekker Inc., p.75-99, 1987.
- BRASIL. Instrução Normativa n° 30 de 05 de agosto de 2009. Estabelece critérios e procedimentos para o registro de produtos, para rotulagem e propaganda e para isenção da obrigatoriedade de registro de produtos destinados à alimentação de animais de companhia. **Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Instrução Normativa nº 44, de 15 de Dezembro de 2015. **Alteração da Instrução Normativa nº 13, de 2004 e Instruções Normativas nº 15 e 30 de 2009 e nº 29 de 2010**. Diário Oficial da União. 17 Dez 2015. Sec.1, p.7.

BUGNI, L. Petiscos podem provocar obesidade canina. **Revista da Hora**, setembro 2008

BUTTERWICK, R. F.; ERDMAN JUNIOR, J. W.; HILL, R. C.; LEWIS, A. J.; WHITTEMORE, C. T. Challenges in developing nutrient guidelines for companion animals. **British Journal of Nutrition**, London, v. 106, n. 1, p. 24-31, 2011.

CASE, L. P., CAREY, D. P., & HIRAKAWA, D. A. (1997). **Nutrição canina e felina: manual para profissionais**. Harcourt Brace de España.

CASE, L. P.; DARISTOTLE, L.; HAYEK, M. G.; RAASCH, M. F. **Canine and feline nutrition**. Amsterdam: Elsevier, 2011. 562 p.

CASE, L.P.; CAREY, D.P.; HIRAKAWA, D.A. **Nutrição canina e felina – Manual para profissionais**. Madri: Harcourt Brace de España, 1998. 424p..

CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 1999.

CELESTINO, S. M. C. **Transferência de calor e massa em leite deslizante e escoamentos concorrentes**: secagem de sementes de soja. 1998. 81f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 1998.

COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. **São Paulo**: Sindirações, 3.ed. 2009.

CONEGLIAN, Sabrina Marcantonio et al. **Utilização de antioxidantes nas rações**. Pubvet, v. 5, p. Art. 1019-1026, 2011.

CUSTÓDIO, D. P.; BRANDSTETTER, E. V.; OLIVEIRA, I. P.; OLIVEIRA, L. C.; SANTOS, K. J. G.; MACHADO, O. F.; ARAUJO, A. A. Ração: alimento animal perecível. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, São Luís de Montes Belos, v. 1, n. 2, p. 131-147, 2005.

DANIELI, B; SCHOGOR, A. L. B. Uso de aditivos na nutrição de ruminantes: revisão. **Veterinária e Zootecnia**, v. 27, p. 1-13, 2020.

DAMODARAN, S; PARKIN, K. L. Química de alimentos de Fennema. **ARTMED Editora LTDA**: Grupo A, 2019. pg 62. E-book. ISBN 9788582715468.

DE OLIVEIRA, F. L. R. CÃES E GATOS: EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS, QUALIDADE E TIPOS DE RAÇÕES. **Revista Científica Mais Pontal**, v. 2, n. 1, p. 35-45, 2023.

DECKER, E.A. & XU, Z. Minimizing rancidity in Muscle foods. **Food Technol.**, 52(10): 340-348,1998.

DEGÁSPARI, C. H; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão acadêmica**, v. 5, n. 1, 2004.

DIAS, J. A Importância Da Segurança Alimentar. **Jornal Hipersuper**, junho de 2007.

DIBARTOLA, J. C, ROGERS, Q. R. (2004). Evaluation of commercial pet food. **Journal American Medical Association**, 192, 676–680

DROZDOWSKI, B., SZUKALSKA, E. 1987. A rapid instrumental method for the evaluation of the stability of fats. **Journal of the American Oil Chemists' Society**.64, 1008-1011.

TABEE, E.; AZADMARD-DAMIRCHI, S.; JAGESTAD, M.; DUTTA, P. C. Lipids and phytosterol oxidation in commercial French fries commonly consumed in Sweden. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, n. 2, p. 169-177, 2008.

ELIZIERE, M. B. Expansão do mercado pet e a importância do marketing na medicina veterinária. 2013. 51f. Monografia (Bacharelado em Medicina Veterinária) – **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**.

ELMÔR, L. D. Zeolita (clinoptilolita) em biscoitos para cães: **qualidade do produto e palatabilidade**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FELLOWS, P. J. Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e práticas. 2. ed. Porto Alegre: **Editora Artmed**, 2006. 602 p.

FENNEMA, O.R. Química de los alimentos. 2.ed. **Zaragoza: Acribia**, 1993

FORTES, C. M. L. SÁ. Formulação de rações para cães. **Anais do Zootec.** Campo Grande – MS. 2005

FRANCO, B. D. G. M; LANDGRAF, M. Microbiologia dos Alimentos. FRANCO & LANDGRAF, 2008 Dora Gombossy de Melo Franco, Mariza Landgraf / colaboradora Maria Teresa Destro/- São Paulo: **Editora Atheneu**, 2008.

FU, B; LABUZA, T. P. Shelf-life prediction: theory and application. **Food Control**, v. 4, n. 3, p. 125-133, 1993.

GAEDTKE, K. M. Afeto e cuidado nas relações entre humanos e seus animais de estimação. Mediações - **Revista de Ciências Sociais**, v. 24, n. 3, p. 84, 2019.

GATES, M. A brief history of commercial pet food. In: **Feline Nutrition**. [S.l.], 2008.

GOULD, G. W. (1996). Methods for preservation and extension of shelf life. **International Journal of Food Microbiology**, 33(1), 51–64. doi:10.1016/0168-1605(96)01133-6

IFST (1993). Shelf Life of Foods – Guidelines for its Determination and Prediction. London: **Institute of Food Science & Technology**.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**, 2008.

JOHNSON, D. R.; DECKER, E. A. 2015. The role of oxygen in lipid oxidation reactions: a review. **Annual Review of Food Science and Technology**, 6, 171-190.

KARMAS, E. Techniques for measurement of moisture content of foods. **Food Technology**, V.34, p.52-59, 1980.

KELLY, R. E. (2012). **Feeding the modern dog: An examination of the history of the commercial dog food industry and popular perceptions of canine dietary patterns**. Michigan State University.

KILCAST, D; SUBRAMANIAM, P (Ed.). **The stability and shelf-life of food**. 2000.

KRABBE, E.L.; SANDRI, E. 2012. Calidad de las materias primas en la elaboración de raciones: Bases para el éxito, In: **SEMINARIO INTERNACIONAL AVÍCOLA**. Cusco, Peru.

- LEUNG, H.K. Structure and properties of water. **Cereal Foods World**, V.26 (7), 350-352, 1981.
- MAPA. 2016. Instrução Normativa nº 62 de 31/06/2016. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**
- MANUAL PET FOOD BRASIL 10a edição. **Referência em Qualidade e Segurança de Alimentos**. Novembro, 2019.
- MARICHALAR, X. G. El mercado de la alimentación y accesorios para mascotas en Brasil. **Notas Sectoriales**. ICEX, 2006.
- MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N. A oxidação lipídica em carne de frango e o impacto da adição de sálvia (*Salvia officinalis*, L.) e de alho (*Allium sativum*, L.) como antioxidantes naturais. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, n. 1, p. 1-11, 2009.
- MATHIAS, C. (2009). Extrusão a história. **Revista Pet Brasil**, 1(1), 28.
- MAZON, M., & MOURA, W. (2017). Cachorros e humanos: mercado de rações pet em perspectiva sociológica. **Civitas-Revista de Ciências Sociais**, 17(1), 138–158.
- MENDES, W. S. Uso de antioxidantes em pet food. **Nutrição: Pet Horse, São Paulo**, ed. 23, p.11-14, 2011.
- MOURA, W. G. de et al. A construção social do mercado pet food no Brasil: estudo de caso da família Sens. 2013.
- NEC BRASIL. Arrojo nas embalagens de petiscos dos pets: snacks para cães. **Necnews**, maio 2009.
- NETO, R. F., DE ALMEIDA BRAINER, M. M., COSTA, L. F. X., RODRIGUES, L. G. S., DE OLIVEIRA JUNIOR, A. R., & DE SOUSA, J. P. B. Nutrição de cães e gatos em suas diferentes fases de vida. In **Colloquium Agrariae**, v. 13, p. 348-363, 2017
- SAAD, F.M.O.B.; FRANÇA, J. (2010). Alimentação natural para cães e gatos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39(1), 52–59.
- SAGUY, I.; KAREL, M. Modeling of quality deterioration during food processing and storage. **Food Technology**, Chicago, v. 34, n. 2, p. 78-85, 1980.

SILVA, A. A. et al. Estabilidade oxidativa e qualidade de bifeinhos para cães formulados com antioxidante natural. **Pubvet**, v. 11, p. 103-206, 2016.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química nova**, v. 22, p. 94-103, 1999.

SILVA, M. U. **Avaliação da estabilidade oxidativa e isothermas de adsorção em Pet food**. 2018

TIRITAN, M. G; BEUX, S. Controle da qualidade do óleo de soja degomado—artigo de revisão. **Synergismus scientifica UTFPR**, v. 1, n. 1, p. 306-316, 2006.

VENDRAMINI, T. H. A. et al. Alimentos úmidos para cães e gatos. **Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal**, 2016.

XIONG, Y. L. 2000. Protein oxidation and implications for muscle food quality. In: Decker, E., C., F. & Lopez-Bote, C. J. (eds.) **Antioxidants in muscle foods: Nutritional strategies to improve quality**. Chichester: Wiley, USA.