



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS SOCIAIS E AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA**  
**AGROALIMENTAR**

**ESTABILIDADE OXIDATIVA DE CARNE DE CODORNA**  
**ALIMENTADA COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES**  
**FONTES LIPÍDICAS**

**Janiele Ferreira da Silva**

Bacharel em Agroindústria

**Bananeiras - PB**

**2021**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA  
AGROALIMENTAR**

**ESTABILIDADE OXIDATIVA DE CARNE DE CODORNA  
ALIMENTADA COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES  
FONTES LIPÍDICAS**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, campus III UFPB, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em tecnologia Agroalimentar.

Janiele Ferreira da Silva

Bacharel em agroindústria

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Augusto Pascoal

Co - orientadores: Prof. Dr. José Jordão Filho

Prof. Dr. Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles.

**Bananeiras - PB  
2021**

Catálogo na publicação Seção de  
Catálogo e Classificação

S586ee SILVA, JANIELE FERREIRA DA.  
ESTABILIDADE OXIDATIVA DE CARNE DE CODORNA  
ALIMENTADA COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES FONTES  
LIPÍDICAS / Janiele Ferreira da Silva. - João Pessoa,  
2021.  
57 f. : il.

Orientação: LEONARDO AUGUSTO FONSECA PASCOAL.  
Coorientação: JOSÉ JORDÃO FILHO, BRUNO RANIERE LINS  
DE ALBUQUERQUE MEIRELES.  
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCHSA.

1. Ácidos graxos poliinsaturados, oxidação  
, qualidade. I. PASCOAL, LEONARDO AUGUSTO FONSECA. II.  
FILHO, JOSE JORDAO. III. MEIRELES, BRUNO RANIERE LINS  
DE ALBUQUERQUE. IV. Título.

UFPB/BC

CDU 351

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA AGROALIMENTAR

**PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO**

**TÍTULO:** Estabilidade oxidativa de carne de codornas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes lipídicas

**AUTOR:** Janiele Ferreira da Silva

**ORIENTADOR:** Leonardo Augusto Fonseca Pascoal

**JULGAMENTO**

**CONCEITO: APROVADO**

**EXAMINADORES:**



Prof. Dr. Leonardo Augusto Fonseca Pascoal  
Orientador  
Universidade Federal da Paraíba/UFPB



Profa. Dra. Taliana Kênia Alencar Bezerra  
Examinadora  
Universidade Federal da Paraíba/UFPB



Profa. Dra. Leilane Rocha Barros Dourado  
Examinadora  
Universidade Federal do Piauí/UFPI

Bananeiras, 31 de agosto de 2021

## **Dados do Autor**

Eu, Janiele Ferreira da Silva, brasileira, solteira, portadora do RG: 3.845.410 SSP/PB, natural da cidade de Solânea-PB. Possuo formação no Curso de Bacharelado em Agroindústria pela Universidade Federal da Paraíba UFPB, título obtido no ano de 2018 e possuo formação como Técnica em Aquícola com ênfase em (Aquicultura), pelo colégio Agrícola “Vidal de Negreiros”. Durante a graduação participei de projeto de extensão na área de assessoramento Técnico no cultivo de Tilápia no município de Bananeiras, PB. Participei também de projeto de iniciação científica no Laboratório de Avicultura do CCHSA/UFPB. Com os projetos intitulados: “Programa de alimentação sobre o desempenho e qualidade de carne de frangos de corte”, “Índices produtivos de juvenis de tilápia do Nilo, alimentados com dietas contendo enzimas em relação a dieta basal”, “Fontes lipídicas em dietas de codornas de postura”.

Durante o Mestrado em Tecnologia Agroalimentar-UFPB, realizei estágio à docência no Curso Técnico em Agroindústria-UFPB, na disciplina de Tecnologia e processamentos de rações. Participei do núcleo de estudos, em peixes e aves o NEPAVES, onde auxiliei em diversos experimentos de pesquisa ademais, possuo experiência na área de ciência e tecnologia de alimentos, com ênfase na qualidade de produtos de origem animal e suas matérias-primas.

Não implore o amor de ninguém aquilo  
que não é dado de coração não valer a pena  
**Autor: Desconhecido**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de viver, de respirar e seguir meu caminho. por me sustentar durante todos as dificuldades que não foram poucas, tu sempre foste a luz durante as noites de tempestades.

A minha família, a minha mãe Josefa Ferreira e ao meu pai Antônio Miguel. por sempre me incentivar, aos meus tios (Rose, Nilson e Risonaldo), por serem tão especiais comigo, aos meus irmãos e sobrinhos pela força e carinho, de forma carinhosa a Luís Carlos por compartilhar comigo todos os momentos vividos durante essa caminhada.

Aos meus orientadores, aos professores Leonardo e Jordão por sempre estarem disponíveis a me ouvir, me dando direcionamento e por acreditarem em mim.

Aos técnicos do PPGTA, Profa. Dra. Valquíria Cardoso da S. Ferreira, Dr. José Evangelista pela amizade, conselhos e disponibilidade em ajudar.

A todos os colegas que conquistei durante essa jornada, todos vocês foram de grande importância na minha construção profissional e pessoal. Levarei todos para sempre comigo. Aos amigos, Layane, Jaciara, Dinaíza, Gabriela, Suely, Dalvilene Marcilene minha eterna (RUF III), Laryssa, Ramilly, Wendry, Ranússia, kátia, Francisco, Prof<sup>a</sup> Taliana Kênia Bezerra, saibam que tenho um o carinho enorme por vocês, as meninas Cecyliane pela doação das amostras e Thamires pela ajuda com as análises de proteínas, Maria Monique, pela ajuda na parte estatística, valeu por tudo.

Sem falar das pessoas que sei que posso contar sempre que levarei para sempre comigo obrigada Gledson e Géssica, sem palavras para expressar a o carinho e gratidão por ter vocês em minha vida. Passamos por momentos de muito estresse, raiva, falta de reciprocidade (*Pois todo aquele que a si mesmo se exaltar será humilhado e todo aquele que a si mesmo se humilhar será exaltado Mateus 23: 12*)

À Universidade Federal da Paraíba, em especial o Campus III, por ter sido um divisor de águas em minha vida, contribuindo para meu crescimento profissional e pessoal. A CAPES pelo auxílio financeiro que me permitiu concluir o Mestrado.

**Obrigada!**

## Sumário

1- Introdução.....	144
1.1. - Objetivos.....	16
1.1.1 - Objetivo Geral .....	16
1.1.2- - Específicos .....	16
2- Referencial teórico.....	17
2.1- Aspecto de Qualidade de carne de codorna.....	17
2.2 Estratégia de enriquecimento de dietas de aves com fontes lipídicas .....	18
2.3 - Óleo de soja.....	19
2.4- Óleo de Linhaça.....	19
2.5 Óleo de peixe.....	20
2.6 - Óleo de castanho do Pará.....	20
2.7 – Oxidação Lipídica.....	21
2.7.1. - <i>Mecanismo de Oxidação</i> .....	22
2.8 Oxidação proteica .....	24
2.9- Benefícios do Poliinsaturados para os seres humanos.....	25
3- MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1- Local do experimento e instalações.....	26
3.2 - Dietas experimentais e Delineamento experimental .....	26
3.3- Obtenção da Amostra experimental .....	29
3.4 - Qualidade oxidativa da carne de codorna alimentada com (PUFAS) .....	29
3.4.1- Análise de colesterol .....	29
3.4.2-Índice de peróxido.....	30
3.4.3 - Determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) .....	30
3.4.4 Mensuração de aroma requeimada (WOF).....	31
3.4.5 Determinação do potencial hidrogeniônico (pH) e aspectos colorimétricos .....	31
3.5-Quantificação de compostos carbonílicos.....	32
3.6 - Análises estatística .....	31
4- - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	32
4.1 – Colesterol total .....	32
4.2 – Oxidação Lipídica.....	38
4.3 Aspectos colorimétrico e de pH da carne durante.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

4.4	Quantificações do teor de carbonílicos em carne de codorna alimentada com diferentes fontes lipídicas.....	42
4.5	- Análise Multivariada .....	43
5-	CONCLUSÃO .....	46
6-	REFERÊNCIAS .....	46

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Composição alimentar e nutricional das rações experimentais .....	26
<b>Tabela 2.</b> Composição de ácidos graxos das fontes lipídicas utilizadas na alimentação das aves.....	27
<b>Tabela 3.</b> Composição de ácidos graxos na carne de codornas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes lipídicas.....	28
<b>Tabela 4.</b> Análise de peróxidos em carne de codornas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes lipídicas durante o armazenamento .....	34
<b>Tabela 5.</b> Análise de TBARS (mg.MDA/kg <sup>-1</sup> ) da carne de codornas cruas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes lipídicas durante o armazenamento.....	35
<b>Tabela 6.</b> Análise de wolf (mg.MDA/kg <sup>-1</sup> ) da carne de codornas cozidas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes lipídicas durante o armazenamento.....	37
<b>Tabela 7.</b> Valores de pH da carne de codorna alimentada com dietas contendo diferentes fontes lipídicas .....	38
<b>Tabela 8.</b> Parâmetros colorimétricos da carne de codorna alimentadas com dietas contendo diferentes fontes lipídicas durante o armazenamento .....	38
<b>Tabela 9.</b> Compostos carbonílicos da carne de codorna alimentadas com dietas contendo diferentes fontes lipídicas durante o armazenamento .....	41
<b>Tabela 10.</b> Fator de carga para os parâmetros avaliados em cada componente (CP) da carne de codorna.....	42

## LISTA DE FIGURAS

**FIGURA 1.** Teores de colesterol total da carne de codorna alimentada com dietas contendo diferentes fontes lipídicas .....33

**FIGURA 2.** Representação gráfica dos componentes principais referentes as variáveis estudadas.....43

## LISTA DE ABREVIATURA

AOAC	Association of Official Analytical Chemist
ANOVA	Análise de variância
Abs	Absorbância
DHA	Ácido docosaheptaenóico
DIC	Delineamento inteiramente casualizado
DNPH	2,4-dinitrofenilhidrazina
EPA	Ácido eicosapentaenóico
IA	Índice de aterogenicidade
IT	Índice de trombogenicidade
L*	Luminosidade
LA	Ácido graxo linoleico
LNA	Ácido graxo linolênico
MDA	Malonaldeído
MUFAS	ácidos graxos monoinsaturados
OSJ	Óleo de soja
OCP	Óleo de castanha-do-pará
OLI	Óleo de linhaça
OPX	Óleo de peixe
OSJ+ OCP	Óleo de soja com óleo de castanha-do-pará
OSJ + OLI	Óleo de soja com óleo de linhaça
OSJ + OPX	Óleo de soja com óleo de peixe
PUFAS	Ácidos graxos poliinsaturados
SFA	Ácidos graxos saturados
TBARS	Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico



## CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Enriquecimento de Carne de Codornas a Partir da Suplementação de Fontes Ricas em Ácidos Graxos na Dieta", protocolada sob o CEUA nº 3382060519 (ID 000735), sob a responsabilidade de **José Jordão Filho e equipe; José Humberto Vilar da Silva; Sthélio Braga da Fonseca; Cecylyana Leite de Cavalcante; Janiele Ferreira da Silva** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal da Paraíba (CEUA/UFPB) na reunião de 05/07/2019.

We certify that the proposal "Enrichment of Meat of Quails with Supplementation of Sources Rich in Fatty Acids in the Diet", utilizing 600 Birds (males and females), protocol number CEUA 3382060519 (ID 000735), under the responsibility of **José Jordão Filho and team; José Humberto Vilar da Silva; Sthélio Braga da Fonseca; Cecylyana Leite de Cavalcante; Janiele Ferreira da Silva** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the Federal University of Paraíba (CEUA/UFPB) in the meeting of 07/05/2019.

Finalidade da Proposta: [Pesquisa \(Acadêmica\)](#)

Vigência da Proposta: de [09/2019](#) a [07/2020](#)

Área: [Zootecnia](#)

Origem: [Animais provenientes de estabelecimentos comerciais](#)

Espécie: [Aves](#)

sexo: [Machos e](#)

idade: [01 a 42 dias](#)

N: [600](#)

[Fêmeas](#)

Linhagem: [Codornas Europeias](#)

Peso: [8 a 10 g](#)

Local do experimento: O experimento será conduzido no Laboratório de Avicultura do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus III, situado na cidade de Bananeiras - Paraíba, região brejeira do Estado. As análises de qualidade de Carne será realizada no Laboratório de Físico-Química e de Carnes do CCHSA/UFPB, enquanto o perfil de ácidos Graxos serão realizadas no Laboratório de Cromatografia e Espectrofotometria Atômica do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Agroalimentar - PPGTA/UFPB e no Laboratório de Análise de Alimentos da Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar/UFCG, localizado em Pombal-PB.

João Pessoa, 13 de agosto de 2020

Prof. Dra. Jailane de Souza Aquino

Alanis Clemente Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais

Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Carlos Augusto

Vice-Coordenador da  
Comissão de Ética no Uso de Animais

Universidade Federal da  
Paraíba

## **ESTABILIDADE OXIDATIVA DE CARNE DE CODORNA ALIMENTADA COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES FONTES LIPÍDICAS**

**RESUMO-** A possibilidade de manipulação do perfil de ácidos graxos é uma alternativa válida para a nutrição humana e animal. As codornas, por exemplo, são animais não ruminantes capazes de incorporar diretamente os ácidos graxos, presentes na dieta, nos tecidos, como os musculares. Dessa forma objetivou-se avaliar a estabilidade oxidativa da carne de codorna, previamente alimentadas com diferentes fontes lipídicas enriquecidas com ácidos graxos poliinsaturados, durante o armazenamento de 60 dias sob congelamento. Foram utilizadas como fontes lipídicas: óleo de soja (OSJ), óleo de linhaça (OLI), óleo de castanha-do-pará (OCP) e óleo de peixe (OPX), e mais três mixes compostos de 1% de OSJ +1% OLI, 1% de OSJ +1%OCP, e 1% OSJ, +1% OPX. Em seguida após 42 dias, as codornas foram abatidas e as carnes (peito) foram avaliados quanto a estabilidade oxidativa durante três períodos de estocagem (0,30 e 60 dias) à (- 18°C) Foram avaliados os parâmetros físicos de cor e pH e químicos como as análise de índice de peróxido. Substancias reativas ao ácido tiobartúrico (TBARS) e análise de Wolf, além disso foi avaliado a quantificação de composto carbonílicos De acordo com os resultados observou-se que o enriquecimento com fontes de ácidos graxo poliinsaturados propiciou menores valores de colesterol total na carne de codornas independente da fonte lipídica utilizada. Observou-se o aumento dos níveis de peróxidos e TBARS na carne crua e cozida durante o armazenamento. Os parâmetros de pH e colorimétrico apresentaram efeito de regressão linear entre as variáveis analisadas (fonte lipídica e tempo de armazenamento). Os compostos carbonílicos, da oxidação proteica, foram influenciados pelas fontes lipídicas e pelo tempo de estocagem (>0,05). Foi analisado que a fonte com óleo de castanha apresentou uma menor concentração de colesterol em relação aos mixes analisados, foi responsável por preservar os aspectos de cor proporcionando os maiores de teores de vermelhidão durante o armazenamento, o óleo da castanha também retardou o processo oxidativa apresentando as menores quantidades de malonaldeído em relação as demais, e retardou o processo oxidativo da carne de codorna de corte durante o período de estocagem. Dessa forma as fontes lipídicas, de origem animal e vegetal adicionadas nas dietas de codornas de corte influenciaram no processo oxidativo lipídico e proteico, em virtude da sua composição rica em ácidos graxos poliinsaturados No entanto, a dieta enriquecida com óleo de castanha apresentou o efeito oxidativo retardado e manteve a cor durante o período de armazenamento.

**Palavras-Chave:** Ácidos graxos poliinsaturados, oxidação lipídica e proteica, qualidade da carne

## **OXIDATIVE STABILITY OF QUAIL MEAT FED DIETS CONTAINING DIFFERENT LIPID SOURCES.**

**ABSTRACT-** The possibility of manipulating the fatty acid profile through diet is a valid alternative for both human and animal nutrition. Quails, for instance, are non-ruminant animals capable of directly incorporating fatty acids present in their diet into their tissues, such as muscle tissue. Thus, the objective was to evaluate the oxidative stability of quail meat, previously fed with different lipid sources enriched with polyunsaturated fatty acids, during 60 days of frozen storage. The lipid sources used were: soybean oil (SBO), flaxseed oil (FLO), Brazil nut oil (BNO), and fish oil (FO), as well as three mixes composed of 1% SBO + 1% FLO, 1% SBO + 1% BNO, and 1% SBO + 1% FO. After 42 days, the quails were slaughtered, and the meat (breast) was evaluated for oxidative stability during three storage periods (0, 30, and 60 days) at (-18°C). Physical parameters such as color and pH and chemical parameters such as peroxide index, thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), and Wolf analysis were evaluated. Additionally, the quantification of carbonyl compounds was assessed. According to the results, it was observed that enrichment with polyunsaturated fatty acid sources resulted in lower total cholesterol values in quail meat, regardless of the lipid source used. There was an increase in peroxide and TBARS levels in both raw and cooked meat during storage. The pH and colorimetric parameters showed a linear regression effect between the variables analyzed (lipid source and storage time). Protein oxidation carbonyl compounds were influenced by the lipid sources and storage time (>0.05). The source with Brazil nut oil showed a lower concentration of cholesterol compared to the analyzed mixes, preserved color aspects, providing the highest redness levels during storage, delayed the oxidative process, presenting the lowest amounts of malonaldehyde compared to the others, and delayed the oxidative process of quail meat during the storage period. Thus, lipid sources of animal and vegetable origin added to the diets of meat quails influenced the lipid and protein oxidative process due to their composition rich in polyunsaturated fatty acids during 60 days of frozen storage. However, the diet enriched with Brazil nut oil showed a delayed oxidative effect and maintained color during the storage period compared to the other sources analyzed.

**Keywords:** Polynsaturated fatty, lipid and protein oxidation, meat quality

## 1 Introdução

A carne de codorna é bastante apreciada pelos consumidores, sendo considerada uma fonte de proteína (12mg/100g), minerais (ferro, zinco e cálcio) e vitaminas B1, B2 e B6 e ácido pantotênico (Alves, 2018). Em sua composição são encontrados ácidos graxos que são considerados benéficos para a saúde do consumidor, como (palmítico e oleico) (Boni et al., 2010). Desta forma, tornando-a atrativa para a comercialização, uma vez que a indústria alimentícia, por exemplo, está buscando fornecer alimentos saudáveis e nutritivos, para os consumidores provendo a redução de ácidos graxos saturados e aumentando os ácidos graxos poliinsaturados (PUFAS) como os ácidos linoléico e linolênico.

Através da alimentação animal é possível manipular a composição de ácidos graxos na carne de codorna, pela adição de fontes lipídicas na dieta do animal (Bhalerão et al., 2014). A possibilidade de manipulação do perfil de ácidos graxos é uma alternativa válida para a nutrição humana e animal. As codornas por serem animais não ruminantes são capazes de incorporar diretamente os ácidos graxos através dos tecidos, além disso, a adição de ingredientes na dieta influencia diretamente sobre os aspectos de qualidade e características nutricionais e físico-químicas, impactando na aceitação por partes dos consumidores (Mazizi et al., 2020).

Os óleos, provenientes de fontes vegetais ou animais, possuem em sua composição ácidos graxos poliinsaturados, que são adicionados na dieta de aves, os quais podem propiciar o enriquecimento de ácidos graxos como, o ácido docosahexaenóico (DHA) e o ácido eicosapentaenoico (EPA). Ambos são provenientes dos ácidos ômega 3, que auxiliam na redução de doenças cardiovasculares trazendo benefício para a saúde do consumidor (Jing et.al, 2017).

A adição de novas fontes lipídicas como óleo de castanha-do-pará, linhaça e peixe têm sido estudadas com intuito de avaliar novas fontes em relação ao óleo de soja que é mais utilizado na formulação de dietas de animais, conseqüentemente, aumentar a quantidade de ácidos graxos poliinsaturados. (Cedro et, al 2010).

O óleo de soja é uma das fontes lipídicas mais utilizadas em dietas de aves, por ser uma excelente fonte de energia e possui em sua composição, cerca de

52,78% de ácido linoleico, considerado uns dos ácidos graxos mais importantes para a nutrição de aves (Rostagno et al., 2005). O óleo de linhaça é considerado a fonte com maior potencial de poliinsaturados, pois apresenta em sua composição o  $\alpha$ -linolênico que vem se destacando dentro da nutrição de aves, com a finalidade de aumentar a concentração de ácidos graxos poliinsaturados depositados na carne (Ferlay, Chilliard, 2020). Óleos de espécies de peixe marinho, especialmente, aqueles de água fria apresentam alta concentração de ácidos graxos poliinsaturados, como ácido eicosapentaenoico (EPA) e docosahexaenóico (DHA), os quais podem ser adicionados em dietas de aves comerciais elevando a concentração de ácidos graxos na carne (Cedro et al., 2010).

Enquanto, a castanha-do-pará apresentar alta concentração de lipídeos e ácidos graxos insaturados, destacando os ácidos oleico, linoleico e linolênico, chamando atenção para a utilização na alimentação animal (Cavalcante, 2020).

Para Santos et al (2013) os principais ácidos encontrados na amêndoa da castanha são os linoléico cerca de 36% a 40% seguindo pelos ácidos oleicos que apresenta cerca de 28 a 36 % os mesmos estão relacionados a prevenção de doenças cardiovasculares. Além disso óleo de castanha é rico em vitamina E estima que cerca de 296,12  $\mu\text{g}$ , a mesma é considerada um importante antioxidante natural que proteger contra os danos oxidativos causados pelos radicais livres durante o processo de oxidação (Martins, Masquio, 2019).

No entanto, um dos grandes problemas enfrentados com o uso de fontes lipídicas na alimentação de aves, é o processo oxidativo. Segundo Jacobsen (2010), os alimentos ricos em lipídios, principalmente contendo ácidos graxos poli-insaturados, favorecem o desencadeamento de processos oxidativos, reduzindo a vida de prateleira da carne, além da formação de compostos oriundos da oxidação que são prejudiciais à saúde do consumidor e podem provocar rejeição do produto, como o aroma de ranço.

A oxidação lipídica é um dos grandes problemas enfrentados pela indústria cárnea em virtude da sua composição rica em água, proteína, gordura e ácidos graxos insaturados (Dominguez et al., 2017). De acordo com Lorenzo et al., (2018), durante a oxidação lipídica ocorrem alterações físico-químicas e microbiológicas, que levam a formação de sabores e odores desagradáveis, como também a modificação de cor e textura, influenciando na aceitação do consumidor.

Da mesma forma que acontece a oxidação lipídica ocorre a oxidação proteica, onde nos dois casos a reação é em cadeia, entre substâncias reativas que atacam a molécula proteica afetando a composição e conseqüentemente, gerando compostos oxidados (Estévez et al., 2011). Durante os processos oxidativos são gerados compostos secundários com potencial tóxico para os seres humanos, como também proporciona efeitos negativos para a saúde do consumidor, como também perda de propriedades funcionais e nutritivas.

Segundo Bizzozero et, al (2007) a oxidação de proteica em alimentos pode ser influenciada pelos compostos da oxidação que se decompõem para formar as carbonilas além disso outras substâncias como aldeídos oxidam facilmente os constituintes proteicos, incluído os aminoácidos conseqüentemente ocorrer a geração de compostos carbonílicos. A presença de compostos carbonílicos é um indicativo para avaliar o grau da oxidação das proteínas em produtos de origem cárneos (Santana neto et, al 2018).

Neste sentido, torna-se necessário avaliar a estabilidade oxidativa da carne de codornas de corte, alimentadas com diferentes fontes lipídicas ricas em ácidos graxos poliinsaturados e como essas fontes interagem nos aspectos de qualidade da carne.

## **1.1- Objetivos**

### 1.1.1 - Objetivo Geral

Avaliar a estabilidade oxidativa da carne de codorna alimentadas com diferentes fontes lipídicas ricas com ácidos graxos poliinsaturados, durante o armazenamento.

### 1.1.2- Específicos

- Avaliar o teor de colesterol total da carne de codorna alimentadas com dietas contendo diferentes fontes lipídicas;
- Analisar os parâmetros de cor e pH da carne de codorna alimentadas com dietas contendo diferentes fontes lipídicas durante o armazenamento;
- Avaliar os parâmetros de índice de peróxido, as substâncias reativas ao ácido tiobartúrico (TBARS) da carne de codorna crua e cozida.
- Mensurar os teores de carbonilas totais na carne de codorna alimentadas com dietas contendo diferentes fontes lipídicas;

## 2 Referencial teórico

### 2.1- Aspecto de Qualidade de carne de codorna

A carne de codorna é uma fonte rica de aminoácidos, vitaminas, minerais e ácidos graxos, a carne apresentar coloração escura considerado uma iguaria (Pastore et al., 2012). A criação de codornas (*coturnix coturnix coturnix*) vem se tornando uma atividade em expansão ao longo dos anos, sendo criada de forma comercial a exemplo do frango de corte, para atender à exigência do mercado em proteína animal (Silva et al., 2012).

A carne dessa ave é bastante apreciada, além do mais a criação de codornas é uma atividade considerada de baixo investimento e de fácil manejo, sendo uma fonte rentável para as famílias do campo (Rizzo et al., 2008). A codorna europeia, tem se destacado no cenário nacional para a produção de carne, devido as características de: rápido crescimento, expressivo ganho de peso em curto prazo de criação, por exemplo pode-se ter aves com 200g com apenas 35 dias, o que permite um abate precoce, além de produzir carcaça com maior rendimento de carne, em relação as codornas japonesas (Silva et al., 2012).

Óleos ricos em ácidos graxos podem ser adicionados a dieta de codornas com o intuito de melhorar o perfil de ácidos graxos. Fontes de origem vegetal como o óleo de linhaça, podem aumentar o teor de ácido graxo linolênico e as demais da família ômega 3. No entanto, o óleo de girassol e milho são percursores da família ômega 6 (Baucells et al., 2006). Segundo Rubio-Rodríguez et al., (2012), o óleo de peixe rico em ácido eicosapentaenoico (EPA) e o ácido docosahexaenóico (DHA), os quais desenvolvem um papel benéfico a saúde dos consumidores, quando são utilizados na indústria alimentícia tende a aumentar a diversidade de produtos e agregar valor ao mesmo, e assim, os consumidores terão mais opções.

Diversos estudos têm comprovado que a inclusão de óleos na dieta animal, pode contribuir positivamente nos aspectos de desempenho, qualidade e propriedades funcionais ao produto (Reda et al., 2020). Tais características justificam essa prática. Nesse sentido, o enriquecimento com a utilização de ácidos graxos poliinsaturados através da nutrição animal tem como objetivo incrementar os benefícios dos ácidos na carne, por conseguinte, os atributos serão agregados a nutrição humana ao incluir em sua dieta fontes ricas em ácidos graxos poliinsaturados.

## **2.2 Estratégia de enriquecimento de ácidos graxos poliinsaturados na dietas de aves com fontes lipídicas**

As fontes lipídicas são adicionadas a dieta de aves com intuito de fornecer energia, auxiliar na aceitabilidade e no enriquecimento de ácidos graxos necessários para a nutrição animal (Costa et al., 2017). Adição de óleos e gorduras na alimentação, tem como objetivo melhorar a absorção de vitaminas lipossolúveis, nutrientes e minimizar os efeitos negativos de rações fareladas (Braga e Baião, 2001). Na opinião de Martini et al., (2020), o enriquecimento de ácidos graxos é uma alternativa para aumentar a incorporação de PUFAS na dieta animal e, também aumentar a oferta de produtos enriquecidos com poliinsaturados para alimentação humana.

A estratégia de substituir a gordura animal por fontes lipídicas de origem vegetal ou animal (espécies marinhas), tem se destacando por atender as exigências do consumidor em relação aos alimentos saudáveis seguindo as recomendações dos órgãos de saúde que preconizam menores valores de ácidos graxos monoinsaturado (SFAs) e maiores quantidades de poliinsaturados na dieta (Jimenez-Colmenero et al., 2015). Diversos estudos trazem resultados positivos sobre adição de fontes lipídicas na dieta animal e em produtos processados, agregando valor e propriedades nutricionais aos mesmos.

Segundo Solamando et al. (2020), entres as alternativas utilizadas para enriquecimento da carne com os ácidos graxos poliinsaturados, pode-se citar a inclusão de óleos de vegetais ou de peixes diretamente na ração animal ou em produtos cárneos através da técnica de microencapsulamento.

Segundo os estudos realizados por Kalakuntla et al. (2017), a adição de óleo de peixe e óleo de linhaça, em substituição ao óleo de soja, reduziu os ácidos monoinsaturados e aumentou os poliinsaturados na carne de peito de frango. Estes resultados corroboram com os achados de Haung et al. (2006), que observaram aumento dos valores dos ácidos docosahexaenóico, eicosapentaenoico em carnes enriquecidas com óleo de linhaça quando comparados com outras fontes.

Em estudos realizados por Hang et al. (2018), foi observado que cortes da coxa de frangos alimentados com dietas contendo óleo de linhaça e óleo de atum depositaram alto teor de ácidos graxos poliinsaturados nestes cortes cárneos. Nos

achados de Murakimi et al. (2010), verificaram melhorias no valor nutricional da carne de frango com a substituição do óleo de soja por óleo de linhaça rico em ácidos graxos poliinsaturados.

A adição de óleo de linhaça na alimentação de frangos resultou na deposição de 1,8 % de ácido graxo DHA na carne em relação a dieta controle de frangos (Jia et al., 2010). Os achados de Heck et al. (2020), evidenciaram que a substituição de gordura animal por fontes ricas de ácidos graxos poliinsaturados foram pelo incremento dos PUFAS em relação aos monoinsaturados (SFA) nas amostras de carne avaliadas.

## **2.2 - Óleo de soja**

O óleo de soja por possuir em sua composição alto teor energético e ácido linoleico é uma fonte importante na alimentação de aves (Santos, 2009). Segundo Aust (2012), o óleo de soja é uma fonte lipídica com melhor disponibilidade no mercado, trazendo o Brasil para a posição de destaque no mercado internacional, por ser o maior produtor e exportador dessa matéria prima.

O óleo de soja apresentar em sua composição ácidos graxos em torno de 22% de oleico e 54% de linoléico, além de apresentar frações de eicosanóico, lecitina que auxiliar na digestibilidade de gorduras melhorando a qualidade nutricional das dietas (Freire, 2013a). Em estudos realizados por Lubisco (2007) a inclusão de 10% de óleo de soja em comparação com a dieta sem o óleo proporcionou maior ganho peso na primeira semana de vida de pintos de corte.

O óleo de soja apresentar baixo custo em relação a outras fontes energéticas existente no mercado, por isso é considerado uma fonte valiosa para a formulação de dietas para os animais de produção.

## **2.4- Óleo de Linhaça**

O consumo do óleo de linhaça vem crescendo por ser uma fonte rica em ácidos graxos do tipo ômega-3, adição de linhaça na ração animal garante um bom desempenho produtivo (Costa et al., 2008). Para Cedro et al. (2010b), em virtude da sua composição com altos teores de ácido graxos linolênico é uma alternativa bastante promissora para melhorar a fração lipídica em dietas. Segundo Oliveira et

al. (2014), entre as demais fontes lipídicas o óleo de linhaça é considerado o mais rico em PUFAS, apresentando em sua composição cerca de 50-55% de linolênico que é precursor dos ácidos EPA, e DHA através de processos de alongamento.

Em estudo realizado com o óleo de linhaça adicionado na dieta de codornas japonesas, os autores verificaram que propiciou menor teor de gordura abdominal, minimizando gasto energético e conseqüentemente melhorou o desempenho produtivo Mirshekar et al (2021). Já em estudos realizados por Potença et al. (2008), com frango de corte foi possível observar que os animais que receberam o óleo de linhaça apresentaram, maior ganho de peso em relação aos animais que receberam azeite de oliva e o óleo de girassol na ração.

## **2.5 Óleo de peixe**

Óleo de peixe é proveniente do processamento de pescado de diferentes espécies de água fria, como salmão atum e sardinha. O óleo de peixe tem sido amplamente aplicado em produtos do gênero alimentício em virtude dos seus benefícios para a alimentação humana por ser fonte de ácidos graxos poliinsaturados (Shim et al., 2014). De acordo com Ellulu et al. (2015), o consumo de óleo de peixe traz diversos benefícios para a saúde humana, pois auxilia no tratamento de doenças como diabetes tipo 2, obesidade e doenças hepáticas. Sua composição tem chamado a atenção da indústria alimentícia para a formulação de produtos funcionais e da indústria farmacêutica buscando a atender à necessidade diária desses ácidos graxos na dieta humana.

Segundo Guiz et al. (2019), em estudos realizados com frango de corte foi possível avaliar que adição do óleo de peixe melhorou a formação da tíbia desse grupo de animais durante a fase de criação. De acordo com Basmacioglu et al. (2003), a inclusão de óleo de peixe na dieta de galinhas poedeiras diminui o colesterol e enriquece a quantidade de ômega 3 do ovo.

## **2.6 - Óleo de castanha-do-pará**

De acordo com o *United States Department of Agriculture - USDA* (2018), a castanha-do-pará ou castanha do Brasil é uma espécie nativa de grande importância

dentro da Bacia Amazônica, rica em 70% de lipídios e cerca de 20% de proteínas, vitaminas e minerais como (Fosforo, selênio e magnésio), além de apresentar uma composição em antioxidantes como: tocoferol, fenólicos, flavonóides, sendo considerada uma fonte de renda para as famílias extrativistas (Costa, 2017a; Souza et al., 2001; Yanh, 2009).

Além dos teores de proteína, o óleo proveniente da extração tem se tornado bastante atrativo para a indústria de alimentos em virtude das suas propriedades funcionais (Santos 2008). O óleo apresenta propriedades importantes como capacidade de absorção de água, solubilidade, estabilidade da formação de espuma, e capacidade de emulsão.

Segundo Santos (2008a), o consumo de nozes como a castanha do Brasil traz diversos benefícios para a saúde do consumidor, além de antioxidante tem propriedades antiinflamatória, antidiabética e cardioprotetora. O óleo da castanha-do-Brasil é utilizado na indústria alimentícia e cosmética em virtude do seu alto valor de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 em sua composição (Santos et al., 2010).

O perfil de ácidos graxos na castanha apresenta uma composição de poliinsaturados cerca de 75% dos ácidos graxos, o restante dos ácidos presente na amêndoa está relacionado ao ácido palmítico e esteárico. A castanha do Brasil, é importante dentro da nutrição humana porque ser considerado uma fonte de ômega 6 e ômega 3 como ácido linolênico. (Yang, 2009a).

No entanto a estratégia de modificar o perfil lipídico dos produtos de origem animal, podem trazer algumas alterações sobre as propriedades sensoriais e tecnológicas desses produtos. Além disso, os óleos são mais propícios aos processos de oxidação, trazendo danos ao produto pela degradação dos ácidos graxos poliinsaturados e a formação de compostos potencialmente tóxicos (Domínguez et al., 2019). Para Ye et al. (2009b), uma das grandes preocupações com o enriquecimento com os ácidos graxos poliinsaturados ( $\omega$  3), além da oxidação, pode ocorrer a perda de nutrientes e o desenvolvimento de odor e sabor indesejável, devido a liberação de compostos oxidados prejudiciais à saúde.

## **2.7 – Oxidação Lipídica**

A oxidação lipídica é um dos grandes problemas enfrentados pela indústria de processamento de produtos cárneos. A aceitabilidade destes produtos é em virtude

da sua composição, a qual é rica em umidade, gordura, proteínas e alto teor de ácidos graxos insaturados (Dominguez et al., 2017a).

As fontes lipídicas são compostas por ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados, baseados no número de ligações entre os carbonos. Os alimentos ricos em lipídios são mais susceptíveis ao processo de oxidação pela existência de compostos catalíticos, como calor, luz, metais (Cu, Fe), englobando os radicais livres e as espécies reativas ao oxigênio resultando na autooxidação (Gavahian et al., 2018).

A oxidação é dividida em 3 fases, segundo Barbosa et al. (2010), são elas: iniciação, propagação e terminação, a ação é desencadeada com a presença de radicais livres, que surgem devido a presença de oxigênio e compostos reativos, como: íons metálicos e pró-oxidante. Para Wójciak, Dolatowski (2012), os produtos primários da oxidação são os peróxidos e hidroperóxidos, e em seguida vem aparecimento dos produtos secundários com os álcoois e aldeídos.

### 2.7.1. - Mecanismo de Oxidação

Durante o processo de iniciação, na presença de catalisadores, ocorre a constituição dos radicais livres, pelo envolvimento de um átomo de oxigênio e lipídio insaturado. Segundo Choe e Min (2005), o radical hidróxil é o principal meio para a iniciação da oxidação, pois apresentam alto potencial de redução.

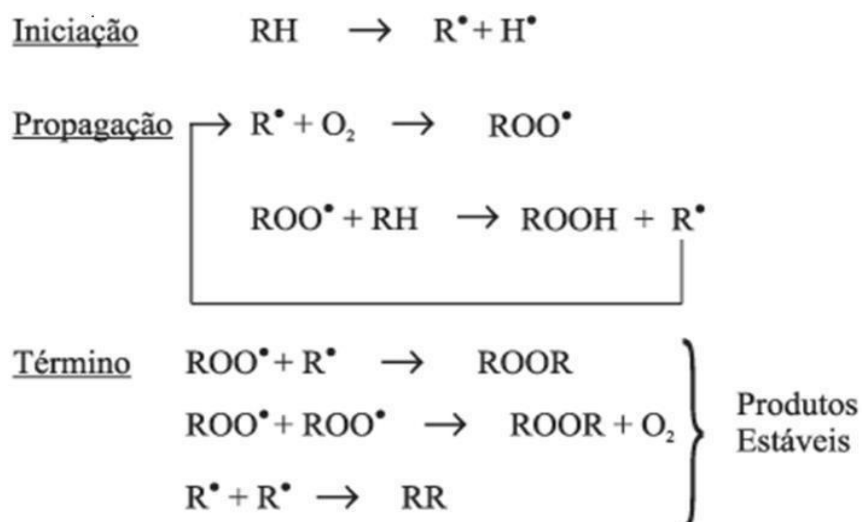


Figura-1 Etapas do processo da oxidação Lipídica.

**Fonte:** Farmer et al. (1942).

Na presença de oxigênio, o radical lipídico (Alquila) se transforma em outros radicais secundários como (peróxido e Hidroperóxidos), começando a fase de propagação. Em sequência ocorre a formação de mais radicais livres e hidroperóxidos (LOOH) estes são produto primário do processo de oxidação. (Choe, Min 2005).

Os hidroperóxidos durante a etapa de propagação podem interagir com metais e radicais peroxil e alcoxil os quais apresentam uma reatividade A decomposição de hidroperóxidos é agilizada por íons metálicos, intitulada como reação de Fenton (Fenton, 1984).

Na etapa final da oxidação os radicais reagem entre si formando produtos estáveis, nesta fase pode haver a recombinação entre dois radicais alquila, para formação de polímeros de alcanos os radicais peroxil podem reagir também com outros compostos para formar peróxidos de alquila. Os radicais alcoxil podem interagir com os lipídeos insaturados na composição de cetonas, álcoois e aldeídos insaturados como o malonaldeído (MDA), que são produtos secundário da oxidação.

O processo oxidativo não é integralmente paralisado na fase de terminação, pois há uma pequena concentração de radicais reativos que são capazes de interatuar com os lipídios insaturados (Eskin, Shahidi, 2015).

O processo oxidativo é causa mais comum da perda de qualidade e deterioração em produtos lipídicos a base de poliinsaturados, a oxidação lipídica traz diversos problemas a saúde e a indústria de alimentos, pois influencia no perfil nutricional e na textura, reduzindo o prazo de validade dos alimentos (Vellido-Perez et al., 2021) ocorrendo a formação de odores indesejáveis e cheiro rançoso, como também a geração de produtos com potencial tóxico levando a instabilidade do produto que contêm ácidos poliinsaturados (Kargar, 2014).

Os ácidos graxos poliinsaturados são mais susceptíveis a peroxidação lipídica. Em consequência, os lipídios são degradados e a integridade das membranas estão sujeitas aos danos celulares e a perda de funções (Alchè, 2018). Para Merey (2014), o desenvolvimento da oxidação lipídica pode gerar produtos primários da oxidação de ácidos graxos, como hidroperóxidos e dienos conjugados, ou compostos secundários, como hexanal, pentanal e malonaldeído. Além de trazer efeitos negativos para a saúde do consumidor pela perda de propriedades funcionais

e nutritivas devido ao acúmulo de compostos com potencial tóxicos para os seres humanos.

Adição de fontes ricas em ácidos poliinsaturados está relacionado ao aumento de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), em virtude dessas fontes favorecer o processo de peroxidação lipídica. Estudos realizados por Kralik et al. (2013), relatam que houve um aumento significativo dos níveis de oxidação lipídica com a inclusão de óleo de linha e óleo de peixe na dieta no corte de coxa e peito em carnes de frangos.

## **2.8 Oxidação proteica**

A oxidação proteica e lipídica em produtos de origem cárneos é a principal preocupação da indústria alimentícia para assegurar a qualidade da carne durante o armazenamento. Após o abate do animal inicia-se o processo de conversão do músculo em carnes, ocorrendo várias modificações bioquímicas, aumenta da força iônica e a queda do pH, resultando no declínio do sistema antioxidante de defesa potencializado a oxidação (Silva, 2014).

Durante o processamento as proteínas sofrem mudanças pelos lipídios oxidados, decorrentes de reações catalisadoras por enzimas, metais ou processos químicos que minimizam a qualidade da carne afetando as características nutricionais (Freire et al., 2013a). A oxidação proteica é influenciada pelo tipo de musculo cárneo e pelo tipo de processamento ao qual foi submetido, além de fatores internos e externos. Para Guyon et al. (2016), a oxidação das proteínas leva a deterioração da textura, cor, perda de nutrientes e aminoácidos, e a redução da digestibilidade das proteínas.

O processo de carbonilação é uma reação irreversível não enzimática das moléculas de proteínas oriundas da formação de frações carbonilas durante o estresse oxidativo e outros fatores influentes (Berlett e Stadtman, 1997). A reação é influenciada pelas substâncias reativas ao oxigênio durante o processo de oxidação lipídicas e proteicas afetando musculo cárneo (Requena et al., 2001). Estudos tem demonstrado que produção de compostos carbonílicos é influenciada pela espécie animal, tipo de músculo e condição de estocagem (Filgueira et al., 2010). Ocasionalmente da geração de produtos secundários dessa oxidação que pode

influenciar na formação de compostos com potencial tóxico para os consumidores e minimizando a vida de prateleira desse corte cárneo.

Segundo Kerrihard et al. (2015), diferentes métodos analíticos podem ser utilizados para identificar a existência da oxidação lipídica e proteica em alimentos avaliando os produtos primários e secundários da reação incluídos os não voláteis, e os voláteis como o índice de peróxido e o ensaio de (TBARS) substância reativas ácido tiobarbitúrico.

## **2.9 - Benefícios dos Ácidos Graxos Poliinsaturados para os seres humanos**

Os ácidos graxos pertencem a cadeia dos hidrocarbonetos que é formado a partir de grupo metil e grupo carboxila, e são classificados como ácidos graxos saturados (SFA), e ácidos graxos insaturados, e os monoinsaturados (MUFA), consistem em uma ligação dupla, enquanto os ácidos graxos poliinsaturados contém mais de uma ligação dupla (Burdge et al., 2015).

O enriquecimento de produtos cárneos com os ácidos graxos poliinsaturados está relacionado aos efeitos benéficos para os seres humanos. o consumo de ácido eicosapentanoico (EPA, 5  $\omega$ -3) e ácido docosahexaenóico (DHA, C22: 6  $\omega$ -3); reduz o risco de doenças cardiovasculares, distúrbios inflamatórios e auxilia no desenvolvimento cerebral infantil (Santos et al., 2020) Segundo a Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, (2010), são recomendadas diariamente cerca de 0,25-0,5g ao dia de EPA e DHA para uma pessoa saudável.

O corpo humano não é capaz de sintetizar os PUFAS, em quantidade suficiente para atender as recomendações de ingestão, dessa forma o fornecimento desses ácidos deve ser por meio de dietas ou a suplementação torna-se necessária. Para Cavalcante (2020), com intuito de atender à exigência de mercado, em oferecer aos consumidores alimentos mais saudáveis, a adição de fontes ricas em PUFAS é uma alternativa a ser avaliada com intuito de garantir os benefícios nutricionais para os consumidores.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1- Local do experimento e instalações

O experimento foi conduzido nas instalações do Laboratório de Avicultura do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), *Campus III*, situado na cidade de Bananeiras – Paraíba. O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFPB, sob protocolo nº 3382060519.

As codornas europeias “*Coturnix coturnix coturnix*” foram alojadas em boxe no piso, medindo 1,0 x 0,8 m coberto por cama de maravalha, telado e equipado com comedouro e bebedouro pendular infantil, e lâmpadas de 60w. Os boxes foram distribuídos em galpão experimental de alvenaria, com 24 m de comprimento por 9 m de largura, orientação Leste-Oeste.

#### 3.2 - Dietas experimentais e Delineamento experimental

As dietas experimentais foram formuladas a base de milho, farelo de soja e suplementos para atender as exigências nutricionais das codornas europeias, segundo as recomendações de Silva e Costa (2009) foi fornecida à vontade, assim, como a água durante todo o período experimental.

As fontes lipídicas utilizadas no estudo foram as seguintes óleos comerciais: Óleo de soja (OSJ), óleo de linhaça (OLI), óleo de castanha-do-pará (OCP) e óleo de peixe (OPX) cerca de 2% de cada óleo foi adicionado em cada dieta, após isso foi elaborado três mixes compostos de 1% de OSJ +1% OLI, 1% de OSJ +1%OCP, e 1% OSJ, +1% OPX conforme descrito na Tabela 1.

Tabela-1 Distribuição das dietas experimentais.

Dieta 1	Ração basal adicionada de 2 % de óleo de soja em sua composição
Dieta 2	Ração basal adicionada de 2 % de óleo de óleo de castanha do Pará em sua composição
Dieta 3	Ração basal adicionada de 2 % de óleo de linhaça em sua composição
Dieta 4	Ração basal adicionada de 2 % de óleo de peixe em sua composição
Dieta 5	Ração basal adicionada de 1% de óleo de soja + 1 % de óleo de

	castanha do Pará em sua composição.
Dieta 6	Ração basal adicionada de 1% de óleo de soja + 1 % de óleo de linhaça em sua composição.
Dieta 7	Ração basal adicionada de 1% de óleo de soja + 1 % de óleo de peixe em sua composição.

Foram utilizadas 280 codornas de corte de linhagem europeia, divididas em 7 tratamentos com 5 repetições em um delineamento inteiramente casualizado com 35 parcela cada uma composta por 8 animais. Após todo o processo de formulação e trituração da ração a mesma foi acondicionada em recipientes escuros e fechados, para proteger contra a luz e evitar a oxidação.

**Tabela 2-** Composição de ácidos graxos das dietas experimentais.

graxos (%)	Óleo de soja (OSJ)	Óleo de castanha-do-pará (OCP)	Óleo de linhaça (OLI)	Óleo de peixe (OPX)	OCP+ OSJ	OLI+ OSJ	OPX+ OSJ
<i>Poliinsaturados</i>							
C18: 2n6	47,40	36,31	32,81	31,37	43,48	43,48	39,86
C18: 3n6	-	-	-	1,04	-	-	-
C18: 3n3	2,89	0,65	20,42	0,80	10,19	1,81	2,21
C20: 5n3	-	-	-	6,46	-	-	3,57
C22: 6n3	-	-	-	3,42	-	-	1,84
$\Sigma$ Saturados	18,52	21,68	17,32	22,99	20,0	18,94	20,98
$\Sigma$ Monoinsaturados	28,57	38,36	29,43	33,90	33,68	30,56	31,53
$\Sigma$ Poliinsaturados	50,68	38,41	53,23	43,09	46,33	51,80	47,48

Fonte: Cavalcante, 2020

**Tabela 3 -** Composição de ácidos graxos na carne de codornas alimentadas com fontes ricas em poliinsaturados.

Ácidos graxos (%)	OSJ	OCP	OLI	OPX	OCP+OSJ	OLI+OSJ	OPX+ OSJ	EPM
<i>Poliinsaturados</i>								
C18: 2n6	28,77	26,42	24,74	16,12	18,44	20,61	24,17	0,86
C18: 3n3	2,21	0,58	8,18	1,08	0,77	3,55	1,70	0,21
C20:3 n3	2,32	3,72	3,19	1,03	3,75	0,31	2,55	0,16
C20: 4n6	-	-	-	-	0,31	-	0,33	0,02
C20: 5n3	-	-	0,85	2,57	0,34	-	1,17	0,07
C22: 6n3	-	-	-	1,41	-	0,15	0,25	0,55
$\Sigma$ SFA	25,67	29,15	28,36	34,38	32,25	30,89	34,40	

$\Sigma$ MUFAS	41,28	40,59	35,56	42,96	45,79	44,57	35,81
$\Sigma$ PUFAS	33,33	30,72	36,96	22,21	23,61	24,62	30,17
$n-6/n-3$	6,35	6,14	2,02	2,65	3,86	5,14	4,32
IA	0,28	0,31	0,28	0,47	0,35	0,35	0,37
IT	0,49	0,59	0,38	0,66	0,65	0,69	0,63

Fonte: Cavalcante, 2020

### 3.3- Obtenção da Amostra experimental

Aos 42 dias de idade as codornas foram submetidas ao jejum de sólidos de oito horas. Após o jejum, as aves foram pesadas individualmente e anestesiadas com pentobarbital na dosagem de 60 a 100mg/Kg, e foram eutanasiadas, seguida de exsanguinação. Posteriormente, foram depenadas e evisceradas para a obtenção do peso da carcaça e dos cortes nobres representados pelo peito, coxa e sobrecoxa. Foi selecionado o peito para a realização do experimento. Portanto, as amostras (peitos) foram embaladas em sacos plásticos hermeticamente fechados, identificados e armazenados em refrigeração a - 4º C por 24hrs, após isso foram armazenados sob congelamento a -18º C para posteriores análises.

### 3.4 - Qualidade oxidativa da carne de codorna alimentada com fontes lipídicas

Foi realizada a avaliação da estabilidade oxidativa das sete amostras de carne de codorna alimentadas com diferentes fontes lipídicas (OSJ; OLI; OCP; OPX; 1% de OSJ +1% OLI; 1% de OSJ +1% OCP; e 1% OSJ + 1% OPX). A avaliação seguiu através das análises físicas pH e cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) e químicas colesterol, TBAR, WOF e carbonilas, durante três intervalos de tempo de armazenamento (0, 30 e 60 dias)

#### 3.4.1 Determinação de colesterol total

A quantificação do colesterol total da carne de codorna foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Bohac et al (1988), com adaptações. Inicialmente foi realizada a etapa de saponificação do extrato lipídico em tubo Falcon de 50 mL, adicionando 10 mL da solução de hidróxido de potássio (KOH; 2%) em etanol absoluto. Posteriormente, os tubos foram colocados em banho-maria à (50°C) em agitação. Em seguida, adicionou-se 5 mL de água destilada e deixou-se resfriar. Para extração da matéria insaponificável, adicionou-se 10mL de hexano agitando em

vortex por 1 min. Após a separação, toda a fase hexânico foi transferida para outro tubo Falcon de 50 mL. E repetiu-se a extração mais duas vezes. E coletou cerca de 4mL de extrato hexânico e evaporou em banho maria a 55 ° C, adicionou 6mL de ácido acético saturado em sulfato de ferro, resfriou-se e agitou em vórtex por 1 mim. Logo após, adicionou cerca de 2mL de ácido sulfúrico, resfriou-se até temperatura ambiente a 26 graus e foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 490nm. Na curva padrão de colesterol foi utilizada soluções de 0,1 a 100ppm de colesterol purificado (sigma) e as absorbância foram realizadas em espectrofotômetro (marca)

### **3.4.2 Índice de peróxido**

Para as análises de índice de peróxido foram realizadas pelo método espectrofotométrico de acordo a metodologia de Semb (2021), com adaptações. Pesou-se 2,5 g de amostra e homogeneizou com 30 mL de clorofórmio: metanol (7:3) por 3 minutos em ultraturrax (velocidade 3500 rpm). Filtrou a mistura e lavou o recipiente com mais 10 mL de clorofórmio: metanol (7:3) para retirar o excesso de gordura que ficou nas paredes do frasco. O extrato lipídico foi armazenado protegido da luz até o momento da análise. Em tubo de ensaio envolto em papel alumínio acrescentou-se 10 mL do extrato lipídico (a quantificação deve garantir no mínimo 0,01g de gordura em 10mL). Em seguida acrescentou 50µL de tiocianato de amônio (30%). Homogeneizar em vórtex por 5 segundos. Adicionar 50µL de cloreto ferroso ( $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  0,02M em HCl 3,7%) e agitar em vórtex por 5 segundos. Incubar por 5 minutos e ler contra um branco em espectrofotômetro a 500nm. A curva padrão foi elaborada com 6 pontos com diferentes concentrações de Cloreto férrico –  $\text{FeCl}_3$  (0,1mg/mL) µL. (0,12,25,50,75,100 µL).

### **3.4.3 - Determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)**

Foi determinado conforme a metodologia descrita por Ganhão et al. (2011) com modificações. Pesou-se 2,5 gramas da amostra em tubo de falcon de 50 mL adicionado de 7 mL da solução de ácido tricloroacético TCA a 10% (v/v) e 3 ml de água destilada, seguindo de agitação manual por um período de 5 minutos, promovendo-se a extração do malonaldeído. Após centrifugação a 3381 G por 5 minutos, o material foi filtrado em papel filtro, ajustando-se o volume do sobrenadante para 10 mL com água destilada.

Para quantificar o malonaldeído, foi necessário 2 mL do filtrado, sendo adicionado em tubos de ensaio com adição de 2 mL do ácido tiobarbitúrico 0,02M. Logo após, foram homogeneizados em vórtex e permaneceram a 95°C em banho Maria durante 30 minutos. A leitura das absorbâncias foi realizada a 532 nm. Os valores de malonaldeído foram calculados com auxílio da curva padrão de 1,1,3,3 - Tetraetoxipropano -TEP, com os resultados expressos em mg de MDA/ kg de carne.

#### **3.4.4 Mensuração de aroma sob aquecimento (WOF).**

O aroma requeimado foi determinado segundo a metodologia de Igene, Pearson (1979) com modificações aproximadamente quatro gramas da amostra foram pesados e transferidos para saco termorresistente, em seguida foi tratada termicamente em banho maria a 85°C, por 35 minutos ou até uma temperatura interna de 75°C. após as amostras cozidas foram armazenadas sob refrigeração (4°C) por 48 horas sob luz fluorescente. após esse período a amostra foi reaquecida em banho maria durante 15 minutos a temperatura de 85°C. as amostras foram trituradas e analisada quanto a oxidação lipídica pelo método de TBARS descrito anteriormente.

#### **3.4.5- Determinação do potencial hidrogeniônico (pH) e dos parâmetros colorimétricos**

Quanto à análise de pH foram pesados 5 g de amostra de peito desossado, retirado a pele e triturado, e adicionado 50 ml de água destilada para homogeneização, e então medido em pHmetro digital de bancada da marca Q400AS (Quimis, São Paulo, Brasil). seguindo as recomendações de AOAC (2005).

Os parâmetros colorimétricos ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) das amostras foram determinados em temperatura ambiente, através de leitura direta em pontos distintos da parte superficial do peito das codornas em colorímetro digital portátil Konika Minolta CR-400 (Minolta Chromameter Co., Ltd., Osaka, Japão). Os parâmetros de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  foram determinados como indicadores de luminosidade, intensidade de vermelho e amarelo, respectivamente. seguindo as recomendações de AOAC (2005).

### **3.5 Quantificação de compostos carbonílicos**

A quantificação foi determinada conforme a metodologia de Oliver et al., (1987). Em tubo Falcon 50 mL, foi pesado 1g da amostra e adicionado 10 mL do

tampão+NaCl. Homogeneizar em turrax, durante 1 minuto, mantendo o tubo de Falcon em gelo. Pipetar 150 microlitros do homogeneizado e colocar em tubo eppendorf de 2 mL. Utilizar dois tubos para cada amostra, sendo um para medir compostos carbonílicos e o outro para medir concentração de proteína (etiquetar com “C” e outro com “P”). Adicionar 1 mL de TCA 10% em cada tubo, agitar em vortex e centrifugar a frio (4°C) durante 5 minutos a 5000 rpm. Descartar sobrenadante com muito cuidado para não perder nada do precipitado. No eppendorf “P” colocar 1 mL de HCl 2N, e no eppendorf “C” colocar 1 mL de HCl 2N+DNPH 0.2%. Agitar bem os tubos em vortex para que todo precipitado entre em contato com as soluções adicionadas. Deixar os tubos em repouso durante 1h. Seguir agitando constantemente. Adicionar 1 mL de TCA 10% aos tubos, agitá-los no vortex e centrifugar a frio durante 10 minutos a 10000 rpm. Descartar sobrenadante com cuidado para não perder o precipitado. Lavar o precipitado com 1 mL de etanol/acetato de etila, agitar no vortex e centrifugar a frio durante 5 minutos a 10000 rpm. Retirar o sobrenadante com cuidado repetir lavagem duas vezes. Depois das lavagens e retiradas do sobrenadante, evaporar o resíduo de solvente com gás nitrogênio a baixa pressão para que não haja perdas do precipitado. Dissolver o precipitado com 1,5 mL de tampão+Guanidina. Agitar bem com vortex para que todo o precipitado entre em contato com a solução. Centrifugar a frio durante 2 minutos a 2000 rpm. Calibrar espectrofotômetro com tampão+Guanidina e fazer leitura em usando cubeta visível para tubo “C” (370 nm) e cubeta UV para tubo “P” (280). A curva padrão foi elaborada com a solução de albumina com diferentes pontos de 1-10mg/ml.

### **3.6 Análises estatística**

Foi utilizado um delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) sob esquema fatorial (7 x 3). Sendo sete as fontes de lipídicas (2% de OSJ), (2% de OCP), (2% de OLI), (2% OPX ) e os mix (1% OLS+1% OLI), (1% OSJ+1%OCP) e (1% OSJ+1% OPX) e três o período de armazenamento (0, 30 e 60 dias).Cada tratamento com três repetições, foi aplicado a análise de variância (ANOVA) e os dados quando necessário, submetidos ao teste de comparação de Tukey com nível de significância ( $p < 0,05$ ) por meio do software SISVAR. 5.6, (Ferreira, 2011).

Após a padronização, foi realizado um teste de análise multivariada seguindo as recomendações previamente estabelecidas por Sneath, Sokal (1973) para alocar

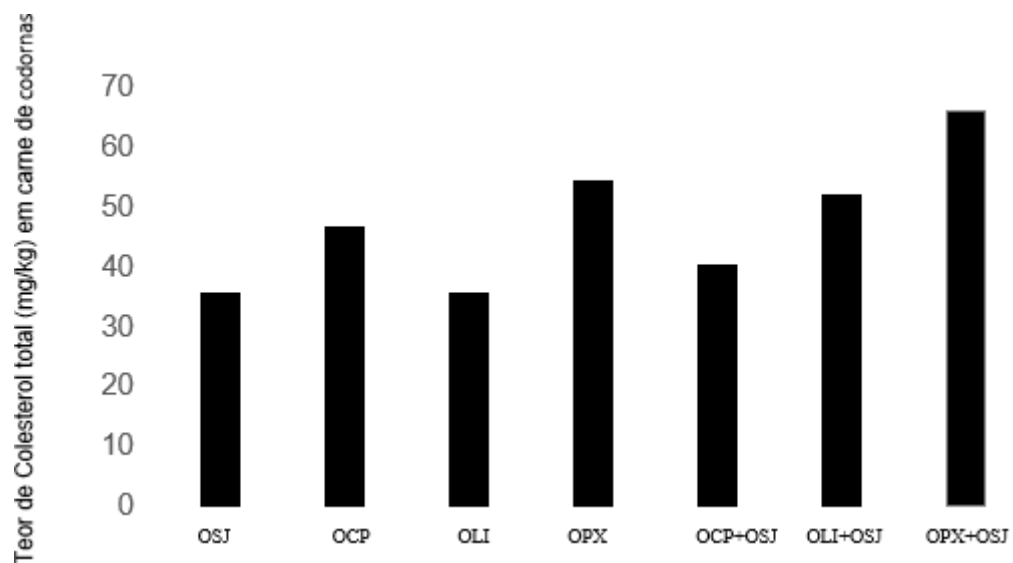
em grupos de acordo com a similaridade e verificar a capacidade discriminante das variáveis originais. A análise de componentes principais (PCA) foi aplicada para avaliar a variância geral e, por outro lado, a análise discriminante descreveu a variação entre os diferentes grupos e identificou as variáveis com maior poder discriminatório entre os grupos. A PCA foi realizada pelo procedimento PRINCOMP Statistic (Statsoft,7.0).

## 4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 – Colesterol total

Foram avaliados o teor de colesterol total das sete dietas de carne de codorna alimentadas com diferentes fontes lipídicas. Os resultados estão expostos na Figura 1. Pode-se observar que o óleo utilizado na alimentação e suas combinações influenciaram na quantidade de colesterol na carne de codorna.

**Figura 1** - Teores de colesterol total da carne de codorna alimentadas com dietas contendo diferentes fontes lipídicas



Médias de fontes seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).  
 Fontes: OSJ (óleo de soja), OCP (óleo de castanha-do-Pará), OLI (óleo de linhaça), OPX (óleo de peixe), OSJ+OLI (óleo de soja + óleo de linhaça), OSJ+OCP (óleo de soja+ óleo de castanha), OSJ+OPX (óleo de soja+ óleo de peixe).

Dentre os tratamentos analisados verifica-se que o óleo de peixe isolado ou combinado com o óleo de soja, proporcionou maior teor de colesterol na carne e o óleo de linhaça isolado ou combinado com óleo de soja, proporcionou teor reduzido de colesterol na carne. Entretanto, destaca-se que em todos as dietas avaliados apresentaram teores de colesterol total menor ao exposto na literatura Segundo a USD (2019) o teor de colesterol em carnes de codornas e de 86mg/100gramas de carne, enquanto o valor de colesterol para carne de frango é entorno 88 mg/100gramas

O comportamento encontrado neste estudo é justificado pela atuação dos ácidos graxos presentes nas fontes lipídicas das dietas das codornas. O óleo de peixe, por ser fonte de origem animal, apresenta em sua composição além dos ácidos graxos como o EPA, DHA e ácido linolênico. Porém, o óleo de linhaça e de peixe apresentam em sua composição elevada concentração do ômega 3, ácido alfa-linolênico.

A ingestão de óleo de peixe auxilia na prevenção de doenças cardiovasculares e do sistema cardiovascular (Carrero, Grimble, 2006). O mesmo é rico em ácidos graxos poliinsaturados, dentre eles o ácido eicosapentaenoico (EPA), e o ácido docosahexaenóico (DHA) que pode controla arritmias cardíacas (Carrero, Grimble, 2006a).

Estudos indicam que a semente de linhaça apresentou efeito de proteção cardioprotetor sendo uma estratégia para a redução da insuficiência cardíaca em pacientes. (Parikh et al, 2018). Em consequência da alta concentração de ácido alfa linolênico em sua composição há um grande interesse para a sua utilização com intuito de enriquecer ovos com ácidos graxos poliinsaturados sendo utilizado como substituindo da dieta de aves (Leskovec et al 2021).

Para Beisek (2006) o uso de ácidos graxos, tem chamado a atenção dos consumidores em virtude dos seus benefícios na prevenção de doenças cardiovasculares, hipertensão e diminuição dos níveis de triglicérides e colesterol total A mesma opinião é compartilhada por Biesek et al. (2020), ao afirmarem que fontes ricas em poliinsaturados podem contribuir para a redução dos níveis de colesterol, em virtude que os ácidos graxos poliinsaturados como o linolênico, DHA e EPA, trazem efeitos benéficos para o sistema cardiovascular.

Em estudo de Crespo, Esteve-Garcia (2001) verificou-se que a dieta adicionada de óleo de linhaça apresentou menor índice de colesterol na coxa de frango em relação aos animais que receberam a dieta controle. Além disso o óleo de soja é uma fonte benéfica a saúde do consumidor, pois adição do óleo de soja em substituição as fontes monoinsaturadas reduziram os níveis de colesterol de sangue de pacientes com as doenças coronariana (Messina, et, al 2021).

#### 4.2 Aspectos colorimétrico e de pH da carne durante

O pH das carnes de codornas está apresentado na Tabela 7. Observa-se que as carnes de codornas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes lipídicas apresentaram diferença significativa ( $<0,05$ ) durante o tempo de armazenamento.

**Tabela 7** - valores de pH da carne de codorna alimentada com diferentes fontes lipídica durante o armazenamento.

Dieta	Tempo (dias)			Valor P			Efeito de regressão
	0	30	60	Dieta	Tempo	Dieta x Tempo	
OSJ	5,89 <sup>aB</sup>	5,97 <sup>aA</sup>	5,75 <sup>cC</sup>				0,001
OCP	5,75 <sup>bcdB</sup>	5,85 <sup>bA</sup>	5,81 <sup>bcAB</sup>				0,009
OLI	5,85 <sup>abA</sup>	5,88 <sup>abA</sup>	5,79 <sup>bcB</sup>				0,011
OPX	5,82 <sup>abcA</sup>	5,63 <sup>cB</sup>	5,86 <sup>bA</sup>	0,001	0,001	0,001	0,001
OCP+OSJ	5,79 <sup>bcdA</sup>	5,97 <sup>aA</sup>	6,02 <sup>aA</sup>				0,001
OLI+OSJ	5,71 <sup>dC</sup>	5,83 <sup>bB</sup>	6,03 <sup>aA</sup>				0,001
OPX+OSJ	5,73 <sup>cdB</sup>	5,96 <sup>aA</sup>	5,97 <sup>aA</sup>				0,001
Efeito	0,001	0,001	0,001	CV = 0,65%			

Para tempo, médias de fontes seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ). Para fonte lipídica, médias de tempo seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ). Fontes: OSJ (óleo de soja), OCP (óleo de castanha-do-Pará), OLI (óleo de linhaça), OPX (óleo de peixe), OSJ+OLI (óleo de soja + óleo de linhaça), OSJ+OCP (óleo de soja+ óleo de castanha), OSJ+OPX (óleo de soja+ óleo de peixe).

Observou-se que o pH da carne variou entre 5,79 a 6,06, durante o armazenamento. No entanto, as dietas com a adição dos mix (OSJ+OCP, OSJ+OLI, OSJ+OPX), propiciaram um aumento dessa variável na fase final de estocagem.

Após o processo de abate, o pH da carne é reduzido em virtude da desaturação das proteínas da carne que é causada pela glicólise muscular no pós- morte (Liu et al., 2016). De acordo com Çelen (2016), é característico de aves apresentar um pH menor no final do processamento em relação a outros animais.

A elevação dos valores de pH na fase final do armazenamento é em virtude da degradação das enzimas e da estrutura miofibrilar e a substituição dos íons divalentes por íons monovalente, dados que concordam com os obtidos em estudo realizado por Roça (1993), ao concluir que durante o processo de maturação da carne, pode ocorrer uma pequena elevação do pH, em virtude da degradação enzimática.

Os parâmetros colorimétricos de L\* (Luminosidade), a\* e b\* (Tendência para a coloração vermelha e amarela, respectivamente), estão expostos na Tabela 8. Observa-se que foram influenciados pelas dietas adicionadas de diferentes fontes lipídicas ( $p < 0,05$ ) e pelo tempo de armazenamento ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 8** - Parâmetros colorimétrico da carne de codorna alimentadas com dietas contendo diferentes fontes lipídicas durante o armazenamento.

Dieta	Tempo (dias)			Valor P			
	0	30	60	Dieta	Tempo	Dieta x Tempo	Efeito
<b>Cor "L"</b>							
OSJ	55,20 <sup>aA</sup>	41,42 <sup>cB</sup>	46,70 <sup>cC</sup>				0,014
OCP	47,95 <sup>aB</sup>	42,15 <sup>bC</sup>	43,85 <sup>bD</sup>				0,001
OLI	42,45 <sup>dB</sup>	42,85 <sup>bB</sup>	51,96 <sup>bA</sup>				0,903
OPX	46,45 <sup>cA</sup>	39,55 <sup>cC</sup>	41,95 <sup>eB</sup>	0,118	0,427	0,001	0,256
OCP+OSJ	54,52 <sup>aA</sup>	45,92 <sup>aB</sup>	53,67 <sup>aA</sup>				0,615
OLI+OSJ	43,72 <sup>dB</sup>	42,92 <sup>aB</sup>	47,97 <sup>bA</sup>				0,003
OPX+OSJ	45,90 <sup>cA</sup>	42,10 <sup>bB</sup>	45,08 <sup>dA</sup>				0,755
Efeito	0,001	0,012	0,155	CV:2,02 %			
<b>Cor "A"</b>							
OSJ	10,10 <sup>aB</sup>	12,02 <sup>aA</sup>	11,07 <sup>bB</sup>				0,001
OCP	12,52 <sup>aA</sup>	8,40 <sup>bB</sup>	7,62 <sup>cB</sup>				0,001
OLI	8,27 <sup>dA</sup>	8,27 <sup>dA</sup>	7,62 <sup>cA</sup>	0,001	0,001	0,001	0,001
OPX	9,33 <sup>cA</sup>	5,87 <sup>dB</sup>	4,80 <sup>dC</sup>				0,006
OCP+OSJ	7,90 <sup>bB</sup>	10,18 <sup>aA</sup>	7,13 <sup>abB</sup>				0,001

OLI+OSJ	8,88 <sup>bA</sup>	7,10 <sup>cB</sup>	7,02 <sup>dB</sup>				0,001
OPX+OSJ	7,62 <sup>cA</sup>	7,10 <sup>d<sup>AB</sup></sup>	6,60 <sup>eB</sup>				0,151
Efeito	0,001	0,001	0,001			CV: 6,12%	
<b>Cor "B"</b>							
OSJ	15,03 <sup>aA</sup>	12,47 <sup>bB</sup>	12,05 <sup>dB</sup>				0,183
OCP	13,73 <sup>bB</sup>	16,98 <sup>abA</sup>	14,13 <sup>abB</sup>				0,004
OLI	14,58 <sup>bA</sup>	12,93 <sup>cdB</sup>	11,33 <sup>bB</sup>				0,010
OPX	15,60 <sup>abA</sup>	10,13 <sup>dB</sup>	15,93 <sup>aA</sup>	0,001	0,004	0,001	0,001
OCP+OSJ	13,95 <sup>bA</sup>	14,60 <sup>bcA</sup>	14,08 <sup>abA</sup>				0,800
OLI+OSJ	17,86 <sup>aA</sup>	18,73 <sup>aA</sup>	12,55 <sup>bB</sup>				0,001
OPX+OSJ	13,78 <sup>bA</sup>	14,35 <sup>bcA</sup>	14,13 <sup>abA</sup>				0,854
Efeito	0,002	0,001	0,002			CV: 10,16%	

Para tempo, médias de fontes seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Para fonte lipídica, médias de tempo seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Fontes: OSJ (óleo de soja), OCP (óleo de castanha-do-Pará), OLI (óleo de linhaça), OPX (óleo de peixe), OSJ+OLI (óleo de soja + óleo de linhaça), OSJ+OCP (óleo de soja+ óleo de castanha), OSJ+OPX (óleo de soja+ óleo de peixe). Letras maiúsculas diferentes indicam diferença as dietas, e letras minúsculas diferentes indicam diferença entre o tempo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Observou-se que durante o armazenamento os valores de  $L^*$ , apresentaram um declínio entre as dietas enriquecidas com fonte lipídica. A carne de codorna apresentou coloração normal, no entanto, os valores encontrados nesse estudo, estão de acordo com que é citado na literatura para a carne de codornas, por ser considerada carne de caça, apresenta coloração mais escura em relação a outras espécies. Segundo Natello et al. (2020), fatores como pH, taxa de mioglobina e gordura interferem na luminosidade da carne

A dieta adicionada de óleo de castanha pode ter contribuído para os menores teores de luminosidade, isso pode estar relacionado, aos compostos presentes no óleo de castanha. Visto que possui composição rica em flavonoides, que é um grupo de pigmentos compostos por antocianinas, flavonas, flavonóis e compostos fenólicos, que podem contribuir na preservação da cor (Rocha, Reed 2014).

Observou-se que os períodos iniciais de armazenamento a carne de codorna alimentada com (OSJ, OCP, OLI) e o mix (OSJ+OCP) apresentaram coloração ( $a^*$ ) mais avermelhada em relação as demais dietas ( $p > 0,05$ ), e de acordo com os dados

verificou-se um declínio na intensidade de vermelho, em todas as fontes lipídicas com exceção para a dieta com (OCP) que manteve a cor durante o armazenamento.

Sendo a cor um dos atributos de qualidade mais importante percebidos pelos consumidores, o parâmetro  $a^*$  que está relacionado com o teor de vermelhidão da carne que diminuiu durante o armazenamento, em virtude do processo oxidativo, influenciando na descoloração da carne, afetando o aspecto de qualidade visual do produto (Pietro et al 2018)).

Para Hugles et al. (2019), a carne de aves após o processo de abate passa pela desnaturação das proteínas sarcoplasmática devido ao alto grau de glicólise, o que acarreta carne de coloração mais pálida. A perda cor da carne durante o armazenamento está relacionada ao processo de autooxidação da mioglobina, sendo considerado a principal causa de perda da cor. Em estudos realizado por Wang et al. (2021), foi possível observar a mudança de coloração de vermelho para marrom durante o armazenamento de carne de coelho.

O óleo de castanha-do-pará manteve a cor da carne durante o armazenamento, isso está relacionado ao fato que a castanha é rica em selênio e compostos fenólicos. Segundo Cardoso et al. (2017), em virtude da alta concentração de selênio presente na castanha a mesma apresenta potencial antioxidante que inibe as reações oxidativas. Protegendo a carne do processo de descoloração, efeito esse encontrado nesse estudo.

Inicialmente, todas as dietas adicionadas de fontes lipídicas apresentaram intensidade de  $b^*$ , no entanto ao longo do armazenamento houve variações. Exceto para o as dietas com mix de (OSJ+OLI, OSJ+OPX) apresentaram comportamento semelhante ao longo do armazenamento. Ao final do armazenamento as dietas com (OLI, OCP) e o mix (OSJ+OCP) apresentaram menores teores de amarelo em relação as demais dietas.

A tendência da cor amarela em carne durante armazenamento, pode estar relacionada a desnaturação de alguns pigmentos como a mioglobina existentes no músculo cárneo. Em estudo realizado por Crobotava et al. (2021), que observou essa variação de amarelo durante o período de armazenamento de peixe robalo. Segundo Faustman et al. (2010), durante o processo de oxidação lipídica os produtos oriundos da decomposição maximizam a oxidação mioglobina ocorrendo o escurecimento da carne.

## 4.2 – Oxidação Lipídica

Avaliando os valores de peróxidos encontrados no estudo, descritos na Tabela 4, observa-se que apresentaram interação entre as variáveis analisadas com efeito de regressão Linear ( $p < 0,001$ ). No tempo 0, o óleo de linha e peixe, ambos combinados com óleo de soja, proporcionaram maior índice de compostos primários da oxidação, em relação as demais dietas.

Esse comportamento também foi observado com 30 dias de estocagem, porém também destacando a dieta com óleo de linha isolado. E em 60 dias, observou-se aumento da produção de peróxidos em todos os tratamentos comparando com o tempo inicial.

**Tabela 4** - Análise de peróxidos de carne de codorna, alimentadas com dietas contendo diferentes fontes lipídicas durante o armazenamento.

Dieta	Tempo (dias)			Valor P			Efeito de regressão
	0	30	60	Dieta	Tempo	Dieta x Tempo	
OSJ	0,0053 <sup>bc</sup>	0,0895 <sup>dB</sup>	0,2468 <sup>aA</sup>				0,001
OCP	0,0044 <sup>bB</sup>	0,1157 <sup>cdA</sup>	0,1223 <sup>cdA</sup>				0,001
OLI	0,0235 <sup>bB</sup>	0,1722 <sup>bA</sup>	0,1495 <sup>bcA</sup>				0,001
OPX	0,0355 <sup>bc</sup>	0,1180 <sup>cdB</sup>	0,1589 <sup>bcA</sup>	0,001	0,001	0,001	0,001
OCP+OSJ	0,0942 <sup>aC</sup>	0,3344 <sup>aA</sup>	0,2253 <sup>aB</sup>				0,001
OLI+OSJ	0,0296 <sup>bB</sup>	0,1070 <sup>cdA</sup>	0,0849 <sup>dA</sup>				0,001
OPX+OSJ	0,1880 <sup>aA</sup>	0,1474 <sup>bcB</sup>	0,1685 <sup>bAB</sup>				0,028
Efeito	0,001	0,001	0,001	CV = 11,15%			

Para cada tempo, médias de fontes seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Para cada fonte lipídica, médias de tempo seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Fontes: OSJ (óleo de soja), OCP (óleo de castanha-do-Pará), OLI (óleo de linhaça), OPX (óleo de peixe), OSJ+OLI (óleo de soja + óleo de linhaça), OSJ+OCP (óleo de soja+ óleo de castanha), OSJ+OPX (óleo de soja+ óleo de peixe).

As fontes ricas em ácidos graxos mono e poli-insaturados são mais suscetíveis ao processo oxidativo, em virtude das suas insaturações, que elevam o potencial de oxidação, além disso, outros fatores também podem influenciar como: temperatura, luz e metais. Os óleos vegetais e de origem animal apresentam uma

composição rica em ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) e poliinsaturados (PUFAS), que são potencializadores do processo de peroxidação (Liu et al., 2014).

Durante o processo de armazenamento é esperado que aconteça a produção de compostos oxidados, a elevação desses compostos demonstra o aumento da oxidação lipídica com a geração de compostos primários que alteram as características do alimento (Ghasemi-Sadabadi, et al 2020).

Em estudos realizados por Reda et, al (2020), verificaram que a suplementação com diferentes níveis de óleo de soja sem adição de antioxidante na alimentação de codornas, favoreceu o aumento do valor de peróxido em relação as dietas que continha antioxidante natural.

Mishekar et al. (2020a), verificaram que a carne de codorna alimentada com óleo de linhaça (rica em ácido alfa linolênico) durante longo período de armazenamento, acarretou no aumento de substâncias oxidativas, contribuindo para a susceptibilidade da carne do peito e diminuindo os parâmetros de qualidade, dados esses, que corroboram com os obtidos nesse estudo.

A suplementação com óleo de peixe na dietas de frangos de corte poder ter contribuindo para a peroxidação lipídica aumentando assim as concentrações de malonaldeído na carne (Kalakuntla et al 2017).

A diminuição dos teores de malonaldeído da carne de codorna está relacionada a atividade antioxidantes existente no óleo de castanha que minimizou o processo oxidativo durante a estocagem. O óleo da castanha do Pará é um importante antioxidante natural, pois apresentar altas concentrações de vitamina E, dessa forma auxiliar na proteção de danos oxidativas causados pelos radicais livres durante o processo de oxidação. (Schons et, al 2017). Além disso a castanha é rica em ácidos graxos insaturados como oleico e linoléico que auxiliar no controle de doenças cardiovasculares

Os resultados referentes as substâncias reativas ao ácido Tiobarbitúrico (TBARS) estão apresentados da Tabela 5. Avaliando os dados pode-se observar que promoveram uma interação ( $p < 0,01$ ), entre as variáveis analisadas, as quais apresentaram efeito de regressão Linear (0,001). Onde, de forma geral, independente da fonte lipídica utilizada, percebeu-se que os compostos secundários da oxidação lipídica foram crescentes ao longo do tempo de armazenamento.

**Tabela 5** - Análise de TBARS (mg.MDA kg<sup>-1</sup>) da carne de codorna crua alimentadas com dietas contendo diferentes fontes lipídicas durante o armazenamento.

Dieta	Tempo (dias)			Valor P			Efeito de regressão
	0	30	60	Dieta	Tempo	Dieta x Tempo	
OSJ	0,247	0,922 <sup>b</sup>	1,916 <sup>c</sup>				0,001
OCP	0,352	0,776 <sup>b</sup>	1,550 <sup>d</sup>				0,001
OLI	0,302	0,472 <sup>c</sup>	2,590 <sup>ab</sup>				0,001
OPX	0,465	0,502 <sup>c</sup>	2,480 <sup>ab</sup>	0,001	0,001	0,001	0,001
OCP+OSJ	0,292	0,693 <sup>c</sup>	2,725 <sup>a</sup>				0,001
OLI+OSJ	0,319	1,376 <sup>a</sup>	1,772 <sup>cd</sup>				0,001
OPX+OSJ	0,407	1,582 <sup>a</sup>	2,339 <sup>b</sup>				0,001
Efeito	0,199	0,001	0,001				

Coeficiente de variação = 9,08%. Para o tempo 30 e 60 dias, médias de fontes seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Para cada fonte lipídica, efeito de Regressão Linear crescente na linha. Fontes: OSJ (óleo de soja), OCP (óleo de castanha-do-Pará), OLI (óleo de linhaça), OPX (óleo de peixe), OSJ+OLI (óleo de soja + óleo de linhaça), OSJ+OCP (óleo de soja+ óleo de castanha), OSJ+OPX (óleo de soja+ óleo de peixe).

Após 30 dias de armazenamento, a dieta com o óleo de castanha e peixe, ambos combinados com óleo de soja apresentaram maior índice de oxidação, em relação aos demais. Entretanto o resultado de maior destaque se dá em 60 dias de armazenamento, onde observa-se valores maiores de 2 mg.MDA kg<sup>-1</sup>, nas carnes de codorna alimentadas com óleo de linha e peixe isolados e combinados com óleo de soja, em relação as demais.

Os resultados encontrados nesta pesquisa estão em concordância com os encontrados por Pourashourie et al. (2014) que verificarem que o óleo de peixe e linhaça são uma fonte de ômega 3 considerado um ácido graxo poliinsaturados que apresentar alta suscetibilidade oxidativa. Como também foi verificado por Martini et al. (2020a), que adição de 5% de óleo de linhaça na ração de suínos resultou no aumento os produtos da peroxidação lipídica em relação à dieta controle

A suplementação com óleo de linhaça na dieta animal afetou na formação de substancias oxidativas na carne do peito, elevando a quantidade de compostos secundários da oxidação. Em estudos realizados por (Mishekar, et, al, 2021). verificou que a carne de codorna alimentada com óleo de linhaça durante o logo

período de armazenada, acarretou no aumentou na susceptibilidade oxidativa na carne do peito e apresentou efeito deteriorantes nos parâmetros de qualidade da carne de codorna.

Durante o armazenamento da carne ocorrem as mudanças deteriorativas, devido as reações de oxidação, as quais são iniciadas, pelo processo de autooxidação entre fontes poliinsaturados que acarretam mudanças nos aspectos de qualidade do alimento (Figueirêdo et al 2014).

Foi verificado no estágio final de armazenamento de estocagem, que a deita com óleo (OCP) e o mix (OSJ+OCP) exibiram os menores valores de TBARS em relação as demais, isso pode estar atrelado ao fato dos antioxidantes naturais presente na castanha-do-pará. Os achados estão de acordo com os estudos realizados por Schons et al (2017), pois verificaram que a castanha-do-pará apresentar altas concentrações de vitamina (E), compostos fenólicos que podem retardar os danos oxidativos durante o processo de peroxidação.

Os valores encontrados na determinação do aroma requeijado (WOF) estão apresentados na Tabela 6. Verifica-se que a fonte lipídica promoveu efeito significativo ( $p < 0,05$ ) durante a estocagem. Observa-se que apresentaram comportamento inicial crescente, porém entre 30 e 60 dias de armazenamento os valores apresentaram tendência de declínio. ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 6** - Análise de WOLF (mg.MDA kg<sup>-1</sup>) da carne de codorna cozida alimentadas com dietas contendo diferentes fontes lipídicas durante o armazenamento.

Dieta	Tempo (dias)			Valor P			Efeito de regressão
	0	30	60	Dieta	Tempo	Dieta x Tempo	
OSJ	3,476 <sup>bB</sup>	3,812 <sup>bA</sup>	3,655 <sup>aAB</sup>				0,035
OCP	3,099 <sup>bcC</sup>	4,285 <sup>aA</sup>	3,675 <sup>aB</sup>				0,001
OLI	3,072 <sup>cc</sup>	4,606 <sup>aA</sup>	3,641 <sup>aB</sup>				0,001
OPX	4,246 <sup>aA</sup>	3,597 <sup>bB</sup>	3,685 <sup>aB</sup>	0,001	0,001	0,001	0,001
OCP+OSJ	4,023 <sup>aA</sup>	3,463 <sup>bB</sup>	3,646 <sup>aB</sup>				0,001
OLI+OSJ	4,050 <sup>aA</sup>	3,650 <sup>bB</sup>	3,645 <sup>aB</sup>				0,002
OPX+OSJ	4,122 <sup>aA</sup>	4,272 <sup>aA</sup>	3,659 <sup>aB</sup>				0,001
Efeito	0,001	0,001	0,999	CV = 4,04%			

Para tempo, médias de fontes seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Para fonte lipídica, médias de tempo seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Fontes: OSJ (óleo de soja), OCP (óleo de castanha-do-Pará), OLI (óleo de linhaça), OPX (óleo de peixe), OSJ+OLI (óleo de soja + óleo de linhaça), OSJ+OCP (óleo de soja+ óleo de castanha), OSJ+OPX (óleo de soja+ óleo de peixe).

O warmed-over- flavor (Sabor de requeimado- Wolf) é caracterizado como a rancidez em carnes cozidas, que constitui uma preocupação no setor industrial, uma vez que o reaquecimento de carnes é comum durante o consumo de alimentos (Wiess et al (2010). Observou-se que neste estudo que o processo de cozimento da carne de codorna aumentou os valores de TBARS em relação a carne crua.

Inicialmente verificou-se que todos os óleos combinados e o OPX isolado apresentaram maiores de teor de WOF. Porém, com 60 dias de armazenamento todas as fontes lipídicas tiveram um declínio dos compostos secundários da oxidação. Isso, pode ser explicado pelo fato que, a taxa de desaparecimento excedeu a taxa de formação e conseqüentemente, os valores de TBARS diminuíram (Delgado-Pando et al., 2011). Para Van Hecke et al. (2015), os ácidos graxos atuam como pró-oxidante durante o processo de aquecimento acarretando o processo oxidativo.

#### 4.4 Quantificações do teor de carbonílicos em carne de codorna alimentada com diferentes fontes lipídicas

O teor de compostos carbonílicos avaliados na carne de codornas foram influenciados pelas dietas ( $p < 0,05$ ) e pelo tempo de armazenamento ( $p < 0,05$ ) conforme a Tabela 9.

**Tabela 9** - Compostos carbonílicos (em carne de codornas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes lipídicas durante o armazenamento.

Dieta	Tempo (dias)			Valor P			Efeito
	0	30	60	Dieta	Tempo	Dieta x Tempo	
OSJ	9,92 <sup>aB</sup>	11,53 <sup>dA</sup>	0,99 <sup>abC</sup>				0,001
OCP	8,42 <sup>bB</sup>	9,60 <sup>eA</sup>	1,48 <sup>aC</sup>				0,001
OLI	3,22 <sup>fB</sup>	7,07 <sup>fA</sup>	0,86 <sup>bC</sup>				0,001
OPX	4,45 <sup>dB</sup>	12,10 <sup>dA</sup>	1,28 <sup>abC</sup>	0,001	0,001	0,001	0,001
OCP+OSJ	5,22 <sup>cB</sup>	14,57 <sup>cA</sup>	1,13 <sup>abC</sup>				0,001
OLI+OSJ	3,97 <sup>deB</sup>	17,50 <sup>bA</sup>	0,91 <sup>abC</sup>				0,001
OPX+OSJ	3,58 <sup>efB</sup>	22,73 <sup>aA</sup>	0,82 <sup>bC</sup>				0,001
Efeito	0,001	0,001	0,014				

Coefficiente de variação = 4,22%. Para cada tempo, médias de fontes seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Para cada fonte lipídica, médias de tempo seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Fontes: OSJ (óleo de soja), OCP (óleo de castanha-do-Pará), OLI (óleo de linhaça), OPX (óleo de peixe), OSJ+OLI (óleo de soja + óleo de linhaça), OSJ+OCP (óleo de soja+ óleo de castanha), OSJ+OPX (óleo de soja+ óleo de peixe).

O conteúdo de carbonílicos aumentou gradualmente até os 30 dias, após esse período houve um declínio acentuado em todas as dietas analisadas. Esse comportamento foi semelhante ao ocorrido com oxidação lipídica em carne cozidas, onde apresentou um aumento seguido por declínio. Observou-se também que no período de 30 dias, onde apresentou o pico da oxidação proteica, a maior concentração de carbonilas de proteína foi observada na dieta adicionada de OSJ+OPX 22,73 OP (nM/mg ptn). e a mesma fonte apresentou a menor quantificação desses compostos cerca de 0,82 de OP (nM/mg ptn).

Levantando a hipótese que ocorreu oxidação lipídica e proteica simultaneamente nesse estudo, os compostos oriundos da oxidação lipídica podem contribuir para o processo de oxidação proteica. Para Stadtman, Levine (2003), os hidroperóxidos formados na oxidação lipídica são considerados promotores para o desencadeamento da oxidação proteicas. Para Estévez (2011), os compostos carbonílicos são formados na fase final da oxidação proteica, a reação de carbonilação é irreversível, visto que necessita de íons metálicos e radicais livres.

A oxidação é influenciada pelo tempo de armazenamento, havendo uma desnaturação proteicas das moléculas durante a estocagem de produtos cárneos. Em estudos realizados por Estévez et al., (2011a) encontrou resultado semelhante durante o armazenamento da carne, havendo um aumento nos primeiros meses de armazenamento e no final da estocagem foi detectada uma queda significativa.

#### **4.5 - Análise Multivariada**

Os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2), contribuíram para explicar 55,05 % da variação total dos parâmetros colorimétricos e oxidação lipídica de carne de codorna alimentadas com diferentes fontes lipídicas. Onde o primeiro CP explicou 33,38% da variação e os segundo 18,64%. Logo, os dois primeiros componentes apresentaram 52,62% de variação total dos dados, sendo considerado suficientes para representar a dispersão entre as amostras, pois eles explicam a maior parte avaliação dos dados.

A Análise de Componentes Principais (ACP), permitiu identificar que das variáveis analisadas nos primeiros componentes, sendo elas:  $L^* = 0,9167$ ,  $a^* = 0,6454$ ,  $b^* = 44,62$ , TBARS = 0,8416, Carbonílicos = 0,5787. O segundo componente

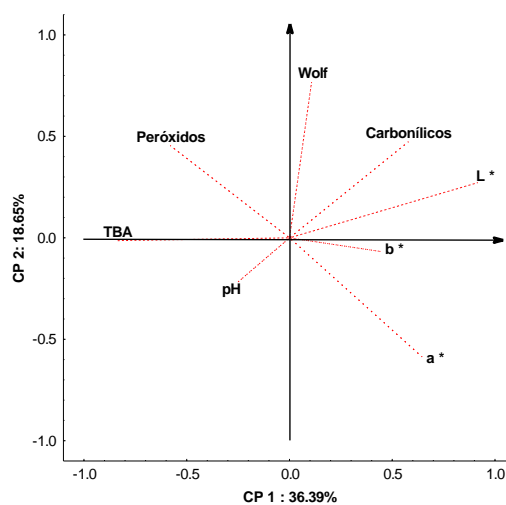
principal foi identificado que a variáveis de Wolf= 0,7682, peróxidos=0,4547, foram de maior importância para explicar os dados de acordo com a tabela abaixo (Tabela 10).

**Tabela 10** - Fator de carga para os parâmetros avaliados em cada componente (CP) da carne de codorna.

Variáveis	Carga fatorial	
	CP 1	CP 2
pH	-0.251470	-0.218609
a*	<b>0.645405</b>	-0.586384
b*	<b>0.446278</b>	-0.067806
L*	<b>0.916746</b>	0.272198
Peróxidos	-0.580392	<b>0.454711</b>
TBA	-0.841671	-0.013627
Carbonílicos	<b>0.578707</b>	<b>0.473448</b>
Wolf	0.107583	<b>0.768322</b>

A Figura 2, apresenta a ACP fundamentada em dois componentes principais no eixo CP1 e CP2, de forma de serem capazes de explicar cerca de 55,02% dos dados. Conforme observados as variáveis destacadas em cada componente principal estão mais distantes do ponto zero. Assim como mostrou os dados da Tabela 10.

**Figura 2** - Representação gráfica dos componentes principais referentes as variáveis estudadas



Para Ribeiro et al. (2016), as variáveis localizadas mais afastadas do ponto zero dos eixos x e y são as mais importantes para a variação entre as variáveis. Os parâmetros de luminosidade, TBARS e Wolf, apresentaram maior relevância dentro do estudo, isso porque a oxidação lipídica na carne crua e cozida está diretamente relacionada com a luminosidade da carne durante o armazenamento.

O índice de peróxido apresentou correlação negativa para os atributos de cor  $a^*$  e  $b^*$ , isso indica que a intensidade da carne diminui em função da oxidação lipídica. O pH da carne também apresentou correlação negativa para as variáveis de carbonílicos, Wolf e  $L^*$ , reforçando a ideia de que o pH da carne é influenciado pelo processo oxidativo durante a estocagem.

Durante o processo oxidativo da carne os aspectos colorimétricos são afetados pela oxidação lipídica. Em virtude de carne de aves apresentar uma composição rica em ácidos graxos tornando mais propícia ao processo oxidativo (Kiliç et al., 2014). Segundo Joseph et al. (2010), os produtos oriundos da oxidação como os aldeídos e compostos tóxicos podem aumentar a velocidade da reação induzindo o processo de descoloração da carne.

Os produtos secundários da oxidação lipídica podem interagir com as proteínas, aminoácidos e peptídeos, favorecendo a oxidação proteica, a qual pode resultar na perda de aminoácidos importantes e levando a modificação da estrutura e função biológica (Estévez, Luna. 2016). Na concepção de Utreta et al. (2014), os compostos carbonílicos oriundos da oxidação proteica atuam como promotores autooxidação da mioglobina, dessa forma quanto maior a oxidação maior será a influenciar na coloração da carne.

Os óleos e gorduras são importantes na formação de sabores e no escurecimento dos alimentos, durante o processo oxidativo, afetando nas características sensoriais e no desenvolvimento de compostos Carbonílicos (Jamshidi et al 2020a). Para Estevez (2011b), esses compostos podem ser gerados por diferentes meios, na presença de açúcares redutores, ligação covalente, clivagem oxidativa em cadeia de polipeptídica ou através de compostos secundários da oxidação lipídica.

## **5- CONCLUSÃO**

As fontes lipídicas, de origem animal e vegetal, ricas em ácidos graxos mono e poli-insaturados, adicionadas nas dietas de codornas de corte influenciaram no processo oxidativo lipídico e proteico, durante o armazenamento de 60 dias sob congelamento. No entanto, destaca-se que a dieta enriquecida com óleo de castanha apresentou o efeito oxidativo retardado e manteve a cor durante o período de armazenamento quando comparado as demais fontes analisadas.

## REFERÊNCIAS

Alché. J. D, A (2019) Concise appraisal of lipid oxidation and lipoxidation in high plants. **Redox Biology** v 23, doi: 101136.

Alves.A. C. (2018). **Desempenho de codornas da linhagem europeia (coturnix coturnix coturnix): uma análise comparativa entre os sexos** (2018). Monografia Universidade Federal de Mato Grosso.

Aust.C C. C. O. (2012). **Efeitos de diferentes inclusões de óleo de soja em rações para frango de corte**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Londrina

**Aoac**. Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists. 18th ed., Gaithersburg, Maryland, AOAC International, 2005.

Basmacioglu, H.; Çabuk, M.; ÜNAL, K.; ÖZKAN, K.; AKKAN, S.; Yalçın,H. Effects of dietary fish oil and flaxseed on cholesterol and fatty acid composition of egg yolk and blood parameters of laying hens. South African **Journal of Animal Science**.,v. 33,p. 265-273, 2003.

Bhalerao, S., Hegde, M., Katyare, S., Kadam, S. (2014). Promotion of omega-3 chicken meat production: An Indian perspective. **World's Poultry Science Journal**, v 70, p 365–374.

Barbosa, K B F, Costa, N M B, Alfenas, R C G Paula, S O, Minim, V P, R, Bressan. J. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Revista de Nutrição**. V 23p 629-643.2010.

Besek. J, Kuzniacka. J, Mirosław. B, Maiorano. G, Adamski M (2020). The effect of various protein sources in goose diets on meat quality fatty acid composition and cholesterol and collagen content in breast muscles. **Poultry Science** v 98 p 6278-6286

Baucells, M. D., Crespo, N., Barroeta, A. C., Lopez-Ferrer, S, Grashorn, A. M. Incorporation of different polyunsaturated fatty acids into eggs. **Poultry Science**, v 51-59.2006.

Berlett, B. S., Stadtman, E. R. Protein oxidation in aging, disease, and oxidative stress. **Journal of Biological Chemistry**, v 272, p 20313-20316. 1997.

Bizzozero, O. A., Reyes, S., Ziegler, J., Smerjac, S. (2007). Lipid peroxidation scavengers prevent the carbonylation of cytoskeletal brain proteins induced by glutathione depletion. *Neurochemical research*, v 32, p 2114-2122.

Bohac, C. Rhee. K. S, Cross. H. S Ono. K. Assessment of methodologies for colorimetric cholesterol assay of meats. **Journal of animal Science**. v 53 p 1642-1988.

Boni, I. Nurul, H. Noryati, I. (2010). Comparison of meat quality characteristics between young and past quails. **Int. Food Research. Journal**, v.17, p. 661 – 666. 2010.

Cardoso. B, Duarte. G, Reis. B, Cozzilino. S. Brazil nits: composition health benefits and safety aspects. **Food Research International**. v 100, p 9-18 2017.

Cavalcante. C. L. Perfil de ácidos graxos e qualidade de carne de peito de codornas europeias alimentadas com dietas contendo diferentes fontes lipídicas, **Dissertação (Mestrado)** Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Agroalimentar - PPGTA/UFPB, 48 f, 2020.

Carrero, J. J., Grimble, R. F. (2006). Does nutrition have a role in peripheral vascular disease? **British journal of nutrition**, v 95 p 217-229.

Cedro, T. M. M.; Calixto, L. F. L.; Gaspar, A.; Hora, A. S. Teores de ácidos graxos em ovos comerciais convencionais e modificados com ômega-3. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 8, p. 1733-1739, 2010.

Choe, E. Min, D.B, Chemistry and reactions of reactive oxygen species in foods. **Journal Of Food Science**. v. 70, p 142-149, 2005.

elen, M. F., Sogut, B., Zorba, o., Demirulus, H., Tekeli, A. (2016). Comparison of normal and PSE turkey breast meat for chemical composition, pH, color, myoglobin, and drip loss. **Revista Brasileira de Zootecnia** v 45, p 441-444.

Costa, F. G. P.; Nobre, J. G. S.; Silva, J. H. V.; RABELLO, C. B. V.; GOULART, C. C.; LIMA N, R. C. Influência do óleo de linhaça sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras semipesadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 861-868, 2008.

Costa. F.A.D, Tavernari. F.C, Costa. O.A.D, Castro. F.F, Remus. A. Enriquecimento com ácidos Graxos. **Pubvet** V11, n 2 p 113-123 2017.

Costa. M. S., B Ambiente e a Castanha-do-brasil (*Bertholletia Excelsa Bonpl*) na Comunidade São Sebastião do Igapó Açu: Um Estudo na RDS Igapó Açu, Borba- AM. **Dissertação** (Mestrado em ciência do ambiente e sustentabilidade na Amazônica) Universidade Federal da Amazônia 101f, 2017.

Cropotava, J, Tappi, S, Genoverse, J, Rocculi. P, Rosa, M.D, Rustad. J. (2021). The combined effect of pulsed electric field treatment and brine salting on changes in the oxidative stability of lipids and proteins and color characteristics of sea bass. *Heliyon* v 27 doi: 101016

Delgado-Pando, G., Cofrades, S., Ruiz-Capillas, C., Solas, M. T., Triki, M., Jiménez Colmenero, F. (2011). Low-fat frankfurters formulated with a healthier lipid combination as functional ingredient: Microstructure, lipid oxidation, nitrite content, microbiological changes and biogenic amine formation. **Meat Science**, v. 89, p. 65- 71, 2011

Dominguez, R., Pateiro, M., Sichertti M. P. E., Bastianello C. L, P. C, LORENZO, J. M. Influence of partial pork backfat replacement by fish oil on nutritional and technological properties of liver pâté. **European Journal of Lipid Science and Technology**. v 119 2017.

Domínguez, R. Pateiro, M. Gagaoua, M. Barba, F.J. Zhang, W Lorenzo, J.M A. Comprehensive Review on Lipid Oxidation in Meat and Meat Products. **Antioxidants** V 8, p 429 2019.

Ellulu, M. S, khaza'A. I.H, Abed, Y, Rahmat, A, Ismail, P, (2015). Ranneh, Y. Role of fish oil in human health and possible mechanism to reduce the inflammation. **Inflammopharmacology**, p79-89 2015.

Eskinn, N.A.M, SHAHIDI.F, **Bioquímica de Alimentos**. 3ed, Rio de janeiro, 2015.

Estévez, M, LUNA. C. Dietary protein oxidation: a silent threat to human health? **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 57, n. 17, p. 3781-3793, 2017.

Estevez, M. Protein carbonlsin meat systems a review. **Meat Science**, v 89 p 259-279, 2011.

Faustman, C, Sun, Q, Mancini, R, Suman, S.P. (2010). Myoglobin and lipid oxidation interactions: mechanistic bases and control. **Meat Science** v 86, p 86-94

Ferlay. F, Chilliard Y, (2020). Effect of linseed, sunflower, or fish oil added to hay , or corn silage based diets on milk fat yield and trans C 18: 1 and conjugated linoleic fatty acid content in bovine milk fat. **Livestock. Science** v 235, doi 104005.

Fenton. H J H. oxidation of tartaric acid in the presence of iron. *Journal of chemical Society*, v 65 p 899-910, 1994.

Freire, P C M, Mancini. -Filho. J, Ferreira, T A P C. Principais alterações físico-químicas em óleos e gorduras submetidos ao processo de fritura por imersão: regulamentação e efeitos na saúde. **Revista de Nutrição** [online]. 2013, v. 26, n. 3 p 353-368.

Ferreira, V. C., Morcuende, D., Madruga, M. S., Hernández-López, S. H., Silva, F. A., Ventanas, S., Estévez, M. (2016). Effect of pre-cooking methods on the chemical and sensory deterioration of ready-to-eat chicken patties during chilled storage and microwave reheating. **Journal of food science and technology** v 56 p 2760–2769. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2248-2>.

Ferreira, D.F. SISVAR. (2011) A computer statistical analysis system **Ciência e Agrotecnologica** (UFLA) v 35 p 1039

FOOD and agriculture organization. fats and fatty acids in human nutrition. Report of an Expert Consultation. **FAO** Food and nutrition paper, 91.2010.

Ganhão. R, Estévez. M, Morcuende. D. Suitability of the TBA method for assessing lipid oxidation in a meat system with added phenolic-rich materials, **Food Chemistry**, v 121, p 772-778. 2011.

Ghasemi-Sadabadi, M, Veddkamp, T. Krimp, M. V, Ebrahimnezhad Y, Ghalehkandi J.G, (2020). Determining tolerance of japonese quail to diferente dietary fat peroxidation values by supplementation, with Rosemary and aloe vera on performance and meat quality. **Animal Feed Science and Tecnology**. V 26 doi: 114574.

Gavahian. M, Chu.Y.H, Khandeghah.A.M, Barba.J.F. Misra N.N, A critical analysis of the cold plasma induced lipid oxidation in foods, **Trends in Food & technology** v77, p32-41 2018.

Guyon. G, Meynier, A, Lamballerie.M, Protein and lipid oxidation meat: A review with emphasis on high pressure treatments. **Trends in Food Science e tecnologia**. V 50 p 131-143, 2016.

Guz. B. C, Molenaar. R, Jong. I. C, Kemp. B, Van-den Band. H, Van Kimpen. M. (2019). Effects of dietary organic minerals, fish oil, and hydrolyzed collagen on growth performance and tibia characteristics of broiler chickens. **Poultry Science** v 83 p 6552-6563.

Hang. T, Molee. W, Klempaka. S. Linseed oil or tuna oil supplementation in slow-growing chicken diets: Can their meat reach the threshold of a “high in n-3 polyunsaturated fatty acids” product? **Journal of applied poultry Research** v 27 p 389-400 2018.

Huang, J. F. et al. Effects of dietary fish oil on the contents of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid and sensory evaluation of the breast meat in mule ducks. **Asian-australasian journal of animal sciences**, v. 19, n. 2, p. 231-235, 2006.

Heck R, Lorenzo. J, Santos. B, Menezes. C. Microencapsulation of healthier oils na efficient strategy to improve the lipid profile of meat products. **Curent Opinion in Food Science** v 40 p 6-12, 2020.

Igene, J. Perarson, A. M. (1974) Role of phospholipids and triglycerides in warmed-over flavor development in meat model systems. **Journal of Food Science** v 44 p 1285-1290.

Leskovec. J, Levart A, Peric, L, Duric. M, Stojcic. V, Tomovic. T, Pirman J, Salobir J, Rezar. V. (2019). Antioxidative effects of supplementing linseed oil enriched diets with  $\alpha$ -tocopherol, ascorbic acid, selenium, or their combination on carcass and meat quality in broilers. **Poultry Science** v 17 p 6733-6741.

Jacobsen C, Enriquecimento de alimentos com ácidos graxos ômega 3: um desafio multidisciplinar. **Anais da New York Academy of Sciences** p 141-150, 2010.

Jamshidi. A, Cao. H, Xião. J, Gandara. J S. Advantages of techniques to fortify Food products with the benefits of fish oil. **Food Research International** v 137, 2020

Jimenez-Colmenero B. F, Sandoval. R.B, Bou. R, Cofrades. S, Herrero. A A, Ruiz-capillas. C. Novel applications of oil-structuring methods as strategy to improve the fat content of meat products. **Trends in Food Science technology**. V 44 p 177-188, 2015.

Jing, M., Zhao, S., House JD. (2017). Performance and tissue fatty acid profile of broilers and laying hens fed with hemp oil and Hemp Omega 3. *Poultry Science*, v. 96, n. 6, p. 1809-1819.

Kalakuntla. S, Nagereddy. N.N, Panda. A.K, Jotalh. N, Thirunahari. R, Vangoor. R.R, (2017). Effect of dietary incorporation of n-3 polyunsaturated fatty acids rich oil sources on fatty acid profile, keeping quality and sensory attributes of broiler chicken meat, **Animal nutrition** v 3 p 386-391.

Jamshidi. A, Cao. H, Xião. J, Gandara. J S. Advantages of techniques to fortify Food products with the benefits of fish oil. **Food Research International** v 137, 2020

Jia, W., Rogiewicz, A., Bruce, H. L., Slominski, B. A. Feeding flaxseed enhances deposition of omega-3 fatty acids in broiler meat portions in different manner. **Canadian Journal of Animal Science** 90 n 6, p 203-206, 2010.

Joseph, P., Suman, S. P., Li, S., Beach, C. M., Steinke, L, Fontaine, M. (2010). Characterization of bison (*Bison bison*) myoglobin. **Meat science**, v 84, p 71-78.

Kralik, Zlata et al. Effects of organic selenium in broiler feed on the content of selenium and fatty acid profile in lipids of thigh muscle tissue. **Acta Veterinaria Brno**, v. 82, n. 3, p. 277-282, 2013.

Kerrihard, A.L., Nagy, K., Craft, B.D., Beggio, M. Pegg, R.B. Oxidative Stability of Commodity Fats and Oils: Modeling Based on Fatty Acid Composition, **Journal of the American Oil Chemist's Society** v,92 p1153-1163, 2015.

Kiliç, B. A, Simsek, A. B, Caus, J. R. C, Atilgan, E, (2014). Encapsulated phosphates reduces lipid oxidation in both ground chicken and ground beef during raw and cooked meat storage with some influence on color, pH, and cooking loss. **Meat Science**. v 97, p 93-101.

Liu, J., Arner, A., Puolanne, E, Ertbjerg, P. (2016). On the water-holding of myofibrils: Effect of sarcoplasmic protein denaturation. **Meat Science**, v 119, p 32-40.

Lorenzo, J. M., Pateiro, M., Domínguez, R., Barba, F. J., Putnik, P., Kovačević, D. B, Franco, D. (2018). Berries extracts as natural antioxidants in meat products: A review. **Food Research International**, v106, p 1095-1104.

Lubisco. D.S. (2007). Composição de ácidos graxos e livres essenciais em dietas iniciais de frango de corte. **Dissertação** (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Martins, A.P.R, Masquio, D.C.L. O papel da vitamina A na saúde materno-fetal: uma revisão bibliográfica. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, n. 20, p. e518-e518, 2019.

Mazizi, B. E., Erlwanger, K. H., Chivandi, E. (2020) The effect of dietary Marula nut meal on the physical properties, proximate and fatty acid content of Japanese quail meat. **Veterinary and Animal Science**, doi: 10.1016/2020.100096.

Murshakar. R, Dastar. B, Shargh. S.M. (2020). Supplementing flaxseed oil for long periods improved carcass quality and breast fatty acid profile in Japanese quail. **Animal** v 15 2020.doi: 10.1016.

Mensink, P. R (2016). Effects of saturated Fatty acids on serum lipids and lipoproteins. A systematic review and regression analysis p 72.<https://apps.who.int/iris/handle/10665/246104>.

Medeiros. F.M. (2015). Farelo de algodão e óleo e vísceras de tilápia na dieta de frango de corte. **Dissertação** (zootecnia) universidade federal do vale do Acaraú, 102f, 2015.

Merey, L.M.F. Repercussões dos ácidos graxos poliinsaturados em gestante recém-nascidos suplementados com ômega-3 e óleo de linhaça dourada. 132f, 2014Tese (Doutorado), Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 132f, 2014.

Messina. M, Shearer. G, Petersen. K, (2021). Soybean oil lowers circulating cholesterol levels and coronary heart disease risk, and has no effect on markers of inflammation and oxidation. **Nutrition**, v 89.

Mirshekar, R. Dastar, B. Shargh, M.S. (2021) Supplementing flaxseed oil for long periods improved carcass quality and breast fatty acid profile in Japanese quail. **Animal** doi: 100104.

Murakami. K T. T, Ponsano. P.M.F, Giglio. E.H, Garcia. M. N. (2010) Desempenho produtivo e qualidade da carne de frangos alimentados com ração contendo óleo de linhaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. V 45, p 401-407.

Oliver, C.N.; Ahn, B. W.; Moerman, E. J.; Goldstein, S.;Stadtman, E.R. Age-related changes in oxidized proteins. **Journal of Biological Chemistry**. v. 262, n. 12, p. 5488-5491, 1987.

Parikh, M., Netticadan, T., Pierce, G. N. (2018). Flaxseed: its bioactive components and their cardiovascular benefits **American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology**, v 314 p 146-159.

Pastore, S.M.; Oliveira, W.P. DE; Muniz, J.C.L. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista Eletrônica Nutritime**. v. 9, n. 6, p. 2041-2049. 2012

Potença, A., Murakami, A., Fernandes, J., Matsushita, M., Nakagawa, E: Performance, abdominal fat deposition and bone characteristics of broilers fed diets containing different lipid sources. **Poultry Science** v 10, p 239–244.2008.

Prieto, N., L-C, O., Suman, S. P., Uttaro, B., R.-Gz, A., Aalhus, J. L. (2018). Exploring innovative possibilities of recovering the value of dark-cutting beef in the Canadian grading system. **Meat Science** v 137, p 77-84.

Reda, F M, EL-Shely. S M, EL-Hack. M E, Taha. A F, Othman. M. I, Allan. A A, Alagawany. M. Does the use of different oil sources in quail diets impact their productive and reproductive, and blood constituents. *Poultry Science* v 99 p 3511-3518, 2020.

Reda SY. Avaliação da estabilidade de antioxidantes por análise térmica e seu efeito protetor em óleo vegetal aquecido. **Ciência Tecnologia Alimentar** 2011; 31(2):475-80. doi: 10.1590/S0101-206120110002 00030.

Rizzo P. V, Guandolini G.C, Amoroso L, Malheiros R. D, MORAES V.M.B. Triptofano na alimentação de codornas japonesas nas fases de recria e Postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, n. (6), p.:1017-1022. 2008.

Rostagno, H S, Albino, L F, Donzelle, J L. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais, 2ed Viçosa: Departamento de zootecnia p 186, 2005.

Rocha, D.S, Reed, E. (2014) Pigmentos naturais em alimentos e sua importância para a saúde. V 41 p 76-85

Roça. R. O, Serrano, A.M. Abate de bovinos: Conversão do músculo em carne. **Revista Higiene Alimentar**. V 8, n 33, p 7-13, 1994.

Rubio-Rodríguez, Nuria et al. Supercritical fluid extraction of fish oil from fish by-products: A comparison with other extraction methods **Journal of Food Engineering**, v. 109, n. 2, p. 238-248, 2012.

Santana Neto, D. C. D; Cordeiro, Â.M. T. M; Meireles, B. R. L. A; Araújo, Í.B S; Estévez, M.; Ferreira, V. C. S; Silva. Inhibition of Protein and Lipid Oxidation in Ready-to-Eat Chicken Patties by a Spondias mombin L. Bagasse Phenolic-Rich Extract (2021) **Journal Foods** v 10 <https://doi.org/10.3390/foods10061338>

Santos. H, Price. J.C, Bueno. A A. Beyond Fish Oil Supplementation: The Effects of Alternative Plant Sources of Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids upon Lipid Indexes and Cardiometabolic Biomarker. **Nutrients** v 12, 2020.

Santos, V. S. Desenvolvimento de barras de alto teor proteico a partir da castanha do Brasil. Dissertação (**Mestrado em ciência e tecnologia de alimentos**) Universidade Federal do Pará. 95f 2008.

Santos. M.S.V, Espindola. G.B, Lobô. R.N.B, Fluentes. M.F.F, Carvalho. L.E, Santos. A.B.E. Desempenho e qualidade de carne dos ovos de poedeiras comerciais submetidas às dietas com diferentes óleos vegetais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v 10 p 654-667, 2010.

Santos, O. V., Corrêa, N. C. F., Carvalho Jr, R. N., Costa, C. E. F., Lannes, S. C. S. (2013). Yield, nutritional quality, and thermal-oxidative stability of Brazil nut oil (*Bertolletia excelsa* HBK) obtained by supercritical extraction. **Journal of food engineering**, v 117p 499-504.

Semb, T. N. (2020). Analytical Methods for Determination of the Oxidative Status in Oils. Norwegian University of Science and Technology. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/52102612.pdf>. Acessado em janeiro de 2021.

Sneath, P. H. A, Sokal, R.R. (1973). Numeric taxonomy: principles and practice of numerical classification p 573

Silva. A. A. Efeito da condição sexual, tempo de confinamento, atmosfera modificada, metabolismo celular e regiões anatômicas do músculo sobre a oxidação e outras características de qualidade da carne bovina, **Tese (Doutorado)** 2014 f 50.

Silva, J.H.V; Jordão Filho, J.; Costa, F.G.P; DE Lacerda, P.B; Vargas, D.G.V; Lima, M.R. Exigências nutricionais de codornas. **Revista brasileira de saúde e produção animal**, v.3, n.3. p. 775 – 790 2012.

Stadtman, E. R., Levine, R. L. (2003). Free radical-mediated oxidation of free amino acids and amino acid residues in proteins. **Amino acids**, v 25, p 207-218.

Shim, Y. Y, Arnison B.G.P.G, Wang.Y, Reaney, J.T. Flax seed (*Lineim usitatissimen* L.) Bioactive compounds and peptide nomenclature a review. **Trend in Food Science & technology** v38 p 5-20, 2014.

Solamando. J C, Antequas. T, Palacios. T P, lipid Digestion products in meat derivatives enriched with fish oil microcapsules. **Journal of Functional Foods**. V 68 2020.

Souza, M.L.; Rodrigues, R.S.; Furquim, M.F.G.; El-dash, A.A. Processamento de “cookies” de castanha-do-Brasil. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, Curitiba, v. 19, n. 2, jul./dez. 2001.

Sousa, J, Garver, J, Lock, A, Presecult, C. Short communication: Effects of prill size of a palmitic acid–enriched fat supplement on the yield of milk and milk components, and nutrient digestibility of dairy cows. **Journal of dairy Science** v 100 p 379-384, 2017.

Silva, J.H.V.; Costa, F.G.P. (2009). Tabela de exigência nutricional de codornas Japonesas e Europeias. 2. Ed. Jaboticabal – SP: **Fundação de Apoio à Pesquisa, Ensino e Extensão – FUNEP**, p.107.

Schons, J. I., Fiori, K. P., Ribeiro, E. B., Andrighetti, C. R., Nogueira, R., de Sousa Valladão, D. M. (2017). Extração assistida por ultrassom e caracterização do óleo da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* HBK) **Interciencia**, v 42(9), p 586-590.

Ribeiro, M. N., Costa, R. G., Ribeiro, N. L., Almeida, M. D., Cruz, G. R. B., Beltrão Filho, E. S. 2016. Principal components analysis of the lipid profile of fat deposits in Santa Inês sheep. **Small Ruminant Research**, v. 144, p. 100-103.

Utrera, M., Morcuende, D., Rodríguez-Carpena, J. G., & Estévez, M. (2011). Fluorescent HPLC for the detection of specific protein oxidation carbonyls– $\alpha$ -aminoadipic and  $\gamma$ -glutamic semialdehydes–in meat systems. **Meat Science**, v 89, p 500-506.

Vellido-Perez J.A, J.M. Pulido O. J.M.A, Fuente E. B.A, Martinez. F.A. (2021) Novel emulsions–based technological approaches for the protection of omega–3 polyunsaturated fatty acids against oxidation processes – A comprehensive review. **Food Structure**, v 27 2021 doi: 1000175.

Van Hecke, T., Vossen, E., Bussche, J. V., Raes, K., Vanhaecke, L, D. E Smet, S. (2015). Fat content and nitrite-curing influence the formation of oxidation products and NOC-specific DNA adducts during in vitro digestion of meat. **Plos One**, v 9.

Usda. USDA food composition databases. 2018.

Wang, Z, Ju, J, Zhou, H. Lu.A. Xu B. (2021). A comprehensive insight into the effects of microbial Spoilage, myoglobin autoxidation, lipid oxidation, and protein oxidation on the discoloration of rabbit meat during retail display. **Meat Science** v 172 doi: 108359

Wang, Z, He, Z, Gan X. (2018). Interrelationship among ferrous myoglobin, lipid and protein oxidations in rabbit meat during refrigerated and super chilled storage. **Meat Science** v 126 p 131-139.

Wang, Z, Tu, J, Zhou, H, Xu, B (2021). A comprehensive insight into the effects of microbial spoilage, myoglobin autoxidation, lipid oxidation, and protein oxidation on the discoloration of rabbit meat during retail display. **Meat Science**.

Weiss, J; Gibis, M; Schuh, V; Salminen, H. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. **Meat Science**. v. 86, n. 1, p. 196- 213. 2010

Wojciak, K. M. Dolatowski, Z. J. Oxidative stability of fermented meat products. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia** v11, p 99-109, 2012.

Yang, J. Brazil nuts and Associated health benefits: A review Food Science and technology, LWT v. 42, n 10. P 1573-1580, 2009.

Yang, X., Zhang, B., Guo, Y., Jiao, P., Long, F. (2010). Effects of dietary lipids and clostridium butyricum on fat deposition and meat quality of broiler chickens. **Poultry Science**, v.89, p.254–260.

Ye, A, Cui, J, Taneja, A, Zhu, X, Singh, H. Evaluation of processed cheese fortified with fish oil emulsion. **Food research International**. v, 48 p 1093-1098.2009.