

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Natalia Carolina Vieira

Zootecnista

**CARACTERÍSTICAS DA CARNE OVINA EMBALADA A
VÁCUO E ARMAZENADA SOB LUZ FLUORESCENTE**

Dracena

2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

Natalia Carolina Vieira

Zootecnista

**CARACTERÍSTICAS DA CARNE OVINA EMBALADA A
VÁCUO E ARMAZENADA SOB LUZ FLUORESCENTE**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Tecnológicas – Unesp,
Câmpus de Dracena como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cristiana Andrighetto

Dracena

2023

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvida pela Seção Técnica de Biblioteca e Documentação
Campus de Dracena

V658c

Vieira, Natalia Carolina.

Características da carne ovina embalada a vácuo e armazenada sob luz fluorescente / Natalia Carolina Vieira. --
Dracena: [s.n.], 2023.

62 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena. Área do conhecimento: Produção Animal, 2023.

Orientadora: Cristiana Andrighetto

1. Cordeiros. 2. Carne - cor. 3. Carne congelada. 4. Enterobacteriaceae. 5. Microbiologia. 6. Qualidade da carne.
I. Título.

Bibliotecário Fábio Sampaio Rosas
CRB 8/6665

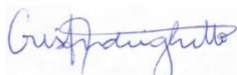
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

CARACTERÍSTICAS DA CARNE OVINA EMBALADA A VÁCUO E
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ARMAZENADA SOB LUZ FLUORESCENTE

AUTORA: NATALIA CAROLINA VIEIRA

ORIENTADORA: CRISTIANA ANDRIGHETTO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Ciência e Tecnologia Animal, área: Produção Animal pela Comissão Examinadora:



Profa. Associada CRISTIANA ANDRIGHETTO (Participação Virtual)
Departamento de Produção Animal - DPA / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena - FCAT
- UNESP



Prof. Associado RICARDO DA FONSECA (Participação Virtual)
Departamento de Produção Animal - DPA / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena - FCAT
- UNESP



Prof. Dr. HÉLIO DE ALMEIDA RICARDO (Participação Virtual)
Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal / Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Unesp - FMVZ

Dracena, 16 de janeiro de 2023

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Natalia Carolina Viera, nascida em 15 de Março de 1995 na cidade de São Paulo/SP. Portadora do RG: 37.102.599-0 e CPF: 324.896.238-00. Ingressou no ano de 2014 na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológica/Unesp-FCAT Campus de Dracena/SP. Integrante do Grupo de Estudos e Extensão em Ovinocultura (GEEO), durante a graduação, sob orientação da Prof^a. Dr^a. Sirlei Maestá. Participou de forma voluntária em pesquisas no Laboratório de Ciência e Tecnologia da Carne, também durante a graduação. Concluiu sua graduação em Zootecnia em 2020. No ano de 2021 ingressou no programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Animal na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – UNESP Campus de Dracena com defesa prevista para Fevereiro de 2023.

Dedico:

A minha mãe Silvia e a minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por esta oportunidade incrível que me foi concedida, e por todas as pessoas incríveis que me proporcionou conhecer.

Á mim mesma pela força e determinação durante todo esse período e mesmo diante das dificuldades nunca ter desistido e concluir mais essa etapa.

Á minha mãe Silvia, sempre, por não medir esforços mesmo diante das dificuldades e sempre fazer de tudo para que eu chegasse até aqui.

Á todos da minha família, por todo apoio em todo o transcorrer do curso, e por sempre acreditar no meu potencial desde os primeiros passos e me fizeram crescer recebendo deles a motivação que precisava.

Á minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Cristiana Andrighetto, pelo aceite de orientação e por todo apoio, confiança, motivação e credibilidade que meconcedeu durante esses dois anos de Mestrado. Muito obrigada por tanto.

Á Prof.^a Dr.^a Sirlei Maestá, que mais uma vez esteve comigo, com apoio e incentivo de sempre. Mais uma vez, muito obrigada.

A Associação Paulista de Criadores de Ovinos (ASPACO) por todo auxílio durante a aquisição dos animais e coleta das amostras.

Á cada amigo e colega que contribuíram e auxiliaram para que esta pesquisa fosse realizada.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

A todos, MUITO OBRIGADA!!

*“O homem é o único animal que cospe na água que bebe.
O homem é o único animal que mata para não comer.
O homem é o único animal que derruba a árvore que lhe dá sombra e frutos.
Por isso está se condenando a morte....
Benedito Ruy Barbosa”.*

RESUMO

A cor da carne é a primeira característica observada pelo consumidor no momento da compra influenciando a sua escolha. Há diversos fatores que causam a descoloração da carne, dentre eles, a iluminação pela qual a carne é submetida durante a exposição nas gondolas do mercado varejista, que afetam a qualidade, principalmente a cor, e consequentemente há a desvalorização do produto, gerando perdas e insatisfação do mercado consumidor. Como há escassez de informações na literatura nacional sobre o assunto, o objetivo do estudo foi avaliar as possíveis variações das características físico-química, microbiológica e cor da carne ovina congelada, embalada a vácuo sob exposição de luz fluorescente em diferentes tempos de armazenamento. Foi utilizado o músculo *Longissimus lumborum* de 16 cordeiros machos da raça Ile de France com peso médio ao abate de 40,53 kg de peso vivo e quatro meses de idade, que foram abatidos em frigorífico comercial. As amostras foram identificadas e armazenadas aleatoriamente em freezer horizontal sob luz fluorescente (CL) e sem luminosidade (SL) por 0, 30 e 60 dias. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial ($2 \times 2 + 1$), com dois tratamentos (sem luz e com luz fluorescente) e dois períodos de armazenamento (30 e 60 dias) mais o tratamento controle (dia 0). As avaliações realizadas foram: pH, cor, força de cisalhamento, perdas de peso por cocção, capacidade de retenção de água, oxidação lipídica, microrganismos mesófilos, psicotróficos e coliformes. Houve interação entre os tratamentos para pH e capacidade de retenção de água ($P < 0,05$), observando resultados superiores para CL-30 e SL 60 respectivamente. Entretanto, para as demais variáveis foram encontradas diferenças apenas nos efeitos principais, principalmente de tempo ($P < 0,05$), exceto para força de cisalhamento que não diferiu entre os tratamentos. A qualidade microbiológica da carne não foi afetada pelo fator luminosidade, exceto para coliformes ($P < 0,05$) em que o tratamento CL apresentou menor contagem desses microrganismos. Em função dos dias de armazenamento sob congelamento, verificou-se que L^* , a^* e b^* , C^* , O/M^* , perdas de peso por cocção e a oxidação lipídica aumentaram à medida que a carne ficou mais tempo armazenada ($P < 0,05$). Dessa forma conclui-se que as características físico-químicas e microbiológicas não foram afetadas pelo tipo de luminosidade. No entanto, a carne sofre alterações à medida que aumenta o tempo de estocagem sob congelamento.

Palavras-Chave: Cordeiros. Carne - cor. Carne congelada. Enterobacteriaceae. Microbiologia. Qualidade da carne.

ABSTRACT

The color of the meat is the first characteristic observed by the consumer at the time of purchase influencing his choice. There are several factors that cause the discoloration of the meat, among them, the lighting to which the meat is subjected during the display on the retail market shelves, which affect the quality, mainly the color, and consequently there is the devaluation of the product, generating losses and dissatisfaction in the consumer market. As there is a lack of information in the national literature on the subject, the objective of the study was to evaluate the possible variations of the physical-chemical, microbiological and color characteristics of frozen sheep meat, vacuum-packed under fluorescent light exposure at different storage times. We used Longissimus lumborum muscle from 16 male Ile de France lambs with an average slaughter weight of 40.53 kg live weight and four months of age, which were slaughtered in a commercial slaughterhouse. The samples were identified and stored randomly in a horizontal freezer under fluorescent light (CL) and without light (SL) for 0, 30 and 60 days. The evaluations carried out were: pH, color, shear force, cooking weight loss, water retention capacity, lipid oxidation, mesophilic microorganisms, psychrotrophs and enterobacteria. There was interaction between treatments for pH and water holding capacity ($P < 0.05$), with superior results for CL-30 and SL 60 respectively. However, for the other variables, differences were found only in the main effects, mainly time ($P < 0.05$), except for shear force, which did not differ between treatments. Meat quality was not affected by the light factor, except for Enterobacteriaceae ($P < 0.05$) in which the CL treatment had a lower count of these microorganisms. Depending on the days of storage under freezing, it was found that L^* , a^* and b^* , C^* , O/M*, cooking weight loss and lipid oxidation increased as the meat was stored longer ($P < 0.05$). This, it is concluded that the physical-chemical and microbiological characteristics were not affected by the type of luminosity. However, the meat undergoes changes as the storage time under freezing increases.

Keywords: Enterobacteriaceae. Frozen meat. Lambs. Meat color. Meat quality. Microbiology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Carcaça de cordeiros Ile de France.....	31
Figura 2 - Amostras do músculo <i>Longissimus</i> armazenadas sob luz fluorescente.....	32
Figura 3 - Avaliação do pH das carnes por meio potenciômetro digital	33
Figura 4 - Avaliações de cor das carnes por meio de espectrofotômetro portátil	34
Figura 5 - Avaliação de oxidação lipídica por meio da técnica de TBARS.....	35
Figura 6 - Avaliação da CRA das amostras pelo método de Hamn modificada	36
Figura 7 - Pesagem e cocção das amostras para determinação de PPC e maciez	37
Figura 8 - Determinação da maciez das amostras da carne utilizando texturômetro Brookfield	38
Figura 9 - A) Preparação dos materiais. B) Diluição das amostras. C) Placas de Petri com Àgar Contagem Total de Bactérias. D) Placas com Àgar Cristal Violeta Bílis Dextrose	39
Figura 10 - Alterações globais de cor (ΔE SL 30, ΔE CL 30, ΔE SL 60 e ΔE CL60) em amostras da carne de cordeiros Ile de France (P= 0,4455; EP= 0,397; Escala: 0-0,2 correspondem a alterações imperceptíveis ao olho humano; 0,2-0,5 muito pouco perceptíveis; 0,5-1,5 pouco perceptíveis; 1,5-3,0 percepções evidentes; 3,0-6,0 percepções muito evidentes; 6-12 percepção bastante clara; 12-14 facilmente perceptíveis; Prändl et al., 1994).....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e intensidade de amarelo (b^*), relação oximioglobina e metamioglobina (O/M) e croma (C^*) da carne de cordeiros Ile de France submetidas a diferentes períodos de armazenamento sob diferentes fontes de luminosidade.....	42
Tabela 2 - Força de cisalhamento (FC), perdas de peso por cocção (PPC), oxidação lipídica (teor de malonaldeído), potencial de hidrogênio (pH) e capacidade e retenção de água (CRA) da carne de cordeiros Ile de France submetidas a diferentes períodos de armazenamento sob diferentes fontes de luminosidade.....	44
Tabela 3 - Desdobramento da Interação luminosidade x armazenamento do potencial de hidrogênio (pH) da carne de cordeiros Ile de France submetidas a diferentes períodos de armazenamento sob diferentes fontes de luminosidade.....	45
Tabela 4 - Desdobramento da Interação luminosidade x armazenamento da capacidade de retenção de água (CRA) da carne de cordeiros Ile de France submetidas a diferentes períodos de armazenamento sob diferentes fontes de luminosidade.....	45
Tabela 5 - Análise de bactérias mesófilas, psicrótróficas e coliformes da carne de cordeiros Ile de France submetidas a diferentes períodos de armazenamento sob diferentes fontes de luminosidade	46

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CIELAB	Espaço de cores baseado nos valores colorimétricos Lab (luminosidade, verde/vermelho e azul/amarelo)
CRA	Capacidade de Retenção de Água
DFD	Escura, firme e seca)
EP	Erro Padrão
Et al.	E outros (a)
FC	Força de cisalhamento
ICMSF	International Commission On Microbiological Specifications For Foods
Mb	Desoximioglobina
MbO ²	Oximioglobina
MDA	Malonaldeído
MetMb	Metamioglobina
PCA	Ágar Contagem de Placas
PCQ	Peso de Carcaça Quente
pH	Potencial Hidrogeniônico
PPC	Perda de Peso por Cocção
PSE	Pálida, Flácida e Exsudativa
RC	Rendimento de Carcaça
Spp.	Várias Espécies
TBA	Ácido Tiobarbitúrico
TBARS	<i>Thiobarbituric Acid Reactive Substance</i>
TCA	Ácido Tricloroacético
TEP	Tetraetoxipropano
UV	Ultra-Violeta
VRBL	Ágar Bili Vermelho Violeta Lactose

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
°	Grau
°C	Grau Celsius
a*	Intensidade de Vermelho
b*	Intensidade de Amarelo
C*	Saturação de cor (Croma)
cm	Centímetro
Fe ²⁺	Composto de ferro bivalente
Fe ³⁺	Composto de ferro trivalente
g	Grama
h	Hora
H*	Ângulo de tonalidade
H ₂ O	Fórmula da água
Kg	Kilograma
Km	Kilometro
L*	Intensidade de Luminosidade
Log	Logaritmo
min	Minuto
mL	Mililitro
mm	Milímetro
mol/L	Molaridade por litro
N	Newton
nm	Nanômetro
O/M	Relação Oximioglobina/Metamioglobina
O ²	Fórmula do oxigênio
UFC/g	Unidade de Formação de Colônias por grama
ΔE	Alterações globais de cor

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	18
2.1	Objetivo Geral	18
2.2	Objetivos Específicos	18
3	REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1	Panorama da Ovinocultura	19
3.2	Características de Cor e pH	21
3.3	Microbiologia da Carne	23
3.4	Oxidação Lipídica da Carne	25
3.5	Influência da Estocagem e Vida de Prateleira na Qualidade da Carne.	27
3.6	Influência da Luminosidade na Qualidade da Carne	29
4	MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1	Animais Experimentais	31
4.2	Coleta das Amostras	32
4.3	Potencial Hidrogeniônico	33
4.4	Cor da Carne	34
4.5	Oxidação da carne	35
4.6	Capacidade de Retenção de Água (CRA)	36
4.7	Perda de Peso por Cocção	37
4.8	Força de Cisalhamento	38
4.9	Análise Microbiológica	39
5	RESULTADOS	41
6	DISCUSSÃO	48
7	CONCLUSÃO	52

REFERÊNCIAS	53
-------------------	----

1 INTRODUÇÃO

O consumo por proteína animal vem aumentando nos últimos anos e a demanda por carne ovina mostra-se também em grande ascensão. O setor sofreu uma reestruturação e a produção de carne passou a ser o principal produto da atividade (PEREIRA NETO, 2004). O consumo da carne tem alto potencial de crescimento, principalmente nos grandes centros da região Sudeste, embora ainda não tenha se tornado costume dentre as refeições brasileiras, a carne ovina, vem ganhando espaço em restaurantes e churrascarias (ZEN *et al.*, 2014). Mesmo com o crescimento da produção, o Brasil ainda busca suprir a demanda do mercado interno importando carne de grandes produtores mundiais como a Nova Zelândia, Austrália e Uruguai (IBGE, 2018).

O nível de exigência dos consumidores fez com que o comércio passasse a exigir dos frigoríficos o fornecimento de carnes e carcaças com características qualitativas adequadas como: cor, maciez e suculência (OLIVEIRA, 2000). Entender quais os fatores que determinam os processos de escolha da carne por parte dos consumidores é essencial para atender a demanda da aceitação do produto (MILLER, 2020).

A cor é a primeira característica a ser observada no momento da compra (HENCHION *et al.*, 2017), e utilizada como critério de escolha. Os consumidores relacionam a coloração vermelho brilhante com o frescor, enquanto discriminam as carnes que apresentam cor marrom (VERBEKE *et al.*, 2015). A coloração escura se dá em consequência do tempo de armazenamento e aos efeitos da luz incidente nos cortes expostos nas gôndolas, onde, ocorre a aceleração da oxidação da mioglobina, com consequente degradação da cor da carne (ANDERSEN *et al.*, 1989). Por este motivo, há baixa aceitação pelos consumidores, os quais estão dispostos a pagar mais por carnes que apresentem coloração mais atrativa (KILLINGER *et al.*, 2004).

Sendo assim, as carnes devem ser acondicionadas em embalagens adequadas capazes de conferir proteção contra fatores ambientais, tais como aluz, oxigênio e umidade, evitando assim possíveis alterações nas suas características físico-químicas (OLIVEIRA, 2006). O tipo de embalagem deve ser escolhido levando-se em conta fatores que permitem aumentar sua vida nas prateleiras de açougues e supermercados (TESSER, 2009).

A forma mais eficaz de prevenir esta descoloração é impedir o contato do produto com o oxigênio, pois nesse caso o óxido nítrico retirado do grupo heme não

será oxidado, podendo recombina-se a este grupo (JUDGE *et al.*, 1989). Dessa forma a embalagem a vácuo atua como uma proteção contra o oxigênio externo e preserva umidade, conferindo a estabilidade na cor e qualidade da carne (SARANTÓPOULOUS *et al.*, 2015). Segundo Hutchings (1994), o armazenamento no escuro ajuda a preservar a cor vermelha da carne fresca, já que a degradação da cor está associada com o calor dissipado pelas lâmpadas dos balcões expositores.

Portanto, frigoríficos em sua maior parte, utilizam embalagens por sistemas a vácuo, tendo como objetivo aumentar a vida útil do produto e possibilitar a distribuição em distâncias maiores do local de produção (SIQUEIRA E SILVA, 2015). Além do mais, a constante mudança nos padrões de consumo de alimentos em geral, e em particular da carne, faz com que as informações sobre o comportamento do consumidor de carne ovina necessitem ser frequentemente estudadas (MILLER, 2020; DE ANDRADE *et al.*, 2016).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar as possíveis variações das características físico-química e microbiológica da carne ovina congelada, embalada a vácuo sob exposição de luz fluorescente em diferentes tempos de armazenamento.

2.2 Objetivos Específicos

Avaliar a influência da presença de luz fluorescente e ausência de iluminação no armazenamento nas características qualitativas da carne ovina;

Avaliar a influência do tempo de armazenamento nas características qualitativas da carne ovina;

Correlacionar efeito da luminosidade e o tempo de armazenamento nas características qualitativas da carne ovina.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Panorama da ovinocultura

A criação ovina apresenta papel socioeconômico importante (Marino *et al.*, 2016). A população mundial de ovinos tem mais de 1,2 bilhões de animais, o que representa 30,6% da população doméstica global de ruminantes (FAOSTAT, 2017).

Dentre as atividades do agronegócio, tem-se a ovinocultura com elevada potencialidade no processo de desenvolvimento da pecuária brasileira. Os ovinos foram uma das primeiras espécies animal a passar pelo processo de domesticação pela civilização. Isso porque sua criação possibilitou alguns benefícios como o consumo de carne e leite para a alimentação e produção de pele e lã para proteção (VIANA, 2008).

Desde a década de 1980, essa criação tem se destacado principalmente nas regiões desfavorecidas do mundo devido a capacidade de adaptação destes animais frente às mais variadas condições de climas, solos e vegetações e ambiente. Alguns países com baixos índices de renda e carência de alimentos possuem elevado número de cabeças de ovinos (XIMENES *et al.*, 2012).

No Brasil, diferentes mudanças ao longo dos anos vêm sendo apresentadas, como crescimento significativo no mercado atingindo posições cada vez mais relevantes no agronegócio e assim contribuindo de forma positiva para a economia do país. Segundo Muniz (2012), o grande potencial de crescimento da ovinocultura se dá pela grande capacidade de expandir seus índices de produção e suprir a demanda do consumidor, além de possuir grande importância no Brasil, tanto econômica quanto social.

O Nordeste e o Sul representam a maior parte da criação ovina no país. No Nordeste é onde está concentrada a maior parte de criadores destes animais e são pertencentes a agricultura familiar servindo como fonte de renda. (ANDRADE, 2021).

Segundo dados do IBGE (2018), o Brasil possui pouco mais de 18 milhões de cabeças de ovinos, sendo que a região nordeste detém 63,1% desse total, seguida das regiões sul (23,9%), centro-oeste (5,7%), norte (3,7%) e sudeste (3,7%). O estado de São Paulo possui um rebanho de 377 mil ovinos, sendo responsável por 56,1% do total de animais da região sudeste.

Quando se considera a extensão territorial brasileira, o rebanho ovino não se apresenta em quantidade expressiva quando comparado a outras criações, como, por exemplo, o rebanho bovino, que tem um efetivo de pouco mais de 218 milhões de

cabeças e de suínos com quase 40 milhões de cabeças (IBGE, 2018).

Porém, mesmo com o consumo sendo muito baixo, entorno de 0,7 kg/habitante/ano, o país não consegue suprir a demanda interna de carne ovina, sendo necessária a importação de países como Argentina, Austrália, Uruguai e Nova Zelândia. De acordo com SEBRAE/SP, 2013, o Brasil importou 7 mil toneladas de carne uruguaia em 2013 para abastecer o mercado interno.

A carne é o principal produto comercializado, principalmente na área semiárida (SANTOS *et al.*, 2017), além de suprir a população com proteína animal de alto valor biológico a um preço menor em comparação com carne de outros animais ruminantes (TORO-MUJICA *et al.*, 2015), está inserido em diferentes receitas típicas da região (COSTA *et al.*, 2011).

A região Sul possui rebanho de dupla aptidão, sendo elas carne e lã. Apesar de ainda apresentar números expressivos de produtores voltados ao mercado de lãs finas, no Rio Grande do Sul a produção foi voltada para a produção de carne (MENEZES *et al.*, 2021), devido a uma crise no mercado de lã por conta da inserção de tecidos sintéticos no mercado nos anos 90, resultando na redução do rebanho laneiro no Brasil que persiste até os dias atuais e assim necessitando a reestruturação da cadeia produtiva, tornando a carne o principal objetivo da ovinocultura (LEME, 2012).

Contudo, a ovinocultura de corte no país possui muitos aspectos informais, tais como desorganização ao longo de toda a cadeia produtiva, falha na determinação dos indicadores econômicos e ainda falta de escrituração zootécnica, o que afeta a qualidade e produtividade da criação (SOUSA *et al.*, 2018).

3.2 Características de Cor e pH

A qualidade da carne pode ser definida pela sua coloração, quantidade de gordura intramuscular e de cobertura do músculo, e sanitária, associada aos atributos sensoriais de aroma, maciez e sabor (ALVES *et al.*, 2014), além da composição química, que, também, é um fator determinante para a qualidade do produto. Neste aspecto, a carne de cordeiro mostra ser uma excelente fonte de proteínas de alto valor biológico (OSÓRIO *et al.*, 2014), com baixa concentração de lipídios e de gordura saturada (ALVES *et al.*, 2014). A carne é um produto de alto valor agregado, que requer técnicas de embalagem e estocagem capazes de garantir que chegue ao consumidor sem maiores perdas qualitativas (KHAN *et al.*, 2016). A composição da carne também pode variar conforme o processo pós-abate, área anatômica do corte, armazenamento e cocção (CASAGRANDE, 2014).

A cor é a primeira característica a ser observada pelo consumidor ao adquirir a carne fresca, determinando indiretamente sua vida de prateleira (OSÓRIO *et al.*, 2009). Geralmente, as carnes de coloração mais escuras são rejeitadas pelo consumidor, ao associar essa cor com carne de animais velhos e com mais dureza (SILVA SOBRINHO *et al.*, 2008).

A coloração é dada pela mioglobina e a hemoglobina. Na carne fresca, a mioglobina pode se apresentar em três formas, assim a cor variará segundo a porção relativa e distribuição destes pigmentos: mioglobina reduzida ou desoximioglobina (Fe^{2+}), oximioglobina ou mioglobina oxigenada (Fe^{2+}), e metamioglobina ou mioglobina oxidada (Fe^{3+}) (RAMOS; GOMIDE, 2017). Essa transformação é dependente do estado do íon ferro e as ligações que são feitas com oxigênio. A mioglobina reduzida é a forma nativa encontrada no músculo (desoximioglobina Mb), o íon ferro encontra-se no estado ferroso (Fe^{2+} , H_2O) proporcionando coloração arroxeada ao músculo. A oximioglobina (MbO_2) é a forma oxigenada da mioglobina reduzida de cor vermelho brilhante. E a metamioglobina é formada quando o íon ferro apresenta-se na forma férrica Fe^{3+} (MetMb), pois o Fe^{3+} não permite a ligação do O_2 ocasionando a coloração marrom (MANCINI *et al.*, 2005; RAMOS e GOMIDE, 2007).

A queda do pH e da temperatura durante o processo de *rigor mortis* das carcaças também influenciam na qualidade da carne (SANTANA, 2017), estando

correlacionado com atributos importantes, como a capacidade de retenção de água, cor, textura, rendimento, vida útil e valor nutricional (RAMOS; GOMIDE, 2017). A velocidade desse processo é controlada, pela reserva de glicogênio, e preservação do pH e temperatura do músculo (SANTANA, 2017). Assim quando o declínio do pH é alterado, a qualidade da carne é prejudicada, resultando em possíveis anomalias do tipo PSE (pálida, flácida e exsudativa) e DFD (escura, firme e seca) (PIGHIN *et al.*, 2014). Quando o pH cai rapidamente e atinge valor menor que 6,0 durante a primeira hora decorrida do abate com a temperatura do músculo ainda alta, próxima aos 35°C, tem-se indicação de carne potencialmente PSE, caracterizado pela má retenção de água (GUÀRDIA *et al.*, 2005). Todavia, se o pH diminuir pouco após decorrido as primeiras horas do abate e permanecer com valor acima de 6,0 completadas as 24 horas *post mortem*, tem-se indicação de carne DFD caracterizada por elevada capacidade de retenção de água (BRESSAN *et al.*, 2001). Segundo Kadim *et al.* (2008) temperaturas superiores a 35°C podem afetar o nível de glicogênio muscular e, subsequentemente, o pH final, podendo levar a uma rápida deterioração das características da carne.

Por isso, a determinação do pH pode fornecer dados importantes na apreciação do estado de conservação de produtos cárneos apresentando bons parâmetros na determinação da vida de prateleira.

3.3 Microbiologia da Carne

Existem vários fatores que contribuem para o aumento de contaminação microbiana nos alimentos. A higiene do manipulador e de tudo o que entra em contato com o alimento deve ser muito rígida e é de extrema importância para a produção segura do produto final (SILVA Jr, 2013). Quanto mais manipulada, maior é a sua susceptibilidade à contaminação (ALMEIDA *et al.*, 2010). A presença de microrganismos deteriorantes em carnes é inevitável, podendo-se controlar o seu número, enquanto os patogênicos devem ser evitados. Os microrganismos são divididos em benignos e patogênicos. Quando colocados em determinado alimento, podem ser classificados quanto ao resultado de sua ação. Microrganismos benignos são aqueles que transformam e modificam sua função sem causar doenças. Já os patogênicos são aqueles que colocam em risco a saúde e até a vida do consumidor (SILVA Jr, 2013).

As bactérias associadas à deterioração da carne produzem odores e sabores desagradáveis, descoloração de tecidos, gases e limo superficial (VORT *et al.*, 2018). Por estarem intimamente associadas a questões de segurança alimentar, as alterações microbiológicas são consideradas as mais importantes e as que recebem maior atenção, quando se trata de métodos de conservação de alimentos e principalmente metodologias para estudo da vida de prateleira (AZEREDO *et al.*, 2012). O conhecimento das populações microbianas associadas à deterioração da carne é extenso. Os organismos mais comuns envolvidos na deterioração da carne são *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae*, *Brochothrix thermosphacta* e as bactérias ácido lácticas (PENNACHIA *et al.*, 2011).

A família *Enterobacteriaceae* desenvolve em carnes cruas congeladas (ERCOLINI *et al.*, 2011). Segundo Bier *et al.*, (2018), são utilizadas como indicadores de higiene dos processos de fabricação, porque são facilmente inativadas pelos sanitizantes e capazes de colonizar vários nichos das plantas de processamento, quando a sanitização é falha. A principal forma de controle desta deterioração é a prevenção da contaminação da carne por material fecal, pois estão presentes nos intestinos de animais e seres humanos (MELO *et al.*, 2011). Segundo Pinto (2013), as fontes de contaminação são o solo, os equipamentos e matérias primas. Além das condições de pH, embalagem e estocagem que contribuem para o desenvolvimento desses microrganismos na carne (DOULGERAKI *et al.*, 2012). A alteração nos alimentos, além da produção de gases, é caracterizada por acidez, com aroma butírico

(PINTO, 2013). Pode ocorrer casos de estufamento da embalagem, deterioração caracterizada pela distensão completa do seu envoltório, causando aspecto repugnante em cortes cárneos refrigerados embalados a vácuo. Essa deterioração tem sido relacionada à presença de bactérias lácticas e enterobactérias, (MELO *et al.*, 2011)

O armazenamento aeróbico pode acelerar a deterioração devido ao rápido crescimento das *Pseudomonas* spp., enquanto, alimentos embalados a vácuo e com atmosfera modificada podem favorecer a predominância de uma população de bactérias anaeróbias facultativas incluindo bactérias ácido lácticas, (ALVES *et al.*, 2012). Similarmente, microrganismos psicrófilos e psicrotróficos estão relacionados a agentes causadores de deterioração em carnes refrigeradas (DOULGERAKI *et al.*, 2012).

Conforme Melo (2011), o processo de deterioração dos produtos cárneos inicia-se quando são contabilizados organismos aeróbios numa quantidade acima de 10^6 UFC/g, geralmente caracterizada pela descoloração da superfície. Entre 10^7 e 10^8 UFC/g, surgem odores estranhos; entre 10^8 e 10^9 UFC/g ocorrem alterações indesejáveis de sabor. A Comissão Internacional de especificações microbiológicas para alimentos estabelece o limite máximo de 10 log. UFC/g para aeróbios microrganismos de carne (SCHOTHORST *et al.*, 2009). De acordo com a RDC 12/2001, grande parte dos microrganismos, sejam eles patogênicos ou não, agem deteriorando carnes refrigeradas embaladas a vácuo, por serem mesófilos e apresentarem características psicrotróficas e anaeróbias facultativas (BRASIL, 2001).

3.4 Oxidação lipídica da carne

A carne é um importante alimento na dieta humana, não apenas como fonte de proteína de alta qualidade, mas também de minerais e todas as vitaminas do complexo B. Neste sentido, devido ao seu alto valor nutritivo, a carne tem merecido atenção especial no que se refere à conservação de suas propriedades funcionais, a fim de garantir um produto final de boa qualidade para os consumidores e rentabilidade para a indústria cárnea (OLIVEIRA, 2012).

Depois da deterioração microbiana, a oxidação lipídica é a principal reação química que resulta na perda da qualidade de um alimento, visto que diminui as propriedades nutricionais e sensoriais (SCOLLAN *et al.*, 2017).

O armazenamento sob refrigeração ou congelamento, são os principais procedimentos para aumentar a validade comercial desse tipo de produto, principalmente para transportes de longas distâncias, a fim de garantir sua vida de prateleira por um longo período. Porém, durante o armazenamento refrigerado, ocorrem alterações químicas, sofridas por lipídeos e proteínas. Tais alterações são conhecidas como oxidação lipídica (CHEN *et al.*, 2018). Uma vez que as reações microbiológicas e enzimáticas, podem ser inibidas com a utilização de baixas temperaturas, a oxidação lipídica ocorre normalmente em temperaturas baixas, embora numa velocidade reduzida. Tal processo também destrói as membranas celulares, reduzindo a suculência e perda de peso da carcaça (PONNAMPALAM *et al.*, 2017).

A reação de oxidação envolve a degradação de vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais, através da formação de compostos potencialmente tóxicos, como o malondialdeído (MDA) (PONNAMPALAM *et al.*, 2017), e a formação de hidrocarbonetos, aldeídos e cetonas, que são compostos responsáveis pelo *off-flavour* e descoloração da carne, impactando assim de forma negativa na qualidade do produto (CHEN *et al.*, 2018).

A carne *in natura* por ser rica em lipídios é passível de sofrer reações autoxidativas. A degradação da gordura constitui um importante problema técnico nas indústrias de carne e derivados, os lipídios podem sofrer oxidação via reações de oxidação enzimática, autooxidação pelo contato com o oxigênio atmosférico e fotoxidação (SCOLLAN *et al.*, 2017).

A composição química do alimento, bem como a luz, oxigênio e temperatura de armazenamento, são alguns fatores que aceleram a oxidação em alimentos ricos

em lipídeos (ZHANG *et al.*, 2016). Os lipídeos são componentes importantes uma vez que conferem características sensoriais desejáveis aos alimentos, podem estar presentes naturalmente ou serem adicionados, no caso dos alimentos processados. Eles são constituídos por ácidos graxos, os quais são classificados em ácidos graxos saturados (SFAs - Saturated Fatty Acids), monoinsaturados (MUFAs – Monounsaturated Fatty Acids) e poli-insaturados (PUFAs – Polyunsaturated Fatty Acids). Sendo os ácidos graxos insaturados mais suscetíveis ao processo oxidativo. Quanto maior o número de insaturações na estrutura molecular dos ácidos graxos, maior é o grau de oxidação lipídica (MARIUTTI *et al.*, 2017).

Considerando-se que o oxigênio é o agente oxidante mais comum, sua eliminação das embalagens é condição essencial para minimizar o desenvolvimento da rancidez. O acondicionamento de produtos em embalagens com propriedades de barreira aos gases nas quais se procede à remoção do ar, é uma forma de prevenir o crescimento de microrganismos que deterioram o produto, a oxidação e a descoloração da carne (MANTILLA, *et al.*, 2010). Além de promover um prolongamento de vida útil da carne e cores mais estáveis, no entanto, a ausência de oxigênio promove uma mudança de cor, de vermelho vivo para vermelho escuro, resultante da transformação da mioglobina em desoximioglobina, tornando o produto pouco atraente ao consumidor (ŁOPACKA, *et al.*, 2016; MOCZKOWSKA *et al.*, 2017).

Nos produtos cárneos embalados a vácuo, normalmente o prazo de validade é de trinta dias, podendo, no entanto, variar dependendo da temperatura de acondicionamento, das propriedades do saco utilizado para a embalagem do produto e do estado da carne antes da embalagem (carga microbiana e pH) (ARANTES, 2014).

3.5 Influência da estocagem e vida de prateleira na qualidade da carne.

O prazo de validade é caracterizado pelo tempo em que um produto retém suas características sensoriais, químicas e físicas desejadas enquanto também permanece seguro para consumo (VORST *et al.*, 2018).

As técnicas de embalagens é um dos métodos mais comuns para controlar os efeitos negativos que influenciam no tempo de vida de prateleira da carne. Além dos tipos de embalagens, as condições de armazenamento, podem contribuir para alterações na coloração do produto (YANG *et al.*, 2016), influenciando diretamente na qualidade e durabilidade (SARANTÓPOULOS *et al.*, 2001). Além do mais, deve ser levado em consideração a forma como o produto é embalado, pois caso este seja feito de maneira incorreta poderá incorporar microrganismos que são nocivos à saúde (OLIVEIRA, 2006) uma vez que seu uso pode alterar o ambiente em torno do produto, ao criar condições que possam retardar reações de deterioração (SARANTÓPOULOS *et al.*, 2001). Entretanto, as carnes devem ser acondicionadas em embalagens adequadas capazes de conferir proteção contra fatores ambientais, tais como a luz, oxigênio e umidade, evitando assim possíveis alterações nas suas características físico-químicas (OLIVEIRA, 2006), que estão intimamente relacionadas a alterações sensoriais, como a maciez com consequente alteração de textura, cor e odor que frequentemente comprometem a aceitação dos produtos (AZEREDO *et al.*, 2012). Visto que, este influencia não somente o aspecto visual do produto, mas principalmente a sua microbiota, podendo alterar desenvolvimento de determinado grupo de microrganismos em favor de outro grupo menos nocivo, ou ainda evitar o aumento da contagem total durante períodos mais longos de armazenamento (ESMER *et al.*, 2011).

O tipo de embalagem com atmosfera modificada mais empregada no armazenamento de carnes é a embalagem a vácuo, que tem por objetivo manter a umidade e proteger o produto cárneo do contato com o oxigênio, evitando a oxidação da mioglobina e mantendo o controle na multiplicação microbiana, uma vez que o oxigênio favorece a multiplicação de microrganismos aeróbios de alto potencial de deterioração, que alteram o odor, a cor e a aparência dos produtos (SARANTÓPOULO, 1991).

Quando a carne é embalada a vácuo a atmosfera dentro da embalagem é alterada, onde a pouca quantidade de oxigênio existente é consumida pela atividade

metabólica da carne e das bactérias criando um ambiente anaeróbico, no qual, retarda o crescimento de bactérias deterioradoras, permitindo a predominância de bactérias ácido lácticas que possuem menor potencial de deterioração à baixas temperaturas (SARANTÓPOULOS *et al.*, 2006). Este fato favorece o aumento da vida de prateleira da carne em comparação com a carne fresca sem embalagem à vácuo.

Durante a estocagem as alterações físicas mais relevantes estão associadas à absorção ou à perda de umidade, que resultam em alterações de textura. Além disso, a absorção de umidade contribui para o aumento da atividade de água do alimento, favorecendo a ocorrência de outras alterações, principalmente microbiológicas, comprometendo assim a segurança do consumidor (AZEREDO *et al.*, 2012).

Todos os alimentos sofrem graus variados de deterioração durante a estocagem, por isso a perda de qualidade é determinada por fatores como a composição e características do produto, condições de processamento, características e efetividade do sistema de embalagem e condições ambientais às quais o produto é exposto durante a estocagem (AZEREDO *et al.*, 2012).

3.6 Influência da luminosidade na qualidade da carne

Estudos demonstram que, dentre outros fatores, a exposição à luz afeta a coloração da carne *in natura* por induzir a ocorrência de alterações químicas, como a oxidação de pigmentos, lipídios (PARRA *et al.*, 2012) e do colesterol que estão presentes na carne (BOSELLI *et al.*, 2010). Desta forma, a escolha do tipo de luz ou de mecanismos de proteção adequados é necessário para evitar tal degradação do produto até o consumo.

As reações de fotoxidação são promovidas pela ação conjunta da luz e do oxigênio (ANDERSEN *et al.*, 1989). Este processo ocorre em duas etapas: (1) inicialmente ocorre a dissociação do óxido nítrico do grupo heme induzida pela luz (ANDERSEN *et al.*, 1988), (2) e em seguida ocorre a oxidação do óxido nítrico pelo oxigênio que é intensificada pela luz (HEDRICK *et al.*, 1994), sendo oxidado a metamioglobina conferindo ao produto uma cor cinzenta acastanhada (MØLLER *et al.*, 2000)

Segundo Hedrick *et al.* (1994) esta reação ocorre quando os produtos cárneos estão expostos a uma fonte iluminação fluorescente. Barbut (2001) mostrou que a luz Ultravioleta rapidamente descoloriu a carne ao expor a mesma sob lâmpadas fluorescentes, enquanto sob a luz incandescente a carne apresentou cor vermelha mesmo após exposição de dois dias. Segundo Venturini (2003) Lâmpadas incandescentes e fluorescentes de 2690 lux de intensidade aceleram a taxa de oxidação dos pigmentos de carnes pré- embaladas.

Andersen *et al.* (1988) estudaram os efeitos da iluminação e estocagem na estabilidade de cor de presunto fatiado. Para as combinações de níveis de vácuo, transmissão da taxa de oxigênio e permeabilidade à luz UV da embalagem, a luz influenciou na cor da superfície no presunto. Em relação ao vácuo, produtos embalados com 85% de vácuo alcançaram uma intensidade decoloração mínima após 8 horas, enquanto para presuntos embalados com 99% de vácuo, a decoloração foi menos severa e parou após 5 horas.

A forma mais eficaz de prevenir esta decoloração é impedir o contato do produto com o oxigênio, pois nesse caso o óxido nítrico retirado do grupo heme não será oxidado, podendo recombinar-se a este grupo (JUDGE *et al.*, 1989). Dessa forma a embalagem a vácuo atua como uma proteção contra o oxigênio externo e preserva umidade, conferindo a estabilidade na cor e qualidade da carne (SARANTÓPOULOUS *et al.*, 2015). Mesmo com a retirada de todo oxigênio durante

o embalamento, há ainda a presença de baixas concentrações de oxigênio na embalagem, as quantidades de oxigênio presente em conjunto com os fatores intrínsecos do produto determinam a descoloração durante a exposição nos refrigerados iluminados (MØLLER *et al.*, 1999). Segundo Hutchings (1994), o armazenamento no escuro ajuda a preservar a cor vermelhada carne fresca, já que a degradação da cor está associada com o calor dissipado pelas lâmpadas dos balcões expositores.

Sempre relacionada a um indicativo de qualidade, a aparência deve permanecer inalterada durante as várias etapas da vida do produto. Contudo, é uma das características mais importantes, responsável por atrair a intenção de compra dos consumidores (LI *et al.*, 2012).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de acordo com os princípios éticos para testes em animais (Protocolo nº 04/2021– CEUA) determinado pelo Conselho de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Unesp, Campus - Dracena.

4.1 Animais experimentais

Foram utilizados 16 cordeiros machos Ile de France com peso médio de abate de aproximadamente 40,53kg de peso vivo e quatro meses de idade criados em sistema de confinamento, provenientes de uma propriedade rural localizada em Botucatu, São Paulo, a 390 km de Dracena.

Os animais receberam dieta total, com 90% de concentrado e 10% de feno de gramínea, fornecida duas vezes ao dia com ajuste pelas sobras de 10%.

Figura 1 - Carcaças de cordeiro Ile de France



Fonte: Elaborado pela autora

4.2 Coleta das Amostras

Foram utilizadas desesseis amostras do músculo *Longissimus* (contrafilé), proveniente decordeiros machos abatidos em frigorífico comercial, localizado em São Manuel, São Paulo, a 21 km de Botucatu e 370 km de Dracena. Durante o abate, as carcaças foram identificadas, pesadas individualmente o peso de carcaça quente (PCQ) foi de $20,71 \pm 2,23$ e rendimento de carcaça (RC), $50,86 \pm 1,52$ ($RC = PCQ/\text{peso de abate} \times 100$).

Em seguida, as carcaças foram armazenadas em câmara frigorífica e, 24 horas depois, amostras do músculo *Longissimus* foram retiradas das duas meias carcaças, onde foram embaladas a vácuo e transportadas em caixas térmicas com gelo para o Laboratório de Tecnologia e Ciência da Carne da Unesp - Campus Dracena.

Cortes de aproximadamente 2 cm de espessura foram feitos em cada amostra, depois foram separadas, identificadas, embaladas a vácuo e acondicionadas em freezer horizontal sob iluminação fluorescente com lâmpada tubular de 18W e 100-240V 3 50/60Hz de potência e sem iluminação durante 0 (logo após o abate), 30 e 60 dias de armazenamento para as análises de pH, cor, oxidação lipídica, capacidade de retenção de água, perdas de peso por cocção, força de cisalhamento e análises microbiológica.

Figura 2 - Amostras do músculo *Longissimus* armazenadas sob luz fluorescente



Fonte: Elaborado pela autora

4.3 Potencial Hidrogeniônico

O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado por meio de potenciômetro digital de punção direta com termômetro acoplado (Modelo HI 99163; Hanna Instruments, Woonsocket, RI, EUA), previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0 (Merck, Darmstadt, Alemanha), conforme ao método proposto por Béltran et al (1997).

Figura 3 - Avaliação do pH das carnes por meio potenciômetro digital.



Fonte: Elaborado pela autora

4.4 Cor da Carne

A cor da carne foi determinada mediante leitura em dois pontos aleatórios da superfície do corte do músculo *Longissimus lumborum* de cada amostra, por meio de espectrofotômetro portátil (CR-410-Konica Minolta, Câmera Co., Ltda Osaka, Japão) com iluminante D65, abertura de 8 mm de diâmetro e ângulo de observação de 10° (AMSA, 2012), previamente calibrado com padrão branco, conforme instruções do fabricante. Foi considerado o sistema CIELAB por meio de leituras de refletância da luz em três dimensões: L* (luminosidade), a* (vermelho) e b* (amarelo), segundo metodologia descrita por Honikel (1998).

As determinações dos valores para croma (C*) e alterações globais de cor (ΔE) foram obtidas de acordo com MacDougal (1994) e a determinação do teor de oximioglobina e de metamioglobina presentes na superfície da carne (O/M) foi realizada segundo Olivo e Shimokomaki (2001), usando as coordenadas de teor de vermelho (a*) e intensidade de amarelo (b*), obtidas nas determinações colorimétricas, com as seguintes fórmulas:

$$C^* = ((a^*)^2 + (b^*)^2)^{0,5}$$

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{0,5}$$

$$O/M = (a^*/b^*)$$

Figura 4 - Avaliações de cor das carnes por meio de espectrofotômetro portátil

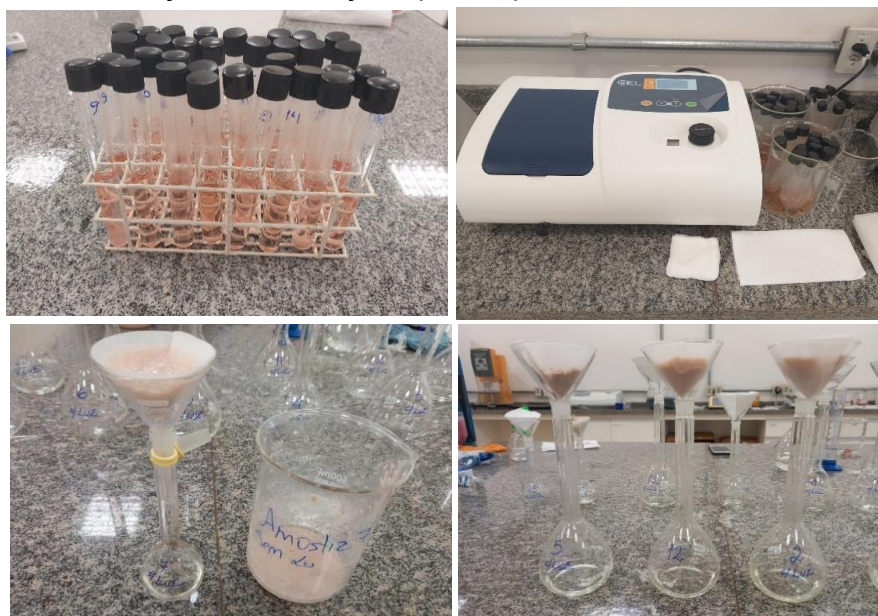


Fonte: Elaboração da autora

4.5 Oxidação da Carne

Para avaliação da oxidação lipídica foi observado a oxidação equivalente em malonaldeído, pela metodologia de TBARS (*Thiobarbituric Acid Reactive Substance*) de acordo com Wyncke (1970). Foram pesadas 10 gramas de amostras de carne, descongeladas em geladeira por 8 horas, e homogeneizadas com 50 ml de solução de ácido tricloroacético (TCA) a 7,5% durante 2 minutos utilizando-se misturador Ultra-Turrax. Em seguida, esta mistura foi filtrada e uma alíquota de 5,0 ml foi misturada com 5,0 ml de solução de ácido tiobarbitúrico (TBA) (0,020 mol/L) e colocada em banho-maria (100°C) por 30 minutos. A absorbância das amostras foi medida a 532nm em espectrofotômetro (BEL photonics, modelo V-M5), em duplicata, e expressa em miligramas de malonaldeído (MDA) por quilograma de carne, utilizando-se como base uma curva padrão feita com 1,1,3,3 tetraetoxipropano (TEP).

Figura 5 - Avaliação de oxidação lipídica por meio da técnica de TBARS.



Fonte: Elaborado pela autora

4.6 Capacidade de Retenção de Água (CRA)

Para determinar a CRA, foi pesado 2 g de carne de cada amostra e colocados em papéis filtro circulares dispostos entre duas placas de plástico sob um peso de 10 kg durante 5 minutos, de acordo com a metodologia de Hamn (1960) modificada. A CRA foi determinada e expressa em porcentagem pela formula:

$$\text{CRA (\%)} = \left[\frac{\text{Peso da amostra final}}{\text{Peso da amostra inicial}} \right] \times 100$$

Figura 6 - Avaliação da CRA das amostras pelo método de Hamn modificada.



Fonte: Elaborado pela autora

4.7 Perda de Peso por Cocção

Para a determinação da perda de peso por cocção (PPC), cada amostra foi pesada e, em seguida, colocada em banho-maria, por 71°C, por 35 min. Em seguida, a amostra foi retirada do banho-maria, resfriada até a temperatura ambiente (25°C), medida com termômetro infravermelho e novamente pesada para determinação da PPC, que foi calculado pela seguinte formula:

$$PPC (\%) = \left[\frac{(\text{Peso da amostra crua} - \text{Peso da amostra cozida})}{\text{Peso da amostra crua}} \right] \times 100$$

Figura 7 - Pesagem e cocção das amostras para determinação de PPC e maciez



Fonte: Elaborada pela autora

4.8 Força de Cisalhamento

O teste de força de cisalhamento (FC) foi realizado usando as amostras de PPC após refrigeração a 4 °C por 12 h. Quatro cilindros de tecido com 1,27 cm de diâmetro foram retirados com o auxílio de uma broca de bancada de cada amostra e, em seguida, colocados com as fibras orientadas perpendicularmente às lâminas do aparelho Texturômetro (TA-SBA CT3, Brookfield AMETEK, Middleboro MA, EUA). O aparelho desceu a uma velocidade de 200 mm/ min (HOLMAN, 2015)

Figura 8 – Determinação da maciez das amostras da carne utilizando texturômetro Brookfield



Fonte: Elaborada pela autora

4.9 Análise Microbiológica

Para a análise microbiológica, foi tomado como referência o *Compendium of methods for the microbiological examination of foods* (Downes e Ito, 2001). As análises foram: bactérias mesófilas, psicrotróficas e coliformes.

Contagem total de bactérias, Psicrotróficas e Coliformes:

As amostras foram preparadas retirando-se alíquotas de aproximadamente 10 g da amostra de carne, as quais foram homogeneizadas em 90 ml solução salina peptonada estéril a 0,1%. A seguir, 1 mL da primeira diluição (10^{-1}) foi transferido para um frasco contendo 9 mL de solução salina peptonada estéril a 0,1% (10^{-2}), e assim por diante até a diluição 10^{-3} .

Foi depositado 1 mL de cada uma das diluições de cada amostra em placas de Petri estéreis, em seguida foi acrescentado aproximadamente 15 mL de Agar Padrão (PCA) para contagem de bactérias mesófilas e psicrotróficas e Agar Bili Vermelho Violeta Lactose (VRBL) para análise de enterobactérias, fundido e resfriado a temperatura em torno de 45°C. O inóculo foi misturado ao meio de cultura por meio de movimentos circulares suaves na forma de oito. Após completa solidificação do meio, as placas foram invertidas e incubadas a 32°C por 48 horas para as contagens de bactérias mesófilas e enterobactérias e a 7°C por 10 dias para as psicrotróficas. Para a contagem das colônias foram selecionadas as placas que continham entre 25 e 250 colônias.

Figura 9 – A) Preparação dos materiais. B) Diluição das amostras. C) Placas de Petri com Àgar Contagem Total de Bactérias. D) Placas com Àgar Cristal Violeta BÍlis Dextrose



Fonte: Elaborado pela autora

Desenho experimental e análise de resultados

O delineamento experimental consistiu inteiramente ao acaso, em esquema fatorial $2 \times 2 + 1$, com dois tratamentos (sem luz e com luz fluorescente no display) e dois períodos de armazenamento (30 e 60 dias) mais o tratamento controle (dia 0) e dezesseis repetições por tratamento.

Foi utilizado o seguinte modelo matemático: $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$. Em que: μ : representa uma constante comum a todas as observações; α_i : é o efeito do nível i da fonte de luz; β_j : é o efeito do nível j do fator tempo de armazenamento; $(\alpha\beta)_{ij}$: é o efeito da interação entre fonte de luz e o tempo de armazenamento; ε_{ijk} : é o erro experimental na parcela que recebe o nível i do fator A, o nível j do fator B e na repetição k .

Os dados foram analisados pelo SAS onDemand for academics (SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA). Para o teste de normalidade dos resíduos utilizou o teste de Shapiro-Wilk ($W \geq 0,05$) e para o esquema em fatorial, foi realizado contraste com o intuito de comparar o tratamento controle com os demais, utilizando o comando PROC GLM. Para comparar as médias foi utilizado o teste de Dunnett e a significância $P \leq 0,05$.

5 RESULTADOS

Na tabela 1, estão os resultados das avaliações de cor. Nenhuma das variáveis apresentaram interação entre os tratamentos ($P>0,05$).

Para as variáveis de cor, o índice L^* , que se refere à capacidade do objeto em refletir ou transmitir luz, variando numa escala de zero a 100 (sistema CIELAB) diferiu do controle vs tratamentos ($P=0,005$) em que a média do tempo de armazenamento aos 60 dias ($P=0,045$) reduziu a luminosidade em 7,22% em relação ao controle, independentemente do tipo de luminosidade.

O tempo de armazenamento também interferiu no índice a^* ($P=0,018$), a qual quantifica a variação de cores do verde (valores negativos) para o vermelho (valores positivos). Observou-se que houve intensificação da cor vermelha aos 60 dias de armazenamento, aumentando a intensidade de vermelho da carne ovina em 6,55% em relação aos 30 dias de armazenamento.

Tabela 1 - Luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e intensidade de amarelo (b^*), relação oximioglobina e metamioglobina (O/M) e croma (C^*) da carne de cordeiros Ile de France submetidas a diferentes períodos de armazenamento sob diferentes fontes de luminosidade

	Tempo de armazenamento		Média	EP	C x T	Lum	T	T x L
	30 dias	60 dias						
L^*				0,712	0,005	0,334	0,045	0,059
Com luz	39,85	38,77*	39,31					
Sem luz	40,82	39,09*	40,00					
Média	40,38a	38,90b						
Controle	41,96							
a^*				0,502	0,339	0,091	0,018	0,783
Com luz	17,74	19,10	18,42					
Sem luz	17,02	18,10	17,56					
Média	17,38a	18,60b						
Controle	18,53							
b^*				0,252	<,0001	0,372	0,068	0,611
Com luz	5,74*	5,40*	5,57					
Sem luz	5,63*	5,52*	5,58					
Média	5,68	5,46						
Controle	3,72							
O/M				0,165	<,0001	0,124	0,399	0,854
Com luz	3,51*	3,34*	3,42					
Sem luz	3,22*	3,11*	3,16					
Média	3,36	3,22						
Controle	5,07							
C^*				0,092	0,064	0,353	0,008	0,669
Com luz	6,76	7,05	6,90					
Sem luz	6,71	6,92	6,81					
Média	6,73a	6,98b						
Controle	6,67							

L^* = luminosidade; a^* = intensidade da cor vermelha; b^* = intensidade da cor amarela; O/M = relação oximioglobina e metamioglobina; C^* = Croma. EP = erro padrão. C x T = Controle x Tratamento; Luminosidade = Lum; Tempo = T; T x L = TempoxLuminosidade. Médias seguidas de asterisco na coluna, diferem do controle pelo teste Dunnet ($P < 0,05$). Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas e de letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem ($P < 0,05$) entre si pelo teste Tukey. Fonte: Elaborado pela autora.

Já o índice b^* , que quantifica às cores de azul (valores negativos) para o amarelo (valores positivos), estando presente em baixas quantidades na carne, apresentou diferença apenas no controle vs tratamentos ($P < ,0001$), sugerindo que, após o abate, esses teores começam a sofrer alterações na coloração, independentemente do tipo de luminosidade e tempo de armazenamento.

Desse modo, o teor de oximioglobina e metamioglobina (O/M) apresentou diferença do controle vs tratamentos ($P < ,0001$) em função de serem determinadas a partir das coordenadas a^* e b^* , evidenciando que os tratamentos influenciaram na

coloração deixando a carne mais escura em 35,11% ao final do período de armazenamento.

Na tabela 2, estão os resultados das avaliações de força de cisalhamento, perdas de peso por cocção, teor de malonaldeído, pH e capacidade de retenção de água. Houve interação Luminosidade x Tempo de armazenamento apenas para pH ($P=0,0003$) e CRA ($P=0,020$).

Embora não tenha ocorrido interação para as demais variáveis de FC, PPC e MDA constatou-se diferença significativa em relação ao controle e o tempo de armazenamento, exceto para FC, que não foi constada diferença entre os tratamentos ($P>0,05$).

Os tratamentos também influenciaram significativamente nas PPC ($P<,0001$), o que evidencia que as perdas de água são afetadas após o abate independente do tipo de luminosidade e/ou tempo de armazenamento, aumentando as perdas em 22,38% em relação ao controle.

Os valores de oxidação lipídica mostraram significância em relação ao tempo de armazenamento ($P=0,006$) e ao controle ($P<,0001$) observando um aumento das concentrações de malonaldeído por quilograma de carne de 25,20% entre 30 aos 60 dias de armazenamento e de 78,04% em relação ao controle.

Tabela 2 - Força de cisalhamento (FC), perdas de peso por cocção (PPC), oxidação lipídica (teor de malonaldeído), potencial de hidrogênio (pH) e capacidade e retenção de água (CRA) da carne de cordeiros Ile de France submetidas a diferentes períodos de armazenamento sob diferentes fontes de luminosidade.

	Tempo de armazenamento		Média	EP	C x T	Lum	T	T x L
	30 dias	60 dias						
<i>FC (Kg)</i>				1,921	0,838	0,787	0,855	0,667
Com luz	29,10	29,57	29,33					
Sem luz	30,45	29,26	29,85					
Média	29,77	29,41						
Controle	30,03							
<i>PPC (%)</i>				0,453	<,0001	0,180	0,256	0,180
Com luz	33,69*	33,59*	33,64					
Sem luz	33,69*	34,82*	33,75					
Média	33,69	34,20						
Controle	26,25							
<i>MDA (kg⁻¹)</i>				0,109	<,0001	0,534	0,006	0,862
Com luz	0,97	1,26*	1,11					
Sem luz	0,88	1,21*	1,04					
Média	0,92 ^a	1,23 ^b						
Controle	0,27							
<i>pH</i>				0,020	0,002	0,174	0,294	<0001
Com luz	5,84	5,74	5,79					
Sem luz	5,74	5,79	5,76					
Média	5,79	5,76						
Controle	5,71							
<i>CRA (%)</i>				0,092	<,0001	0,039	<,0001	0,020
Com luz	88,97	77,11	83,04					
Sem luz	89,27	81,93	85,60					
Média	89,12	79,52						
Controle	91,24							

EP = erro padrão. Médias seguidas de asterisco na coluna, diferem do controle pelo teste Dunnet ($P < 0,05$). Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas e de letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem ($P < 0,05$) entre si pelo teste Tukey. Fonte: Elaborado pela autora.

Na tabela 3, mostra-se os resultados do desdobramento da interação para pH.

Tabela 3 - Desdobramento da Interação luminosidade x armazenamento do potencial de hidrogênio (pH) da carne de cordeiros Ile de France submetidas a diferentes períodos de armazenamento sob diferentes fontes de luminosidade

Variáveis	Luminosidade	Armazenamento	
		30	60
pH	SL	5,74 aA	5,79 aA
	CL	5,84 aB	5,74 bB

SL= Sem luminosidade, CL= Com luminosidade. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas e de letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem ($P < 0,05$) entre si pelo teste Tukey. Fonte: Elaborado pela autora.

O tempo de armazenamento, não interferiu no valor de pH quando a carne é armazenada com ausência de luz. Em contrapartida, a carne ovina armazenada no tratamento CL aos 60 dias apresentou redução do pH de 1,71% em relação aos 30 dias de armazenamento.

Porém, quando comparado o tempo de armazenamento em função do tipo de luminosidade, o tratamento SL com 30 dias de estocagem foi 1,71% melhor do que o CL. Aos 60 dias, o mesmo tratamento apresentou um aumento de 0,9% em relação ao tratamento CL.

Na tabela 4, mostra-se os resultados do desdobramento da interação para CRA interação.

Tabela 4 - Desdobramento da Interação luminosidade x armazenamento da capacidade de retenção de água (CRA) da carne de cordeiros Ile de France submetidas a diferentes períodos de armazenamento sob diferentes fontes de luminosidade

Variáveis	Luminosidade	Armazenamento	
		30	60
CRA	SL	33,69 aA	34,82 bA
	CL	33,69 aA	33,59 bB

SL= Sem luminosidade, CL= Com luminosidade. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas e de letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem ($P < 0,05$) entre si pelo teste Tukey. Fonte: Elaborado pela autora.

A CRA (expressa em % de água perdida) da carne ovina, exibiu diferença na ausência e presença de luz nos diferentes tempos de armazenamento estudados. No tratamento com ausência de luz aos 30 dias, o índice de CRA foi melhor em 1,12% em relação aos 60 dias. O mesmo ocorreu com o tratamento com luz, porém o armazenamento aos 30 dias obteve uma avaliação inferior de 0,29%

Tabela 5 - Análise de bactérias mesófilas, psicrotróficas e coliformes da carne de cordeiros Ile de France submetidas a diferentes períodos de armazenamento sob diferentes fontes de luminosidade

	Tempo de armazenamento		Média	EP	C x T	Lum	T	T x L
	30 dias	60 dias						
Mesófilos				0,073	0,001	0,870	<,0001	0,297
Com luz	2,76	3,17*	2,96					
Sem luz	2,70	3,26*	2,98					
Média	2,73a	3,21b						
Controle	2,67							
Psicrotróficos				0,099	0,745	0,254	<,0001	0,468
Com luz	2,17	3,91	3,04					
Sem luz	2,21	3,10	2,65					
Média	2,19a	3,50b						
Controle	2,56							
Coliformes				0,163	0,001	0,024	<,0001	0,501
Com luz	0,90*	1,81*	1,35A					
Sem luz	1,17*	2,29*	1,73B					
Média	1,03a	2,05b						
Controle	0,90							

EP = erro padrão. Médias seguidas de asterisco na coluna, diferem do controle pelo teste Dunnett ($P < 0,05$). Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas e de letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem ($P < 0,05$) entre si pelo teste Tukey. Fonte: Elaborado pela autora.

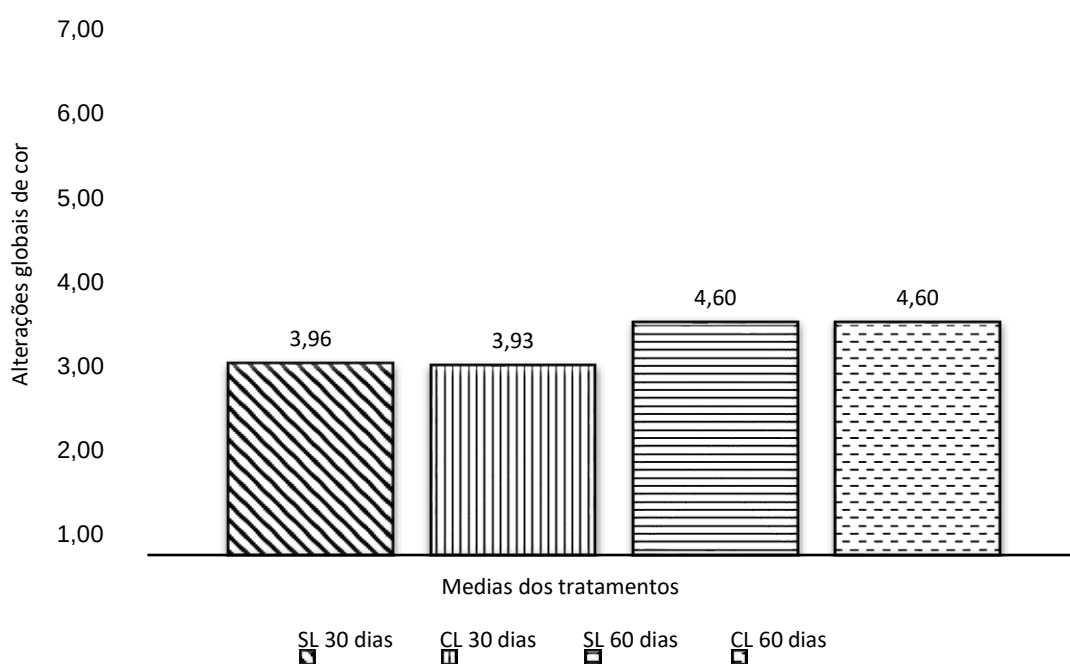
Quanto à qualidade microbiológica (tabela 5), o tempo de armazenamento aumentou a quantidade das bactérias em 16%, 26,85% e 56,09% ao final do período de 60 dias de armazenamento para a contagem de bactérias mesófilas, psicrotróficas e coliformes, respectivamente.

Os coliformes também sofreram influência da luminosidade ($P = 0,024$). Quando submetida aos 60 dias de armazenamento sem luminosidade a porcentagem de bactérias aumentou em 60,69% em relação ao controle.

Quando se avalia as percepções globais de alteração da cor (Figura 10), observa-se que nos períodos de armazenamento independente da fonte de luz utilizada, os valores ficaram acima de 3,0, que são caracterizados como percepções

muito evidentes ao olho humano, ou seja, facilmente perceptível pelo homem, em relação ao controle.

Figura 10 - Alterações globais de cor (ΔE sem luz 30, ΔE com luz 30, ΔE Sem luz 60 e ΔE com luz 60) em amostras da carne de cordeiros Ille de France ($P= 0,4455$; $EP= 0,397$) * Escala: 0-0,2 correspondem a alterações imperceptíveis ao olho humano; 0,2-0,5 muito pouco perceptíveis; 0,5-1,5 pouco perceptíveis; 1,5-3,0 percepções evidentes; 3,0-6,0 percepções muito evidentes; 6-12 percepção bastante clara; 12-14 facilmente perceptíveis; PRÄNDL et al., 1994).



Fonte: Elaborado pela autora

6 DISCUSSÃO

O presente estudo foi conduzido com o propósito de avaliar a interação entre a presença e ausência de luminosidade e tempo de armazenamento nas características qualitativas da carne de cordeiro. Os dados obtidos mostram que houve interação apenas para pH e CRA, demonstrando que a ação da luminosidade e do tempo de armazenamento são interdependentes para essas características. Ao analisar o fator tempo dentro do fator luminosidade, nota-se que os valores de pH não se alteram estatisticamente entre 30 e 60 dias quando armazenadas em ambiente SL.

Quando a carne ovina foi armazenada sob a incidência de luz, observou-se decréscimo do pH aos 60 dias. Segundo Simeoni *et al.* (2014); Freire *et al.* (2021) a variação do pH está altamente relacionada com a contagem de bactérias ácido lácticas e a produção de ácido láctico. Jones (2004) descreveu uma sucessão de dominância de bactérias ácido lácticas em carnes embaladas a vácuo, que contribuíram para redução no valor de pH e seleção de bactérias mais resistentes. Não foi avaliado microrganismos ácido lácticos neste trabalho, entretanto as bactérias lácticas fazem parte do grupo de bactérias mesófilas, assim pode-se supor que a queda dos valores de pH neste tratamento esteja relacionada com a incidência das bactérias lácticas, evidenciada pelo maior número de bactérias mesófilas aos 60 dias. Contudo, os valores de pH da carne de todos os tratamentos avaliados estão dentro da faixa aceitável de 5,5 a 5,8 (BARRETO, 2014) apesar do maior pH no CL-30.

A CRA corresponde a capacidade da carne em reter umidade durante o processo de forças externas (PEARCE *et al.*, 2011). Essa capacidade está relacionada com a velocidade de queda do pH durante a glicólise *post-mortem* e pH final da carne (PETROLINI, 2014). Quando o pH final atinge o ponto abaixo do ideal (5,5 a 5,8) a maior parte das proteínas da carne encontram-se em ponto isoelétrico, ou seja, há uma maior quantidade de cargas negativas na estrutura ocasionando retração das fibras musculares dificultando que as moléculas de água adentrem a estrutura da carne, contribuindo para baixa capacidade de retenção de água. No entanto, valores de pH superiores ao ponto isoelétrico favorecem o excesso de cargas positivas aumentando o espaço entre as fibras para as moléculas de água (PEARCE *et al.*, 2011, JACOB *et al.*, 2014). Diante disto, observa-se neste estudo que a CRA apresentou melhor resultado no tratamento CL-60, fato este que está ligado as variações de pH e consequentemente o mesmo tratamento apresentou melhor resultado para o pH.

A CRA pode ter variação importante quando avaliada entre diferentes músculos da carcaça (ZEOLA *et al.*, 2007). Os mesmos autores ao avaliarem a capacidade de retenção de água de diferentes músculos de cordeiros da raça Morada Nova, abatidos com cinco meses de idade e peso de 25 kg, verificaram que o músculo *Biceps femoris* apresentou uma CRA de 60,05%; o *Triceps brachii* de 66,19% e o *Longissimus* de 59,06%.

As PPC corroboram com os resultados de CRA deste trabalho, mostrando que os tratamentos contribuíram para que a carne perdesse mais água durante o processo de cozimento (22,65 Tabela 2). Dados semelhantes foram obtidos por Rivaroli *et al.* (2016) que afirmaram, que de modo geral, as perdas de água durante a cocção variam de 20 a 25% na carne bovina durante o tempo de maturação e também por Ornaghi *et al.* (2020) também observaram uma elevada perda de água por cocção (acima de 33%) para a carne de bovinos terminados em confinamento.

Quanto a FC, os tratamentos não influenciaram na maciez da carne, evidenciando que não atuaram na estrutura das fibras musculares influenciando a maciez da carne. Segundo Cezar e Sousa (2007) e Alves *et al.* (2005), classificam as carnes ovinas sendo, macia para valores inferiores a 2,27 kgf/cm², maciez mediana, de 2,28 a 3,63 kgf/cm², dura de 3,64 a 5,44 kgf/cm² e, extremamente duras para valores acima de 5,44 kgf/cm². A força de cisalhamento da carne ovina independente do tempo de armazenamento ou da presença e ausência de luz apresentaram valores médios de 29 a 30N, ou seja, 2,96 a 3,0 Kgf/cm², respectivamente (Tabela 2), que, de acordo com o autor citado, se enquadra como maciez mediana.

De acordo com Abuefatah *et al.* (2016) e Ponnampalam *et al.* (2013) a oxidação lipídica ocorre normalmente após o longo período ou em condições inadequadas de armazenamento, que é limitado pela rancidez oxidativa.

Os valores de MDA (Tabela 2) estão dentro dos padrões desejáveis para o consumo humano. Constata-se que os valores estão abaixo dos citados na literatura, de acordo com Terra *et al.* (2006) valores de TBARS até 1,59mg de malonaldeído kg⁻¹ de amostra são considerados baixos para serem percebidos por análise sensorial e não causam problemas para a saúde do ser humano. Já Soldatou *et al.* (2009) citam que para a carne de cordeiros, um valor de TBA de 4,4 mg MDA kg de carne marcar o início da oxidação/rancidez lipídica. Vale ressaltar ainda, de acordo com Sinclair (2007), a carne de ovinos é rica em ácidos graxos saturados e possui um baixo teor

de poliinsaturados, o que, a torna menos propensa à ocorrência da oxidação lipídica.

No presente estudo, observa-se que o valor de MDA é mais elevado ao final do período de armazenamento, aumentando a cada período analisado, onde aos 60 dias a oxidação dos lipídios foi 24,79% e 78,45% maior que aos 30 dias de estocagem e o tratamento controle, respectivamente. A diferença observada nos valores de MDA durante o período, pode ser explicado pelo fato de que os compostos que contribuem para o desenvolvimento oxidativo são principalmente formados durante o armazenamento (AHN; GRÜN; MUSTAPHA, 2007).

Contudo, os resultados foram bem inferiores aos observados por e Kim *et al.* (2012), analisando os efeitos do período de armazenamento chegaram a resultados de 2,0 a 2,7 mg de MDA kg de carne. Diferente de Guerra-Rivas *et al.* (2016), que também observou os efeitos do período de armazenamento, porém com o uso de antioxidante, o que pode explicar valores bem inferiores de 0,03 a 0,09 $\mu\text{g MDA g}^{-1}$ ao deste estudo e dos autores citados acima.

Durante o armazenamento, a oxidação da mioglobina e a oxidação lipídica na carne estão quimicamente inter-relacionados, o que resulta na mudança de coloração e no surgimento de odores desagradáveis na carne (LI; LIU, 2012). Os radicais livres produzidos durante a oxidação de lipídios podem alterar a forma química do grupo heme e iniciar a oxidação da mioglobina, com perda decor do produto (ABUELFATAH *et al.*, 2016) além do aumento linear do pH durante o período de estocagem. Esse fato é evidenciado pelo aumento de b^* (Tabela 1), que indica aumento do teor de metamioglobina na carne e pela redução nos valores do teor de O/M (Tabela 1), ou seja, resultados mais elevados dessas variáveis indicam maior concentração de oximioglobina, por outro lado, valores mais baixos sugerem concentrações mais altas de metamioglobina (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2001).

A intensidade de vermelho está diretamente ligada à quantidade e ao estado da mioglobina presente na carne. As condições de baixo oxigênio nas carnes embaladas a vácuo podem levar a oxidação da mioglobina com formação de metamioglobina, aumentando assim o valor de a^* (AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION, 2012; RAMOS; *et al.*, 2017; TOMASEVIC *et al.*, 2019).

Como pode ser verificado, o tempo de congelamento da carne em embalagens a vácuo alterou o teor de vermelho da carne (a^* , Tabela 1). A saturação da cor (C^* , Tabela 1) e a relação O/M (Tabela 1) que é calculado com base nos resultados de a^* e b^* , justificando o crescente teor de metamioglobina ao longo do armazenamento,

sugerindo que o aumento dos valores dessas variáveis é normalmente acompanhado pelo processo de descoloração das carnes, nos diferentes tratamentos avaliados, promovendo maiores valores em comparação a carne do tratamento controle. Além disso, as alterações globais da cor (Figura 10) não apresentaram diferença entre os tratamentos, entretanto classifica-se a alteração da cor da carne pelo índice ΔE como uma percepção muito clara ao olho humano de diferenças na cor, nos tratamentos SL-30, SL-60CL-30 e CL-60, em relação ao controle (PRÄNDL *et al.*, 1994).

O tempo de armazenamento afetou também as variáveis de L^* , deixando a carne mais escura em 3,60% e 7,22% aos 30 e no controle respectivamente, entretanto continuam dentro da faixa padrão citadas por alguns autores.

Vieira *et al.* (2010); Leão *et al.* (2012), citam valores superiores a 30,0 para a luminosidade da carne ovina. Em ovinos, são descritos valores médios importantes para a aceitação geral da carne de cordeiro de, 31,4 a 40,0, para L^* ; 12,27 a 20,0, para a^* ; e 3,34 a 5,65, para b^* , (HOLMAN *et al.*, 2017). As médias verificadas neste estudo foram superiores a esse valor, o que permite afirmar que a carne avaliada apresenta coloração adequada e está dentro dos padrões determinados pela literatura.

Os resultados da análise microbiológica das carnes, indicam que os tratamentos influenciam para o aumento da carga microbiana dos mesófilos, psicrotróficos e coliformes. Este último grupo também apresentou diferença quanto as fontes de iluminação, em que o tratamento sem luz obteve maior desenvolvimento desses microrganismos estando estes no limite máximo de 10^2 UFC/g (2 log UFC/g), e para mesófilos e psicrotróficos os resultados apresentaram abaixo de 10^6 UFC/g (6 log UFC/g), que, de acordo com a Instrução Normativa N°60 da ANVISA (2019) são considerados como limite máximo aceitável pela legislação.

Apesar dos tratamentos influenciarem no desenvolvimento das bactérias, as carnes de cordeiro ainda sim se encontram dentro dos padrões aceitáveis para consumo. É esperado o aumento desses microrganismos, pois a população de bactérias deteriorantes aumenta durante o tempo de armazenamento, mesmo em condições de refrigeração, sendo os principais microrganismos envolvidos no processo de deterioração da carne, os psicrotróficos (FORSYTHE, 2013), que é acelerada por fatores como o pH e atividade de água. De maneira geral a carne fresca apresenta atividade de água e pH propício para crescimento de microrganismos (JAYASENA; JO, 2013).

7 CONCLUSÃO

O fator luminosidade afeta somente as características de oxidação lipídica e coliformes. Por outro lado, a carne sofre alterações na cor, perdas de peso por cocção, contagem de mesófilos e psicrótrófos à medida que aumenta o tempo de estocagem sob congelamento, independente do tipo de luminosidade. No entanto, a qualidade microbiológica ao longo de 60 dias de estocagem é considerada adequada para o consumo. A carne ovina embalada a vácuo e armazenada com ausência ou presença de luz durante 30 e 60 dias de armazenamento está dentro dos parâmetros qualitativos considerados adequados para o consumo.

REFERÊNCIAS

- ABUELFATAH, K; ZUKI, A.B.Z; GOH, Y.M; SAZILI, A.Q. Effects of enriching goat meat with n – 3 polyunsaturated fatty acidson meat quality and stability. **Small Ruminant Research**, [S.l.], v.136, p.36-42, 2016.
- ALMEIDA, A. C.; SOUZA, R. M; PIINHO, L; SOBRINHO, E. M; SILVA, B. C. M. Determinação de perigos microbiológicos em carnes bovinas resfriadas provenientes de abates clandestinos e comércio ilegal. *Acta Veterinária Brasileira*, [S.l.], v. 4, n. 4, p. 278-285, 2010.
- ALVES, D.D; GOES, R. H. T. B; MANCIO, A. B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia GO, Brasil. v. 6, n. 3, p. 135-149, 2005.
- ALVES, F. J. X.; SILVA, T. J. P.; FRANCO, R. M. Efeito da radiação gama sobre a contaminação da carne resfriada de cordeiro Santa Inês. **Revista Instituto Adolfo Lutz.**, São Paulo, 2012; v. 71, n. 3, p. 588-592, 2012.
- ALVES, L. G. C; OSÓRIO, J. C; FERNANDES, A. R; RICARDO, H; CUNHA, C. P.C. Produção de carne ovina com foco no consumidor. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, [S.l.], v. 10, n. 18, p. 2400, 2014
- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. **Meat color measurement guidelines**. Champaing: American Meat Science Association, 2012. 136 p.
- ANDERSEN, H. J.; BERTELSEN, G.; SKIBSTED, L. H. Color stability of minced beef. Ultraviolet barrier in packaging material reduces light-induced discoloration of frozen products during display. **Meat Science**, [S.l.], v. 25, p. 155-159, 1989.
- ANDERSEN, H. J; BERTELSEN, G; BOEGH-SOERENSEN, L; SHEK, C. K; SKIBSTED, L. H. E. Effect of light and packaging conditions on the colour stability of sliced ham. **Meat Science**, Barking, v. 22, n. 2, p 283-292, 1988.
- ANDRADE, G. H. O. V. **Criação de ovinos e caprinos na região do nordeste da Bahia: desafio e potencialidades**. [S.l.: s.n.], 2021.
- ARANTES, S. M. P. **Importância do pH na carne de bovino embalada**. 2014. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Minho, Biblioteca da Universidade do Minho, 2014
- AZEREDO, H. M. C. **Alterações microbiológicas em alimentos durante a estocagem**. In: FUNDAMENTOS de estabilidade de alimentos. Brasília: Embrapa, Brasília, DF, 2012. Cap. 01. p. 15–38.
- BARBUT, S. Effect of illumination source on the appearance of fresh meat cuts. **Meat Science**, [S.l.], v. 59, p. 187-191, 2001.
- BARRETO, L. D. R. E. **Qualidade do manejo no frigorífico: efeitos no bem-estar animal e na qualidade da carcaça e da carne**. Jaboticabal: [s.n.], SP, 2014. Disponível em: Acesso em 14 maio 2022.

BÉLTRAN, J. A.; JAIME, I.; SANTOLARIA, P.; SANUUDO, C. Effect of stress-induced high post-mortem pH on protease activity and tenderness of beef. **Meat Science**, [S.l.], v. 45, p. 201-27, 1997. DOI 10.1016/S0309-1740(96)00103-9.

BIER, D.; SILVA, M. R.; RAMOS, C. A. N.; MORININGO, G. D.; SILVA, T. A. S.; LIMA, A. C.; CHULLI, J. V. M.; ARAUJO, F. R. Survey of verotoxin-producing *Escherichia coli* and faecal coliforms in beef carcasses destined for export at slaughterhouses in Brazil. **Food Science and Technology**, [S.l.], v. 38, n. 1, p. 60-66, 2018.

BOSELLI, E.; RODRIGUEZ-ESTRADA, M. T.; FERIOLI, F.; CABONI, M. F.; LERCKER, G. Cholesterol photosensitised oxidation of horse meat slices stored under different packaging films. **Meat science**, Atlanta, v. 81, p. 224-229, 2010.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº12 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para alimentos.

BRASIL. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, de 10 de janeiro de 2001. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-12-de-2-de-janeiro-de-2001.pdf>. http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm. Acesso 20 jan. 2021

BRESSAN, M. C.; PRADO, O. V.; PÉREZ, J. R. O.; LEMOS, A. L. S. C.; BONAGURIO, S. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S.l.], v. 21, p. 293-303, 2001.

CASAGRANDE, M. **Avaliação do potencial antioxidante de coprodutos de indústrias de suco de uva e de vinho visando sua aplicação em linguiça de frango**. 2014. 121 f. Tese (Doutorado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. **Carcças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação**. Uberaba: Agropecuária Tropical, 2007. p. 232.

CHEN, Q.; XIE, Y.; XI, J.; GUO, Y.; QIAN, H.; CHENG, Y.; CHEN, Y.; YAO, W. Characterization of lipid oxidation process of beef during repeated freeze-thaw by electron spin resonance technology and Raman spectroscopy. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 243, p. 58-64, 2018.

COSTA, R. G.; SANTOS, N. M.; SOUSA, W. H.; QUEIROGA, R. C. R. E. Q. Qualidade física e sensorial da carne de cordeiros de três genótipos alimentados com rações formuladas com duas relações volumoso: concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l.], v. 40, n. 8, p. 1781-1787, 2011.

DE ANDRADE, J. C.; NALÉRIO, E. S.; GIONGO, C.; BARCELLOS, M. D.; ARES, G.; DELIZA, R. I. Influence of evoked contexts on rating-based conjoint analysis: Case study with lamb meat. **Food Quality and Preference**, [S.l.], v. 53, p.168-175, 2016.

DE ANDRADE, J. C.; SOBRAL, L. A.; ARES, G.; DELIZA, R. Understanding consumers' perception of lamb meat using free word association. **Meat science**, [S.l.], n.117, p. 68-74, 2016.

DOULGERAKI, A. I.; ERCOLINI, D.; VILLANI, F.; NYCHAS, G. J. Spoilage microbiota associated to the storage of raw meat in different conditions. **International Journal of Food Microbiology**, [S.l.], Review, 12 p., 2012.

DOWNES, F. P.; ITO, K. **Compendium of methods for the examination of foods**. American Public Health Association. 2.ed. Washington: APHA, 2001. 600 p.

ERCOLINI, D.; FERROCINO, I.; NASI, A.; NDAGIJIMANA, M.; VERNOCCHI, P.; STORIA, A. L.; LAGHI, L.; MAURIELLO, G.; GUERZONI, M. E.; VILLANI, F. D. Monitoring of microbial metabolites and bacterial diversity in beef stored in different packaging conditions. **Applied and Environmental Microbiology**, [S.l.], v. 77, p. 7372–7381, 2011.

ESMER, O. K.; IRKIN, R.; DEGIRMENCIOGLU, N.; DEGIRMENCIOGLU, A. T. The effects of modified atmosphere gas composition on microbiological criteria, color and oxidation values of minced beef meat. **Meat Science**, [S.l.], v. 88, p. 221-226, 2011.

FAOSTAT, F. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QA>. Acesso em: 11 set. 2022.

FELIPE, L. M. **Associação de bactérias da família Enterobacteriaceae e Clostridium estertheticum com a deterioração “blown pack” em cortes cárneos embalados a vácuo**. 2008. 73 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, 2008. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/94637/felipe_lm_me_jabo.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 14 mar. 2021.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. 2. ed. São Paulo: Artmed, 2013. 607 p.

FREIRE, T. T. Bactérias ácido lácticas suas características e importância: revisão. **Research, Society and Development**, [S.l.], v. 10, n. 11, 2021.

GUÀRDIA, M. D.; BALASCH, J. E.; OLIVER, M. A.; GISPERT, M.; DIESTRE, A. R. Risk assessment of DFD meat due to pre-slaughter conditions in pigs. **Meat Science**, [S.l.], v. 70, p.709-716, 2005.

GUERRA-RIVAS, C.; VIEIRA, C.; RUBIO, B.; MARTÍNEZ, B.; GALLARDO, B.; MANTECÓN, A. R.; LAVÍN, P.; MANSO, T. E. Effects of grape pomace in growing lamb diets compared with vitamin E and grape seed extract on meat shelf life. **Meat Science**, [S.l.], v. 116, p. 221-229, 2016.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advanced Food Research**, [S.l.], v. 10, p. 33-36, 1960.

HEDRICK, H. B. B. **Principles of meat science**. 3. ed. [S.l.]: Kendall/Hunt Publishing Company, 1994. 352 p.

HENCHION, M. M.; MCCARTHY, M.; RESCONI, V. C. Beef quality attributes: a systematic review of consumer perspectives. **Meat Science**, [S.l.], v. 128, p. 1–7, 2017.

HOLMAN, B. W. B.; VEN, R. J. V.; MAO, Y.; COOMBS, C. E. O. HOPKINS. Using instrumental (CIE and reflectance) measures to predict consumers' acceptance of beef colour. **Meat Science**, [S.l.], v. 127, p. 57–62, 2017. DOI 10.1016/j.meatsci.2017.01.005

HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, Barking, v. 49, p. 447-457, 1998.

HUTCHINGS, J. B. Chemistry of food colour. In: MacDOUGALL, D. B. **Food Colour and appearance**. Cambridge: Blackie Academic & Professional, 1994. cap. 10. p. 401-410: Fresh meat.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2012. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 25 ago. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS. **Pesquisa Pecuária Municipal 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

JACOB, R. H.; PETHICK, D. W. Animal factors affecting the meat quality of Australian lamb meat. **Meat Science**, [S.l.], v. 96, p.: 1120-1123, 2014.

JAYASENA, D. D.; JO, C. Essential oils as potential antimicrobial agents in meat and meat products: A review. **Trends in Food Science & Technology**, [S.l.], v. 34, p. 96-108, 2013.

JONES, R. J. Observations on the succession dynamics of lactic acid bacteria populations in chill-stored vacuum-packaged beef. **International Journal of Food Microbiology**, [S.l.], v. 90, p. 273– 282, 2004.

JUDGE, M.; ALBERLE, E.; FORREST, J. **Principles of meat science**. 2. ed. Duburque: Kendall/Hunt, 1989. 351 p.

KADIM, I. T.; MAHGOUB, O. AL-MARZOOQI, W.; AL-AJMI, D. S.; AL-MAQBALI, R. S.; AL-LAWATI, S. M. T. The influence of seasonal temperatures on meat quality characteristics of hot-boned, m. psoas major and minor, from goats and sheep. **Meat Science**, [S.l.], v. 80, n. 2, p. 210–215, 2008.

KHAN, A.; GALLAH, H.; RIEDL, B.; BOUCHARD, J.; SAFRANY, A.; LACROIX, M. C. Cross-linked antimicrobial nanocomposite films and gamma irradiation to prevent the surface growth of bacteria in fresh meat. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, [S.l.], v. 35, p. 96-102, 2016.

KILLINGER, K. M.; CALKINS, C. R.; UMBERGER, W. J.; FEUZ, D. M.; ESKRIDGE, K. M. Consumer sensory acceptance and value for beef steaks of similar tenderness but differing in marbling level. **American Society of Animal Science**, [S.l.], v. 82, p. 3294–3301, 2004.

KIM, Y. H. B.; BØDKER, S.; ROSENVOLD, K. Influence of lamb age and high-oxygen modified atmosphere packaging on protein polymerization of long-term aged lamb loins. **Food Chem.**, [S.l.], v. 135, p. 122–126, 2012.

anvisa

LEME, T. M. da C. **Bem-estar e qualidade de carne de ovinos submetidos à suplementação com cromo orgânico e diferentes manejos pré-abate**. 2013. 124 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo, Departamento de Zootecnia, Pirassununga, 2013.

LI, H.; LI, C. B.; XU, X. L.; ZHOU, G. H. Effects of illumination and packaging on non-heme iron and color attributes of sliced ham. **Meat science**, Atlanta, v. 91, p 521-526, 2012.

LI, Y.; LIU, S. Reducing lipid peroxidation for improving colour stability of beef and lamb: on-farm considerations. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 92, n. 4, p. 719–726, 2012.

ŁOPACKA, J.; PÓŁTORAK, A.; WIERZBICKA, A. Effect of MAP, vacuum skin-pack and combined packaging methods on physicochemical properties of beef steaks stored up to 12 days. **Meat Science**, [S.l.], v. 119, p. 147-153, 2016. DOI 10.1016/j.meatsci.2016.04.034

MACDOUGAL, D. B. **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products**. London: Blackie Academic & Professional, 1994. p.79-93. (Advances in Meat Research Series, 9).

MANCINI, R. A.; HUNT, M. C. Current research in meat color. **Meat Science**, v. 71, p. 100–121, 2005.

MANTILLA, S.; BORGES, S.; VITAL, H.; FRANCO, R. Atmosfera modificada na conservação de alimentos. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 8, n. 4, p. 437-448, 2010. DOI 10.7213/cienciaanimal.v8i4.11000

MARINO, R.; ATZORI, A. S.; D'ANDREA, M.; LOVANE, G.; TRABALZA-MARINUCCI, M.; RINALDI, L. Climate change: production performance, health issues, greenhouse gas emissions and mitigation strategies in sheep and goat farming. **Small Ruminant Research**, [S.l.], v. 135, p. 50–59, 2016. DOI 10.1016/j.smallrumres.2015.12.012

MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N. Influence of salt on lipid oxidation in meat and seafood products: a review. **Food Research International**, [S.l.], v. 94, p. 90-100, 2017.

MELO, C. S.; MESQUITA, A. J.; MINAFRA-REZENDE, C. S.; SERAPHIN, J. C.; OLIVEIRA, M. B.; BUENO, C. P. **Dinâmica microbiana em contrafilés bovinos embalados a vácuo: sistemas de terminação e tempo de estocagem**. São Paulo: [s.n.], 2011. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/bitstream/ri/12283/5/Artigo%20%20Camila%20Silveira%20de%20Melo%20-%202011.pdf>. Acesso em: 11. set. 2022.

MENEZES, L. M.; FERNANDES, M. V. B.; DA SILVA, I. M. Eficiência do creep feeding sobre o desempenho de ovelhas Ideal e cordeiros Merino Australiano x Ideal. **Research, Society and Development**, [S.l.], v. 10, n. 2, p. e34110212663-e34110212663, 2021.

MILLER, R. Drivers of Consumer liking for beef, pork, and lamb: a review. **Foods**, [S.l.], v. 9, n. 4, p. 428, 2020.

MOCZKOWSKA, M. The effect of the packaging system and storage time on myofibrillar protein degradation and oxidation process in relation to beef tenderness. **Meat Science**, [S.l.], v. 130, p. 7-15, 2017. DOI 10.1016/j.meatsci.2017.03.008

MØLLER, J. K.; JENSEN, J. S.; OLSEN, M. B.; SKIBSTED, L. H.; BERTELSEN, G. E. Effect of residual oxygen on color stability during chill storage of sliced pasteurized ham packaged in modified atmosphere. **Meat Science**, [S.l.], 54, p. 399-405, 2000.

MUHLISIN, U. D. T.; LEE, J. H.; CHOI, J. H.; LEE, S. K. Antioxidant enzyme activity, iron content and lipid oxidation of raw and cooked meat of Korean native chickens and other poultry. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, [S.l.], v. 29, p. 695 – 701, 2016

MUNIZ, L. M. S. **Crescimento de ovinos de diferentes grupos genéticos sob modelos não lineares convencionais e alternativos**. 2012. 55 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, 2012.

OLIVEIRA, A. L. Qualidade da carne bovina. **Informe Agropecuário**, [S.l.], v. 21, n. 205, p. 39-47, 2000.

OLIVEIRA, L. M. Embalagens termoformadas e termoprocessáveis para produtos cárneos processados. **Polímeros**, São Carlos, v. 16, n. 3, 2006.

OLIVEIRA, R. B. S.; LUCIA, F. D.; FERREIRA, E. B.; OLIVEIRA, R. M. E.; PIMENTA, C. J.; PIMENTA, E. S. G. Q. Quality of beef Burger with addition of wet okara along the storage. **Ciência e Agrotecnologia**, [S.l.], v. 40, p. 706-717, 2016.

OLIVEIRA, R. R.; LAGE, M. E.; NETO, O. J. S.; SALES, M. C. Antioxidantes naturais em produtos cárneos. **PUBVET**, Londrina, v. 6, n. 10, Ed. 197, Art. 1324, 2012. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/uploads/6a66b3624c2c8e329066f6a2a701f98d.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2023.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. **Carnes: no caminho da pesquisa**. Cocal do Sul: Imprint, 2001. 155 p.

ORNAGHI, M.G.; GUERRERO, A.; VITAL, A. C.P.; DE SOUZA, K. A.; PASSETTI, R. A. C.; MOTTIN, C.; DE ARAÚJO CASTILHO, R.; SAÑUDO, C. DO PRADO, I. N. Improvements in the quality of meat from beef cattle fed natural additives. **Meat Science**, v. 163, n. 108059, 2020. DOI 10.1016/j.meatsci.2020.108059

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. **Revista Brasileira de Zootecnia** [online], Viçosa, MG, v. 38, p. 292-

300, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v38nspe/v38nspea29.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2022.

OSÓRIO, J.; OSÓRIO, M. T. M.; FERNANDES, A. M.; JUNIOR, F. M. V. J. Produção e qualidade de carne ovina. In: SELAIVE, A. B.; OSÓRIO, J. C. S. **Produção de ovinos no Brasil**. São Paulo: Roca, 399-445. 2014. 399-445.

PARRA, V.; VIGUERA, J.; SÁNCHEZ, J.; PEINADO, J.; ESPÁRRAGO, F.; GUTIERREZ, J. I.; ANDRÉS, A. I. Effect of exposure to light on physico-chemical quality attributes of sliced dry-cured Iberian ham under different packaging systems. **Meat science**, Atlanta, v. 90, p. 236-243, 2012.

PEARCE, K. L.; ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, H. J.; HOPKINS, D. L. W. Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes: a review. **Meat Science**, [S.l.], v. 89, n. 2, p.111–124, 2011. DOI 10.1016/j.meatsci.2011.04.007

PENNACCHIA, C.; ERCOLINI, D.; VILLANI, F. Spoilage-related microbiota associated with chilled beef stored in air or vacuum pack. **Food Microbiol**, [S.l.], v. 28, p.: 84–93. 2011.

PEREIRA NETO, O. A. Gerenciamento e capacitação da cadeia da ovinocultura. In: **Práticas em ovinocultura: ferramentas para o sucesso**. Porto Alegre: SENAR/RS, 2004. p.1-8.

PETROLINI, S. M. **Influência do bem-estar animal na qualidade da carne bovina**. Ituverava: [s.n.], 2014. Disponível em: <http://www.dspace.feituverava.com.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/129/M%C3%81RCIA%20SUELI%20PETROLINI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 14 de ago. de 2022.

PIGHIN, D. G. Relationship between changes in core body temperature in lambs and post-slaughter muscle glycogen content and dark-cutting. **Animal Production Science**, [S.l.], v. 54, n. 4, p. 459–463, 2014.

PINTO, C. L. O.; BRITO, M. A. V. P.; PICCOLO, M. P.; MARTINS, M. L.; MACEDO, C. S.; FARIÑA, L. O. **Qualidade Microbiológica microbiológica do leite cru**. Viçosa, MG: EPAMIG, 2013.

PONNAMPALAM, E. N. Aged vacuum packaged lamb cuts are less brown than fresh muscle cuts under simulated retail display. **Food Nutritional Science**, [S.l.], v. 4, p. 147–153, 2013.

PONNAMPALAM, E. N.; BURNETT, V. F.; NORNG, S.; HOPKINS, D. L.; PLOZZA, T.; JACOBS, J. L. Muscle antioxidant (vitamin E) and major fatty acid groups, lipid oxidation and retail colour of meat from lambs fed a roughage based diet with flaxseed or algae. **Meat Science**, [S.l.], v. 111, p. 154-60, jan. 2016. DOI 10.1016/j.meatsci.2015.09.007.

PRÄNDL, O. **Tecnologia e higiene de la carne**. Zaragoza: Acribia, 1994. 854 p.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa-MG: Editora UFV, 2007. p. 599.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2017.

RIVAROLI, D. C. Effect of essential oils on meat and fat qualities of crossbred young bulls finished in feedlots. **Meat Science**, v. 121, 2016. DOI 10.1016/j.meatsci.2016.06.017

SANTANA, T. M.; GLÉRIA, A. A.; PAIM, T. P.; ARANTES, B. M.; SILVA, P. R. S.; SILVA, R. M. A., Avaliação das características sensoriais da carne de novilhas mestiças zebuínas e européias terminadas em sistema de integração. *In*: CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG (CEPE), 4., 2017, Pirenópolis. **Anais [...]**. Pirenópolis: [s.n.], 2017.

SANTOS, R. C. Carcass characteristics and meat quality of lambs that are fed diets with palm kernel cake. **Asian Australas J Anim Science**, [S.l.], v. 30, p. 865-871, 2017.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. Embalagem a vácuo e com atmosfera modificada para carnes frescas. *In*: EMBALAGENS para produtos cárneos. Campinas: ITAL, 1991.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; DANTAS, F. B. H. O papel da embalagem na qualidade e na inocuidade de produtos cárneos. **Carnetec**, Chicago, v. 22, n. 2, p. 32-37, abr./jun. 2015.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M. CANAVESI, E. **Requisitos de Conservação de Alimentos em Embalagens Flexíveis**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001.

SCHOTHORST, M. V.; ZWIETERNG, M. H.; ROSS, T.; BUCHANAN, R. L.; COLE, M. B.; INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOODS (ICMSF) Relating microbiological criteria to food safety objectives and performance objectives. **Food Control**, [S.l.], v. 20, p. 967-979, 2009.

SCOLLAN, N. D.; PRICE, E. M.; MORGAN, S. A.; HUWS, S. A.; SHINGFIELD, K. J. Can we improve the nutritional quality of meat? **Proceedings of the Nutrition Society**, [S.l.], v. 76, p. 603-618, 2017.

SEBRAESP. **Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas**. 2013. Disponível em: <http://www.sistемаfaeg.com.br>. Acesso em: 20 ago. 2022.

SILVA JR, E. A. **Manual de controle higiênico-sanitário em serviços de alimentação**. 6. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2013.

SILVA SOBRINHO, A. G.; SAÑUDO, C.; OSÓRIO, J. C. S. **Produção de carne ovina**. Jaboticabal: Funep, 2008. 228 p.

SIMEONI, C. P. Fatores pós: abate que contribuem para a maciez da carne. **Reget**, [S.l.], v. 18, p. 18-24, 2014

SINCLAIR, L.A. Nutritional manipulation of the fatty acid composition of sheep meat: a review. **Journal of Agricultural Science, Cambridge**, [S.l.], v. 145, n. 5, p. 419-434, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1017/S0021859607007186>. Acesso em: 13 ago. 2022.

SIQUEIRA E SILVA, J. **Alterações físico-químicas e biológicas do *Longissimus Dorsi* (Contra - Filé) embalado à vácuo em diferentes temperaturas**. 2015. (Monografia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Francisco Beltrão, 2015.

SOLDATOU, N.; NERANTZAKI, A.; KONTOMINAS, M. G.; SAVVAIDIS, I. N. Physicochemical and microbiological changes of “Souvlaki”: a Greek delicacy lamb meat product. Evaluation of shelf-life using microbial, colour and lipid oxidation parameters. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 113, p. 36–42, 2009.

SOUSA, W. H.; LIRA, A. B. **Indicadores técnicos e econômicos de produtividade de um sistema de produção de ovinos de corte no semiárido**. João Pessoa: Imagem, 2018. Disponível em: https://empaer.pb.gov.br/pdf/livro-indices-tecnicos-e-economicos-ovinos%2006220202110-_compressed.pdf. Acesso em: 11 abr. 2022.

TERRA, N. N.; CICHOSKI, A. J.; FREITAS, R. J. Valores de nitrito e de TBARS durante o processo e armazenamento da paleta suína curada, maturada e fermentada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 965-970, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782006000300037&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 11. set. 2022.

TESSER, E. S. **O uso de diferentes tipos de embalagem na conservação de carnes bovinas**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

TOMASEVIC, I.; TOMOVIC, V.; MILOVANOVIC, B.; LORENZO, J.; DORDEVIC, V.; KARABASIL, N.; DJEKIC, I. Comparison of a computer vision system vs. traditional colorimeter for color evaluation of meat products with various physical properties. **Meat Science**, v. 148, p. 5–12, 2019.

TORO-MUJICA, P. M.; AGUILAR, C.; VERA, R.; BARBA, C.; RIVAS, J.; GARCIA-MARTINEZ, A. Changes in the pastoral sheep systems of semi-arid Mediterranean áreas: association with common agricultural policy reform and implications for sustainability. **Spanish Journal of Agricultural Research**, [S.l.], v. 13, p. 2350, 2015.

VENTURINI, A. C. **Embalagem de transporte (masterpack) com atmosfera modificada e absorvedores de oxigênio para aumento da vida útil da carne bovina**. 2003. 130 f. Dissertação (mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

VERBEKE, W.; MARCU, A.; RUTSAERT, P.; GASPAR, R.; SEIBT, B.; FLETCHER, D.; BARNET, J. Would you eat cultured meat? Consumers reactions and attitude formation in Belgium, Portugal and the United Kingdom. **Meat Science**, [S.l.], v. 102, p. 49-58, 2015.

VIANA, J. G. A. Panorama Geral da Ovinocultura no Mundo e no Brasil. **Revista Ovinos**, [S.l.], v. 4, n.12, 2008.

VIEIRA, T. R. L.; CUNHA, M. G. G.; GARRUTTI, D. S.; DUARTE, T. F.; FÉLEX, S. S. S.; FILHO, J. M. P.; MADRUGA, M. S. Propriedades físicas e sensoriais da carne de cordeiros Santa Inês terminados em dietas com diferentes níveis de caroço de algodão integral (*Gossypium hirsutum*). **Ciência Tecnológica Alimentar**, [S.l.], v. 30, p. 372- 377, 2010.

VORST, K.; SHIVALINGAIAH, N.; BRENES, A. L. M.; COLEMAN, S. MENDONÇA, A.; BROWN, J. W.; SHAW, A. Effect of display case cooling technologies on shelf-life of beef and chicken. **Food Control**, [S.l.], v. 94, p. 56-64, 2018.

WEGLARZ, A. Meat quality defined based on pH and colour depending on cattle category and slaughter season. **Czech Journal of Animal Science**, [S.l.], v. 55, p. 548-556, 2010.

XIMENES, L. J. F.; CUNHA, A. M. Setor de peles e de couros de caprinos e de ovinos no Nordeste. **Banco do Nordeste**, [S.l.], v. 6, n. 1, 22 p., mar. 2012. Disponível em: http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/etene/etene/docs/ire_ano_6_n_1.Pdf. Acesso em: 15 out. 2022.

YANG, X.; WOERNER, D. R.; HASTY, J. D.; McCULLOUGH, K. R.; GEORNARAS, I. SOFOS, J. N.; BELK, K. E. An evaluation of the effectiveness of Fresh Case technology to extend the storage life of whole muscle beef and ground beef. **Journal Animal Science**, [S.l.], v. 94, p. 4911–4920, 2016

ZEN, S.; SANTOS, M. C.; MONTEIRO, C. M. **Evolução da caprino e ovinocultura. Ativos Ovinos e Caprinos**, Brasília, ano v. 1, p. 1-3, 2014. Disponível em: http://www.canaldoprodutor.com.br/sites/default/files/ativos_ovcapr_01_0.pdf. Acesso em: 02 ago. 2022.

ZEOLA, N. M. B. L.; SOUZA, P. A.; SOUZA, H. B. A.; SILVA SOBRINHO, A. G.; BARBOSA, J. C. Colour, water holding capacity and tenderness of lamb aged and injected with calcium chloride. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S.l.], v. 59, n. 4, p. 1058–1066, 2007. DOI 10.1590/S0102-09352007000400036

ZHANG, J.; WANG, Y.; PAN, D. D. Effect of black pepper essential oil on the quality of fresh pork during storage. **Meat Science**, [S.l.], v. 117, p. 130-136, 2016.