



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

**INFLUÊNCIA DO USO DE ENVOLTÓRIOS NA QUALIDADE DA CARNE
DE CONTRAFILÉ (*M. Longissimus thoracis et lumborum*), SUBMETIDA AO
PROCESSO DE MATURAÇÃO À SECO.**

FELIPE REIS FAUSTINO DE ALMEIDA



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

INFLUÊNCIA DO USO DE ENVOLTÓRIOS NA QUALIDADE DA CARNE DE CONTRAFILÉ (*M. Longissimus thoracis et lumborum*), SUBMETIDA AO PROCESSO DE MATURAÇÃO À SECO.

Aluno: Felipe Reis Faustino de Almeida
Orientador: Prof. Dr. Marcio Antonio Mendonça

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

PUBLICAÇÃO: 271/2024

BRASÍLIA DF

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA FACULDADE DE AGRONOMIA E
MEDICINA VETERINÁRIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIAS ANIMAIS

**INFLUÊNCIA DO USO DE ENVOLTÓRIOS NA QUALIDADE DA CARNE
DE CONTRAFILÉ (*M. Longissimus thoracis et lumborum*), SUBMETIDA AO
PROCESSO DE MATURAÇÃO À SECO.**

FELIPE REIS FAUSTINO DE ALMEIDA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓSGRADUAÇÃO
EM CIÊNCIAS ANIMAIS, COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU
DE MESTRE EM CIÊNCIAS ANIMAIS.**

Aprovado por:

Presidente: Prof. Dr. Marcio Antonio Mendonça (Orientador)

Membro Interno: Profa. Dra. Aline Mondini Calil Racanicci

Membro Externo: Prof. Dr. Ernandes Rodrigues Alencar

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

ALMEIDA, F.R.F. **INFLUÊNCIA DO USO DE ENVOLTÓRIOS NA QUALIDADE DA CARNE DE CONTRAFILÉ (*M. Longissimus thoracis et lumborum*)**, SUBMETIDA AO PROCESSO DE MATURAÇÃO À SECO. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília. 2024, 47p. Dissertação de Mestrado.

Documento formal autorizando reprodução desta dissertação para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na Secretaria do Programa. O autor e seu orientador reservam para si os outros direitos autorais de publicação. Nenhuma parte desta Dissertação de Mestrado pode ser reproduzida sem a autorização escrito do autor ou de seu orientador. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

ALMEIDA, Felipe.Reis.Faustino. **INFLUÊNCIA DO USO DE ENVOLTÓRIOS NA QUALIDADE DA CARNE DE CONTRAFILÉ (*M. Longissimus thoracis et lumborum*)**, SUBMETIDA AO PROCESSO DE MATURAÇÃO À SECO. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2024. 47p. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais) Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2024.-Universidade de Brasília, 2024
1.Revisão de literatura 2; Ensaio de maturação

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a Deus por toda a força e resiliência diária que me deu para chegar até aqui. Obrigado por todo cuidado, proações e ensinamentos que o Senhor colocou em meu caminho apenas com o propósito de mostrar que eu sou capaz.

Agradeço à minha família, em especial minha mãe que não mediu esforços para que um dia eu pudesse realizar esse sonho, nunca me deixou fraquejar, à minha vó Marilene que deu todo o suporte para que eu pudesse alçar voos mais longos nos meus estudos a sua curiosidade por aprender novas culturas e experienciar sempre esteve comigo, à minha companheira Natália por me aguentar até no meus piores dias e sempre me incentivar e a minha bebê Maria Cecília por ser a minha inspiração em ter um futuro melhor.

Ao meu orientador, Prof. Márcio, que me recebeu de braços abertos, me orientou e me deu a oportunidade de desenvolver a temática da minha tese com muita liberdade e respeito.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Animais (Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV) da Universidade de Brasília pela oportunidade e aos professores os quais tive oportunidade de aprender e me aperfeiçoar um pouco mais.

Sumário

Agradecimentos.....	5
Sumário.....	6
Lista de tabelas.....	7
Lista de ilustrações.....	8
Resumo.....	9
Abstract.....	10
1.Introdução.....	11
2.Justificativa.....	13
3. Objetivo Geral.....	14
3.1 Objetivos Específicos.....	14
4. Referencial Teórico.....	15
4.1 Produção e Consumo de Carne Bovina.....	15
4.2 Maturação.....	15
4.2.1 Maturação à seco.....	16
4.3 Parâmetros de Cor.....	18
4.4 Parâmetros de Maciez.....	19
4.5 Oxidação.....	19
4.6 Envoltórios.....	20
5. Materiais e Métodos.....	21
5.1 Preparação da carne e aplicação dos envoltórios;.....	21
5.2 Retirada do produto maturado, mensurações e preparo das amostras.....	24
5.3 Análises de pH, Cor, Cocção e Maciez.....	25
5.4 Análise de Oxidação Lipídica.....	26
5.5 Análise de Composição Química Nutricional.....	26
5.6 Análise Microbiológica.....	26
5.7 Análise prévia de composição química nutricional da carne in natura.....	27
5.8 Análise Estatística.....	27
6. Resultados e Discussão.....	28
6.1 Maturação e Perda de Água.....	28
6.2 Potencial Hidrogeniônico da Carne.....	30
6.3 COR.....	31
6.4 Oxidação Lipídica.....	34
6.5 Cocção e Cisalhamento.....	36
6.6 Microbiologia.....	39
7.Conclusão.....	42
8.Referências Bibliográficas.....	43

Lista de tabelas

- Tabela 1** - Médias com desvio padrão da análise bromatológica de carne bovina p.19

- Tabela 2** - Médias com desvio padrão da perda de massa (umidade) em % das amostras de contra filé bovino em 0, 7 e 15 dias de maturação. p.20

- Tabela 3** - Médias com desvio padrão da aferição de pH dos respectivos processos de maturação: p.23

- Tabela 4** - Médias com desvio padrão da aferição de colorimetria L*; a*; b* p.24

- Tabela 5**-Resultados médios com desvio padrão dos valores de oxidação lipídica da carne de contra filé bovino in natura e submetida aos processos de maturação em 7 e 15 dias. p.28

- Tabela 6**-Resultados médios com desvio padrão dos valores para perda de massa durante o processo de cozimento p.30

- Tabela 7**-Resultados médios com desvio padrão dos valores para maciez através da força de cisalhamento. p32

- **Tabela 8**-Resultados médios com desvio padrão dos valores para aeróbios mesófilos contagem em Log e Resultados médios com desvio padrão dos valores para bolores e leveduras em contagem em Log p.33

Lista de ilustrações

-**Figura 1**- Porção de 1kg que será submetido a algum dos tratamentos. p.15

-**Figura 2**-Preparando os tratamentos para câmara fria. p.16

-**Figura 3**- Câmara fria. p.17

-**Figura 4**- Disposição da matéria prima. p.17

-**Figura 5**- Produto maturado a 7 dias. p.18

-**Figura 6**- Interior de produto maturado na folha de colágeno p.28

-**Figura 7**- Líquido pós cocção e gotículas de gordura. p.32

Resumo

INFLUÊNCIA DO USO DE ENVOLTÓRIOS NA QUALIDADE DA CARNE DE CONTRAFILÉ (*M. Longissimus thoracis et lumborum*), SUBMETIDA AO PROCESSO DE MATURAÇÃO À SECO.

Felipe Reis Faustino de Almeida¹

Márcio Antônio Mendonça²

¹ Pós-Graduando no programa de mestrado em Ciência Animal da FAV UnB.

² Professor da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília.

A carne bovina brasileira é também uma fonte diversificada de nutrientes muito importante com sua relação de preparo e experiência de consumo ligada ao desenvolvimento socioeconômico de determinada região. O objetivo do presente estudo foi desenvolver os processos de maturação do envelhecimento a seco utilizando envoltório de colágeno; envoltório de celulose e comparar com processo tradicional e a embalagem a vácuo e avaliar seus efeitos nas características físicas e químicas da carne de animais com sangue de Nelore, observando a utilização de envoltórios para preservação do processo de maturação a seco nas situações de 7 e 15 dias de maturação em câmara fria. Foram realizadas análises de oxidação lipídica pelo método TBARs, composição química, perda de água durante o processo, pH, cor, perda de líquido durante o cozimento, maciez e amostragem quantitativa para microbiologia. Houve efeito significativo ($P < 0,05$) para as análises de maturação, sendo carnes maturadas a vácuo de 7 (perda de 1,39 %) e 15 dias (perda de 1,58 %) obtendo as médias mais baixas e havendo diferença entre os outros tratamentos em relação ao número de dias de acondicionamento apenas; oxidação lipídica, no qual os maiores valores foram obtidos pelos produtos de 15 dias de maturação e não havendo diferença entre os tratamentos 'dry aged', f. colágeno, f. celulose e embalagem à vácuo; padrão de cor b^* obtendo diferenciação entre as médias em relação ao número de dias de acondicionamento; cozimento, as menores médias foram encontradas para os produtos de 15 dias sendo a vácuo 22,97%, dry aged 24,40%, folha de colágeno 26,35%; mesófilos, carne *in natura* (4,57), à vácuo 7d (4,38), e à vácuo 15d (4,24) obtendo as maiores médias; bolores e leveduras. O estudo concluiu pela necessidade de levantar todos os fatores determinantes para a possível escolha de um material de envoltório não havendo diferença entre o 'dry aged' convencional

Palavras chave: carne bovina, embalagem, envelhecimento, qualidade e produto.

Abstract

INFLUENCE OF THE USE OF WRAP ON THE QUALITY OF SIRLOIN STEAK (*M. Longissimus thoracis et lumborum*), SUBJECTED TO THE DRY AGEING PROCESS.

Felipe Reis Faustino de Almeida ¹

Márcio Antônio Mendonça ²

¹ Pós-Graduando no programa de mestrado em Ciência Animal da FAV UnB.

² Professor da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília.

Brazilian beef is also a diverse source of very important nutrients with its preparation relationship and consumption experience linked to the socioeconomic development of a given region. The objective of the present study was to develop the maturation processes of dry aging; collagen wrap; cellulose wrap and vacuum packed and evaluate its effects on the physical and chemical characteristics of Nelore meat, observing the use of wraps to preserve the dry maturation process in situations of 7 and 15 days of maturation in a cold chamber. Lipid oxidation analyzes were carried out using the TBARs method, chemical composition, water loss during the process, pH, color, liquid loss during cooking, softness and quantitative sampling for microbiology. There was a significant effect ($P < 0.05$) for the maturation analyses, with meats vacuum-aged for 7 days (loss of 1.39%) and 15 days (loss of 1.58%) obtaining the lowest averages and there being a difference between other treatments in relation to the number of days of conditioning only; lipid oxidation, in which the highest values were obtained by products from 15 days of maturation and there was no difference between the 'dry aged' treatments, f. collagen, f. cellulose and vacuum packaging; color pattern b* obtaining differentiation between the averages in relation to the number of days of packaging; cooking, the lowest averages were found for 15-day products, being vacuum 22.97%, dry aged 24.40%, collagen sheet 26.35%; mesophiles, fresh meat (4.57), vacuum 7d (4.38), and vacuum 15d (4.24) obtaining the highest averages; molds and yeasts. The study concluded that there was a need to identify all the determining factors for the possible choice of a wrapping material, with no difference between the conventional 'dry aged'

Keywords: beef meat, packaging, aging, quality and product.

1.Introdução

A carne bovina, fonte de nutrientes de alto valor biológico, possui fundamental importância na constituição da dieta de seres humanos em geral, podendo ter até mesmo o seu consumo ligado a indicador de desenvolvimento socioeconômico de países (PARDI et al., 2001).

A atribuição de qualidade da carne é regida por fatores ante mortem e todo seu histórico de criação e manejo; abate e todos seus procedimentos; *post mortem* e seus processos de transformação de músculo em carne. Todos esses fatores envolvem aspectos sanitários, de rendimento, organolépticos e nutricionais. A exponencial demanda pela qualidade e variabilidade dos produtos cárneos tem sido observada concomitantemente com a adaptação da cadeia produtiva à busca pela agregação de valor genético das raças, emprego de técnicas de bem-estar, cortes cárneos diferenciados, técnicas de beneficiamento do produto e locais especializados para comercialização (LEONELLI & OLIVEIRA, 2016).

O envelhecimento à seco ou dry aging é um processo de maturação tradicional que foi deixado de ser utilizado após o desenvolvimento de embalagens especializadas facilitadoras de logística e transporte como, por exemplo, embalagens a vácuo (REALINI & MARCOS, 2014). Devido a crescente procura atualmente por produtos diferenciados, por se tratar de um processo de maturação que adiciona características de maciez e sabores intrínsecos e complexos a carne, o “dry aged beef” vem sendo estudado pela comunidade científica, vendido em casas de carnes especializadas e até mesmo sendo produzido de forma artesanal por amantes de um bom churrasco.

O processo de oxidação dos alimentos cárneos entende-se por um fenômeno espontâneo de reatividade de moléculas não estabilizadas atômica e molecularmente com nutrientes abundantes na carne como os lipídios e as proteínas. Esse processo entende-se por uma cascata bioquímica espontânea em função de tempo e intensidade. A reação desencadeada do processo oxidativo pode gerar uma quantidade de monômeros tóxicos à saúde, entretanto quando bem controlada e dimensionada, pode auxiliar na formação de moléculas voláteis capazes de alterar a complexidade da experiência de consumo da carne bovina de uma forma positiva (DOMINGUEZ et al., 2019).

Tecnologias que auxiliam a adição de atributos sensoriais (aroma, sabor e

textura), na velocidade da atividade de maturação ou com funções probióticas e protetoras na carne por intermédio de envoltórios com funções específicas ou por meio da interação com microrganismos (bactérias ácido lácticas, fungos, bolores ou leveduras) demonstram a diversidade de produtos cárneos a serem desenvolvidos.

2. Justificativa

A técnica de maturação à seco ou “dry aging” vem sendo muito difundida entre os mercados varejistas da carne como, por exemplo, açougues, boutiques e restaurantes onde a matéria prima, ganha um diferencial na sua experiência de consumo e agrega valor monetário à *commodity*.

Entretanto vale ressaltar que a complexidade dos fatores envolvidos para obtenção do “dry aged beef”: o equilíbrio a relação entre micro clima, reação enzimática e atuação dos microrganismos na composição físico-química da carne, o desencadeamento da oxidação das estruturas lipídicas e protéicas para padronização e maior entendimento do que se obtém como produto final, são desafios a serem conquistados.

3. Objetivo Geral

Desenvolver os processos de maturação/envelhecimento a seco (“dry aging”) com diferentes tipos de envoltórios e avaliar seus efeitos sobre as características físico químicas e microbiológicas da carne bovina de nelore.

3.1 Objetivos Específicos

Avaliar da técnica de maturação a seco, ambientação e logística;

Maturar peças de carne bovina de nelore;

Observar o uso de envoltório para preservação do processo de maturação a seco;

Avaliar a folha de colágeno e folha de celulose como possíveis materiais a serem utilizados na maturação;

Avaliar qualidade dos produtos maturados em relação a maturação em embalagem a vácuo e a carne *in natura*;

Avaliar a perda de água e de massa após o toailete e quantificar a porcentagem de aproveitamento do material maturado;

Avaliar parâmetros de qualidade da carne como cor, pH e maciez;

Avaliar caracterização química e oxidação de produtos lipídicos e sua relação ao número de dias de maturação;

Coletar fauna microbiológica dos produtos maturados e identificar possíveis agentes patógenos;

Evidenciar a influência dos micro-organismos no processo de maturação.

4. Referencial Teórico

4.1 Produção e Consumo de Carne Bovina

O Brasil vem crescendo exponencialmente na bovinocultura de corte, o consumo per capita de carne bovina no Brasil varia ao longo do tempo e pode ser influenciado por diversos fatores, como economia, cultura, disponibilidade e preço da carne. Em média, o consumo de carne bovina por pessoa no Brasil segundo o anual Beef Report são 36,7 kg/ha/ano, em 2022 cerca de 42,31 milhões de animais foram abatidos, sendo 18% a representatividade de animais que passaram por sistema de confinamento para acabamento final de carcaça (ABIEC, 2023). Os padrões de alta produtividade e a oferta da proteína de origem animal bovina estão ligadas intimamente com a qualidade nutricional e de alto valor biológico como: vitaminas; minerais; aminoácidos essenciais; ômega 3 e 6; creatina; colesterol dentre outros nutrientes que desempenham papel intrínseco na nutrição humana, outro fator está ligado ao âmbito socioeconômico da população em determinada região (VALLE, 2000).

A indústria da carne busca cada vez mais capitalizar as novas tendências e exigências do consumidor, utilizando de novas tecnologias e pesquisas a fim de preservar o valor nutricional da matéria prima carnea, formas de armazenamento, tempo de prateleira, sanidade e proporcionar uma boa experiência de consumo. Atributos como cor, maciez, sabor (características organolépticas) e a “gourmetização” são cada vez mais procurados pelo consumidor agregando valor ao *commodity* carne (HENCHION et al., 2017).

4.2 Maturação

Dentre os fatores que influenciam as características organolépticas, a maturação é um processo físico-químico complexo que causa alterações naturais na carne, auxiliando na obtenção de resultados positivos no beneficiamento da matéria prima (FELÍCIO, 1997). Tal processo consiste em acondicionamento refrigerado de cortes cárneos por um determinado período envolvendo reações enzimáticas (JUDGE et al, 1989; PEREIRA, 2002). As enzimas responsáveis pela maciez da carne são as calpaínas que agem sob a degradação de proteínas miofibrilares e conseqüentemente promovem o amaciamento da carne (ANDRADE et al., 2010; PEREIRA, 2019.). Outro agente propulsor são os microrganismos ácido-láticos que utilizam de fontes de açúcares como substrato reduzindo o pH externo e hidrolisando proteínas (MACEDO et al, 2008). Existem fatores externos que podem influenciar este

processo como a raça e idade do animal, estado fisiológico, quantidade de gorduras subcutânea e intramuscular e manejo de abate (FELÍCIO, 1997).

Existem dois tipos de maturação: sanitária e comercial. A maturação sanitária tem como objetivo garantir as exigências profiláticas e de qualidade da carcaça para comercialização, tal processo envolve o *rigor mortis* e a transformação do músculo em carne por meio do glicogênio muscular (FELÍCIO e PFLAZER, 2018). A comercial se divide em duas técnicas de maturação: úmida e seca. Na úmida é utilizado um corte cárneo submetido a embalagem a vácuo para evitar contaminação de microrganismos patogênicos, sendo estocada em refrigeração controlada. Nesse caso, a anaerobiose promove ambiente favorável a bactérias ácido-láticas atuantes na desnaturação em feixes de fibras musculares (MACEDO et al., 2008; MONTEIRO e SHIMOKOMAKI, 2000). O procedimento de maturação a seco denominado “dry aging” consiste na estocagem de cortes cárneos sem embalagem sob situação de temperatura, umidade e ventilação controladas durante um período de descanso proporcionando uma situação ideal para cascata enzimática gradual e conseqüentemente a quebra de fibras musculares .

4.2.1 Maturação à seco

O produto da maturação à seco (“dry aging”) comercializado como “dry aged beef”, tem como parâmetros primários a serem considerados: dias de acondicionamento, temperatura de armazenamento, umidade relativa e fluxo de ar, tal conjunto torna-se responsável diretamente pelas notas de sabor, maciez, textura, prazo de validade, encolhimento do produto, deterioração microbiana e valor econômico agregado (SAVELL, 2008).

Os dias de maturação variam muito na prática, bem como na literatura científica. No Brasil, o mais comum são períodos de maturação de 30, 45 ou 60 dias. Autores relatam que a faixa de envelhecidos a seco entre 14 a 40 dias demonstra-se eficaz garantindo sabor intenso aveludado, maciez e textura (SAVELL, 2007). De acordo com Perry (2012) a faixa de dias de maturação ideal de cortes cárneos de animais da raça Angus e Wagyu devem ser estabelecidas entre 50 a 80 dias de estocagem, mantendo a suculência e realçando características de profundidade e complexidade do sabor. O número de dias de acondicionamento além de estar ligado ao controle ambiental da câmara fria também envolve a preferência de alguns consumidores seletivos que procuram por produtos que promovam uma nova experiência de sabor através da quantidade de dias de armazenamento (DASHDORJ, 2016).

No entanto, relatos descrevem que temperaturas elevadas promovem os processos enzimáticos envolvidos na maturação e envelhecimento da carne, sendo responsáveis pela concentração do sabor característico adquirido durante o envelhecimento, porém não sendo possível controlar o tempo de acondicionamento pela alta proliferação de bactérias, causando odor desagradável (SAVELL, 2008; DASHDORJ, 2016). O controle da temperatura torna-se imprescindível para a relação de reação enzimática de maturação versus número de dias de acondicionamento, na literatura entre 0 e 4 °C poderiam ser utilizados, sendo abaixo de 0°C passível de congelamento e da redução das reações catalíticas das fibras e acima de 4°C passível de alta proliferação microbológica em curto espaço de tempo (WARREN e KASTNER, 1992; AHNSTROM et al, 2006; SAVELL, 2008; PARRISH et al, 2016).

Outro fator importante para o envelhecimento a seco, é a umidade Relativa do Ar (UR), pois se muito alta pode causar crescimento de bactérias deteriorantes resultando em sabores estranhos na carne. Se muito baixa pode causar perda de peso por evaporação, dessa forma a carne fica rapidamente seca, deixando-a sem suculência, também ocorre diminuição da atividade de água desacelerando a ação dos microrganismos ácido-láticos no processo de maturação, recomendando-se UR entre 61% a 85% de forma controlada (SAVELL, 2008; DEGEER, 2009; DARSHRORJ, 2016).

A necessidade de um fluxo de ar contínuo que passe por todas as extremidades da câmara fria é importante para que o controle de temperatura e umidade estejam dentro dos padrões estabelecidos não podendo haver pontos cegos dentro da câmara fria, a ventilação contínua garante a secagem da carne durante a estocagem. Na literatura não são encontrados dados com relação a velocidade correta, apenas algumas recomendações (PERRY, 2011).

Durante os processos de envelhecimento, a hidrólise de componentes estruturais da carne, de alguns complexos lipídicos e a concentração dos sucos cárneos dado pelo processo de secagem formam moléculas menores capazes de agregar notas diferenciadas quando comparadas ao sabor suave da carne *in natura*. A reação dessas moléculas é descrita como gerando sabores amanteigados, sabor de nozes, aveludado, caramelizado, doce e umami (BRUCE et al, 2005; KHAN et al, 2016).

A perda de umidade pelo processo de secagem acondicionado resulta na formação de uma fina crosta protetora em volta do produto final maturado que é retirada durante a fabricação, nesta crosta são encontrados microrganismos como bactérias ácido-láticas, fungos dos gêneros *Thamnidium*, bolores e algumas leveduras. Alguns especialistas afirmam que o crescimento de fungos na crosta contribuem para os sabores únicos relacionados ao “dry aged” (CAPOUYA, 2020), além de produzirem enzimas colágeno líticas que ajudam a quebrar os tecidos conjuntivos da carne, deixando-a com textura mais macia (DASHDORJ, 2016).

Compostos que utilizam de microrganismos vivos ou latentes com o propósito de maturação e adição de características intrínsecas (sabor, aroma e aspecto físico) em produtos cárneos e lácteos, são denominadas culturas starters. Geralmente são utilizadas bactérias ácido-láticas e fungos adaptados ao meio, crescendo de forma rápida e eficiente, controlando o processo (VEDOVATTO et al., 2019).

4.3 Parâmetros de Cor

A coloração da proteína de origem animal é um dos atributos primordiais na hora da compra, o consumidor identifica os produtos associando a cor da carne ao frescor (tempo de prateleira), sabor, idade do animal e ao tipo de alimentação na terminação. Fatores como o pré abate, a oxigenação muscular e a alimentação terminada a pasto podem influir diretamente na pigmentação através das proteínas de mioglobina e gordura da carne, por meio de reações secundárias reativas, agentes oxidantes e ou concentração de carotenóides decorrentes de uma base alimentar extensiva. Colorações mais intensas ligadas ao vermelho estão diretamente correlacionadas a quantidade de mioglobina, uma proteína inerente ao músculo que carrega oxigênio, sua concentração varia de acordo com a espécie e a especialização do músculo (ANDRADE et al., 2010).

No entanto, com o envelhecimento ou maturação da carne, ocorrem reações bioquímicas naturais que podem alterar a cor da carne. Uma dessas reações é a conversão da

oximioglobina em metamioglobina, que tem uma cor mais acastanhada. Isso pode ocorrer durante o processo de maturação da carne, em que enzimas naturais começam a quebrar as proteínas musculares, alterando sua estrutura e propriedades (CAMERON, 2022). Vale ressaltar que em sua composição um íon de ferro reativo dependente de estímulos ambientais e físicos pode reagir ou não juntamente com o oxigênio tornando os padrões de cores mais escuros ou claros (ABRIL et al., 2001; NGUYEN et al., 2019).

4.4 Parâmetros de Maciez

A maciez é uma denominação sensorial para a impressão de força necessária utilizada no rompimento das fibras no momento de mastigação, juntamente com o sabor e a cocção obtemos a nota de textura do alimento em si (HENCHION et al., 2017).

Para obtenção de produtos cárneos de determinada maciez comercial se faz necessário o entendimento de toda a cadeia produtiva e industrial (do nascimento ao abate) para a expressão de determinados atributos contribuintes como: quantidade de tecido conjuntivo, integridade miofibrilar, comprimento de sarcômero, desnaturação proteica e quantidade de gordura intramuscular em relação aos processos bioquímicos complexos que ocorreram durante o processo de abate, maturação e envelhecimento onde ocorre a interação física com o meio para a transformação do músculo em carne (WARNER et al., 2022).

Processos como a glicólise, a liberação de cálcio, a ativação de enzimas proteolíticas e o estresse oxidativo ocorrem de forma espontânea e a velocidade e intensidade como acontecem, se dá pela quantidade de moléculas bioquímicas são desestabilizadas pela interação com o meio: pressão, temperatura e luminosidade (LUO et al., 2023).

4.5 Oxidação

A oxidação dos lipídios e proteínas é fenômeno espontâneo decorrente da desestabilização de moléculas no metabolismo, esse fenômeno de cascata bioquímica ocorre com maior intensidade em situação de *post mortem* do animal. O epílogo de uma reação em cadeia simultânea pode se dar por uma queda brusca no pH, calor, exposição à luz, a presença de pró oxidantes (íons metálicos de transição) e radicais livres (DOMINGUEZ et al., 2019).

Nos lipídios reações como cisão e polimerização de moléculas formadas por tri-, di- e monoglicerídeos; ácidos graxos livres; glicolipídios; fosfolipídios e esteróis tornam-se mais susceptíveis e dependentes de fatores como a estrutura lipídica e o seu número de

insaturações para ativação do processo em cadeia da rancidez oxidativa (OSAWA, 2005; SILVA et al., 1998) . Além da despolicimerização de moléculas lipídicas formando ácidos graxos há a formação de malonaldeído oriundo da decomposição de hidroperóxidos (DUMANDAN et al., 2023).

4.6 Envoltórios

O uso de envoltórios na maturação da carne desempenha um papel importante na segurança alimentar. Os envoltórios atuam como uma barreira física entre a carne e o ambiente externo, impedindo a contaminação por microorganismos, sujeira e outros contaminantes presentes no ar, na água ou em superfícies de contato. Também protegem a carne contra danos mecânicos durante o manuseio, transporte e armazenamento. Alguns envoltórios ajudam a manter a umidade da carne, evitando a perda excessiva de água retardando o crescimento microbiano e a oxidação lipídica, o que pode levar à desidratação e deterioração do produto (JIANG; RAMACHANDRAIAH; ZHAO, 2023).

A folha de colágeno, elemento importante em alguns processos de charcutaria, é frequentemente utilizada como uma forma de envolver a carne durante o processo de maturação ajudando a manter a forma da carne durante o processo de maturação, a manter a umidade, além de proteger a carne contra contaminação bacteriana e oxidação (PARDI, 2001).

A folha de celulose é uma opção popular para embalagens de alimentos devido às suas propriedades de barreira, que ajudam a manter os alimentos frescos por mais tempo contra o ar, umidade e odores externos, ajudando a preservar a qualidade da carne durante o armazenamento e maturação (EZATI; KHAN; RHIM, 2023). A celulose pode ser projetada para ser seletivamente permeável, permitindo que o ar e a umidade adequados alcancem a carne para um processo de maturação controlado (PARDI, 2001). Fatores como a resistência e biodegradabilidade e o fácil manuseio possibilitam a compatibilidade com os processos de cura e maturação ajudando a criar condições ideais para o desenvolvimento de sabor e textura (SUL; RHIM, 2023).

5. Materiais e Métodos

5.1 Preparação da carne e aplicação dos envoltórios;

O experimento foi conduzido no laboratório de nutrição (LNA) localizado na Fazenda Água Limpo (FAL) da Universidade de Brasília (UnB). A Fazenda está localizada na SMPW Quadra 17, Conjunto 1, Núcleo Rural Vargem Bonita, s/n - Núcleo Bandeirante, Brasília, Distrito Federal.

Para ensaio de maturação foram adquiridas 6 peças de contra filé bovino sem osso (*longissimus thoracis et lumborum*) pesando em média 4 kg cada, de fêmeas nelore, em média 36 meses finalizadas a pasto com cerca de 48 horas de abatidas, adquiridas em casa de carnes local situada em Brasília- Distrito Federal.

Cada contrafilé fora pesado e dividido em quatro porções de cerca de 1kg, alocadas nos quatro tratamentos de envelhecimento: 1-“dry aging” (envelhecimento à seco na *carne in natura*, sem envoltório); 2- envoltório folha de colágeno (folha de colágeno utilizada na maturação de embutidos); 3-envoltório folha de celulose (papel manteiga) e 4-embalagem á vácuo (material plástico “nylon” poli selado e embalado á vácuo).



Figura 1- Porção de cerca de 1kg que será submetido a algum dos tratamentos experimentais.



Figura 2-Preparação das amostras com os tratamentos para câmara fria.

Após a embalagem as matérias primas cárneas foram dispostas em câmara fria, modelo Nova Ética de 175 litros com controle de temperatura e ventilação contínua. Após uma limpeza e desinfecção prévia da câmara fria o material já embalado fora disposto em blocos (prateleiras), havendo em cada prateleira todos os tratamentos em posições pré configuradas para que cada tratamento ocupe uma posição (fundo, meio e porta) em cada uma das prateleiras a fim de mitigar as possíveis variações de temperatura e ventilação em determinadas posições de alojamento na câmara.



Figura 3- Câmara fria.



Figura 4- Disposição da matéria prima em blocos.

A temperatura da câmara foi estabelecida em 2°C e a inclusão de uma bandeja com lâmina de água no assoalho da câmara para auxiliar na manutenção da umidade relativa interna. Além disso, foi instalado um termo-higrômetro digital para acompanhamento da temperatura e umidade a fim de garantir oscilações de no máximo 0,8 °C a 2 °C e de 60% a 70% de umidade. Os tratamentos foram submetidos a dois períodos de maturação sendo uma porção retirada aos 7 dias e a outra aos 15 dias, em um total de 12 amostras por período (3 repetições por tratamento por período).

5.2 Retirada do produto maturado, mensurações e preparo das amostras

A retirada dos produtos maturados teve como protocolo a abertura das embalagens, pesagem e tabulação de dados de perda de massa (umidade) durante o processo de maturação.

Para isso, os produtos maturados passaram por um “toalete” para retirada de película dura formada após o processo e então foi fracionado em “steaks” de 3cm de espessura para posteriores análises de pH, cor, cocção e maciez avaliações que foram realizadas no LAMAL- UnB.

Para as análises de oxidação foram separados 120g, embalados a vácuo, congelados e analisados no dia seguinte à retirada da câmara de maturação. As análises microbiológicas utilizaram porções de 50g devidamente congeladas e cultivadas após 7 dias da retirada da câmara fria. Cerca de 50 gramas foram utilizadas para as análises de composição físico-química de umidade, matéria mineral, extrato etéreo e proteína.



Figura 5- Produto maturado a 7 dias.

5.3 Análises de pH, Cor, Cocção e Maciez

Os “steaks” foram dispostos em bancada devidamente identificados para análise em pHmetro de sonda em três pontos. As determinações de Luminosidade (L^*), Vermelho (a^*) e amarelo (b^*) foram observadas por um colorímetro de bancada marca Konica Minolta modelo CHROMA METER CR400- calibrada por um padrão branco em três pontos (triplicata) de observação por amostra.

Para as análises de perda por cocção (PPC) e maciez, as amostras foram , pesadas e identificadas em bandejas de alumínio e levadas ao forno com o uso de termopar de sonda para monitoramento de temperatura interna. Quando as amostras atingiram $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ internamente foram viradas e acompanhadas até atingirem a temperatura de 70°C para retirada do forno. Após o período de cocção as amostras foram pesadas novamente com o objetivo de avaliar a perda de líquidos pela cocção. As amostras pesadas foram transferidas para sacos plásticos identificados e mantidas em refrigeração por um período de 24 horas.

No dia seguinte, foram coletadas três amostras de cada repetição com o auxílio de tubo cilíndrico cortante no sentido das fibras musculares para aferição da força mecânica necessária de cisalhamento, em aparelho modelo Warner Bratzler, seguindo a metodologia descrita por Boleman et al, 1998.

5.4 Análise de Oxidação Lipídica

As análises foram realizadas em triplicata nas amostras moídas e homogeneizadas pela metodologia espectrofotométrica de TBARS (Thiobarbituric Acid Reactive Substances), segundo Vyncke (1970 e 1975) e Sørensen & Jørgensen (1996). As amostras passaram pelo espectrofotômetro em leitura de absorvância em 532 e 600nm. O método visa a leitura do malonaldeído principal composto da decomposição de hidroperóxidos atuantes na cascata oxidativa das moléculas de gordura.

5.5 Análise de Composição Química Nutricional

Foi realizada por meio da metodologia: Métodos físico-químicos para análise de alimentos segundo a Ed. IV do livro de análises físico químicas de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2008), as análises das amostras foram feitas em triplicata da *carne in natura* para Matéria Seca, Matéria Mineral, Extrato etéreo e Proteína Bruta.

5.6 Análise Microbiológica

As análises ocorreram conforme o manual de Métodos de Análise Microbiológica para Alimentos, do Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária (1991/1992), e os padrões são os estabelecidos pela IN no. 51/2002. Preparo e diluições das amostras para contagem padrão de unidades formadoras de colônias (UFC) para aeróbios mesófilos, bolores e leveduras em placas a partir do preparo prévio do Ágar e realizando a incubação $36 \pm 1^\circ\text{C}$ por 48 horas. Para contagem, escolhe-se as diluições que apresentaram de 25 a 250 colônias, multiplicando a média do número de colônias contadas pelo fator de diluição correspondente, expressando o número de unidades formadoras de colônias para aeróbios mesófilos, bolores e leveduras (UFC) por mL.

5.7 Análise prévia de composição química nutricional da carne *in natura*

Na tabela 1 seguem expressos os valores médios com desvio padrão de nutrientes contidos na carne de contra filé bovina que será submetida a diferentes situações de acondicionamento e envelhecimento: a seco (dry aging); envoltório de colágeno; envoltório de celulose; embalado a vácuo nos períodos 0, 7 e 15 dias.

Tabela 1 - Médias com desvio padrão da análise bromatológica de carne bovina

	UMIDADE (%)	MATÉRIA SECA (%)	MATÉRIA MINERAL (%)	EXTRATO ETÉREO (%)	PROTEÍNA BRUTA na MS (%)
MÉDIA	71,45 ± 2,67	28,54 ± 2,67	0,81 ± 0,41	6,92 ± 6,10	65,74 ± 10,53
CV	3,74	9,37	50,98	88,19	16,02

Os resultados são semelhantes aos encontrados na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO)

5.8 Análise Estatística

O delineamento experimental foi em esquema fatorial casualizado, com 4 tratamentos “dry aging” (envelhecimento à seco na carne *in natura*, sem envoltório); envoltório folha de colágeno (folha de colágeno utilizada na maturação de embutidos); envoltório folha de celulose (papel manteiga) e embalagem á vácuo (material plástico “nylon” poli selado e embalado à vácuo) e 3 tempos de armazenamento (0, 7 e 15) com 3 repetições para ambas as amostras de carne. Os valores de TBARS, cor (L^* , a^* e b^*), perda por cocção, maciez, pH, contagem de aeróbios mesófilos e contagem de bolores e leveduras são expressos como média ± EPM (n = 3) e analisados por ANOVA, e diferenças significativas de médias foram comparadas pelo Teste Scott-Knott (1974) em NMS 0,05.

6. Resultados e Discussão

6.1 Maturação e Perda de Água

As carnes maturadas a vácuo de 7 (perda de 1,39 %) e 15 dias (perda de 1,58 %) obtiveram as médias mais baixas, demonstrando assim a capacidade de retenção dos líquidos cárneos durante o acondicionamento. Tal resultado não pode ser alcançado pelos tratamentos dry aged de 7 (perda de 17,67 %) e 15 dias (perda de 24,99 %) que alcançaram as médias mais altas quando comparamos o fator número de dias de acondicionamento. Não houve diferença estatística quando comparamos dry aged 17,67%); folha de colágeno (16,58 %); folha de celulose (15,56%) de 7 dias e dry aged (24,99%); folha de colágeno (24,76%); folha de celulose (23,40%) de 15 dias de maturação. Havendo somente diferença em função do número de dias de acondicionamento para os dois dias de maturação.

Tabela 2 - Médias (em %, com desvio padrão) da perda de massa (umidade) amostras de contra filé bovino durante a maturação.

TRATAMENTOS	PERDA DE MASSA (%)	
	7 DIAS	15 DIAS
DRY AGED	17,673 ± 3,678 b	24,990 ± 10,995 a
FOLHA COLÁGENO	16,586 ± 2,591 b	24,760 ± 10,765 a
FOLHA DE CELULOSE	15,566 ± 1,571 b	23,403 ± 10,408 a
À VÁCUO	1,396 ± 12,599 c	1,583 ± 12,412 c
MÉDIA	13,995	
CV %	13,82	

*Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo Teste Scott-Knott (1974) em NMS 0,05.

Analisando os dados podemos observar que o fator número de dias de acondicionamento sofre influência secundária do envoltório utilizado na maturação. A razão de material e permeabilidade utilizado nos tratamentos apesar de não possuir diferença estatística entre os produtos maturados de dry aged; folha de colágeno; folha de celulose, pode ser observada apresentando uma ordem decrescente de médias para perda de massa durante o processo.

Os levantamentos de perda de massa durante o processo de maturação indicam necessidade de um estudo mais abrangente da estrutura da folha de colágeno e de celulose para permeabilidade e capacidade de retenção de água. Em função do tempo um número maior de dias se faz necessário para análise de um possível candidato a ponto máximo da perda de umidade em relação a número de dias de acondicionamento da carne bovina de nelore para dry aged, maturação com folha de colágeno e maturação com folha de celulose.

A utilização de envoltórios artificiais flexíveis é muito aplicada para produtos cárneos embutidos, curados ou *in natura* obedecendo características definidas de neutralidade, proteção física, estabilidade e permeabilidade de acordo com sua finalidade, sendo estes em sua grande maioria de origem animal ou vegetal constituídos de colágeno e celulose por meio de beneficiamento industrial (PARDI et al., 2001). Durante o processo de toaleta que ocorreu nos tratamentos de “dry aged”; folha de colágeno; folha de celulose notou-se a importância de um profissional capacitado para a retirada equilibrada da crosta formada durante o processo, para que o produto final ganhe um apelo vistoso ao consumidor. O produto maturado com folha de celulose apresentou uma particularidade pois a folha aderiu a crosta, enquanto a folha de colágeno apresentou fácil retirada. Valores similares foram descritos por Neto et al (2013) em experimento que avaliou parâmetros de qualidade do contra filé de nelores jovens que sob avaliação das condições de maturação de 7 e 14 dias da carne embalada à vácuo.

Durante o processo de maturação a vácuo (1,39 e 1,58 de perda de massa aos sete e quinze dias respectivamente), pode ocorrer uma perda mínima de água devido à redução da pressão atmosférica. Quando o vácuo é aplicado, a pressão dentro do recipiente é reduzida, o que pode causar a evaporação da água contida nos alimentos. Isso é especialmente relevante em processos de maturação a vácuo de alimentos como carne, que podem liberar água durante o amaciamento e o envelhecimento (RIBEIRO et al., 2024).

6.2 Potencial Hidrogeniônico da Carne

Para a carne *in natura* e os produtos maturados não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P>0,05$) (Tabela 3). Esses valores encontrados foram semelhantes aos encontrados por PATINHO et al., (2024) ao avaliar as características sensoriais da carne de contra filé bovina de nelore pH 5,6 a 5,8 e a sua aceitabilidade ao consumidor e correlações com dias de envelhecimento.

Tabela 3 - Médias com desvio padrão da aferição de pH dos respectivos processos de maturação:

TRATAMENTO	pH	
	7 DIAS	15 DIAS
<i>IN NATURA</i>	5,65 ± 0,1 a	
DRY AGED	5,85 ± 0,1 a	5,84 ± 0,09 a
FOLHA COLÁGENO	5,86 ± 0,1 a	5,94 ± 0,19 a
FOLHA DE CELULOSE	5,84 ± 0,09 a	5,94 ± 0,19 a
A VÁCUO	5,80 ± 0,05 a	5,11 ± 0,64 a
MÉDIA	5,75	
CV %	5,64	

*Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo Teste Scott-Knott (1974) em NMS 0,05.

Wu et al., (2014) ressalta a importante relação do pH final com a maciez da carne e a polimerização das proteínas estruturais durante o processo de maturação elencando como elementos decisivos para comportamento tempo de exposição e intensidade climática do ambiente a composição bioquímica presentes na carne e o controle da temperatura de refrigeração. O estudo classificou os valores de 5,80-6,19 como valores intermediários e os

correlacionou com uma menor maciez entre pH mais baixos ou elevados onde ocorrem situações de degradação rápida das proteínas estruturais.

6.3 COR

Para as leituras de luminosidade (L^*) expressos na Tabela 4 não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P>0,05$), assim como no pH (agente impactante na cor) que manteve um padrão intermediário de valores e não se diferenciou estatisticamente entre os tratamentos. Os valores L^* estão associados a capacidade de retenção de luz, em situação de pH baixo o L^* também sofre interferência devido a uma turgidez de água na mioglobina formando correlação negativa com a translucidez, tornando a proteína de origem animal um pouco mais escura (PATINHO et al., 2023).

A leitura de vermelho estabelecida pelo padrão a^* (tabela 4) também não obteve diferenciação estatística entre os tratamentos e nem um padrão de alteração em função do número de dias fora evidenciado, muito provavelmente pela similaridade do material em quantidade de mioglobina, pH e temperatura na câmara fria.

Na tabela 4 encontram se os valores expressos das aferições do padrão b^* de colorimetria demonstraram resultados significativos ($P<0,05$), quando comparados com a carne in natura (16,56) com a maior média, seguidos dos produtos cárneos maturados por 15 dias e os produtos maturados por 7 dias com as menores médias. Tal diferença pode ter sido ocasionado por alguma manifestação oxidativa alterando a gama de cores a procura de estabilidade bioquímica.

Tabela 4 - Médias com desvio padrão da aferição de colorimetria L*; a*; b*

TRATAMENTO			L*	a*	b*	
<i>IN NATURA</i>	36,02 ± 0,36 a		17,02 ± 4,29 a		19,56 ± 9.61 a	
	7 DIAS			15 DIAS		
DRY AGED	37,05 ± 0,67 a	20,29 ± 0,02 a	7,00 ± 2,95 c	38,01 ± 1,63 a	21,08 ± 0,77 a	10,72 ± 0,77 b
F. COLÁGENO	35,80 ± 0,58 a	21,57 ± 1,26 a	6,27 ± 3,68 c	38,41 ± 2,03 a	20,80 ± 0,29 a	10,75 ± 0,8 b
F. CELULOSE	33,53 ± 2,85 a	19,65 ± 0,66 a	7,00 ± 2,95 c	33,98 ± 2,4 a	19,04 ± 1,27 a	9,45 ± 0,5 b
À VÁCUO	36,08 ± 0,3 a	21,52 ± 1,21 a	6,87 ± 3,08 c	38,53 ± 2,15 a	21,85 ± 1,54 a	11,99 ± 2,04 b
MÉDIA	(L*) 36,38		(a*) 20,31		(b*) 9,95	
CV %	7,64		10,61		14,61	

*Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo Teste Scott-Knott (1974) em NMS 0,05.

Os parâmetros visuais da carne bovina tem como característica primordial a cor avermelhada (cereja), brilho e intensidades que são fundamentados a partir da quantidade de mioglobina, interações do grupo heme com o oxigênio tornando-se ou não reativo, pH e glicólise. O uso da leitura colorimétrica auxilia no entendimento das reações bioquímicas e interações da carne com o meio físico de envelhecimento, sendo os valores de L* para luminosidade, a* para verde-vermelho e b* para azul-amarelo (PARDI et al., 2001; SUMAN et al., 2023).



Figura 6- Interior de produto maturado na folha de colágeno

AZEVEDO et al. (2021) relaciona em seu trabalho a relação de descoloração com a estabilidade lipídica da carne de contra filé bovina de nelore maturada, havendo uma correlação direta da descoloração com a estabilidade bioquímica da carne que em uma situação de 42 dias de maturação submetida umidades relativas de 60 a 70% poderiam reduzir a vida de prateleira dos produtos cárneos no mercado de varejo.

6.4 Oxidação Lipídica

Tabela 5-Resultados médios com desvio padrão dos valores de oxidação lipídica da carne de contra filé bovina in natura e submetida aos processos de maturação em 7 e 15 dias.

TRATAMENTO	TBARS ($\mu\text{mol MDA/kg}$ de carne)	
<i>IN NATURA</i>	1,21 \pm 1,74 b	
	7 DIAS	15 DIAS
DRY AGED 7 D	2,08 \pm 0,87 b	4,89 \pm 1,94 a
FOLHA COLÁGENO 7 D	1,52 \pm 1,43 b	4,89 \pm 1,94 a
FOLHA DE CELULOSE 7 D	2,09 \pm 0,86 b	4,11 \pm 1,16 a
A VÁCUO 7 D	1,30 \pm 1,65 b	4,14 \pm 1,19 a
MÉDIA	2,95	
CV %	21,93	

*Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo Teste Scott-Knott (1974) em NMS 0,05.

Avaliando os efeitos dos produtos, a carne maturada com a folha de colágeno durante 15 dias obteve a maior média 5,18 $\mu\text{mol MDA/kg}$, no entanto vale ressaltar que não houve diferença estatística quando comparamos os produtos dry aged (4,89), folha de colágeno (5,18), folha de celulose (4,11) e a vácuo (4,14) de 15 dias de maturação. Esses resultados tão proximais nos envelhecidos a 15 dias quando comparados a maturação a vácuo, podem ser correlacionados possivelmente com a temperatura submetida, retardando a cascata de atividade oxidativa.

Entre os produtos da maturação de 7 dias não houve diferença significativa com valores expressos para dry aged (2,08), folha de colágeno (1,52). folha de celulose (2,09) e vácuo (1,30).

A oxidação lipídica é um processo espontâneo que possui efeitos deletérios quando desencadeada, entretanto com entendimento das estruturas bioquímicas, interações físico químicas e controle de ambiente se faz possível a formação de novos arranjos bioquímicos capazes de desenvolver sabores e odores singulares ao paladar do consumidor (DOMINGUEZ et al., 2019).

Analisando os dados que compõem a Tabela 5 podemos observar não haver diferenças significativas entre os envoltórios utilizados para os processos, e sim uma relação de temperatura e tempo de envelhecimento para observação do processo decomposição de hidroperóxidos e formação de radicais livres. Os valores diferem ligeiramente do que foi encontrado por Bernardo et al. (2020), em situação na qual foram avaliada peças de contra filé de touros nelore com e sem osso em 21 dias de maturação a seco com 50% umidade sendo 1,9 e 2 mg de MDA por kg, tais dados nos fazem refletir no potencial da camada subcutânea de gordura no processo de maturação.

6.5 Cocção e Cisalhamento

Para perda de líquidos durante o processo de cocção as maiores médias alcançadas foram para o envelhecimento a vácuo e folha de celulose de 7 dias de maturação 66,52 e 61,32 % de perda de massa respectivamente. O dry aged e folha de colágeno de 7 dias obtiveram médias de 44,37 e 54,10 %, demonstrando as menores perdas aos 7 dias de maturação. Aos produtos maturados de 15 dias de envelhecimento não houve diferença significativa de perda entre eles, as menores médias foram encontradas para os produtos de 15 dias sendo a vácuo 22,97%, dry aged 24,40%, folha de colágeno 26,35% e folha de celulose 26,35 % em ordem crescente de perda.

Tabela 6-Resultados médios com desvio padrão dos valores para perda de massa durante o processo de cozimento.

TRATAMENTO	COCCÃO perda de massa (%)	
<i>IN NATURA</i>	20,74 ± 17,81 c	
	7 DIAS	15 DIAS
DRY AGED	44,37 ± 5,82 b	24,40 ± 14,15 c
FOLHA COLÁGENO	54,10 ± 15,55 b	26,16 ± 12,39 c
FOLHA DE CELULOSE	61,32 ± 22,77 a	26,35 ± 12,2 c
À VÁCUO	66,52 ± 27,97 a	22,97 ± 15,58 c
MÉDIA	38,55	
CV %	17,47	

*Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo Teste Scott-Knott (1974) em NMS 0,05.

Durante o processo de cocção do período de 15 dias fora evidenciado pela equipe presente um cheiro intenso de gordura após o processo térmico do produto maturado podendo ser associado a algum tipo de translocação da gordura, o líquido obtido após a

cozção continha diversas gotículas de gordura presente de coloração leitosa, Pardi et al., (2001) descreve o fenômeno como mais comumente acontecendo no músculo *longissimus dorsi* devido a sua quantidade de colágeno e especificidades que degradam e reagem com a gordura durante o processo térmico. Outro fator interessante a ser dimensionado é a relação do perfil lipídico da gordura e sua relação de ácidos graxos insaturados e ao tipo do colágeno degradado (fator dependente de idade e estado fisiológico do animal).



Figura 7- Líquido pós cocção e gotículas de gordura.

Tabela 7-Resultados médios com desvio padrão dos valores para maciez através da força de cisalhamento.

Para a carne in natura e os produtos maturados não houve diferença significativa entre os tratamentos tanto para tipo de maturação quanto para número de dias de acondicionamento ($P>0,05$) (Tabela 7).

TRATAMENTO	Força de Cisalhamento (Kgf)	
	7 DIAS	15 DIAS
<i>IN NATURA</i>	6,15 ± 2,31 a	
DRY AGED	4,17 ± 0,33 a	3,84 ± 0 a
FOLHA COLÁGENO	3,12 ± 0,72 a	3,18 ± 0,66 a
FOLHA DE CELULOSE	3,77 ± 0,07 a	3,51 ± 0,33 a
A VÁCUO	2,41 ± 1,43 a	4,45 ± 0,61 a
MÉDIA	3.84	
CV %	28,39	

*Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo Teste Scott-Knott (1974) em NMS 0,05.

BOLEMAN et al. (1998) indica valores de 2,3 a 3,6 como uma carne muito macia, de 4,1 a 5,4 moderadamente macia e 5,9 a 7,2 como pouco macia. Tais possíveis efeitos podem ser associados pelo fato de que cada peça carnea de 4kg de *longissimus thoracis et lumborum* fora submetida aos 4 tratamentos de forma uniforme e o conjunto de controles ambientais ajustado (temperatura, umidade e ventilação) as diversas posições da câmara (porta, meio e fundo), levando nos a considerar que qualidade das estruturas bioquímicas do animal e controle da atividade reativas por meio expresso no pH são os denominadores de impressão de maciez na carne (PARDI et al., 2001; Wu et al., 2014; SUMAN et al., 2023; LUO et al., 2023). Observando o comparativo de médias ainda podemos observar que mesmo não havendo diferença estatística, a carne in natura obteve a maior média 6,15 KgF em

relação aos processos maturados aqui descritos, o singelo comparativo após o teste de maciez revela a minuciosidade do conjunto de processos para a realização de técnicas de maturação. Bernardo et al (2020) em experimento de maturação a seco da carne de touros nelores por 21 dias, obteve perdas de 16,66% para o produto sem osso, 16,46% para produto com cobertura de gordura uniforme e 14,23% sem cobertura de gordura subcutânea, demonstrando valores médios inferiores de perda de massa após o processo de cocção. Tal possível fato se dá pela influência direta e proporcional da perda de água durante a quantidade dias de maturação ao qual o produto será submetido.

6.6 Microbiologia

Para o ensaio de cultivo e contagem amostral de aeróbios mesófilos após o processo de maturação foi verificada diferença estatística entre os tratamentos com o destaque para a carne *in natura* (4,57), “dry aged” 7d (3,93), folha de colágeno 7d (3,69), à vácuo 7d (4,38), folha de celulose (3,74) e à vácuo 15d (4,24) em relação a média geral 3,64. A ANVISA, em instrução normativa N°... de dezembro de 2019, estipulou um limite médio amostral de 1.000.000 de Unidade Formadora de Colônias por grama de amostra como passivo de riscos à saúde humana, não havendo alcançado o limite médio em nenhum dos tratamentos.

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) no resultados de contagem de bolores e leveduras, como uma diferenciação entre as médias apenas entre a carne *in natura* em relação aos demais tratamentos, não podendo ter sido evidenciado alguma alteração na quantidade unidades formadoras de colônias em relação ao tempo de maturação exposto.

Tabela 8-Resultados médios com desvio padrão dos valores para aeróbios mesófilos contagem em Log

TRATAMENTO	Mesófilos (C, UFC em Log*)		Bolores e Leveduras (C. UFC em Log*)	
<i>IN NATURA</i>	4,57 ± 0,93 a		4.92 ± 1,3 a	
	7 DIAS		15 DIAS	
DRY AGED	3,93 ± 0,29 b	3.43 ± 0,19 b	2,46 ± 1,18 d	3.33 ± 0,29 b
FOLHA COLÁGENO	3,69 ± 0,05 b	3.10 ± 0,52 b	2,49 ± 1,15 d	4.00 ± 0,38 b
FOLHA DE CELULOSE	3,25 ± 0,39 c	3.43 ± 0,19 b	3,74 ± 0,1 b	3.69 ± 0,07 b
A VÁCUO	4,38 ± 0,74 a	3.33 ± 0,29 b	4,24 ± 0,6 a	3.39 ± 0,23 b
MÉDIA	(AM)3,64		(BL)3.62	
CV %	6,24		12,21	

*Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem entre si pelo Teste Scott-Knott (1974) em NMS 0,05. AM= Aeróbios mesófilos BL= Bolores e Leveduras.

Os bolores têm ação superficial e aeróbica, delimitando a sua propagação a necessidade de micélios e esporos dependentes de condições microclimáticas ótimas para replicação (temperatura, umidade e ventilação). Alguns gêneros podem acabar adicionando pigmentações diferentes ao normal da carne (manchas escura ou brancas) com um certo tipo de viscosidade na superfície alterada, muito similar do que observamos a película escura formada nos produtos de maturação dry aged (PARDI et al., 2001). Apesar de a sua presença

estar associada a putrefação e a formação de compostos deletérios, em uma quantidade controlada são capazes de se beneficiar das grandes moléculas de gordura causando uma dissociação benéfica para formação de composto voláteis interessantes a formação de cheiros e sabores mais complexos (BERNARDO et al., 2021).

As leveduras são microrganismos muitas vezes observados em momento de deterioração de alimentos, atuam em grande parte em lipólise na superfície das carnes formando película viscosa alterando as características estéticas do produto, em algumas situações na alta no crescimento das leveduras há possibilidade de queda do pH por interações químicas dos composto, entretanto não há participação ativa delas na formação de produtos tóxicos a alimentação (PARDI et al., 2001).

Segundo Cheng et al. (2023), o controle dos substratos e temperatura em primeiro momento com obtenção de pH ligeiramente ácido, pode favorecer bactérias ácido lácticas e desfavorecer potenciais microrganismos patogênicos administrando a ‘micro fauna’, dando sequência a formação de bolores e leveduras e favorecendo o processo controlado de deterioração expondo micro componentes, os ácidos graxos e aminoácidos livres.

As bactérias do grupo mesófilos representam um enorme grupo de microrganismos que apresentam em sua maioria temperatura ideal de proliferação de 20 a 45°C, se adaptam a diversos ambientes podendo estar presente em situações de processamento dos produtos cárneos, passível de ser tornar agente contaminante, a quantificação desses micro organismos pode ser utilizada como indicativo das boas práticas de higiene durante o manuseio em estabelecimentos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019).

7.Conclusão

Os materiais folha de colágeno e folha de celulose apresentaram comportamentos específicos ao decorrer das análises mas não obteve diferenças do ‘dry aged’ convencional, podendo ser utilizados em câmaras frias que não possuem reguladores automatizados para temperatura, umidade e ventilação. Mais estudos devem ser realizados para entendimento da interação dos envoltórios de colágeno e folha de celulose para alguma caracterização vantajosa no processo de maturação com relação a permeabilidade (oxigenação), capacidade de retenção de líquidos durante a maturação, oxidação e interação microbiológica com a superfície da carne submetida a maturação.

8.Referências Bibliográficas

-ABIEC, Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes.**Beef Report 2023.**<https://www.abiec.com.br/wp-content/uploads/Final-Beef-Report-2023-Cap02.pdf>

-Abril, M.; Campo, M. M.; Önenç, A.; Sañudo, C.; Albertí, P.; Negueruela, A. I. 2001. **Beef Colour evolution as a function of ultimate pH.** *Meat Science*, 58:69-78.ISSN 0309-1740, [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00133-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00133-9).

-AHNSTRÖM, M. L; SEYFERT, M; HUNT, M. C; JONHSON, D. E. **Dry aging of beef in a bag highly permeable to water vapour.** *Meat science* , Upsalla, v. 73, n. 4, p. 674-679, 27 ago. 2006. DOI <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.03.006>. Disponível em: (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174006000854>).

-Andrade, P. L.; Bressan, M. C.; Gama, L. T.; Gonçalves, T. M.; Ladeira, M. M.; Ramos, E. M. 2010. **Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39:(8)1791-1800.

-AZEVEDO, F.A.; LAU, S.K.; PFLANZER, S.B.; SUBBIAH, J.; CALKINS, C.R. **Color and lipid stability of dry aged beef during retail display.** *Meat Science*, [S. l.], v. 171, p. 5, 1 jan. 2021.

-BERNARDO, A. P. S.; FERREIRA, F. M. S.; DA SILVA, A. C. M.; PRESTES, F. S.; FRANCISCO, V. C.; NASSU, R. T.; DO NASCIMENTO, M. S.; PFLANZER, S. B. **Dry-aged and wet-aged beef: effects of aging time and temperature on microbiological profile, physicochemical characteristics, volatile compound profile and weight loss of meat from Nelore cattle (Bos indicus).** *Animal Production Science*, [S. l.], v. 61, p. 13, 18 maio 2021.

-BERNARDO, A. P. S.; RIBEIRO, F.A; CALKINS, C.R; PLANZER, S.B. **Bone and Subcutaneous Fat Influence on Yield, Physicochemical Traits, and Color Stability of**

Dry-Aged Loin From Grass-Fed Nellore Bulls. Meat and Muscle Biology, [S. l.], p. 1-8, 20 abr. 2020.

-BOLEMAN. S.L., National Beef Quality Audit- 1995: **Survey of producer related defect and carcass quality and quality attributes. Journal of Animal Science** v76, p96. 96-103.1998

-Bruce, H.L; Beilken. S.L; Leppard. P. **Variation in Flavor and Textural Descriptions of Cooked Steaks from Bovine m. longissimus thoracis et lumborum from Different Production and Aging Regimes.**J.Food Sei.70,S309-S316.]
[<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.2005.tb07208.x>].

-CAPOUYA, R. D.; MITCHELL, T.; CLARK, D. I.; CLARK, D. L.; BASS, P. D. A **Survey of Microbial Communities on Dry-Aged Beef in Commercial Meat Processing Facilities. Meat and Muscle Biology**, 2020, v. 4.

-CAMERON, J.; MCGILCHRIST, P. **Ageing as a method to increase bloom depth and improve retail colour in beef graded AUS-MEAT colour 4. Meat Science**, [S. l.], v. 183, p. 1-10, 2 jan. 2022.

-CHENG, Y.; YIN, X.; XU, L.; XIE, Y.; GUO, Y.; YAO, W.; QIAN, H. **Correlation analysis on the quality indicators of intensified dry-aged beef and microbial succession during fermentation. Food Bioscience**, [S. l.], v. 56, p. 1-9, 4 dez. 2023.

-DASHDORJ, D., TRIPATHI, V.K., CHO, S. et al. **Dry aging of beef; Review. Food Science & Technology**, v. 58, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40781-016-0101-9>.

-DEGEER, S. L.; HUNT M. C.; BRATCHER, C. L; CROZIER-DODSON, B; AJOHNSON, DE.; STIKA, J. F. **Effects of dry aging of bone-in and boneless strip loins using two aging processes for two aging times. Meat Sci.** v. 83, 2009. DOI 10.1016/j.meatsci.2009.08.017.

- Domínguez R, Pateiro M, Gagaoua M, Barba FJ, Zhang W, Lorenzo JM. **Uma revisão abrangente sobre a oxidação lipídica em carne e produtos cárneos. Antioxidantes.** 2019; 8(10):429. <https://doi.org/10.3390/antiox8100429>.
- EZATI, P.; KHAN, A.; RHIM, J. **Cellulose nanofiber-based pH indicator integrated with resazurin-modified carbon dots for real-time monitoring of food freshness. Food Bioscience** , [S. l.], p. 1-10, 23 fev. 2023.
- FELÍCIO, P.E. **Fatores ante e post mortem que influenciam na qualidade da carne bovina. In: Produção do Novilho de Corte.** A.M. Peixoto, J.C. Moura & amp; V.P. Faria Eds.P.79-97. FEALQ, Piracicaba, 1997.
- FELÍCIO, P. E. de; PFLANZER, S.B. **Maturação da carne bovina. Revista Bovinos (Associação Brasileira do Tabanel, Campo Grande, MS)**, v.12, maio de 2018, p.42-48.
- HENCHION, M. M.; MCCARTHY, M. & RESCONI, V. C. **Beef quality attributes: A systematic review of consumer perspectives. Meat Science**, v. 128, 2017. DOI 10.1016/j.meatsci.2017.01.006.
- Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos** IV. São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**, p. 1020, Ed. 1a, 2008.
- JIANG, G.; RAMACHANDRAIAH, K.; ZHAO, C. **Advances in the development and applications of nanofibers in meat products. Food Hydrocolloids**, [S. l.], v. 146, p. 1-15, 23 abr. 2023.
- JUDGE et al. **Principles of Meat Science. Principles of Meat Science.** Dubuque: Kendall/Hunt, p.351, 1989.
- Khan, M. I.; Jung, S.; Nam, K. C.; Jo, C. (2016). **Postmortem Aging of Beef with a Special Reference to the Dry Aging. Korean journal for food science of animal resources**, 36(2), 159–169. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.2.159>.

-LEONELLI, F. C. V.; DE OLIVEIRA, I. R. C. **Percepção dos consumidores sobre os açougues gourmet: um estudo multicaso. Organizações Rurais & Agroindustriais**, UFLA- Minas Gerais, v. 18, 2016.

-LUO, Xiuzhi; XIONG, Lijian; GAO, Xin; HOU,, Yuxin; HE, Meng; TANG, Xiuying. **Determination of beef tenderness based on airflow pressure combined with structural light three-dimensional (3D) vision technology. Meat Science**, [S. l.], v. 202, p. 109206, 1 ago. 2023. ISSN 0309-1740, <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109206>.

-MACEDO, R. E. F de; PFLANZER JR., S. B; TERRA, N. N. and FREITAS, R. J **S. Desenvolvimento de embutido fermentado por Lactobacillus probióticos: características de qualidade. Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 28, 2008. DOI 10.1590/S0101-20612008000300002.

-MINISTERIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Nº 249 - DOU - 26/12/19 - Seção 1 - p.133. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 60, DE 23 DE DEZEMBRO DE 201**: Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos., Brasilia-DF: Diario Oficial, p. 133, 23 dez. 2019.

-MIYAGUSKU, L.; THOMAZINI, M.; KUAYE, Y. A.; CASTILLO, J. C. C. **Avaliação do valor de TBARS em coxas de frangos irradiadas. Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 66, n. 1, p. 1-49, 30 abr. 2007.

-Monteiro. E. M; Shimokomaki, M. **Inter-relação da estrutura muscular e textura da carne. /1. Tecnologia da carne. I. Shimokomaki, M. 11. Título. 111 Série. 35p. - Bagé: Embrapa Pecuária Sul , 2000.**

-NETO, M.P; BERAQUET, N.J; CARDOSO, S. **Effects of chilling methods and hot-boning on quality parameters of M. longissimus lumborum from Bos indicus Nelore steer. Meat Science**, [S. l.], v. 93, p. 201-206, 2 fev. 2013.

-NGUYEN, Thien; SUNGCHUL, Kim; KIM, Jae Gwan. **Diffuse reflectance spectroscopy to quantify the met-myoglobin proportion and meat oxygenation inside of pork and beef. Food Chemistry**, [S. l.], v. 275, p. 369-376, 1 mar. 2019. ISSN 0308-8146,

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.121>.

-OSAWA, C. C.; FELÍCIO, E. P.; GONÇALVES, G. A. L. **TESTE DE TBA APLICADO A CARNES E DERIVADOS: MÉTODOS TRADICIONAIS, MODIFICADOS E ALTERNATIVOS**. *Química Nova*, Campinas, v. 28, n. 4, p. 655-663, 28 fev. 2019.

-PARDI, M. C; DOS SANTOS, I. F; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. CIÊNCIA, HIGIENE E TECNOLOGIA DA CARNE: **Tecnologia da carne e subprodutos: processamento tecnológico**. 2. ed. rev. e aum. Goiânia: Ufg, 2001. 623 p. v. I. ISBN 85-7274-171-2.

-PARDI, M. C; DOS SANTOS, I. F; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. CIÊNCIA, HIGIENE E TECNOLOGIA DA CARNE: **Tecnologia da carne e subprodutos: processamento tecnológico**. 2. ed. rev. e aum. Goiânia: Ufg, 2001. p1455. v. II. ISBN 85-7274-171-2.

-PARRISH, F.C; BOLES, J.A; RUST, R.E; OLSON, D.G. **Dry and Wet Aging Effects on Palatability Attributes of Beef Loin and Rib Steaks from Three Quality Grades**. *Journal of Food Science*, (1991), 56: 601-603. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1991.tb05338.x>.

-PEREIRA, A . **Qualidade da Carne de Bovinos Nelore (Bos taurus indicus) Suplementados com Vitamina E**. Pirassununga, 2002. 86p Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2002. doi:10.11606/D.74.2002.tde-08032004-113334.

-PERRY, N. **Dry aging beef**. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, Sydney, v. 1, n. 1, p. 78-80, 1 ago. 2011. DOI <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2011.11.005>. Disponível em: (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878450X11000060>). Acesso em: 20 fev. 2021.

-PATINHO, I; CAVALCANTE, Cecylyana Leite; SALDAÑA, Erick; GAGAOUA, Mohammed; BEHRENS, Jorge H.; CONTRERAS-CASTILLON, Carmem J. **Assessment of beef sensory attributes and physicochemical characteristics: A comparative study of**

intermediate versus normal ultimate pH striploin cuts. Food Research International, [S. l.], v. 175, p. 13, 6 jan. 2023.

-REALINI, C. E.; MARCOS. B. **Active and intelligent packaging systems for a modern society. Meat Sci.** v. 98, 2014. DOI: 10.1016/j.meatsci.2014.06.031.

-RIBEIRO, F.A.; LAU, S.K; FURBECK, R.A; HERRERA, N.J; HENRRIOTT, M.L; BLAND, N.A; FERNANDO, S.C; SUBBIAH, J.; PFLANZER, S.B; DINH, T.D; MILLER, R.K; SULLIVAN, G.A; CALKINS, C.R. **Effects of relative humidity on dry-aged beef quality. Meat Science**, [S. l.], v. 213, p. 1-10, 18 mar. 2024.

-SAVELL, J. W. Dry Aging of Beef. Rev. **National Cattle men's beef association's center.** p.1-16, 2008.

-SUMAN, S.P.; WANG, Y.; GAGAOUA, M.; KIYIMBA, F.; RAMANATHAN, R. **Proteomic approaches to characterize biochemistry of fresh beef color. Journal of Proteomics**, [S. l.], v. 281, p. 10, 15 jun. 2023.

SUL, Y.; RHIM, A.K. **Effects of coffee bean types on the characteristics of carbon dots and their use for manufacturing cellulose nanofibers-based films for active packaging of meat. Food Packaging and Shelf Life**, [S. l.], v. 43, p. 1-14, 10 abr. 2023.

-SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. **MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DO GRAU DE OXIDAÇÃO LIPÍDICA E DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE.** Química Nova, p. 1-103, 15 fev. 1999.

-TACO, **TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS.** São Paulo: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP, ed. 4, jun. 2014. 164 p.

-VALLE, E. R. do, 2000. **Mitos e realidades sobre o consumo de carne bovina.** Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2000.33 p.
<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/325130>.

-VEDOVATTO, E et al. **Avaliação de diferentes culturas starters na elaboração de salame tipo italiano.** Ciênc. anim. Bras, Goiânia, v. 20, 2019. DOI 10.1590/1809-6891v20e-47777.

-WARNER, Robyn D.; WHEELER, Tommy L.; HA, Minh; LI, Xin; BEKHIT, Alaa El-Din; MORTON, James; VASKOSKA, Rozita; DUNSHEA, Frank R.; LIU, Rui; PURSLOW, Peter; ZHANG, Wangang. **Meat tenderness: advances in biology, biochemistry, molecular mechanisms and new technologies.** *Meat Science*, [S. l.], v. 185, p. 108657, 1 mar. 2022. ISSN 0309-1740, <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108657>.

-WARREN, K.; KASTNER, C. **A COMPARISON OF DRY-AGED AND VACUUM-AGED BEEF STRIP LOINS**¹. (1992) *Journal of Muscle Foods*, 3: 151-157. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.1992.tb00471.x>

-WU, G.; FAROUK, M.M.; CLERENS, S.; ROSENVOLD, K. **Effect of beef ultimate pH and large structural protein changes with aging on meat tenderness.** *Meat Science*, [S. l.], v. 98, p. 637-645, 1 dez. 2014.

-VEDOVATTO, E et al. **Avaliação de diferentes culturas starters na elaboração de salame tipo italiano.** Ciênc. anim. Bras, Goiânia, v. 20, 2019. DOI 10.1590/1809-6891v20e-47777.