



**JULIANA MARQUES BUENO**

**ATRIBUTOS DE QUALIDADE DA CARNE BOVINA E  
DIFERENTES SISTEMAS DE MATURAÇÃO: UMA REVISÃO**

**LAVRAS-MG  
2023**

**JULIANA MARQUES BUENO**

**ATRIBUTOS DE QUALIDADE DA CARNE BOVINA E DIFERENTES SISTEMAS  
DE MATURAÇÃO:  
UMA REVISÃO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia de Alimentos, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Eduardo Mendes Ramos  
Orientador  
Msc. Angélica Sousa Guimarães  
Coorientador (a)

**LAVRAS-MG  
2023**

**JULIANA MARQUES BUENO**

**ATRIBUTOS DE QUALIDADE DA CARNE BOVINA E DIFERENTES SISTEMAS  
DE MATURAÇÃO: UMA REVISÃO  
BEEF QUALITY ATTRIBUTES AND DIFFERENT MATURATION SYSTEMS: A  
REVIEW**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia de Alimentos, para a obtenção do título de Bacharel.

Aprovado em 13 de março de 2023.  
Prof. Dr. Eduardo Mendes Ramos  
Prof (a). Dr. Alcinéia de Lemos Souza Ramos  
Msc. Angélica Sousa Guimarães

Prof. Dr. Eduardo Mendes Ramos  
Orientador  
Msc. Angélica Sousa Guimarães  
Coorientador (a)

**LAVRAS-MG  
2023**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por sempre iluminar meu caminho durante toda minha trajetória estudantil, mostrando que tudo tem seu tempo certo. Por ter me proporcionado o dom da vida e por me sustentar até aqui.

A minha família, pelo apoio incondicional que me foi dado durante todos esses anos na universidade e em especial nesses últimos meses nos quais a finalização deste trabalho me tiraram algumas horas de convívio. Agradeço a minha mãe Lúcia Helena Marques e ao meu pai Márcio Bueno pela confiança em minha capacidade e atenção em tudo que foi necessário. Agradeço à minha irmã Daniele Marques Bueno por todo carinho e amizade dedicada durante toda minha vida e por nunca me deixar desistir. Agradeço ao meu avô Mario Bueno Neto e meus tios Maria Aparecida Marques, Eliana Marques e Paulo Tadeu Rodrigues por se fazerem presentes. Quero lembrar ainda de meus avós Otilia Maria Bueno e João Benedito Marques, que não estão mais presentes, mas que sonharam essa conquista junto comigo.

Agradeço a todos os amigos que de alguma forma estiveram presentes e me incentivaram durante os corridos anos de estudo. Obrigada por terem me abraçado e mostrado que estão comigo mesmo estando longe. Em especial à Ester Carolina Mendes Ferreira e Laura Abrãao Hernandez Ferreira que estão comigo desde a infância.

Agradeço aos amigos Luciana de Biasi Guimarães Serapião, Isabela Cristina Carvalho Gonçalves, Luiza Maria Viana Silva e Luiz Fernando Moreira Konig que fiz durante os anos de formação, que me ajudaram a chegar até aqui, com toda motivação e alegria.

Agradeço as minhas companheiras de moradia Gabriella Maia, Natália Madeira e Naiara Carvalho que não mediram esforços para me ajudar em todas as etapas da graduação, contando com todo apoio emocional.

Agradeço ao orientador Eduardo Mendes Ramos, à coorientadora Alcinéia de Lemos Souza Ramos e à doutoranda Angélica Sousa Guimarães, pela disposição em me auxiliar com este trabalho, por compartilhar suas experiências e toda atenção neste período.

Agradeço à Universidade Federal de Lavras e todos os docentes do curso de Engenharia de Alimentos por todo conhecimento e aprendizado recebido.

Por fim, o meu muito obrigado a todos por estarem ao meu lado e me ajudarem a tornar possível a realização deste sonho.

## RESUMO

O mercado brasileiro apresenta um cenário de evolução da pecuária, no qual vem se destacando por apresentar estratégias para se obter carnes de maiores qualidades. Sabe-se que há muitos fatores a serem analisados pelo consumidor na hora de compra, tais como cor, aparência, textura e suculência. Porém, vale destacar que a maciez e a coloração são os dois pontos de maior relevância para os consumidores, uma vez que este associa estes fatores como principais para se nomear um produto de qualidade. Diante disso, o mercado brasileiro vem buscando estratégias para melhorar a maciez da carne e consequentemente sua qualidade, uma vez que sua compra será certa e com maior valor agregado. Uma das estratégias é a introdução no mercado brasileiro do processo de maturação a seco (*dry aging*), como alternativa ao processo tradicional (*wet aging*) no país. Ambos os processos de maturação, apesar de possuírem suas individualidades, quando realizados de forma correta e eficiente, resultam em um produto com maior maciez, além de melhoras algumas características sensoriais, como sabor e suculência. Como uma maneira de atender as exigências do mercado e principalmente do consumidor que alega sempre uma busca pela maciez, os processos de maturação a seco e maturação a vácuo são os principais mecanismos escolhidos pelas empresas para garantir que se obtenha resultados satisfatórios. A maturação úmida caracteriza-se em armazenar a carne em uma embalagem com ausência de oxigênio, na qual se objetiva um amaciamento da carne ao preservá-la por 14 a 21 dias sob refrigeração controlada a 0°C não possuindo custos elevados e nem perdas durante o processo. Enquanto isso, a maturação a seco deixa a carne exposta, sem embalagem, em uma câmara fria com ventilação forçada que oscilam entre -1,5°C - 4°C e umidade controlada em torno de 75% a 87%, apresentando elevados custos e perdas de rendimento, porém, apresenta um altíssimo valor agregado e um sabor diferenciado, no qual se torna viável este método. Entretanto, os processos de maturação apesar de originarem produtos de elevada maciez e qualidade, é importante ressaltar que apresentam algumas complexidades durante o processo que devem ser bem analisadas e fiscalizadas pela empresa.

**Palavras-chave:** Qualidade da carne. Maciez da carne. Maturação a seco. Maturação úmida. Qualidade da carne bovina. Percepção do consumidor.

## ABSTRACT

The Brazilian market presents a scenario of livestock evolution, in which it has been standing out for presenting strategies to obtain higher quality meat. It is known that there are many factors to be analyzed by the consumer at the time of purchase, such as color, appearance, texture and juiciness. However, it is worth noting that softness and color are the two most relevant points for consumers, since they associate softness as the main factor for naming a quality product. In view of this, the Brazilian market has been seeking strategies to improve the tenderness of the meat and, consequently, its quality, since its purchase will be accurate and with greater added value. One of the strategies is the introduction in the Brazilian market of the dry aging process, as an alternative to the traditional process (wetaging) in the country. Both maturation processes, despite having their individualities, when performed correctly and efficiently, result in a product with greater tenderness, in addition to improvements in some sensory characteristics, such as flavor and juiciness. As a way to meet the demands of the market and, above all, the consumer who is always looking for tenderness, the processes of dry maturation and vacuum maturation are the main mechanisms chosen by companies to guarantee that satisfactory results are obtained. Wet aging is characterized by storing the meat in a package with the absence of oxygen, in which the objective is to soften the meat by preserving it for 14 to 21 days under controlled refrigeration at 0°C, not having high costs or losses during the process. Meanwhile, dry aging leaves the meat exposed, without packaging, in a cold chamber with forced ventilation that oscillates between -1.5°C - 4°C and controlled humidity around 75% to 87%, presenting high costs and losses. yield, however, it has a very high added value and a differentiated flavor, in which this method becomes viable. However, the maturation processes, despite originating products of high softness and quality, it is important to emphasize that they present some complexities during the process that must be well analyzed and supervised by the company.

**Keywords:** Meat quality. Meat tenderness. Dry aging. Wet aging. Beef quality. Consumer perception.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	7
<b>2 METODOLOGIA</b> .....	9
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	10
<b>3.1 Qualidade da carne: atributos que influenciam a preferência do consumidor</b> .....	10
3.1.1 Cor .....	10
3.1.2 Maciez.....	12
3.1.3 Sabor e aroma.....	14
<b>3.2 Transformação do músculo em carne</b> .....	15
<b>3.3 Maturação</b> .....	16
<b>3.3.1 Processos Bioquímicos da Maturação</b> .....	17
<b>3.4 Sistemas de maturação</b> .....	19
3.4.1 Maturação úmida ( <i>wet aging</i> ).....	19
3.4.2 Maturação a seco ( <i>dry aging</i> ).....	22
<b>3.5 Vantagens e desvantagens de um processo de maturação</b> .....	26
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	28
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	30

## 1 INTRODUÇÃO

O aumento crescente do consumo de carne bovina fez com que o setor cárneo buscasse cada vez mais alternativas na produção e comercialização de carnes bovinas de alta qualidade, podendo essa alta demanda ser observada em vários países, como é o caso da China, principal importador do Brasil.

O termo “qualidade” se refere à uma combinação de características correspondentes a determinado produto. Em relação à qualidade da carne bovina, essas características devem apresentar o mínimo de perdas de suas propriedades tecnológicas, como capacidade de retenção de água, cor, suculência e maciez. No mesmo raciocínio, esta qualidade pode estar diretamente ligada e baseada em respostas sensoriais relacionadas aos atributos sensoriais como aparência, aroma, maciez, suculência e o sabor e. Sendo que os atributos sensoriais mais decisivos no momento da compra são a maciez e a cor, em que a preferência da coloração é basicamente por um vermelho vivo em vez de tons roxos ou amarronzados. Já em relação a maciez, se tornou um ponto de muito interesse para indústria, uma vez que, favorece e contribui para uma melhor aceitabilidade do consumidor. Quando consumidor se depara com uma carne que no rótulo se encontra a informação que a mesma passou pelo processo de maturação, logo ocorre uma associação que é uma carne de alta qualidade.

Desta forma, um dos métodos que pode ser empregado para promover a melhoria nas características sensoriais da carne, é a maturação. A maturação compreende inúmeras alterações bioquímicas e físico-químicas que ocorrem naturalmente no músculo esquelético *post mortem*, pela ação das enzimas endógenas, por meio do armazenamento refrigerado, proporcionando o amaciamento e aprimoramento de sabores e aromas.

Os processos mais comuns de maturação são: a maturação úmida (conhecida como *wet aging*) e a maturação a seco (conhecida como *dry aging*). A maturação úmida corresponde ao processo no qual a carne é embalada a vácuo por um período de 14-21 dias sob uma temperatura de 0°C-2°C. Já o processo de maturação a seco é um método no qual a carne é exposta em uma câmara fria sob controle de temperatura, ventilação de ar forçada e umidade relativa.

As enzimas que interferem na maciez da carne são as calpaínas e a calpastatinas. Em relação à suas funções, a calpaína age diretamente na degradação muscular no qual ocasiona enfraquecimento da estrutura, e, conseqüentemente o amaciamento da carne. Já a calpastatina, apresenta função de inibição à enzima calpaína, pois impede a degradação das fibras. Em



resultado, quanto maiores os níveis de calpastatina no músculo, menores os de calpaína, no qual se originará uma carne menos macia e suculenta.

A maturação é de suma importância no Brasil, uma vez que, as carnes apresentam uma maciez inferior as carnes comumente consumidas na Europa e América do Norte. Isso se deve à elevada participação da genética zebuína; à produção a pasto com paradas de crescimento; perda de peso no período seco; à idade de abates, que está sendo gradualmente reduzida - mas ainda é alta- e também da prática bastante difundida de não se castrar os machos. Os fatores mencionados, fazem com que a carne consumida no mercado interno e até mesmo a exportada, tenham uma aceitação sensorial reduzida.

No entanto, todo esse processo acaba sendo bem complexo, pois depende da adoção de algumas medidas por parte das empresas sobre o controle de qualidade, desde a seleção da matéria-prima até o controle rigoroso de temperaturas, umidade relativa, fluxo de ar, entre outras. Diante disso, observa-se que o conhecimento das condições específicas de cada tipo de maturação (*wet e dry aging*) possibilita maximizar os impactos do processo nos atributos de qualidade da carne bovina para a indústria cárnea, determinando a agregação de valor ao produto e aceitabilidade pelos consumidores.

O presente estudo teve por objetivo geral realizar uma revisão bibliográfica dos fatores que interferem o consumo de carne bovina e os diferentes processos de maturação da carne bovina (maturação úmida e a seco) na qualidade tecnológica, principalmente maciez e, na percepção sensorial dos consumidores.

## 2 METODOLOGIA

Para realização do presente trabalho, foram consultadas bases de dados científicas como *Web of Science*, *Science Direct*, *Scielo* e *Google Scholar*, limitando-se a busca por artigos publicados nos anos de 1975 até o ano de 2022 e disponíveis *online*, sendo selecionados 59 artigos. As palavras-chave utilizadas nas buscas foram: “dry-aged”, “wet aged”, “aging”, “meat quality”, “tenderness”, “flesh color”, “meat texture”, “dry aging process”.

Os artigos foram selecionados utilizando-se os seguintes critérios: relevância do periódico, ano de publicação, número de citações e relevância do artigo para o tema do trabalho de conclusão de curso. Além disso, foram consultadas informações de sites de órgãos como a Embrapa e em livros.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Qualidade da carne: atributos que influenciam a preferência do consumidor

De acordo com Carlos *et al.* (2005), “aprofundar-se no conceito de qualidade de carne é uma importante estratégia”, uma vez que, a qualidade é um fator que se consegue entender como todos os produtos e também todos os serviços que agradem de alguma forma as necessidades dos consumidores, sejam elas de forma implícitas ou explícitas. Para esse fim, algumas características consideradas mais relevantes em carnes, são mais utilizadas, especialmente a maciez e a cor.

A qualidade da carne é composta por aspectos visuais e por aspectos sensoriais do produto. O grupo dos aspectos visuais, sendo aqueles que o consumidor analisa de imediato no local de compra, é composto pela cor e alguns aspectos de aparência. A cor da superfície da carne leva os consumidores a associar pontos positivos ou negativos ao produto relacionados ao seu subconsciente, uma vez que, esta afeta diretamente o desejo de compra. Já em relação aos aspectos sensoriais, pode-se incluir atributos de sabor, maciez, textura, suculência e aceitabilidade geral, sendo este componente sensorial mais importante na garantia da qualidade da carne (WARNER *et al.*, 2021).

##### 3.1.1 Cor

Na Figura 1 está apresentado alguns aspectos relacionados à aparência considerados pelos consumidores na hora da escolha e decisão de compra, sendo que a Figura 1A apresenta uma carne com a cor escura e já toda esverdeada, o que conseqüentemente mostra que a carne está imprópria para o consumo. Já na Figura 1B, uma carne com a cor vermelho vibrante, que chama a atenção com pontos positivos para o consumidor, como por exemplo a assimilação deste atributo com uma consequência de maciez, suculência e sabor agradável no produto final (JORNAL ATOS, 2015; COIMMA, 2021).

Figura 1 - Carnes com (A) cor escura e com (B) cor vermelho vibrante atrativa.



Fonte: JORNAL ATOS (2015) e COIMMA (2021).

A carne possui pigmentos responsáveis pela cor resultante do produto final. Os pigmentos da carne são formados em grande parte por proteínas, como no caso a hemoglobina e pela mioglobina. A hemoglobina é uma proteína presente no sangue e que define sua cor. A mioglobina por sua vez, é um pigmento muscular que constitui 80%-90% do total, uma proteína presente nos músculos que armazena oxigênio para o metabolismo aeróbico. Na sua estrutura há um átomo central de ferro, sendo um importante influenciador na cor da carne. (BOLES; PEGG, 2010). Desta forma, as cores das carnes se originam de picos de absorção e reflexão de luz em diferentes comprimentos de onda, resultando em uma cor combinada destes. O espectro de absorção e reflexão da luz pelo pigmento de mioglobina depende da forma química presente, isto é, das características da estrutura do grupo heme (ferro heme) e da molécula de mioglobina (RAMOS; GOMIDE, 2017).

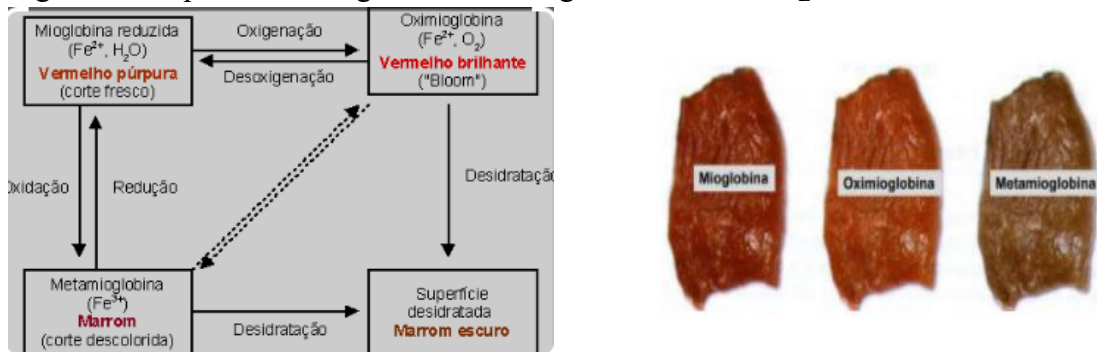
Assim que se realiza o corte da carne de um bovino recém abatido, consegue-se detectar a cor de um vermelho púrpura, responsável principalmente pela mioglobina no seu estado químico de deoximioglobina. Quando esta carne fica em contato com o ar, os pigmentos heme reagem com o oxigênio e formam a oximioglobina. Este, é um pigmento responsável por uma cor vermelha brilhante resultante na carne, o que conseqüentemente proporciona um aspecto mais atraente e positivo para o consumidor (ROÇA, 2002).

Segundo Roça (2002), a desoxigenação da oximioglobina resulta na mioglobina reduzida que é muito instável. As condições que causam desoxigenação também são responsáveis pela oxidação formando a metamioglobina, que se caracteriza por uma coloração marrom, considerada indesejável. A maioria dos consumidores associam esta característica com

um longo período de armazenamento, mesmo que esta possa haver formação em apenas poucos minutos.

Na Figura 2 está demonstrado como a carne se apresenta em relação à cor com os respectivos pigmentos (MILKPOINT, 2006; COIMMA, 2021).

Figura 2 - Esquema de mioglobina, oximioglobina e metamioglobina na carne.



Fonte: MILKPOINT (2006) e COIMMA (2021).

Segundo Lawrie (2005, citado por ARRUDA, 2021 p.12), “a atração do consumidor por um produto, é o que vai, de imediato, influenciar na sua decisão de compra ou não. A cor por sua vez, é um aspecto muito importante a ser considerado, sendo um dos fatores de primeira impressão que o consumidor tem por tal produto. A coloração da carne pode ser classificada de duas formas, visualmente por uma pessoa treinada, usando um sistema de escala de cor desenvolvido pelo *National Pork Producers Council* (variando de 1 a 5) ou objetivamente por colorímetros”.

### 3.1.2 Maciez

De acordo com Warner *et al.* (2021), a maciez da carne é um dos fatores mais importantes relacionado ao traço de qualidade para uma aceitação crítica do consumidor. Então, esse fator determina a satisfação, a repetição da compra e a vontade de pagar preços superiores em carnes por parte do consumidor. A maciez, por sua vez, é descrita pela facilidade com que se é mastigada ou até mesmo cortada. Em geral, quanto mais macia, mais saboroso (ARRUDA, 2021).

Há muitos fatores que podem influenciar e acabam sendo determinantes para um resultado positivo ou negativo da maciez em carnes, dentre eles temos os fatores de pré-abate: espécie, genótipo, idade, nutrição e estresse pré-abate; e fatores pós-abate tais como: estimulação elétrica, suspensão da carcaça, maturação da carne, condições de embalagem e

mesmo as condições de cocção. Como por exemplo, as carnes vindas de animais mais jovens geralmente apresentam maior maciez em relação aos animais mais velhos, sendo também um dos principais fatores para determinação da obtenção de uma carne macia (WARNER *et al.*, 2021).

As propriedades de textura da carne podem ser avaliadas de três diferentes maneiras: os métodos subjetivos avaliados por meio da análise sensorial, os métodos objetivos que referem as análises instrumentais ou ambos (RAMOS; GOMIDE, 2017). Os métodos objetivos permitem a comparação de diferentes tratamentos e a determinação de seus efeitos sobre uma característica específica, porém não fornecem informações sobre a aceitabilidade ou preferência do produto por um tipo de carne em detrimento de outro. Entretanto, a opinião do consumidor é um fator chave para estabelecer o preço da carne e justificar a decisão de compra (DESTEFANIS *et al.*, 2008), sendo assim, correlacionar os métodos objetivos e subjetivos é uma estratégia relevante para as indústrias.

O teste de cisalhamento (*shear force*) é o método mais utilizado instrumentalmente para avaliar a maciez e é a medida que determina a força necessária para romper as fibras durante a mastigação (AMENT, 2020). A mensuração da maciez de carne cozida por meio do teste de força de cisalhamento foi proposta por Warner (1928), sendo posteriormente adaptado e padronizado por Bratzler (1932), devido a algumas variáveis, tais como a forma, espessura da lâmina, velocidade de corte, entre outros, tornando-se conhecido como *Warner-Bratzler Shear Force* (WBSF) (SILVA, 2015; RAMOS; GOMIDE, 2017). A Tabela 1 ilustra como a força de cisalhamento se relaciona diretamente com a maciez da carne. Quando comparadas carnes macias a carnes menos macias, a força de cisalhamento é menor. A análise é feita depois de um período de maturação pré-estabelecido (BRAZILBEEFQUALITY, 2020).

Tabela 1 – Maciez da carne de acordo com a força de cisalhamento.

<b>Força de cisalhamento (Kgf/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Maciez da carne</b>
<2,0	Extremamente macia
<2,0-3,0	Muito macia
<3,0-4,0	Macia
<4,0-5,0	Potencialmente macia
<5,0 a 7,0	Com potencial de maturação
>7,0	Dura

Fonte: Adaptado de BRAZILBEEFQUALITY (2020).

Há um sistema de classificação chamado *Meat Standards Australia* (MSA), que visa melhorar o fornecimento da carne de alta qualidade ao consumidor de carne bovina o qual, tornou-se um programa de “maciez garantida”, onde basicamente irá classificar o produto de acordo com sua qualidade. Foram realizados diversos testes de maciez com vários consumidores, em uma vasta gama de diferentes raças, diferentes práticas de manejo, tipos de processamento utilizado, período de maturação, métodos de cocção, entre outros fatores que podem influenciar a resposta do consumidor. Segundo Futurebeef (2011), “MSA classifica a qualidade do produto levando em consideração a maciez, suculência, sabor e gosto geral. A classificação pode ser de 3, 4 ou 5 estrelas e cada corte é rotulado em conformidade”.

Alguns cientistas, utilizam os termos *tenderness* (maciez), quando tratam de medidas físicas da resistência da carne cozida à compressão ou cisalhamento, e *sensory tenderness* (maciez sensorial) para designar a resistência à mastigação detectada por provadores. Muitas pesquisas têm demonstrado que existem correlações de média a alta entre os resultados da mensuração física e da avaliação sensorial desse atributo, ou seja, uma carne considerada macia com base, por exemplo, na força de cisalhamento, tem grande probabilidade de ser considerada macia por provadores treinados (FELÍCIO; PLANZER, 2018).

### 3.1.3 Sabor e aroma

Segundo Stetzer *et al.* (2008), a qualidade da carne está relacionada com muitos atributos que se interligam entre si. O sabor é a junção dos gostos básicos - doce, ácido, salgado, amargo e umami- e do aroma de compostos voláteis após o processo de cozimento da carne. A carne ainda crua possui pouquíssimo aroma e sabor. Os aromas voláteis são decorrentes da interação de aminoácidos, peptídeos e nucleotídeos presentes na carne ao entrar em cocção, reagindo assim com outros componentes.

Segundo Roça (2002), “o aroma e sabor da carne pode ser determinado por fatores antes do abate como espécie, idade, sexo, raça, alimentação e manejo”. Outros fatores ainda podem determinar, como pH final do músculo, condições de esfriamento e armazenamento, e o tipo de procedimento culinário utilizado para cocção também afetam este parâmetro sensorial (ARRUDA, 2021).

O processo de maturação comercial apresenta como resultado melhora considerável da maciez e da coloração. Além disso, o sabor e aroma da carne maturada é diferenciada, uma vez que, esse processo enriquece tais atributos quando se tem comparação com carnes frescas.

### 3.2 Transformação do músculo em carne

Como já dito anteriormente, há muitos atributos que influenciam diretamente a qualidade do produto. Quando se trata da qualidade da carne em específico, é um produto que passa por uma série de reações físico-químicas ocorridas no tecido muscular a partir do abate e que determina diretamente a qualidade do produto (HILTZ; BISHOP, 1975; KOOHMARAIE; GEESINK, 2006).

A interrupção do fluxo sanguíneo que cessa o aporte de nutrientes e a excreção de metabólicos acontece após a morte do animal. O tecido muscular, do mesmo modo que os demais tecidos, permanecem executando suas devidas funções metabólicas, no esforço de manter a homeostase (HUFF-LONERGAN; ZHANG; LONERGAN, 2010).

Segundo Cenã *et al.* (1992), “após o abate, os processos bioquímicos no músculo são de degradação e ressíntese de adenosina trifosfato (ATP). Três fontes de energia se tornam disponíveis, o ATP, a creatina fosfato (CP) e o glicogênio, sendo este último o principal para a glicólise”.

O pH de animais recém-abatidos é em torno de 6,9-7,2. Porém, após o momento de sangria, em que a circulação sanguínea é cessada, ocorre uma queda desse pH intracelular, em decorrência do consumo das reservas de glicogênio, creatina, fosfato e ATP (RIVAROLI *et al.*, 2017; TORRECILHAS *et al.*, 2018).

A queda do pH ocorre basicamente por conta da formação do ácido lático. A velocidade do consumo de ATP é o que define o consumo de glicogênio, o que conseqüentemente leva a formação de ácido lático. Em bovinos, no geral, o pH inicial que é 7, cai para 6,4-6,8 após aproximadamente 5 horas, e para 5,5-5,9 após 24 horas (JEREMIAH *et al.*, 1985, 1991).

O processo de conversão do músculo em carne é caracterizado pela rigidez do músculo logo após a morte do animal. Esse processo tem como um dos fenômenos mais importantes, o período de *rigor mortis*. Isso ocorre devido a formação de ligações cruzadas permanentes entre a actina e a miosina, uma vez que, o músculo já não se dispõe de energia necessária para o relaxamento (ANDRIGHETTO *et al.*, 2006).

Após ocorrer o processo de transformação do músculo em carne, pode se ter como alternativa na melhoria da qualidade da carne a atribuição do método de maturação. Essa escolha vem sendo propagada e utilizada pela indústria de carne e tem como objetivo melhorar as características organolépticas da carne, referindo-se as mais importantes, a maciez, o sabor e a suculência.



### 3.3 Maturação

Segundo Puga, Contreras e Turnbull (1999) “a maturação da carne consiste em manter a carne após o processo de *rigor mortis* sob refrigeração (temperatura em torno de 0°C), por um período de tempo que pode variar de 7 a 28 dias”. Este é um processo que procede da ação proteolítica das enzimas da própria carne. (MCGEE, 2007).

As moléculas que são transformadas em menores logo após esse processo, são as precursoras do sabor característico da carne, o que ocasiona e uma maior intensidade de sabor (KOUTSIDIS *et al.*, 2008).

Dentre as moléculas precursoras, podemos dizer que as que possuem um aumento significativo após a etapa de maturação são: ribose, metionina e cisteína. Esse aumento nas concentrações dessas moléculas resulta em uma maior quantidade de compostos derivados da Reação de *Maillard*, as quais podemos relacionar ao sabor, como por exemplo a pirazina e aldeídos *strecker*, logo após o cozimento (KOUTSIDIS *et al.*, 2008).

Assim como ocorre uma interferência no sabor da carne por meio da maturação, este processo também interfere na maciez. Segundo Lonergan, Zhang e Lonergan (2010), “tanto a degradação quanto a oxidação das proteínas afetam a integridade da miofibrila e da fibra muscular”.

No caso da degradação, pensa-se que as principais enzimas proteolíticas são as calpaínas e as catepsinas, o que conseqüentemente, suas ações aumentariam a maciez da carne, porém, ainda há ações de outras endopeptidases (SENTANDREU; COULIS; OUALI, 2002). Oxidação, agregação e degradação são modificações na miosina que podem acabar atuando na solubilidade das proteínas e na força de cisalhamento, o que pode, por conseguinte, afetar as características sensoriais como maciez, suculência e capacidade de retenção de água. A oxidação das calpaínas por exemplo, causa uma menor degradação das proteínas miofibrilares e como resultado diminui-se a maciez (LONERGAN, E. H.; ZHANG; LONERGAN, S. M., 2010).

As características de melhora ou amento da maciez, estão relacionadas com o período de maturação, se este é de curto ou longo prazo, uma vez que este é o resultado entre as características relacionadas ao genótipo e músculo, e também a degradação miofibrilar (MOCZKOWSKA; PÓŁTORAK; WIERZBICKA, 2015).

A maciez e a coloração da carne podem ser diretamente afetadas pelo pH. Essa discordância está associada ao nível de proteólise da carne, uma vez que a faixa ideal para ação

de calpaína é na média de pH mais básicos e já para as catepsinas essa faixa é em ambientes mais ácidos (LI *et al.*, 2014).

Segundo Mckenna *et al.*, (2005), “a capacidade de redução da metamioglobina e taxa de consumo de oxigênio são fatores que interferem na estabilidade da cor da carne maturada”. Isso ocorre, pois, músculos que possuem uma baixa estabilidade de cor podem ter uma alta ou baixa taxa de consumo de oxigênio, porém, sua atividade redutora é proporcionalmente baixa quando comparada a sua taxa. Pelo contrário, os músculos com uma alta estabilidade de cor, podem ter alta ou baixa taxa de consumo de oxigênio, porém, sua atividade redutora é alta comparada a sua taxa (MCKENNA *et al.*, 2005).

Esses requisitos de melhora na qualidade da carne, na maciez, cor e suculência, são pontos muito positivos e apreciados pelo consumidor, o que conseqüentemente pode proporcionar um valor agregado na carne produzida (HA *et al.*, 2019).

Corrêa; Júnior e Carvalho (2020), realizaram um estudo da avaliação dos consumidores em relação a preferência entre carnes bovinas maturadas e *in natura*. Ao analisar alguns parâmetros, dos 35 provadores que realizaram o teste de análise sensorial, 28 preferiram a carne maturada. O motivo foi justificado devido à carne maturada apresentar melhores aspectos de cor, sabor, suculência e maciez do que a carne *in natura*.

### 3.3.1 Processos Bioquímicos da Maturação

Durante o processo de maturação, há enzimas endógenas responsáveis pela maciez da carne, na qual, a ação das mesmas é prolongada durante esta etapa. As calpaínas e as catepsinas são as principais enzimas presentes em tal processo, em que são capazes de hidrolisar as proteínas miofibrilares (ANDRIGUETTO *et al.*, 2006).

As calpaínas são enzimas de cálcio dependentes e é constituído de duas proteases principais:  $\mu$ -calpaína (calpaína tipo I) e a m-calpaína (calpaína tipo II). Recentemente, outra protease foi identificada como sendo p94 ou calpaína III que é específica do tecido muscular. O mecanismo dessas enzimas é o principal responsável relacionado a maciez da carne. A diferença entre esses tipos de calpaínas está relacionada aos níveis de cálcio requerido para a ativação. A calpaína do tipo I é uma enzima que requer baixos níveis ou micromolares (5 a 50  $\mu$ M) de cálcio, sendo eficaz no amaciamento da carne logo após o abate (até 6 a 10 horas), já a calpaína do tipo II são enzimas que requer níveis mais elevados ou milimoles de cálcio (0,5 a 0,8 mM). Para este grupo de enzimas, o pH ideal para ativá-las é em torno de 7,50 (pH neutro) a 25 °C, e é responsável pela continuidade de todo o processo que ocorre de amaciamento, no

qual permanece ativa em torno de 16 horas *post-mortem* e acaba permanecendo por longos períodos de tempo (RAMOS; GOMIDE, 2017).

Sabe-se que durante o processo de maturação da carne, as calpaínas degradam as proteínas miofibrilares, sendo, portanto, evidenciadas como as reguladoras do processo de amaciamento. Isso ocorre pois quando as calpaínas degradam essas proteínas em determinados pontos internos das moléculas, melhoram a maciez da carne, porém, não são capazes de levar o processo de hidrólise até os aminoácidos (ANDRIGUETTO *et al.*, 2006).

Segundo Moraes; Azevedo (2003, citado por ANDRIGUETTO *et al.*, 2006), “o que promove o amaciamento da carne é basicamente o enfraquecimento da estrutura da linha Z. As calpaínas não atuam diretamente sobre a miosina e actina, porém degradam a linha Z, além das proteínas estruturais desmina, titina, nebulina, tropomiosina, troponina e proteína C. Quando ocorre a hidrólise da tropomiosina e da troponina, a desestruturação e a liberação dos filamentos finos são facilitadas, o que ocasiona em monômeros de actina. Pelo mesmo caminho, quando se tem a degradação da proteína C em um mecanismo similar ao anterior, ocorre a desestabilização e liberação dos filamentos grossos, no qual, resulta-se em monômeros de miosina. As grandes mudanças na maturação são causadas por estas enzimas, entre um período de 3 a 4 dias *post mortem*.

O complexo do sistema de calpaínas é formado também pela existência da calpastatina. Essa é uma enzima que inibe a ação das calpaínas, o que acaba diminuindo a degradação das proteínas miofibrilares durante o processo de maturação, o que resulta em uma diminuição da maciez da carne. Em decorrência disso, a calpastatina apresenta grande influência na maciez da carne após 24 horas e também nas carnes maturadas, cessando seus efeitos somente quando termina a calpaína ou o sistema enzimático é destruído pelo processo de cozimento. A consequência de carnes com elevada atividade de calpastatina no primeiro dia *post-mortem*, é que este tipo de carne necessita de uma maior força para serem cortadas, ou seja, são menos macias (RUBENSAM; FELÍCIO; TERMIGNONI, 1998).

A quantidade de cálcio requerido pelas calpastatinas para formar o complexo calpaína-calpastatina é, aproximadamente, a mesma (50  $\mu\text{M}$  para a  $\mu$ -calpaína) ou inferior (0,25 a 0,50 mM para a m-calpaína) a necessária para a ativação das calpaínas (RAMOS; GOMIDE, 2017).

Segundo Roça (2002), além das calpaínas e calpastatinas, as catepsinas também são exemplos importantes de enzimas durante o processo de maturação. Essas proteínas são ativas em pH ácidos e se localizam na fração lisossômica da célula - o que as difere de outras proteases, como a tripsina e a quimiotripsina, que são excretadas pelas células. Existem cerca de 15 a 20 catepsinas identificadas, mas apenas oito estão envolvidas na proteólise da carne: sete cisteína-

proteases (catepsinas B, E, F, H, K, L e S), da família das papaínas, e uma aspartil-protease (catepsina D). As catepsinas são muito ativas na degradação do colágeno, disco Z, a actina e a miosina nativas (RAMOS; GOMIDE, 2017).

Segundo Andriguetto *et al.* (2006), nas carnes maturadas a quantidade de colágeno solubilizado é maior que em carnes não maturadas, pela ação proteolítica das catepsinas, liberadas ao meio extracelular e capazes de clivar o colágeno insolúvel em fragmentos solúveis.

### 3.4 Sistemas de maturação

Existem dois tipos básicos e mais conhecidos de processos de maturação: maturação úmida (*dry aging*) e maturação à seco (*wet aging*). Além disso, há um terceiro tipo de maturação que vem sendo estudado nos Estados Unidos como uma alternativa ao processo de maturação a seco, conhecido como maturação a seco em embalagens impermeáveis (*dry aging bag*). Esses sistemas serão abordados abaixo.

#### 3.4.1 Maturação úmida (*wet aging*)

O processo de maturação a vácuo, também conhecida como maturação úmida ou até mesmo *wet aged*, é um processo no qual a carne é embalada a vácuo e permanece embalada, comumente, em períodos próximos de 14 a 21 dias, em uma temperatura de aproximadamente -1°C e 2°C (WOOLF, 2014). Na figura 3 é mostrado como isso ocorre (MULTIVAC, 2021).

Figura 3 - Carne embalada a vácuo



Fonte: MULTIVAC (2021).

Alguns autores ressaltam a importância e necessidade de se utilizar embalagens a vácuo adequada, com ausência total de oxigênio. Isso se torna essencial para o retardamento do

crescimento de bactérias aeróbias putrefativas, nas quais podem favorecer o posterior crescimento de bactérias lácticas e que conseqüentemente produzem substâncias antimicrobianas (PUGA; CONTRERAS; TURNBULL, 1999).

Quando a carne é embalada a vácuo e mantida sob refrigeração em temperaturas entre 0°C-2°C, esta será ao mesmo tempo maturada e conservada por um período de 60 a 90 dias, nas quais esse tempo dependerá da embalagem utilizada e das condições de estocagem, transformando-a em mais macia com o passar dos dias. Além do aspecto de maciez ter uma melhora significativa durante esse processo, modificações de sabor também ocorrem nesse processo, podendo nem sempre ser perceptíveis, mas que podem ser apreciadas por alguns consumidores e nem tanto para outros (FELÍCIO; PFLANZER, 2018).

A conservação da carne se dá pela remoção de oxigênio da embalagem impermeável aos gases e à umidade, e pelo frio. Ambos os fatores ao se combinarem, evitam o crescimento das bactérias patogênicas e ainda conseguem controlar, dentro de limites razoáveis de tempo, a proliferação das bactérias deterioradoras. Por conta desse mesmo motivo - a falta de oxigênio - ocasiona uma coloração mais escura na carne, com tons mais arroxeados (*purple*), após aproximadamente oito horas. Essa cor é a do pigmento mioglobina desoxigenado (desoximioglobina), como nos bifés recém-cortados. Rapidamente essa cor se modifica após a abertura da embalagem, tornando-se mais vermelha e mais atraente ao entrar em contato com a presença de oxigênio presente no ambiente dos *displays* ou nos refrigeradores domésticos. Além disso, nas condições ideais de conservação, a falta de oxigênio pode causar um odor na carne, que, o consumidor ao abrir, sentirá. Esse odor é uma característica conseqüente da multiplicação de bactérias lácticas, que logo se desaparece após a exposição ao ar ambiente (FELÍCIO; PFLANZER, 2018).

Segundo Felício e Pflanzler (2018), é relevante recordar que a temperatura durante o processo desse tipo de maturação, nunca ultrapasse a 3°C e que, o procedimento de embalagem deve ser desempenhado alguns dias após o abate do animal (mais adequado 48 horas). Esse método de maturação de embalagem a vácuo, tem como um dos objetivos aumentar a vida útil da carne, causado basicamente pela falta de oxigênio, no qual impedirá a oxidação das gorduras e posteriormente o surgimento de odores e sabores indesejáveis. Porém, existem também alguns aspectos indesejáveis nesse processo, principalmente após 20 a 25 dias de armazenamento, no qual pode aparecer odores e sabores de sangue metálico.

Ao se entrar em comparação com a carne maturada a seco, esta apresenta um maior rendimento devido a uma menor perda de peso. Nesse caso, não há necessidade de se obter

peças com gorduras distribuídas uniformemente e o espaço que é necessário para seu armazenamento é bem menor (VITALE, 2016).

Nassu, Tullio e Cruz (2009), analisaram e relataram sobre as características físico-químicas e sensoriais da carne maturada a vácuo. Foram utilizadas amostras do músculo Longissimus dorsi as quais foram submetidas à maturação por um período de 28 dias a uma temperatura de 1 a 2°C. Nesse estudo foram coletadas amostras dos tempos 1, 7, 14, 21 e 28 dias de maturação, no qual se observou que em ambos os grupos analisados, obteve-se uma melhora na qualidade sensorial da carne no período de 21 dias com melhores resultados, apesar de ter ocorrido uma melhora nos dias superiores a 1 dia também. Os autores observaram que a maturação a vácuo proporciona uma melhoria nas características qualitativas da carne, principalmente quando se entra no quesito de maciez. Ressaltaram ainda que essa maciez da carne está relacionada com a força de cisalhamento (quanto menor a força de cisalhamento, maior a maciez), e que há a necessidade de considerar as perdas de peso ocasionadas pelos maiores tempos de maturação.

Puga, Contreras e Turnbull (1999) realizou outro estudo para se avaliar o efeito da maturação a vácuo em um período de 9 a 14 dias em uma temperatura de 0°C-2°C sobre a maciez do músculo Triceps brachii, sendo 5 da raça Nelore e os outros 6 da raça Guezerá. Os autores notaram que o painel sensorial apresentou uma melhora na maciez de 9,5% quando comparado com o grupo-controle de 5,39 para 5,90 na maturação de 9 dias, sendo mais notável na maturação de 14 dias, com 20,5% de aumento de maciez, sendo que o aumento no tempo de maturação também diminuiu a força de cisalhamento de 6,40 kgf/g (grupo-controle) para 5,83 kgf/g (14 dias). Vale destacar que a análise microbiológica, comprovou que tal processo não influenciou no aumento da contagem de microrganismos deterioradores.

Em relação ao quesito tempo ideal de maturação, há muitos estudos relacionados a esse tema que são discutidos com diferentes bases experimentais. De acordo com Felício e Pflanzler (2018), ambos acreditam e sustentam a ideia de que essa obrigatoriedade quanto a esse tempo de maturação não tem uma boa justificativa. Isso ocorre pois o processo de maturação se dá logo após o processo de abate e, sob refrigeração, se estende até o consumo. Esses autores ainda acreditam que uma alternativa significativa a este caso seria permitir que a própria indústria desenvolvesse protocolos próprios e específicos para esses cortes de carne que passarão por maturação, destacando ainda o período mínimo de maturação aplicado, registrado em documentos bem descritivos internos, nos quais devem ser fiscalizados pelo serviço de inspeção. Para eles, este seguimento daria uma maior oportunidade para o desenvolvimento de apelos e marcar para diferentes produtos e mercados.

### 3.4.2 Maturação a seco (*dry aging*)

A carne que passa pela técnica de maturação a seco, também conhecida como *dry aging*, resulta na exposição da carne sem embalagem em condições impostas por uma câmara frigorífica na qual se tem um controle de temperatura, umidade e ventilação. Geralmente em câmaras frias com ventilação forçada que oscilam entre  $-1,5^{\circ}$  a  $4^{\circ}\text{C}$ , e umidade controlada em torno de 75 a 87%. (ARRUDA, 2021).

A Figura 4 mostra como os cortes ficam expostos em uma câmara de resfriamento (BEEFPOINT, 2014).

Figura 4 -Câmara de Resfriamento - Maturação a seco



Fonte: BEEFPOINT (2014).

Este tipo de carne é considerado um alimento *gourmet*, no qual, possui um preço agregado mais alto, quando comparado com os demais (DASHDORJ *et al.*, 2016). Ao realizar tal procedimento, o frigorífico acaba gastando mais em seu processo, porém, como o mercado desse produto vem crescendo cada vez mais, isso não se torna um problema. Ainda é uma carne com poucos fornecedores, apesar que atualmente cresceu-se o interesse entre fornecedores e revendedores, ocasionadas pela maior busca em restaurantes e hotéis mais requisitados (DASHDORJ *et al.*, 2016; SAVELL, 2008).

Essa desvantagem em relação ao custo é explicada por alguns fatores. Segundo Embrapa (2019), a carne sofre uma maior taxa de encolhimento e perdas de peso (20%) devido à perda de umidade e a necessidade de se remover as aparas (superfícies ressecadas da peça) elevando os custos de produção e, o preço final. É um processo que consome muito tempo e requer cuidados especiais, juntamente com um teor de gordura grande e distribuído de forma uniforme na carne. Portanto, carnes com alto grau de marmoreio são mais utilizadas em processo de

maturação à seco. A principal razão pelo qual a maturação a seco não é realizada universalmente são os custos adicionais elevados para os processadores (CHINI, 2016; DASHDORJ, *et al.*, 2016). Porém, por sua maciez e sabor diferenciado, a carne maturada a seco está associada a um nicho de mercado mais exigente e disposto a pagar preços elevados pelo produto (EMBRAPA, 2019).

Quantidade de dias de maturação, temperatura, umidade relativa do ar, velocidade de circulação do ar, todos são fatores que interferem no processo de maturação da carne, nos quais estão relacionados ao desenvolvimento do sabor, tempo de prateleira, diminuição do tamanho do produto resultante, microbiologia e entre outros assuntos que estão relacionados com a qualidade do produto e em relação à economia (SAVELL, 2008).

Utsunomiya (2020), constatou que a umidade relativa com denominação UR recomendada no processo de maturação a seco deve se manter entre 65%-85%. Essa faixa é colocada como ideal pois, caso a umidade esteja muito alta, favorece as condições de proliferação de microrganismos indesejáveis, e ao contrário, se estiver muito baixa, ocorrerá uma maior perda de água e, conseqüentemente haverá maior perda de peso do produto e de suculência. Em relação a circulação do ar, recomenda-se que se tenha velocidades de 0,2 m/s - 1,6 m/s com um fluxo de ar de 0,5 m/s - 2 m/s. Se não houver uma circulação suficiente, a carne não liberará a umidade necessária e no caso contrário, essa carne secará de forma rápida, o que irá causar um aumento de perdas. Em relação ao armazenamento, elas devem ser armazenadas de forma separada, isso para que o fluxo de ar seja eficiente entre essas porções e assim, tornando as peças mais uniformes possível.

Por muito tempo, o *dry aging* permaneceu esquecido por muitos lugares, mas está ressurgindo aos poucos em vários países, inclusive no Brasil, como opção *gourmet* de alto valor agregado a uns poucos cortes de carne, basicamente os mais comuns são o filé de costela (porção torácica entre a 5<sup>a</sup>. e 12<sup>a</sup>. costela) e o contrafilé (porção lombar entre a 13<sup>a</sup>. costela e a última vértebra lombar) (FELÍCIO; PFLANZER, 2018).

Esse tipo de maturação é muito conhecido pela sua grande influência no sabor da carne, proporcionando um produto único e distinto quando comparada a carne maturada a vácuo. Sabor de “carne assada” é comumente relacionado à carne maturada a seco, enquanto a carne maturada úmida apresenta sabores de castanha, que é bem apreciado, e “de sangue” ou “metálico”, o que se torna indesejável (FELÍCIO; PFLANZER, 2018).

As carnes que passam pelo processo de maturação a seco, apresentam pH mais elevado quando são comparadas com carnes maturadas úmidas. O pH básico influencia para que se tenha como resultado um sabor característico da carne *dry aged* (HA et al., 2019).



No processo em que ocorre a maturação da carne, há uma concentração no sabor da carne decorrente da perda de água e volume da mesma. Na técnica de maturação a seco, os sucos são absorvidos pela carne, no qual acontece a quebra química de proteínas e dos constituintes da gordura que se encontra presentes na carne, acarretando um sabor mais intenso. Ademais, durante o envelhecimento, obtemos uma carne mais macia e mais saborosa, envolvendo os açúcares redutores, liberação de aminoácidos livres, peptídeos e quebra de ribonucleotídeos (ARRUDA, 2021). Isso acontece, pois, as enzimas da carne bovina quebram proteínas em peptídeos e aminoácidos livres durante a maturação mais longa. São exatamente esses aminoácidos alifáticos que foram liberados que conferem o sabor doce contendo alguns átomos de enxofre (como cisteína e metionina) e também o glutamato e aspartato estão associados ao sabor umami (DERMIKI *et al.*, 2013; ISHIWATARI *et al.*, 2013). Ademais, os carboidratos ainda são decompostos em açúcares que irão proporcionar um sabor adocicado, enquanto a gordura se degrada a ácidos graxos aromáticos durante o processo de maturação. Todas essas características e aspectos conferem a carne maturada a seco um sabor mais intenso da carne *dry aging* (DASHDORJ *et al.*, 2016).

No que se diz respeito à suculência da carne, a maturação a seco melhora também esse aspecto (PASSETTI *et al.*, 2020). Isso ocorre devido a perda na capacidade de retenção de água, o qual se resulta em mais “suco” sendo liberado na mastigação. Os sabores ficam mais concentrados no produto com a perda de umidade causada durante o processo e que conseqüentemente aumenta a proporção de gordura no paladar, por isso aumenta a suculência do produto final (DEGEER *et al.*, 2009).

Por fim, em relação aos aspectos microbiológicos da carne maturada a seco são muito importantes. O processo de maturação restringe o crescimento de bactérias e estimula o crescimento de fungos que são considerados benéficos, como por exemplo, os bolores do *Thamnidium*, que são encontrados na superfície da carne. Em geral, esses microrganismos são de suma importância, uma vez que, as suas enzimas são capazes de penetrar na carne e eles liberam proteases e criam enzimas colagenolíticas que quebram o músculo e os tecidos conjuntivos no qual, conseqüentemente, agrega uma maciez e sabor na carne maturada a seco (DASHDORJ *et al.*, 2016).

Segundo Berger *et al.* (2018), foi realizado um painel sensorial para avaliação de carnes bovina que passaram por processos diferentes de maturação. Como resultado deste painel, obteve-se como resultado uma preferência pela carne maturada seca em relação a maturada úmida. Os consumidores que analisaram ambas as carnes, detectaram que a carne *dry aged* obteve um sabor mais agradável e verificaram maior suculência desta em relação a carne

maturada úmida (*wet aged*). O consumidor definiu a carne *dry aged* como sendo a mais macia por meio de sua percepção.

Quando se trata do período ideal para o processamento de maturação a seco, segundo o estudo de Utsunomiya (2020), o tempo está situado entre 30 a 45 dias e em seguida dos períodos de 46 a 60 dias. Porém, observou-se que períodos entre 121 dias e 250 dias também são bastante utilizados, mas bem menos devido ao seu custo mais elevado e pela necessidade de tempo de estocagem (ARRUDA, 2021). Outro estudo realizado pela USMEF (2014) também relatou que o processo de maturação a seco da carne bovina pode ser realizado entre 14 e 70 dias, mas que, o tempo mais utilizado no cotidiano é de 28 a 55 dias.

Em estudos realizados por Francisco, Lazarini e Maurício, (2019) foi avaliada a preferência do consumidor em relação a amostras de carne bovina fresca ou maturada a seco. Como resultado, a amostra *dry aged* foi a de escolha como preferido por 71 consumidores; 7 dos consumidores demonstraram interesse na amostra fresca e apenas 4 não apresentaram preferência cujo principal motivo foi principalmente a maciez de ambas as amostras. Os autores ainda destacaram que, apesar da desvantagem referente ao menor rendimento durante o processo, a maturação a seco é uma excelente alternativa devido ao impacto positivo no sabor do produto, tornando-o diferenciado e com alto valor agregado.

No estudo de Smith *et al.* (2007), foi avaliada a maturação a seco em cortes especiais (*porterhouse, strip steak e T-bone*) originados da região do *short loin* (lombo curto, tipo de corte americano da parte traseira do animal). Os autores relataram que, a nível varejista, ocorreu uma certa inviabilidade da carne maturada a seco por conta dos baixos rendimentos decorrente das perdas e do tempo de processamento ser longo. Porém, os autores ressaltaram ainda que apesar dessas desvantagens, o processo agrega um valor ao produto final, podendo então ser comercializado no varejo a um preço mais elevado para se viabilizar assim a fabricação de produtos maturados a seco.

Segundo Ferracini *et al.* (2022), por isso, mecanismos de precificação devem ser realmente considerados para a comercialização desse tipo específico de produto. Segundo estudos de Smith *et al.* (2007), o preço de bifes de lombos que passaram pelo processo de maturação a seco precisariam ser 19% mais elevado para se ter um retorno do valor líquido das vendas e margens obtidas a partir da venda de bifes de lombo feitos por maturação úmida. No geral, a carne bovina maturada a seco custa cerca de 25% mais do que a carne maturada por meio úmido.

Um novo processo de *dry aging*, que consiste no acondicionamento da carne em uma embalagem de alta permeabilidade à umidade (*special bag*), vem sendo estudado nos Estados

Unidos. Esse estudo é de um sistema que simula o processo de maturação a seco, mas que, apresenta certos benefícios, tais como uma leve diminuição das perdas de processo e da contaminação superficial, aumentando o rendimento sem que haja prejuízos nos atributos sensoriais conhecidos como bem característicos do processo *dry aging*. Uma outra vantagem que foi ressaltada pelos autores é a facilidade e a segurança no momento de manipulação e transporte das peças, que pode viabilizar a produção industrial desse tipo de produto (FELÍCIO; PFLANZER, 2018).

### 3.5 Vantagens e desvantagens de um processo de maturação

Quando se coloca os dois métodos de maturação em comparação, não se encontra uma diferença significativa entre ambos em relação ao atributo maciez. Há vários estudos que apontam sobre esse assunto (BERGER *et al.*, 2018; SAVELL, 2008). Porém, outros atributos interligados podem acabar fazendo com que o consumidor tenha uma impressão sensorial de uma melhor maciez na carne maturada seca, como por exemplos por uma melhora na suculência e também no sabor (BERGER *et al.*, 2018).

Independentemente do método de maturação utilizado, até o presente momento, pesquisas realizadas no laboratório de carnes do departamento de ciências dos alimentos (DCA) da Universidade Federal de Lavas-UFLA indicam que a maciez sensorial ou instrumental não é afetada na comparação com a *wet aging*. Há bastante concordância dos estudos nacionais com os descritos na literatura estrangeira (HADDAD *et al.*, 2022).

A diferença mais significativa entre a carne maturada úmida pela carne que passou pelo processo de maturação a seco, é basicamente o sabor característico da carne *dry aged*. Nesta carne, o sabor que prevalece é um sabor mais forte ocasionado pela perda de líquidos durante o processo, o que causa uma concentração do sabor do produto (DEGEER *et al.*, 2009). A maturação *dry aged* causa menores perdas de processo quando comparada a maturação úmida (HA *et al.*, 2014; KIM; KEMP; SAMUELSSON, 2016). Há perdas de líquidos por meio da evaporação durante o processo, e, pela maior quantidade de carne a ser recortada – isso ocorre devido a desidratação da superfície da peça- esse tipo de maturação possui maiores perdas tanto em rendimento e também em peso, o que conseqüentemente encarece a produção (HA *et al.*, 2014).

Já o processo de maturação úmida, mostra um custo mais baixo do que a maturação a seco (*dry aged*) (DASHDORJ *et al.*, 2016). Um dos principais motivos por esse fato, é que não

se necessita da mesma atenção e controle ambiental que a maturação *dry aged*. Além disso, ocorrem menores perdas por toalete ao final do procedimento e ainda uma menor perda de peso do corte (DEGEER *et al.*, 2009; LI *et al.*, 2014). Em relação ao sabor ocasionado por este tipo de processo, esta carne apresenta um sabor mais amargo e com gosto de sangue, diferente do que se tem na carne *dry aged* ou uma carne sem maturar (SEIDEMAN; DURLAND, 1983; WARREN; KASTNER, 1989). Apresenta ainda um sabor metálico mais forte que a carne maturada à seco (WARREN; KASTNER, 1989).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil é um dos principais produtores mundiais de carne bovina. Como apresentado, o país apresenta um elevado potencial de se tornar um produtor ainda maior. Isso ocorre por possuir uma extensão territorial elevada e também por conta das características climáticas que são pontos favoráveis. Uma evolução da pecuária brasileira vem acontecendo, e, a busca por maior qualidade nos produtos cárneos ofertados é grande.

A qualidade é um ponto de suma importância para se obter sucesso nas vendas de carnes. O consumidor, por sua vez, está cada vez mais exigente com seus produtos. Na hora de compra, muitos são os fatores que podem interferir, podendo ser pontos positivos ou até mesmo negativos. Como fatores de avaliação, o consumidor de imediato, ao entrar em contato visual com o produto exposto em pontos de venda, temos a cor, a textura e a aparência. Um fator de muita importância para o consumidor determinar se a carne é ou não de qualidade, é a maciez. Quando se encontra um produto com uma maciez e suculência elevada, consequentemente e de forma involuntária o consumidor já associa este como um produto de qualidade.

Além de fatores de pré e pós abate, no qual sabe-se que a produção de uma carne de qualidade necessita-se de um bom manejo em todas as fases da cadeia produtiva, considerando desde o nascimento até o consumidor final, há também outros fatores a serem considerados. É inquestionável que os processos de maturação úmida e a seco são eficientes para propiciar o amaciamento dos produtos cárneos. Esse processo ocorre devido a atividade enzimática do próprio músculo da carne. Para os produtos brasileiros, esta é uma estratégia e tanto para se obter produtos finais com uma boa maciez. É importante ainda ressaltar que os processos de maturação melhoram a matéria-prima já de qualidade, na qual reduz a força de cisalhamento necessária para o rompimento das fibras e não consegue melhorar produtos que já estejam com uma qualidade indesejável. Então, o processo de maturação é uma tecnologia alternativa muito interessante para quem deseja agradar o consumidor e ainda agregar valor ao seu produto. Porém, esse acaba sendo um processo um pouco complexo, uma vez que depende que as empresas adotem medidas da cadeia de suprimentos, controle de qualidade desde a seleção da matéria prima até controle de temperatura na sala de desossa e nos canais de distribuição e displays de açougues e supermercados.

Sabendo que a maciez é o aspecto mais relevante para o consumidor brasileiro, há diferentes técnicas de maturação que podem proporcionar esse amaciamento da carne. A maturação úmida é o tipo que é mais empregada no país por se ter uma demanda menor de tempo de estocagem e por possuir menores perdas no rendimento do produto, ou seja, consegue

se obter o resultado de maciez desejado em um tempo ágil maior, sem perdas para o fabricante, além de possuir custo de processo muito menor. Este é o tipo de método ideal para viabilidade a nível de varejistas.

Já no processo de maturação a seco, ou também conhecida por *dry-aged* é um método com custo de processo mais elevado e acaba apresentando perdas durante o processo, no qual ocasiona-se em menores rendimentos. Porém, é um processo muito reconhecido por se ter como resultado um produto altamente macio e com um sabor bem diferenciado. O sabor do produto final é do tipo amanteigado, sabor de nozes e até *blue cheese* dependendo do tempo de processo que a carne foi submetida. Esses produtos, estão associados a um nicho de mercado de consumidores mais exigentes que prezam mais por qualidade, maciez e sabor diferenciado, estando dispostos a pagar preços mais elevados.

Diante de todas as informações exploradas neste estudo, é notório que é de suma importância ter um certo entendimento das bases bioquímicas durante toda cadeia de amaciamento da carne através do processo de maturação. Sabe-se, por sua vez, que a maturação da carne é um mecanismo muito utilizado em prol da qualidade da carne e de alguns aspectos organolépticos que trazem pontos positivos para o consumidor na hora de compra, aumentando também seu valor de mercado.

Diante de todos os fatos, é perceptível que ambos os processos de maturação são eficientes e proporcionam maior satisfação ao consumidor, trazem um aumento na maciez e consequentemente na qualidade do produto final, cada um com suas individualidades.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMENT, H. **Maciez e maturação**. Zootecnia, UNESP, 2020. Disponível em: <https://www.brazilbeefquality.com/boas-praticas-de-producao-de-carne/>. Acesso em: 20 nov. 2022.
- ANDRIGHETTO, C. *et al.* **Maturação da carne bovina**. REDVET Revista electrónica de Veterinaria, vol. VII, núm. 6, 2006. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Andre-Jorge3/publication/237038171\\_Maturacao\\_da\\_carne\\_bovina/links/00463534c3d247adf7000000/Maturacao-da-carne-bovina.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Andre-Jorge3/publication/237038171_Maturacao_da_carne_bovina/links/00463534c3d247adf7000000/Maturacao-da-carne-bovina.pdf). Acesso em: 21 nov. 2022.
- ARRUDA, H.C. **Aspectos qualitativos da carne bovina e principais processos de maturação: A seco e a vácuo**. 2021. Disponível em: [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/30676/1/2021\\_HenriqueChagasArruda\\_tcc.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/30676/1/2021_HenriqueChagasArruda_tcc.pdf). Acesso em: 20 nov. 2022.
- BEEFPOINT, 2014. **Carne maturada a seco (dry-aged): tudo o que você precisa saber**. Disponível em: <https://www.beefpoint.com.br/aprenda-como-preparar-carne-maturada-a-seco-dry-aged-em-sua-casa/>. Acesso em: 29 nov. 2022.
- BERGER, J. *et al.* **Dry-aging improves meat quality attributes of grass-fed beef loins**. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174018300172>. Acesso em: 24 nov. 2022.
- BOLES, J.A.; PEGG, R. **Meat Color**. Montana State University and Saskatchewan Food Product Innovation Program University of Saskatchewan. 2010. Disponível em: <http://safespectrum.com/pdfs/meatcolor.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2022.
- BRAZILBEEFQUALITY, 2020. **Maciez e maturação**. Disponível em: <https://www.brazilbeefquality.com/2020/10/06/maciez-e-maturacao/>. Acesso em: 02 dez. 2022.
- CARLOS, P. *et al.* **Analysis of consumer perceptions on quality and food safety in the spanish beef market: a future application in new product development**. 2005. Disponível em: <https://ageconsearch.umn.edu/record/24456/>. Acesso em: 20 nov. 2022.
- CEÑA, P. *et al.* **Postmortem shortening of lamb Longissimus oxidative and glycolitic**. 1992. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1745-4573.1992.tb00480.x>. Acesso em: 06 dez. 2022.
- CHINI, J. **O que é dryaged**. 2016. Disponível em: <https://blogdacarne.com/dryaged/>. Acesso em: 28 nov. 2022.
- COIMMA. **Importância do consumo de carne bovina por humanos**. 2021. Disponível em: <https://www.coimma.com.br/blog/post/importancia-do-consumo-de-carne-bovina-por-humanos>. Acesso em: 22 nov. 2022.
- CORRÊA, A.T.L; JÚNIOR.C.M.N; CARVALHAL.V.M. **Qualidade sensorial da carne bovina maturada e in natura resfriada no município de Redenção - PA**. 2020. Disponível

em: <https://nutritime.com.br/wp-content/uploads/2020/07/Artigo-520.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2023.

DASHDORJ, D. *et al.* **Dry aging of beef.** Review. 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4872334/#:~:text=Sensory%20results%20showed%20that%20many,usual%20%5B21%2C%2023%5D..> Acesso em: 27 nov. 2022.

DEGEER, S. L. *et al.* **Effects of dry aging of bone-in and boneless strip loins using two aging processes for two aging times.** 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174009002484?via%3Dihub>. Acesso em: 02 dez. 2022.

DERMIKI, M. *et al.* **Contributions of non-volatile and volatile compounds to the umami taste and overall flavour of shiitake mushroom extracts and their application as flavour enhancers in cooked minced meat.** 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814613003191?via%3Dihub>. Acesso em: 29 nov. 2022.

DESTEFANIS, G. *et al.* Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner-Bratzler shear force. **Meat Science**, v. 78, n. 3, p. 153-156, 2008.

EMBRAPA, 2019. **Pesquisas avaliam processos e características da carne maturada a seco.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/40661880/pesquisas-avaliam-processos-e-caracteristicas-da-carne-maturada-a-seco>. Acesso em: 29 nov. 2022.

FELÍCIO, P.E.; PFLANZER, S.B. **Maturação da carne bovina.** 2018. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Pedro-De-Felicio/publication/328149519\\_Maturacao\\_da\\_Carne\\_Bovina/links/5bbb9d464585159e8d8c4749/Maturacao-da-Carne-Bovina.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Pedro-De-Felicio/publication/328149519_Maturacao_da_Carne_Bovina/links/5bbb9d464585159e8d8c4749/Maturacao-da-Carne-Bovina.pdf). Acesso em: 21 nov. 2022.

FERRACINI, J.G. *et al.* **A carne bovina maturada a seco (dryaging):** Revisão. 2022. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/artigo/9145/a-carne-bovina-maturada-a-seco-dry-aging-revisatildeo>. Acesso em: 25 nov. 2022.

FRANCISCO, V. C.; LAZARINI, G.; MAURÍCIO, R. A. **Avaliação da preferência de carne bovina fresca ou maturada a seco ("dry-aged") de animais Canchim.** Anais da 11ª Jornada Científica. Embrapa Pecuária Sudeste e Embrapa Instrumentação, São Carlos. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1116617/avaliacao-da-preferencia-de-carne-bovina-fresca-ou-maturada-a-seco-dry-aged-de-animais-canchim>. Acesso em: 4 dez. 2022.

FUTUREBEEF, 2011. **Meat Standards Australia (MSA).** Disponível em: <https://futurebeef.com.au/resources/meat-standards-australia-mas/>. Acesso em: 20 nov. 2022.

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M. **Avaliação da qualidade de Carnes: Fundamentos e metodologias.** 2. ed. Viçosa: UFV, 2017. p. 17-19.

HA, M. *et al.* **Effects of different ageing methods on colour, yield, oxidation and sensory qualities of Australian beef loins consumed in Australia and Japan.** 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996919303990#:~:text=Highlight&text=Dry%20ageing%20resulted%20in%20beef,colour%20compared%20to%20wet%20ageing.&text=Dry%20and%20stepwise%20ageing%20resulted,similar%20physical%20and%20>



chemical%20properties.&text=Australian%20and%20Japanese%20consumers%20preferred,b eef%20to%20wet%20aged%20products.. Acesso em: 22 nov. 2022.

HADDAD, G. de B. S *et al.* Accelerating the dry aging of bone-in beef from Nellore cattle by the freeze/thaw process. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(7), 1–11. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jfpp.16573>. Acesso em: 22 nov. 2022.

HILTZ, D. F.; BISHOP, L. J. **Postmortem glycolytic and nucleotide degradative changes in muscle of the atlantic queen crab (*Chionoecetes opilio*) upon iced storage of unfrozen and of thawed meat, and upon cooking.**1975. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0305049175902175?via%3Dihub>. Acesso em: 4 dez. 2022.

HUFF-LONERGAN, E.; ZHANG, W.; LONERGAN, S. M. **Biochemistry of postmortem muscle — Lessons on mechanisms of meat tenderization.**2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174010001816?via%3Dihub>. Acesso em: 06 dez. 2022.

ISHIWATARI, N. *et al.* **Decomposition kinetics of umami component during meat cooking.**2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877413002811?via%3Dihub>. Acesso em: 29 nov. 2022.

JEREMIAH, L. E.; MARTIN, A. H.; MURRAY, A. C. **The effects of various post-mortem treatments on certain physical and sensory properties of three different bovine muscles.** 1985. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0309174085900154?via%3Dihub>. Acesso em: 08 dez. 2022.

JEREMIAH, L. E.; TONG, A. K. W.; GIBSON, L. L. **The usefulness of muscle color and pH for segregating beef carcasses into tenderness groups.**1991. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0309174091900017?via%3Dihub>. Acesso em: 08 dez. 2022.

JORNALATOS. **Cliente denuncia venda de carne estragada.** 2015. Disponível em: <https://jornalatos.net/regiao/cidades/guaratingueta/cliente-denuncia-venda-de-carne-estragada-em-supermercado-de-guara/>. Acesso em: 20 nov. 2022.

KIM, Y. H. B.; KEMP, R.; SAMUELSSON, L. M. **Effects of dry-aging on meat quality attributes and metabolite profiles of beef loins.** 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174015300966>. Acesso em: 05 dez. 2022.

KOOHMARAIE, M.; GEESINK, G. H. **Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system.** 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174006001355>. Acesso em: 04 dez. 2022.

KOUTSIDIS, G. *et al.* **Water-soluble precursors of beef flavour. Part II: Effect of postmortem conditioning.** 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174007003014>. Acesso em: 21 nov. 2022.

LI, P. *et al.* **Effect of ultimate pH on postmortem myofibrillar protein degradation and meat quality characteristics of Chinese yellow crossbred cattle.** 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4147285/>. Acesso em: 21 nov. 2022.

LONERGAN, E. H.; ZHANG, W.; LONERGAN, S. M. **Biochemistry of postmortem muscle—Lessons on mechanisms of meat tenderization.** 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174010001816>. Acesso em: 21 nov. 2022.

MCGEE, H. **On food and cooking: the science and lore of the kitchen.** Simon and Schuster, 2007. 143, 144p.

MCKENNA, D. R. *et al.* **Biochemical and physical factors affecting discoloration characteristics of 19 bovine muscles.** 2005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174005000902>. Acesso em: 03 dez. 2022.

MILKPOINT. **Entendendo os significados das cores da carne.** 2006. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao-de-leite/entendendo-os-significados-da-corda-carne-31679n.aspx>. Acesso em: 22 nov. 2022.

MOCZKOWSKA, M.; PÓŁTORAK, A.; WIERZBICKA, A. **Impact of the ageing process on the intensity of post mortem proteolysis and tenderness of beef from crossbreeds.** 2015. Disponível em: <https://sciendo.com/article/10.1515/bvip-2015-0054>. Acesso em: 21 nov. 2022.

MULTIVAC, 2021. **Carne embalada a vácuo.** Disponível em: <https://br.multivac.com/pt/solucoes/produtos/maquinas-de-embalamento-a-vacu/embalamentoavacuotecnicamentecorreto/>. Acesso em: 26 nov. 2022.

NASSU, R. T.; TULLIO, R. R.; CRUZ, G. M. **Processo agroindustrial: maturação de carne bovina proveniente de animais cruzados Angus x Nelore e Senepol x Nelore.** Embrapa: Comunicado Técnico 91. 2009. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/579869/4/PROCIComT91RTN2009.00297.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2022.

PASSETTI, R. A. C. *et al.* **Sensorial, color, lipid oxidation, and visual acceptability of dry-aged beef from young bulls with different fat thickness.** 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/asj.13498>. Acesso em: 02 dez. 2022.

PUGA, D. M. U.; CONTRERAS, C. J. C., TURNBULL, M. R. **Avaliação do amaciamento de carne bovina de dianteiro (Tricepsbrachii) pelos métodos de maturação, estimulação elétrica, injeção de ácidos e tenderização mecânica.** 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/P34nxg86HkYCwvLyhJ7GCbD/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 21 nov. 2022.

RIVAROLI, D. C. *et al.* **Essential oils in the diet of crossbred (½ Angus vs. ½ Nelore) bulls finished in feedlot on animal performance, feed efficiency and carcass characteristics.** 2017. Disponível em: <https://ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/68038>. Acesso em: 07 dez. 2022.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. Avaliação instrumental da textura. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (Ed.). **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 2 ed. rev. ed. Viçosa, Minas Gerais. p. 473, 2017.

ROÇA, R.O. **Propriedades da carne**. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 2002. p. 6-8. Disponível em: <http://www.abccriadores.com.br/images/upload/roca107.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2022.

RÜBENSAM, J. M., FELÍCIO, P. E., TERMIGNONI, C. **Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no Sul do Brasil**. 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/hxCDw4p8fvyDVKDDNJRF5NS/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 23 nov. 2022.

SAVELL, J. **Dry-aging of beef: Executive Summary**. Center for Research and Knowledge Management. National Cattlemen's Beef Association. Texas, Estados Unidos, 2008. Disponível em: [https://www.beefresearch.org/Media/BeefResearch/Docs/dry\\_aging\\_of\\_beef\\_08-20-2020-28.pdf](https://www.beefresearch.org/Media/BeefResearch/Docs/dry_aging_of_beef_08-20-2020-28.pdf). Acesso em: 26 nov. 2022.

SEIDEMAN, S. C.; DURLAND, P. R. **Vacuum packaging of fresh beef: A review**. 1983. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1745-4557.1983.tb00755.x#:~:text=ABSTRACT,periods%20of%20shipment%20and%20storage..> Acesso em: 23 nov. 2022.

SENTANDREU, M. A.; COULIS, G.; OUALI, A. **Role of muscle endopeptidases and their inhibitors in meat tenderness**. 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224402001887>. Acesso em: 21 nov. 2022.

SILVA, D. R. G. et al. Comparison of Warner-Bratzler shear force values between round and square cross-section cores from cooked beef and pork Longissimus muscle. **Meat Science**, v. 103, p. 1-6, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.12.009>>. Acesso em: 13 fev. 2023.

SMITH, R. D. *et al.* **Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer palatability evaluations of steaks from US Choice and US Select short loins**. 2007. Disponível em: <https://sci-hub.se/10.1016/j.meatsci.2007.10.028>. Acesso em: 4 dez. 2022.

STETZER, A. J. *et al.* **Effect of enhancement and ageing on flavor and volatile compounds in various beef muscles**. *Meat Science*, v.79, p.13- 19, 2008.

TORRECILHAS, J. A. *et al.* **Color and lipid oxidation of meat from young bulls finished in feedlot supplemented with clove or cinnamon essential oils**. 2018. Disponível em: [https://academic.oup.com/jas/article-abstract/95/suppl\\_4/179/4765298?redirectedFrom=fulltext](https://academic.oup.com/jas/article-abstract/95/suppl_4/179/4765298?redirectedFrom=fulltext). Acesso em: 07 dez. 2022.

USMEF, Meat Export Federation of USA. **Guidelines for U.S. dry aged beef for international markets**. 2014. Disponível em: <https://www.usmef.org/guidelines-for-u-s-dry-aged-beef-for-international-markets/>. Acesso em: 03 dez. 2022.

UTSUNOMIYA, M. N. **Metodologias utilizadas na maturação de carne de bovino**. 2020. Disponível em: [https://run.unl.pt/bitstream/10362/119701/1/Utsunomiya\\_2021.pdf](https://run.unl.pt/bitstream/10362/119701/1/Utsunomiya_2021.pdf)>. Acesso em: 03 dez. 2022.

VITALE, M. **Maduración de la carne de vacuno: cómo se realiza y factores que la afectan.** 2016. Disponível em: <https://www.interempresas.net/Industria-Carnica/Articulos/150611-Maduracion-de-la-carne-de-vacuno-como-se-realiza-y-factores-que-la-afectan.html>. Acesso em: 27 nov. 2022.

WARNER, D. R. *et al.* **Meat tenderness: advances in biology, biochemistry, molecular mechanisms and new technologies.** 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174021002333>. Acesso em: 20 nov. 2022.

WARREN, K.; KASTNER, C. L. **A comparison of flavor and tenderness between dry-aged and vacuum-aged beef strip loins.** 1989. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1745-4573.1992.tb00471.x>. Acesso em: 6 dez. 2022.

WOOLF, F. **Maturação de carnes: as vantagens de uma carne “velha”.** 2014. Disponível em: <https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/36252/maturacao-de-carnes:-as-vantagens-de-uma-carne-%E2%80%9Cvelha%E2%80%9D.htm>. Acesso em: 20 nov. 2022.