

# **Produção de Carne de Bovino com Qualidade - *do Prado ao Prato* - uma Revisão Bibliográfica**

Dissertação de Mestrado

Rosa Maria de Sousa Silveira

Mestrado em

**Engenharia Zootécnica**



# **Produção de Carne de Bovino com Qualidade - *do Prado ao Prato* - uma Revisão Bibliográfica**

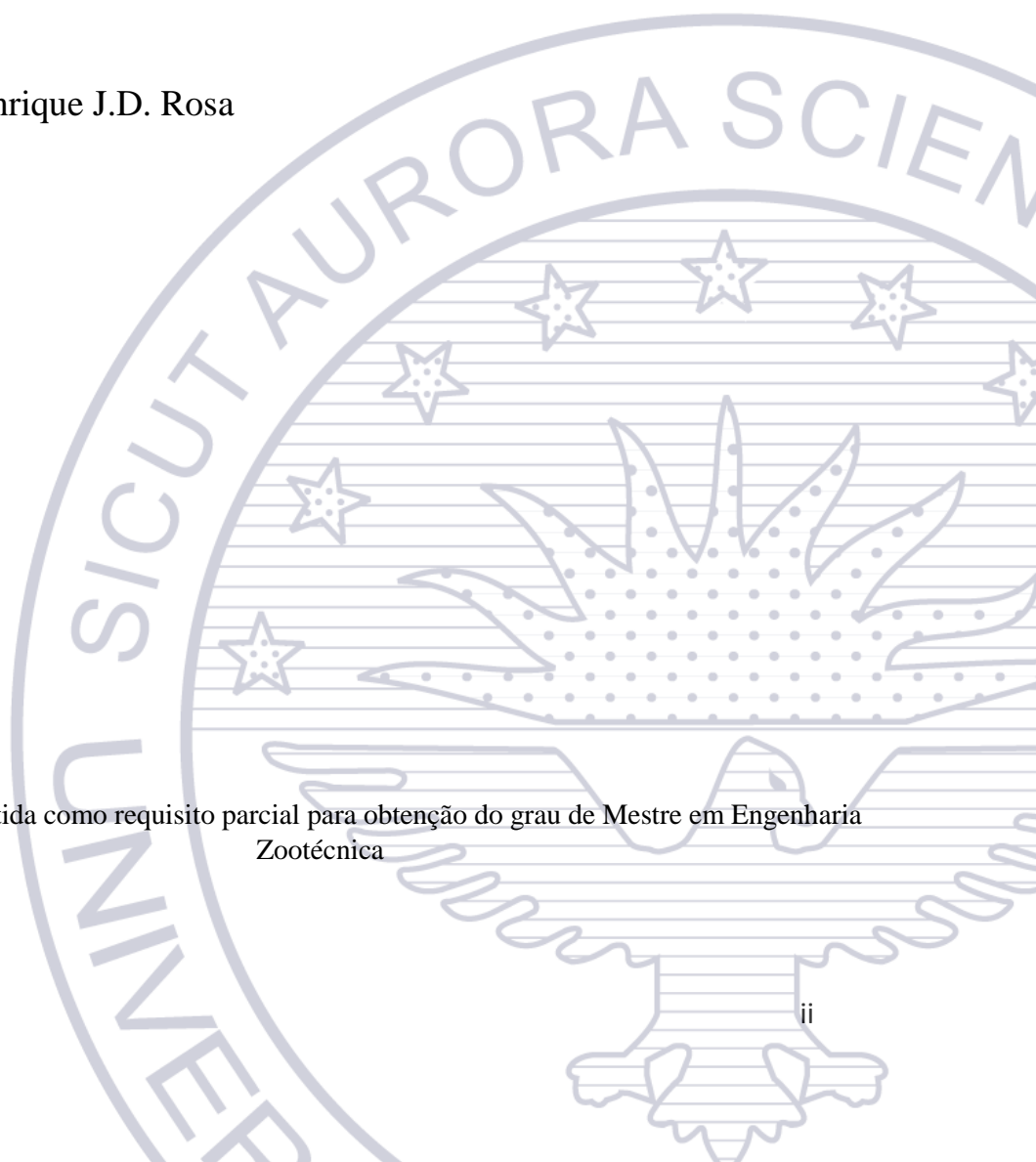
Dissertação de Mestrado

Rosa Maria de Sousa Silveira

## **Orientador**

Professor Doutor Henrique J.D. Rosa

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia  
Zootécnica



Dedico esta dissertação aos meus pais, João e Rosa, pelo apoio incondicional ao longo de todo o meu percurso académico e ao meu namorado Bruno pela paciência e pelo apoio que teve para comigo.

## **Agradecimentos**

A elaboração desta dissertação, foi o fechar de um ciclo muito importante para mim, na qual termino- o com muito esforço e dedicação, sendo que a palavra chave para o término desta etapa foi sem dúvida a resiliência, isto por ter sido trabalhadora-estudante ao longo de todo este percurso.

Neste momento tão especial, gostaria de expressar o meu profundo agradecimento a todos que me apoiaram, nomeadamente:

Ao meu orientador, Professor. Doutor Henrique J. D. Rosa, pela orientação, paciência e principalmente pela sua total disponibilidade para esclarecer dúvidas.

Ao corpo docente da Universidade dos Açores – Pólo da Terceira, em que sempre foram muito compreensivos por eu ser trabalhadora-estudante e não poder estar sempre presente nas aulas, nunca deixaram de me apoiar e sempre estiveram disponíveis para esclarecer qualquer dúvida.

Aos meus colegas e amigos, obrigada pelo suporte, apoio incondicional, troca de ideias e pelos momentos de descontração que tornaram este percurso um pouco mais leve.

Um agradecimento muito especial a toda a minha família, mas em particular aos meus pais, que sempre estiveram comigo e sempre acreditaram que seria capaz de concluir este percurso com sucesso.

Por fim, e não menos importante, muito obrigada ao meu namorado Bruno Ferreira que esteve sempre ao meu lado incondicionalmente, nunca me deixou desistir, sempre me apoiou e aconselhou da melhor forma, foi sem dúvida o meu braço direito nesta jornada, agradeço muito a paciência que teve para me aturar nos dias mais difíceis, que ainda foram uns quantos e por continuar sempre ao meu lado.

## Resumo

A qualidade da carne bovina dos Açores, especialmente a certificada com Indicação Geográfica Protegida (IGP), tem ganhado reconhecimento devido particularmente às suas características sensoriais, nutricionais, dietéticas e éticas (bem-estar animal e sustentabilidade ambiental). No sentido de cada vez mais aprimorar estas características, não só da carne produzida nos Açores, mas também a que é produzida a nível nacional e internacional, é essencial acompanhar os desenvolvimentos da ciência nesta área. Neste contexto, uma revisão aprofundada e sistematizada da bibliografia será certamente um bom contributo para atingir tal fim.

Assim, esta dissertação teve como objetivos definir o conceito de qualidade total da carne de bovino, identificar as suas componentes e identificar e desenvolver os fatores determinantes que a influenciam e que estão presentes ao longo do percurso que decorre desde a conceção do animal até ao momento do consumo da sua carne, ou seja, “desde o prado ao prato” ou “desde a conceção à ingestão”, com foco nos aspetos nutricionais, produtivos, sociais e económicos. A pesquisa baseou-se numa revisão detalhada da literatura sobre os fatores *ante-mortem* e *post-mortem* como genética, manejo, alimentação, transporte, abate, desmancha das carcaças e maturação da carne.

Entre os fatores *ante-mortem*, destaca-se a alimentação à base de pastagens naturais, que é crucial para a composição de ácidos gordos benéficos, como os ómega-3 e o ácido linoleico conjugado (CLA). Esses compostos contribuem significativamente para a qualidade nutricional da carne açoriana. Além disso, o bem-estar animal, abordado como um fator-chave, tem grande importância para a obtenção de carne de elevada qualidade, incluindo a sua componente ética. Práticas de manejo que reduzem o stress animal são fundamentais para minimizar problemas como a carne DFD (dark, firm, dry) e PSE (pale, soft, exudative), melhorando tanto o rendimento quanto a aceitação do produto final pelos consumidores.

No âmbito dos fatores *post-mortem*, o processo de maturação da carne é fundamental para o desenvolvimento de características organolépticas desejáveis, como tenrura, suculência e paladar. A ação das enzimas endógenas, como as calpaínas e catepsinas, durante a maturação, degrada proteínas miofibrilares, promovendo o amaciamento da carne ao longo do tempo. A dissertação menciona as diferenças entre os métodos de maturação a

seco e a húmido, discutindo o impacto destas técnicas na qualidade final do produto e destaca a importância do controle de variáveis como a temperatura e tempo de maturação para otimizar a tenrura e o paladar.

Além dos fatores biológicos e produtivos, a dissertação ressalta a relevância de práticas de manejo sustentáveis, que não apenas asseguram a qualidade da carne, mas também contribuem para a preservação do meio ambiente e a viabilidade económica das pequenas e médias explorações. A produção de carne com certificado IGP nos Açores fortalece a identidade regional e apoia a sustentabilidade ambiental. No entanto, o estudo sugere que a valorização da carne de alta qualidade está diretamente relacionada com a adoção de boas práticas *ante e post-mortem*, dando origem a um produto que se destaca no mercado global, tanto nutricionalmente quanto comercialmente.

**Palavras-chave:** Qualidade da carne, Indicação Geográfica Protegida, manejo sustentável, maturação, bem-estar animal.

## **Abstract**

The quality of beef from the Azores, especially that certified with Protected Geographical Indication (PGI), has gained recognition particularly due to its sensorial, nutritional, dietary and ethical characteristics (animal welfare and environmental sustainability). In order to increasingly improve these characteristics, not only of meat produced in the Azores, but also that produced nationally and internationally, it is essential to monitor scientific developments in this area. In this context, an in-depth and systematized review of the bibliography will certainly be a good contribution to achieving this end.

Thus, this dissertation aimed to define the concept of total quality of beef, identify its components and identify and develop the determining factors that influence it and that are present throughout the journey that takes place from the conception of the animal to the present consumption of its meat, that is, “from farm to plate” or “from conception to ingestion”, focusing on nutritional, productive, social and economic aspects. The research was based on a detailed review of the literature on ante-mortem and post-mortem factors such as genetics, management, feeding, transport, slaughter, carcass cutting and meat maturation.

Among the ante-mortem factors, a diet based on natural pastures stands out, which is crucial for the composition of beneficial fatty acids, such as omega-3 and conjugated linoleic acid (CLA). These compounds contribute significantly to the nutritional quality of Azorean meat. Furthermore, animal welfare, addressed as a key factor, is of great importance for obtaining high quality meat, including its ethical component. Management practices that reduce animal stress are essential to minimize problems such as DFD (dark, firm, dry) and PSE (pale, soft, exudative) meat, improving both yield and acceptance of the final product by consumers.

Within the scope of post-mortem factors, the meat maturation process is fundamental for the development of desirable organoleptic characteristics, such as tenderness, juiciness and taste. The action of endogenous enzymes, such as calpains and cathepsins, during maturation, degrades myofibrillar proteins, promoting meat softening over time. The dissertation mentions the differences between dry and wet maturation methods, discussing the impact of these techniques on the final quality of the product and highlights the importance of controlling variables such as temperature and maturation time to optimize texture and taste.

In addition to biological and productive factors, the dissertation highlights the relevance of sustainable management practices, which not only ensure the quality of the meat, but also contribute to the preservation of the environment and the economic viability of small and medium-sized farms. The production of PGI-certified meat in the Azores strengthens regional identity and supports regional sustainability. However, the study suggests that the valorization of high-quality meat is directly related to the adoption of good ante- and post-mortem practices, giving rise to a product that stands out in the global market, both nutritionally and commercially.

**Keywords:** Meat quality, Protected Geographical Indication, Azores, sustainable management, aging, animal welfare.

# Índice

Dedicatória	iii
Agradecimentos	iv
Resumo	v
Abstract	vii
Índice	ix
Índice de Figuras	xi
Índice de Tabelas	xi
Lista de Abreviaturas	xii
<b>I. Introdução</b>	1
<b>II. Qualidade da carne</b>	3
2.1. Definições	3
2.2. Componentes da qualidade	6
2.2.1. Características organolépticas	6
2.2.1.1. Cor	6
2.2.1.2. Textura e estrutura	8
2.2.1.3. Tenrura, sucosidade e flavour	9
2.2.2. Características nutritivas e dietéticas	12
2.2.3. Características higio-sanitárias	13
2.2.4. Características tecnológicas	14
2.2.5. Características éticas	15
<b>2.3. Fatores que afetam a qualidade de carne</b>	16
2.3.1. Fatores <i>ante-mortem</i>	17
2.3.1.1. Raça	17
2.3.1.2. Idade	18
2.3.1.3. Sexo e castração	21
2.3.1.4. Sistema de alimentação e de exploração	23
2.3.1.5. Transporte para o matadouro	25
2.3.1.6. Maneio pré-abate	28

2.3.1.6.1 Ocorrências de carne DFD e PSE	28
2.3.1.6.1.1 Carne DFD	29
2.3.1.6.1.2 Carne PSE	32
2.3.2. Fatores <i>post-mortem</i>	34
2.3.2.1. Atordoamento e insensibilização dos animais	34
2.3.2.2. Arrefecimento das carcaças e “cold shortening”	35
2.3.2.3. Maturação da carne	38
2.3.2.3.1. Métodos comerciais de maturação	41
2.3.2.3.2. Suspensão de carcaças durante a maturação	43
2.3.2.4. Estimulação elétrica das carcaças e seus efeitos	44
2.3.2.5. Desmancha das carcaças	45
2.3.2.6. Tratamento culinário	48
<b>III. Carne dos Açores IGP: qualidade, perspectivas e estratégias de valorização.</b>	49
<b>IV. Conclusão</b>	54
<b>V. Bibliografia</b>	56
<b>VI. Anexos</b>	79
6.1. Características da carne dos Açores	79

## Índice de Figuras

<b>Figura 1:</b> Ordem de deposição dos tecidos nos animais	19
<b>Figura 2:</b> Quantidades de gordura, músculo e osso em carcaças de bovinos com idades entre 10 e 12 dias	21
<b>Figura 3:</b> Padrão de acidificação em carne DFD, PSE e normal nas primeiras 24 horas após o abate, em bovinos	31
<b>Figura 4:</b> Desenho esquemático da pendura pela abertura do osso pélvico e pelo tendão de Aquiles	43

## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1:</b> Composição química aproximada da carne de bovina	13
<b>Tabela 2:</b> Composição química aproximada do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de bovino	13
<b>Tabela 3:</b> Concentração em CLA (mg) por /100g de carne) em carnes de bovinos produzidos em pastagem vs estabulação	24
<b>Tabela 4:</b> Rácios $\omega$ -6/ $\omega$ -3 em carnes de bovinos produzidos em pastagem vs estabulação	25
<b>Tabela 5:</b> Efeito de tempo de espera de bovinos no matadouro na percentagem de carcaças com condição DFD	32
<b>Tabela 6:</b> Dados de comercialização e abate de animais certificados IGP em 2023	50
<b>Tabela 7:</b> Abates de bovinos por ilha e categoria em 2020	51
<b>Tabela 8:</b> Número de explorações ativas e com certificação IGP na Região Autónoma dos Açores	52

## **Lista de siglas e símbolos**

**DGADR** – Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Regional

**FAA** – Federação Agrícola dos Açores

**IGP**- Indicação Geográfica Protegida

**CLA** – Ácido Linoleico Conjugado

**Ω3** - Omega 3

**Ω6**-Omega 6

**DHA** – Ácido Docosahexaenóico

**EPA** – Ácido Eicosapentaenóico

**DPA** – Ácido Docosapentaenóico

**ATP** – Adenosina Trifosfato

**ADP** – Adenosina Difosfato

**DFD** – Dark, Firm, Dry (Escura, Firme, Seca)

**PSE** – Pale, Soft, Exudative (Pálida, Mole, Exsudativa)

**RAA** – Região Autónoma dos Açores

## **I. Introdução**

Neste estudo, pretendeu-se realizar uma pesquisa bibliográfica aprofundada para examinar a importância dos diversos fatores que influenciam a qualidade da carne bovina.

Toda a fileira da carne de bovino, incluindo a produção, indústria e distribuição, desempenha um papel fundamental nas economias locais, regionais e globais, alimentando milhões de pessoas e sustentando, assim, a agricultura, a indústria e o comércio em diversas regiões do mundo. No entanto, atualmente, as preocupações e os desafios dos produtores e de outros agentes da cadeia agroalimentar não se limitam apenas à produção em quantidade à eficiência, mas também, e cada vez mais, com o bem-estar animal com a sustentabilidade ambiental e com a qualidade do produto final. A qualidade da carne de bovino depende, portanto, de fatores muito diversos como a sua composição química/nutricional, a palatabilidade, a segurança alimentar ou a ética. A qualidade da carne é, por sua vez, influenciada por uma ampla gama de fatores, desde a genética, às práticas de manejo animal passando por todos os processos de produção, transformação e distribuição.

O consumidor contemporâneo tem se mostrado cada vez mais exigente e criterioso em relação à carne que consome, uma tendência que se consolida no cenário global de comercialização de alimentos. Como destacado por Mantense (2004), essa seletividade reflete um maior nível de consciência e expectativa por parte dos consumidores, que procuram produtos com qualidade sensorial superior, segurança alimentar e origem confiável. Nessa mesma linha, Velho et al. (2009) reforçam que muitos consumidores estão dispostos a pagar um valor adicional por carnes que apresentem certificação de qualidade e garantia de procedência, evidenciando a valorização crescente por atributos que transcendam apenas o preço, e contemplem confiança, rastreabilidade e diferenciação no ponto de venda.

Com a globalização e a disseminação instantânea de informações, o comércio de carne bovina tem se transformado, impulsionando a competitividade e destacando a sustentabilidade como fator-chave. Nesse cenário, novas formas de comercialização têm favorecido a produção e o consumo de carne de alta qualidade, levando a mudanças em toda a cadeia produtiva — desde a criação até o processamento. Estratégias como a

redução da idade de abate, alcançada por meio da seleção de raças precoces com linhagens modernas, aliadas a melhorias na alimentação, têm mostrado efeitos positivos na qualidade da carne (Lee et al., 2020). Além disso, práticas sustentáveis como cadeias curtas de comercialização e economia circular contribuem para a preservação ambiental e a viabilidade econômica dos produtores (Silva et al., 2023). Tais medidas são essenciais para mitigar os impactos ambientais da pecuária, como as emissões de gases de efeito estufa e a degradação do solo, promovendo uma produção mais eficiente e consciente (Castonguay et al., 2023).

Adicionalmente, como apresentado por Souza *et al.* (2021), é importante ressaltar que os temas de bem-estar animal e abate humanitário vêm sendo amplamente debatidos e divulgados na comunicação social, tornando-se necessária cada vez mais procurar o melhoramento contínuo da qualidade dos produtos oriundos da produção animal, uma vez que carnes oriundas de animais bem tratados e com criação humanitária, desde o nascimento, até o abate, sem dúvida, vão apresentar melhor aspeto, textura e sabor (Queiroz *et al.*, 2014) e irão atender de forma mais eficaz às expectativas dos mercados consumidores, cada vez mais preocupados com a qualidade do produto comercializado mas também atentos ao respeito pelas normas legais e éticas.

No contexto descrito anteriormente, a Carne dos Açores, proveniente de carcaças de bovinos nascidos, criados e abatidos na Região Autónoma dos Açores, segundo os moldes tradicionais, possuem características de estimado valor nutricional e social. Tais características estão, assim, intimamente ligadas, por um lado, às condições edafo-climáticas dos Açores, propícias à criação de bovinos em pastagens naturais, e por outro lado, aos métodos tradicionais de alimentação e restante manejo dos bovinos seguido em cada vez mais explorações da região .

Dessa forma, esta dissertação explora os principais fatores que influenciam a qualidade da carne bovina, com o objetivo de proporcionar uma compreensão mais profunda dessas influências e suas interações. Procura-se identificar práticas de produção mais eficientes e sustentáveis, promovendo simultaneamente a segurança alimentar, a ética na produção e a satisfação do consumidor. O estudo inicia com uma análise dos aspetos organoléuticos e nutricionais da carne bovina, considerando como a dieta e o manejo alimentar dos bovinos podem impactar a sua composição e qualidade. Em seguida, são abordados os fatores genéticos e ambientais que afetam as características da carne, incluindo raça, idade e condições de criação dos animais. Adicionalmente, os

métodos de processamento e armazenamento da carne são também discutidos, ressaltando a sua importância na preservação da qualidade e segurança do produto final. Por fim, o estudo destaca como a carne produzida na Região Autónoma dos Açores apresenta tais características e explora práticas que poderão amplificar a sua qualidade e fomentar o mercado para o consumo desse produto de alto valor económico, social e nutricional.

## **II. Qualidade da carne de bovino**

### **2.1 Definições**

Genericamente, o conceito de qualidade refere-se à capacidade de um bem ou de um serviço para satisfazer as necessidades do consumidor. No entanto, a bibliografia está recheada de definições. Por exemplo, em 1952 Hammond, citado por Teixeira (2017) define qualidade como “aquilo para o qual o consumidor está preparado para pagar mais”. Ferreira (1990) citado por Ribeiro (2003) refere que a qualidade é a propriedade, atributo ou condição que permite avaliar e, conseqüentemente, aprovar, aceitar ou recusar qualquer coisa.

No caso concreto da qualidade de um alimento Warriss (2000) define qualidade como a relação entre as características de um dado alimento e a imagem que o consumidor retém do mesmo. Liu *et al.* (2022) complementam que qualidade se refere às características dos produtos que satisfaçam as exigências e expectativas dos consumidores finais. Qualidade é, na sua essência um conceito subjetivo e dinâmico que varia com a época, o lugar e o destino, i.e. produtor, processador, retalhista e consumidor final.

Como citado por Felício (1998), é interessante salientar, como fez Issanchou (1996), que a qualidade exigida pelo consumidor depende das pessoas, do produto e da situação, evoluindo com as mudanças pessoais (experiência com o produto, idade, educação) e aspetos sociais (novos valores disseminados pela comunicação social) com o passar do tempo.

Mais especificamente, no caso da carne, o conceito de qualidade tem evoluído com o avanço dos conhecimentos científicos, dos métodos analíticos e dos gostos do

consumidor. Depende de vários fatores presentes no percurso que decorre desde “o prado ao prato” ou “desde a concepção à ingestão”, designadamente os que se prendem com o animal (raça, sexo, castração, idade ao abate, etc.), com o sistema de produção (e.g. intensivo *vs.* extensivo), com as condições de transporte para o matadouro e abate, com a desmancha da carcaça, com a maturação da carne, com o corte das peças açougueiras e finalmente com o tratamento culinário. Prado *et al.* (2022) destacam que o nível de aceitação da carne pelo consumidor é diretamente afetado por esses fatores relacionados com a produção pecuária e processamento industrial, bem como pelo modo como a carne é preparada para o consumo final.

Um produto de qualidade, tem que atender de forma confiável, acessível, segura, e, no tempo certo, às necessidades do consumidor. Sendo este produto um alimento com características diversificadas, e o cliente um consumidor moderno, muito seletivo, poder-se-ia adaptar esta definição de modo a incluir valor nutritivo, higio/sanidade e características organoléticas (Felício, 1993).

A qualidade da carne de bovino é de extrema importância para os consumidores, sendo que a percepção de qualidade do consumidor determina a decisão de compra e repetição da mesma, o que tem um peso importante para o desenvolvimento e sucesso do mercado e da indústria desta carne. De acordo com Liu *et al.* (2022), a percepção do consumidor sobre a qualidade da carne bovina depende principalmente de quatro dimensões:

- i. Qualidade de busca (apelo visual): a propriedade morfológica da carne bovina, como aparência (cor, gordura visível), tecnologia e qualidade de conveniência e outros atributos (por exemplo, tempo de vida útil ou rendimento no tratamento culinário);
- ii. Qualidade da experiência (apelo sensorial): a experiência de comer carne bovina, como tenrura, suculência e sabor;
- iii. Qualidade de credibilidade: a segurança, nutrição, e valor higio/sanitário de um produto e outros valores adicionais relacionados a certos atributos, como bem-estar animal e sustentabilidade ambiental;
- iv. Qualidade de valor (custo-benefício): o custo/preço do produto é percebido para corresponder tanto quanto possível ao valor e à imagem do produto.

Ainda segundo os mesmos autores, a percepção de qualidade da carne de bovino por parte do consumidor depende de um conjunto variado de fatores que estes autores agrupam em duas categorias: intrínsecos (ou genético) e extrínsecos (*ante-mortem* e *post-mortem*)

Seguindo a mesma linha de raciocínio, Felício (1998) apresenta uma matriz a fim de explicar os fatores que influenciam a qualidade da carne, avaliando:

- i. Qualidade da matéria prima: genética, sexo (por exemplo, macho castrado e novilhas, touros inteiros), idade dos animais ou maturidade da carcaça.
- ii. Processos:
  - 1 – *Ante-mortem*: manejo correto da pastagem, alimentação intensiva, transporte e descanso dos animais nos currais do matadouro.
  - 2 – *Post-mortem*: estimulação elétrica das carcaças, arrefecimento lento e maturação da carne.

Os fatores intrínsecos (matéria-prima) estão vinculados ao genótipo dos animais e às condições ambientais em que foram criados, incluindo raça/genética, idade, sexo, castração, sistema de exploração/alimentação e manejo pré-abate. Os fatores extrínsecos (processos) ocorrem a partir dos procedimentos técnicos adotados pelos matadouros e segmentos da cadeia de produção até ao consumidor final, incluindo arrefecimento das carcaças, tempo de maturação, desmancha e tratamento culinário (Felício, 1993).

Para compreender plenamente os elos que definem a qualidade dos produtos agroalimentares, é crucial destacar as preferências do consumidor e o impacto de seus hábitos na cadeia de produção da carne. Nos últimos anos, tem havido uma crescente preocupação com questões relacionadas com a segurança alimentar, impacto ambiental, bem-estar animal, valor nutricional e dietético, acompanhada por uma diminuição na tolerância à variabilidade da qualidade da carne bovina, especialmente com o aumento do poder aquisitivo dos consumidores, resultando em maiores exigências de informações sobre a procedência dos produtos que consomem. (Buainain e Batalha, 2007 citado por Moreira, 2017).

Conhecer o perfil do consumidor significa entender o seu comportamento no momento de decisão, o qual envolve processos muito além do que simplesmente as motivações de compra (Moreira et al. 2017).

Mudanças no estilo de vida, aumento de rendimentos, demografia e outros fatores têm levado à procura por produtos alimentares mais convenientes e de mais fácil preparação, resultando numa redução significativa do consumo de carne bovina *in natura*. Este consumo tem sido gradualmente substituído por produtos preparados, um fenómeno especialmente evidente no caso da carne de frango, onde o consumo de carne *in natura* tem diminuído enquanto o de produtos prontos ou semi prontos tem aumentado significativamente (Resurrecion, 2003).

De acordo com Felício (1999), uma carne bovina que ofereça não apenas qualidade óbvia, mas também cor, tenrura, suculência e sabor garantidos, além de ser apresentada pré-cortada, corretamente embalada, com certificado de origem e instruções de preparação culinária, representa um importante fator de competitividade, combinando qualidade evidente e atratividade. Independentemente do tipo - seja carne bovina, ovina, suína, de aves ou de peixes -, a carne deve satisfazer as expectativas do consumidor em relação aos atributos de qualidade.

## **2.2. Componentes da qualidade**

### **2.2.1 Características organoléticas**

#### **2.2.1.1 Cor**

Em condições normais de conservação, a cor é um dos principais atrativos dos alimentos. No caso da carne, a cor reflete a quantidade e o estado químico do seu principal pigmento, a mioglobina (Mb) (Felício, 1999).

A quantidade de Mb numa determinada peça de carne bovina varia principalmente com a atividade física dos músculos que a compõem e com a maturidade fisiológica do animal ao abate. Alguns músculos são mais solicitados do que outros e, como consequência, apresentam grande proporção de fibras (células musculares) vermelhas entre as fibras brancas, estando estas últimas sempre representadas em maior número (Felício, 1999).

A cor da carne bovina depende fundamentalmente dos pigmentos que absorvem e refletem certos comprimentos de onda. Porém, outros fatores influenciam e modificam a forma como a cor é percebida. Como a cor é uma impressão avaliada pelos olhos, as

condições de visualização assim como também as diferenças individuais podem alterar a cor percebida. Na carne, a ultraestrutura e a textura dos músculos também influenciam na reflexão e absorção da luz (Hedrik *et al.*, 1994).

Existem diversos métodos para avaliar a cor da carne, sendo que a maioria dos sistemas de classificação e tipificação de carcaças se baseiam numa avaliação subjetiva. Esse método envolve uma avaliação visual da cor na superfície da carne, onde a coloração percebida é pontuada por meio de comparação com uma escala pré-definida (Santos *et al.*, 2018).

De acordo com MacDougall (1994) não existe uma recomendação geral quanto ao procedimento de mensuração da cor, pois os instrumentos de medida - colorímetros e espectrofotômetros - podem ter características distintas quanto ao diâmetro da abertura (10 - 22mm), tipo de iluminante (fonte C, que simula a luz do dia, ou D65, que simula a luz do dia, porém nublado) e ângulo de observação (2° e 10°, por exemplo), produzindo resultados semelhantes, mas não iguais.

Entretanto, alguns instrumentos como espectrofotômetros, que avaliam o espectro de refletância e captam apenas um tipo de luz, e colorímetros, que empregam três ou quatro tipos de luz, são utilizados para realizar essas mensurações. Cada instrumento oferece uma variedade de opções, desde escalas de coloração (como os sistemas Hunter, CIE e tristimulus) até tipos de iluminação (A, C, D65 e Ultra lume) (Pasetti *et al.*, 2016).

O sistema CIELAB é amplamente utilizado para estudar a coloração da carne, sendo relacionado com a percepção visual humana. As suas coordenadas L\*, a\* e b\* representam a luminosidade, a oposição entre vermelho e verde, e a oposição entre azul e amarelo, respectivamente (Bonfatti Júnior & Lengowski, 2018). O aumento de L\* indica menos mioglobina na carne e maior dispersão de luz. O aumento de a\* está associado à concentração de mioglobina, enquanto o aumento de b\* está relacionado com a atividade glicolítica e a palidez muscular (Pasetti *et al.*, 2016; Hughes *et al.*, 2020). A saturação (C) está ligada à concentração de pigmento, e a tonalidade (h\*) indica mudanças no pigmento da mioglobina (Hughes *et al.*, 2017).

De acordo com Felício (1999), do ponto de vista prático, recomenda-se trabalhar com o espaço CIELAB ou L\*C\*h e fornecer marca e modelo do colorímetro, abertura, fonte de luz e ângulo de observação. Recomenda-se, ainda, utilizar amostras de carne de pelo menos 1cm de espessura e fazer as medidas após um tempo padrão de exposição ao

ar, que pode ser de 30 ou 60 minutos, em ambiente refrigerado a 0-5°C, em recipientes de esferovite cobertos com filme permeável, para uma boa oxigenação da Mb. Para se fazer uma estimativa da percentagem de meta-Mb, em estudos de “shelf-life”, é necessário um espectrofotômetro e seguir metodologia descrita na literatura, inclusive por MacDougall (1994).

Molinete *et al.* (2017) conduziram um estudo sobre a coloração da carne de bovinos alimentados em pastagens de consociação de gramíneas e leguminosas. Estes autores observaram que a dieta influenciou os valores de a\*, resultando numa coloração mais avermelhada na carne dos animais alimentados com esta pastagem. Os autores atribuíram essa alteração de cor à elevada ingestão de ferro associada à presença de leguminosas na dieta.

Nassu *et al.* (2016) examinaram a qualidade da carne de bovinos acabados em sistemas de integração lavoura-pecuária. Eles destacaram que a coloração amarelada (b\*) da gordura está geralmente relacionada com animais criados em pastagem e com idade de abate mais avançada, enquanto que a gordura menos pigmentada (branca) está associada a animais acabados em confinamento. Isso ocorre devido à dieta pobre em pigmentos carotenoides na fração volumosa da alimentação dos animais em confinamento.

Outro fator que interfere na cor da carne é o pH. Este parâmetro está estreitamente relacionado com o manejo pré-abate a que os animais foram sujeitos. O pH final do músculo influencia o estado físico e a reflexão da luz da superfície muscular em bovinos, ou seja, na cor da carne (Abril *et al.*, 2001 citado por Moreira *et al.*, 2017).

Segundo Moreira *et al.* (2017), quando o glicogénio muscular é utilizado pelos animais durante o manejo e transporte pré-abate, principalmente quando os animais ficam sujeitos a stress elevado ou a tempo de jejum prolongado, o estabelecimento do *rigor mortis* ocorre de forma antecipada devido justamente à falta de energia para sustentar o metabolismo anaeróbico na carne. Desta forma, originam-se as carnes DFD (“dark, firm and dry”, ou escura, dura e seca), resultado da pouca produção de ácido láctico no músculo, responsável pela queda normal do pH, (Tarrant, 1989; Felício, 1997; María *et al.* 2003). Esta carne possui um pH mais elevado (acima de 5,8), diminuindo a sua vida de prateleira (shelf live), além de ser menos aceite pelo consumidor (Muchenje *et al.* 2009).

### **2.2.1.2 Textura e estrutura**

Descreve-se textura como a avaliação do estado fibroso da carne, quando se passam os dedos sobre a sua superfície, percebendo a sensação de suavidade ou rugosidade ao toque. Esse aspecto é influenciado pela presença de tecido conjuntivo, mas principalmente pela espessura das fibras musculares. A estrutura, descreve-se como a consistência da carne, sendo ela mais ou menos mole ao toque, antes de ser cozinhada.

A textura dos alimentos é um parâmetro sensorial que possui os atributos primários: macieza, coesividade, viscosidade, elasticidade e os secundários como gomosidade, mastigabilidade, suculência, fraturabilidade e adesividade (Souza, 2006). Ela está intimamente relacionada com a quantidade de água intramuscular, portanto quanto maior o conteúdo de água fixada no músculo, melhor a textura da carne, e conseqüentemente, maior a sua tenrura (Anadon 2002, citado por Souza 2006).

O tamanho dos feixes de fibras musculares e a espessura do tecido conjuntivo que os envolve são fatores determinantes da textura do músculo. Músculos com textura mais grossa geralmente possuem feixes de fibras musculares de maior diâmetro, enquanto músculos de textura mais fina apresentam feixes de diâmetro reduzido. O diâmetro dos feixes é assim influenciado pelo número e diâmetro das fibras musculares como já referiu Hammond em 1932 (citado por Lawrie, 1998) e Hedrik *et al.* (1994).

A avaliação varia de muito fina a muito grossa, utilizando a escala de pontos (1- refere-se a muito grossa, 2- grossa, 3- levemente grossa, 4- fina e 5- muito fina), geralmente os animais jovens apresentam textura mais fina que os animais mais velhos (Silva *et al.*, 2018).

### **2.2.1.3 Tenrura, suculência e flavour**

A palatabilidade da carne deriva de uma complexa interação sensorial e física durante o processo de mastigação. Entre as várias características subjetivas que determinam a palatabilidade, a tenrura, ou macieza, é a mais relevante (Jeremiah, 1982 citado por Caine *et al.*, 2003; Andrighetto, 2010). A tenrura pode, assim, ser considerada a característica organolética de maior influência na aceitação da carne por parte dos consumidores, (Alves *et al.*, 2005 citados por Moreira *et al.*, 2017). Como será visto no

decorrer deste trabalho, alguns fatores como raça, idade, sexo, manejo durante a vida do animal, alimentação, manejo pré-abate, arrefecimento da carcaça, entre outros, podem influenciar a ternura da carne.

A carne é composta por musculatura esquelética associada a tecido conjuntivo e gordura, organizados numa estrutura complexa, variável entre as espécies e entre músculos de uma mesma espécie. A grande variabilidade na qualidade da carne reflete as diferenças na composição e condição do tecido muscular no momento do abate e no período que o sucede (Lawrie, 1998).

A ternura da carne pode ser avaliada por meio de medições físicas (objetivas), como a resistência à compressão ou ao cisalhamento e por medidas sensoriais (subjetivas) que envolvem a percepção da resistência à mastigação por provadores. Estudos têm demonstrado correlações significativas entre resultados de mensurações físicas e avaliações sensoriais da ternura, indicando que uma carne considerada macia objetivamente tende a ser percebida como macia por provadores treinados (Felício, 1999).

A avaliação da ternura pode, assim, ser realizada de forma objetiva ou subjetiva. O método objetivo utiliza equipamentos como o texturómetro, que mede a força necessária para o cisalhamento da carne, sendo que maiores valores de força indicam menor ternura da peça (Alves *et al.*, 2005; Ramos & Gomide, 2007, citados por Moreira *et al.*, 2010). Já o método subjetivo envolve um painel sensorial de provadores, no qual um grupo de pessoas treinadas classifica a ternura da carne após a degustação das amostras. Boleman *et al.* (1997), conforme citação de Moreira *et al.* (2010), realizaram um estudo com consumidores norte-americanos, apresentando peças de carne com diferentes níveis de ternura mensuradas por força de cisalhamento. Concluíram que os consumidores conseguem detetar as diferenças de ternura e estão dispostos a pagar mais por carnes mais macias.

Diversos fatores influenciam a variação da ternura da carne, sendo considerados como os mais importantes a proteólise *post-mortem*, a gordura intramuscular (marmoreado), o tecido conjuntivo e o estado de contração do músculo (Belew *et al.*, 2002). Esses elementos também contribuem para diferenciar a ternura entre diferentes músculos na mesma carcaça.

Apesar de representar em média apenas 2% do total de proteínas do músculo, o colagénio desempenha um papel significativo na ternura da carne durante o cozimento.

A taxa e a extensão das mudanças na textura dependem da maturidade do colagénio, assim como de fatores externos como a taxa de aquecimento, humidade e procedimentos durante o preparo da carne (Powell *et al.*, 2000).

Existe uma relação inversa entre o conteúdo de colagénio e a tenrura da carne, que se torna mais prejudicial às qualidades desejáveis da carne conforme os animais envelhecem. Esse fenómeno pode ser explicado pelo teor e pela natureza e extensão das ligações entre as moléculas de colagénio, que aumentam ambos com a idade (Bailey, 1985).

A suculência e a tenrura da carne estão estreitamente interligadas. A carne mais tenra liberta mais rapidamente os seus sucos durante a mastigação, estimulando a salivação e aumentando a sensação de suculência (Cross, 1994).

A suculência da carne cozida refere-se à humidade perceptível nos primeiros momentos de mastigação, resultante da rápida libertação de líquido pela carne. Essa sensação é mantida, em grande parte, pela presença de gordura, que estimula a salivação (Monin & Ouali, 1991; Cross, 1994; Roça, 1997).

A gordura intramuscular desempenha um papel importante na suculência da carne, agindo como uma barreira contra a perda de líquido durante o cozimento. A perda de água durante esse processo também afeta a suculência, com temperaturas de cozimento em torno de 80°C resultando em maiores perdas de líquido do que temperaturas mais baixas, de cerca de 60°C (Roça, 1997).

As características de aroma e sabor (que no seu conjunto formam o paladar ou flavour) da carne cozida, desempenham o nível mais importante na qualidade organolética da carne em geral, assumindo um papel muito importante no processo de decisão de compra por parte do consumidor final (a par do preço e da facilidade de utilização) determinando a aceitação e preferência. No caso particular da carne de bovino a sua importância sensorial segue-se à da tenrura. De acordo com Van Ba (2012) o aroma (percebido pelas narinas - aroma orthonasal) dá a primeira impressão de um determinado alimento. Quando o alimento é colocado na boca, os compostos voláteis do sabor serão transferidos pela faringe para os recetores olfativos (aroma retronasal).

Dois processos podem contribuir para a geração do sabor e aroma na carne cozida. O primeiro é a reação de redução entre açúcar e aminoácidos que recebe o nome de reação

de Maillard em que os produtos dessa reação contribuem diretamente para o flavour. O segundo é o efeito do aquecimento dos lípidos da carne, onde o flavour produzido pode ser bom ou mau, sendo indesejável quando ocorre a oxidação dos lípidos (Warriss, 2000).

A carne crua tem pouco aroma e apenas gosto de sangue. A carne desenvolve as suas características de aroma e sabor durante o cozimento como resultado da complexa interação de precursores derivados das composições magra e gorda da carne, gerando compostos voláteis de sabor que contribuem para o sabor da carne (Van Ba, 2012). Van Ba (2012), reitera que há um grande número desses compostos que contribuem para as características de sabor da carne cozida. Em relação às estruturas químicas das classes de aromas voláteis, entre os quais os compostos heterocíclicos, especialmente aqueles que contêm enxofre, são os compostos de sabor importantes produzidos na reação de Maillard, proporcionando características de sabor salgado, cárnico, torrado e cozido.

Rabe *et al* (2003) detetaram que entre todos os constituintes dos alimentos, os lípidos geralmente têm a maior influência na produção de componentes de aroma e sabor. Por outro lado, já Kinsella (1990) tinha mostrado que os compostos de aroma são mais lipofílicos do que hidrofílicos, concluindo que as gorduras atuam como solventes para os compostos de aroma, reduzindo a sua volatilidade. Assim, fatores como, raça, sexo, idade, dieta e manejo dos animais, porque afetam o teor e qualidade da gordura intramuscular da carne, influenciam claramente o paladar da carne a par com as condições de arrefecimento da carcaça, o pH e as condições de cozedura, como refere Roça (1997).

### **2.2.2 Características nutritivas e dietéticas**

A carne bovina é um alimento de alto valor biológico, quase imprescindível na composição de uma dieta humana equilibrada, por ser fonte rica em proteínas de alta qualidade (presença de todos os aminoácidos essenciais), vitaminas do complexo B, minerais como ferro, fósforo e zinco, ácidos gordos como Omega-3 e Omega-6 entre outros nutrientes, devendo ser parte integrante das dietas que se propõem ser ricas e saudáveis como refere Luchiari Filho (2000) citado por Moreira *et. al.*(2017).

Todos os nutrientes contidos na carne bovina são de primordial importância na alimentação humana, destacando-se o ferro, o qual se encontra na forma hemínica, de mais fácil absorção pelo organismo humano do que o ferro não hemínico, disponível nos

vegetais, cereais, frutas e ovos (Valle, 2000 citado por Moreira *et al.*, 2017). A carne é um alimento proteico de alta qualidade não só por conter aminoácidos essenciais, mas também pela sua proteína ser altamente digestível e facilmente absorvível (Aberle *et al.*, 2001 citado por Machado, 2009).

A Tabela 1 mostra a composição química aproximada da carne bovina e a Tabela 2 mostra a composição química específica do músculo *Longissimus dorsi*.

**Tabela 1.** Composição química aproximada da carne bovina.

	<b>Proteína (%)</b>	<b>Humidade (%)</b>	<b>Gordura (%)</b>	<b>Cinzas (%)</b>
<b>Crua</b>	20,94	71,6	6,33	1,03
<b>Cozida</b>	30,42	57,75	10,24	1,21

Fonte: Pardi *et al.* (2006)

**Tabela 2.** Composição química aproximada do músculo *Longissimus dorsi* de bovino.

	<b>Proteína (%)</b>	<b>Humidade (%)</b>	<b>Gordura (%)</b>
<b>Baixo marmoreado</b>	22,13	73,21	4,89
<b>Marmoreado intermediário</b>	21,35	70,04	8,37
<b>Alto marmoreado</b>	20,54	66,60	12,57

Fonte: Brackebusch *et al.* (1991)

A quantidade de proteína na carne varia inversamente com a quantidade de gordura presente, sendo este o componente que mais varia em termos de quantidade. O conteúdo lipídico de maior importância, do ponto de vista nutricional, são os triglicerídeos, fosfolipídios e colesterol (Aberle *et al.*, 2001 citado por Machado, 2009).

### 2.2.3 Características higio-sanitárias

Apesar de ser um alimento valorizado tanto do ponto de vista nutricional quanto económico, a carne é altamente perecível devido à sua composição química, teor elevado de água e pH próximo da neutralidade, que favorecem o desenvolvimento de

microrganismos. A procedência, as condições de processamento, o armazenamento e o transporte *ante-mortem* também são fatores cruciais para garantir a sua qualidade (Cardoso & Araújo, 2003; Sigarini *et al.*, 2006; Raposo *et al.*, 2008; Jay, 2005 citado por Souza, *et.al.*, 2012).

Segundo Warriss (2000), a carne pode tornar-se inaceitável para consumo humano devido a doenças ou condições do animal vivo, ou por deterioração *post-mortem*, resultante de processos como a oxidação de gorduras ou crescimento de microrganismos. Este autor destaca ainda que doenças em animais podem não apenas tornar a carne esteticamente inaceitável, mas também transmitir infecções aos seres humanos sendo a transmissão de doenças relacionadas com o consumo de produtos animais veiculada por animais doentes ou por agentes externos durante o processamento (Warriss, 2000; Silva *et. al.*, 2019).

Nos matadouros, a contaminação bacteriana da superfície carcaça representa uma ameaça significativa à segurança alimentar. A transmissão de microrganismos pode ocorrer via contaminação cruzada, oriunda de superfícies ou materiais contaminados, manipulação inadequada, limpeza inadequada, utensílios não esterilizados ou práticas inadequadas durante o abate e evisceração (Barreto, 2017; Costa, 2017).

Existem diversas fontes de contaminação da carne, entre elas destacam-se: a deficiência no controle da higiene durante o abate do animal, o tempo e a temperatura de armazenamento nos pontos de venda, a higienização dos equipamentos e o excesso de manipulação (Marques, 1991). Os manipuladores representam um dos principais veículos de contaminação da carne, uma vez que a sua participação chega a atingir até 26% dos surtos de intoxicação alimentar (Andrade & Brabes, 2003).

Zoonoses são doenças transmissíveis entre animais e seres humanos, divididas em dois grupos. No primeiro grupo, os animais são hospedeiros essenciais, enquanto no segundo grupo, animais e humanos contraem a infecção de fontes compartilhadas, como solo, água, animais invertebrados e plantas, sendo os animais não essenciais no ciclo do agente etiológico, mas podendo contribuir para sua distribuição e transmissão (Dias, 2012).

## 2.2.4 Características tecnológicas

Diversas são as tecnologias utilizadas atualmente para garantir a qualidade da carne bovina. Ferramentas como as utilizadas na estimulação elétrica das carcaças no momento do abate, na tenderização mecânica através de lâminas ou agulhas, na maturação, e no tratamento com ácidos orgânicos são utilizadas para garantir uma melhoria nas qualidades organoléticas da carne.

O método da estimulação elétrica surgiu como forma de se evitar o encurtamento do músculo devido ao arrefecimento rápido das carcaças (encolhimento pelo frio). O efeito da estimulação elétrica na macieza dá-se pela aceleração do processo de rigor mortis, com ativação das proteinases que tornam o músculo macio antes do arrefecimento das carcaças (Etherington, 1984). O efeito da estimulação elétrica é resultado da aceleração da glicólise e hidrólise de ATP, que causa a queda do pH quando a carcaça ainda se mantém em altas temperaturas. Assim, promove-se a formação de ácido lático, fosfato inorgânico e calor. O abaixamento muito rápido do pH (< 5.8 -6.0) enquanto a temperatura se mantém elevada provoca a rutura da membrana lisossômica libertando enzimas que atuam na degradação de componentes miofibrilares (Puga *et al.*, 1999).

A tenderização mecânica através de lâminas ou agulhas ocorre quando há a rutura da estrutura muscular pela penetração de lâminas finas ou agulhas que perfuram a carne, tendo como consequência um aumento da tenrura devido à destruição parcial do tecido conjuntivo e/ou rompimento das fibras musculares (Benito-Delgado *et al.* 1994).

## 2.2.5 Características éticas

Uma componente da qualidade da carne reconhecida por muitas pessoas é a qualidade ética que assenta em dois elementos principais. Um deles é a produção de carne em sistemas agrícolas sustentáveis e ecologicamente corretos e o outro é a produção de modo compatível com o bem-estar animal como refere Warriss (2000).

O tema bem-estar animal tem recebido crescente atenção no meio técnico, científico e da população em geral (Rollin, 1995; Queiróz *et al.*, 2014). Juntamente com questões ambientais e segurança alimentar, o bem-estar animal tem sido considerado entre os três maiores desafios que confrontam a pecuária nos últimos anos (Moreira *et al.*,

2010), nomeadamente, produzir em quantidade para alimentar uma população mundial sempre em crescimento, com qualidade e com respeito pelo bem-estar animal e sustentabilidade ambiental.

Segundo Moreira *et al.* (2010), embora sejam vários os fatores que influenciam a tenrura da carne bovina, possivelmente o manejo dos animais, tanto durante os processos de criação quanto nos momentos que antecedem o abate sejam os mais passíveis de serem melhorados num menor período de tempo e com custo reduzido. Não basta ter a melhor genética, a alta produtividade e a nutrição equilibrada e de boa qualidade, se o manejo for realizado desrespeitando os princípios básicos de bem-estar animal (Alves *et al.*, 2016 citados por Moreira *et al.*, 2010), não só por uma questão de humanismo como também pelo efeito que poderá ter na qualidade intrínseca da carne, nomeadamente nas condições DFD e PSE, sobretudo se se verificar no pré-abate.

Assim, manejo cuidadoso dos animais antes do abate, em geral leva a menores perdas de carcaça e maior garantia da qualidade da carne, bem como a um melhor bem-estar, e o conhecimento deste fato pode ser um importante estímulo para que os intervenientes no processo tenham mais cuidado na manipulação dos animais. Deste modo, além de ser melhor do ponto de vista dos animais, a redução da mortalidade no transporte, menores níveis de contusões e redução do stress leva a menor frequência de carne PSE e DFD, resultando também em vantagens económicas com consequente aumento do lucro como muito bem refere Warriss (2000).

Entre os fatores *ante-mortem* que influenciam as características de qualidade da carne, o principal é o stress gerado durante o manejo pré-abate dos animais (Oliveira *et al.*, 2008). As principais características de qualidade que podem ser influenciadas pelos fatores de stress são a tenrura, a textura, a cor e a capacidade de retenção de água (Gallo, 2005; Gallo *et al.*, 2008;).

Martin *et al.* (2004) citados por Moreira *et al.* (2017) destacam também que os consumidores em todo o mundo estão a começar a exigir produtos que preconizem o uso de práticas que minimizem ou evitem completamente tratamentos químicos e hormonais nos animais, preservando a saúde humana e o meio ambiente sem comprometimento do bem-estar dos animais.

## 2.3 Fatores que afetam a qualidade da carne

Cada uma das características da carne acima referidas, é influenciada por uma série de fatores que abrangem desde a criação dos animais até ao momento do seu consumo (que estão presentes no percurso que decorre desde o “prado ao prato” ou mais especificamente desde a “conceção à ingestão”). Compreender esses aspetos é essencial para garantir a excelência do produto e atender às exigências do consumidor atual.

Esses fatores que influenciam a qualidade visual e gustativa podem ser divididos em *ante-mortem* (intrínsecos) e *post-mortem* (extrínsecos). Na primeira categoria, encontram-se os fatores vinculados ao genótipo dos animais e às condições ambientais em que se desenvolveram bem como as condições como foram transportados para o matadouro. Na segunda, estão incluídos aqueles que têm a ver com os procedimentos técnicos adotados pelos matadouros e demais práticas como a desmancha das carcaças e tratamento culinário da carne, até ao consumidor final (Felício, 1997).

### 2.3.1 Fatores *ante-mortem*

#### 2.3.1.1 Raça

Entre os fatores *ante-mortem*, a raça é um dos que está altamente correlacionado com a tenrura (Moraes, 2008). Além disso, a escolha da raça é de primeira importância na tentativa de se obter uma composição de carcaça desejável (Luchiari Filho, 2000). Popularmente, tem-se o entendimento que a raça é o fator que mais interfere na precocidade (definida, no contexto da produção de carne de bovino, como a capacidade de deposição de gordura corporal mais cedo no desenvolvimento do animal), mas de acordo com diversos estudos, observa-se que outros fatores também têm impacto direto na qualidade.

Sousa *et al.* (2003) demonstraram que, relativamente à filiação genética, é reconhecido cientificamente o seu contributo para: conformação, velocidade de crescimento e precocidade; rendimento da carcaça e rendimento em desmancha e proporção das peças de melhor qualidade; características da fibra muscular; cor e pH da carne; distribuição da gordura inter e intramuscular e sua influência no sabor da carne.

Raças como Limousin, Simmental/Fleckvieh e Charolês possuem maturações mais tardias, a puberdade é relativamente mais atrasada, tendendo a ter carnes mais magras quando comparadas com as carcaças de mesmo peso das raças Aberdeen Angus, Hereford, Shortorn, Frisien e Holstein que apresentam maturação mais precoce e consequentemente maior deposição de gordura (Warriss, 2000).

Como a gordura em geral, mas principalmente a subcutânea e intramuscular, é o último tecido a formar-se, os animais mais velhos tendem a ser mais gordos. A gordura é depositada principalmente a partir do início da puberdade. Desta forma, raças mais precoces tendem a iniciar a acumulação de gordura mais cedo do que raças mais tardias.

Felício (1997) corrobora a ideia anterior, afirmando que as raças também diferem quanto às curvas de crescimento dos tecidos e, consequentemente, ao menor ou maior acúmulo de gordura, ou ainda, quanto ao peso e espessura dos músculos ou cortes cárneos a um determinado peso de carcaça. Essas características estão interligadas com os atributos visuais e organoléticos da carne. Além disso, a camada adiposa irá favorecer o arrefecimento mais lento das carcaças (efeito isolante) podendo evitar fenômenos como “cold shortening” (encurtamento das fibras musculares por contração pelo rápido arrefecimento antes/durante o *rigor mortis*), e exercerá uma função protetora, reduzindo as perdas por evaporação e proliferação bacteriana e auxiliando ainda a cozedura e o tratamento culinário (Warriss, 2000).

Já para os impactos da raça em relação às alterações de pH *post-mortem*, diversos autores não encontraram resultados significativos que confirmem essa correlação. Mach, *et al.*, (2007), concluíram que não havia diferença entre as raças na sua concentração de glicogênio no músculo, nem no pH final da carne. Webby *et al.* (1999), também não encontraram diferenças no pH final da carne ao avaliar bovinos das raças Angus, Simmental e Frísia. Sanz, *et al.* (1996) e Önenç, (2004), relataram que as diferenças entre as raças em relação às mudanças de pH *post-mortem* são irrelevantes.

### **2.3.1.2 Idade**

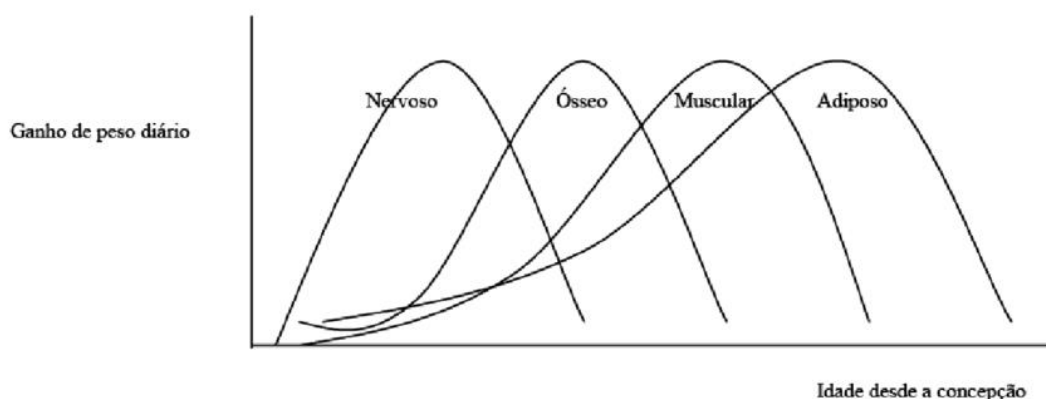
A idade em que o animal é abatido, irá influenciar a composição da carcaça, ou seja, a razão osso/carne/gordura (Rotta *et al.*, 2009). Assim como outros fatores, a idade também influencia a composição da carcaça porque as diferentes partes do corpo

apresentam taxas diferentes de crescimento (Luchiari Filho, 2000). Este autor ainda ressalta que, a qualidade do ponto de vista da tenrura, sabor, suculência e coloração da carne e da gordura são influenciadas pela idade em que o animal é abatido.

Dependendo do tipo de alimentação fornecida, os bovinos atingem o peso desejável de abate mais jovens ou mais velhos. Quanto mais velhos, maior será a concentração de mioglobina nos músculos e, portanto, mais vermelho-escura será a carne. A cor da gordura também poderá ser afetada pela idade de abate, ficando mais amarelada como decorrência da deposição mais prolongada de carotenoides oriundos das forragens (Felício, 1997).

O fator maturidade é comum a todos os sistemas de tipificação de carcaça bovina, porque há evidências de que a qualidade organolética da carne, principalmente a dureza, piora com o avançar da idade (Walter *et al.* 1987), possivelmente em decorrência de alterações que ocorrem no colagénio intramuscular (Luckett *et al.* 1975).

O crescimento dos animais apresenta características alométricas, onde cada tecido possui num determinado momento uma velocidade diferente de crescimento (Swatland, 1991). O primeiro tecido a ser depositado é o nervoso, seguido do ósseo, muscular e adiposo (Figura 1). A consequência é que com o avançar da idade, as carcaças irão apresentar maior percentagem de gordura na carne e com maior taxa de marmoreado. Em relação às características químicas, os conteúdos de água e proteína irão diminuir com o avançar da idade, aumentando a proporção de lipídios (Lawrie, 1977)



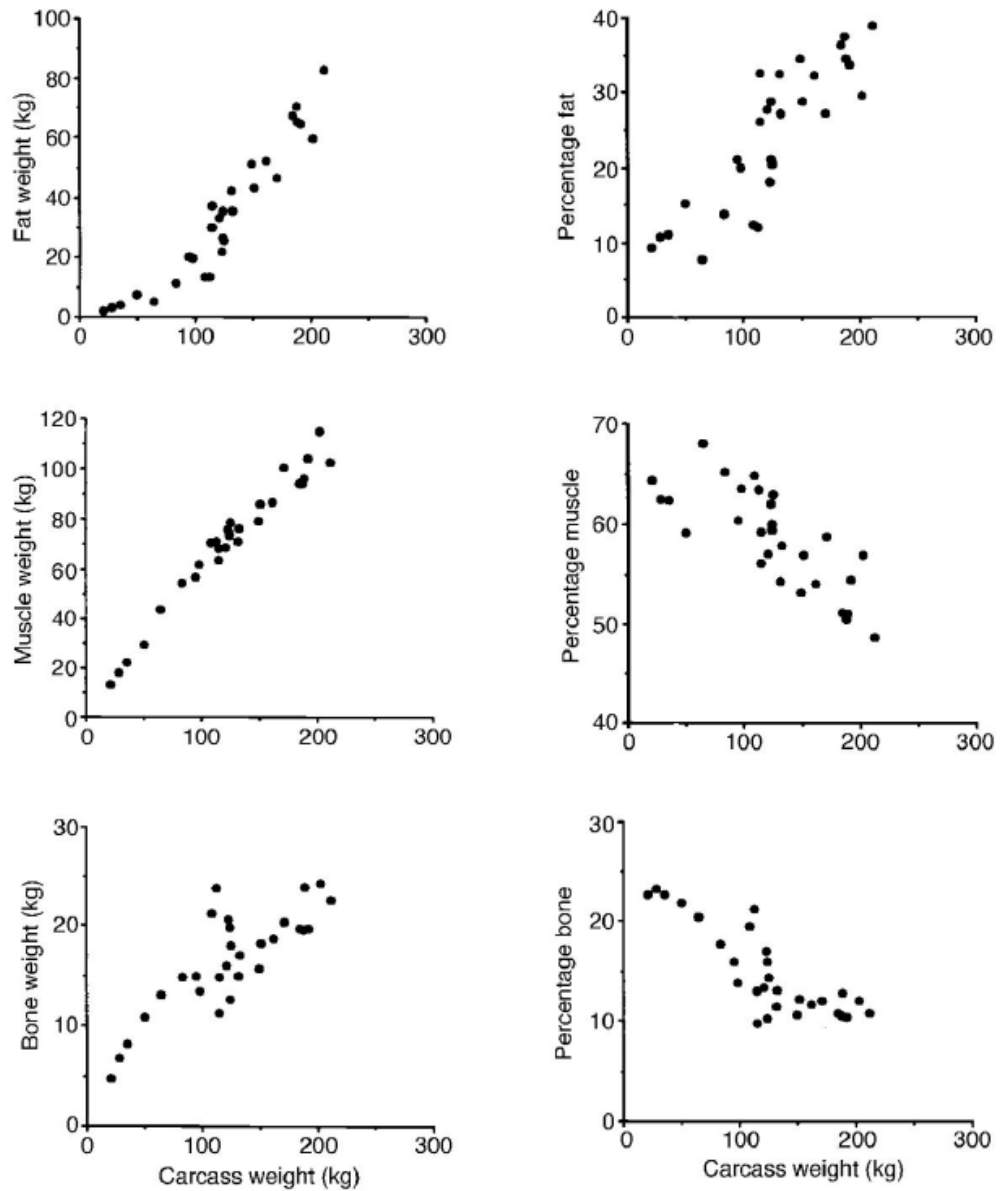
**Figura 1.** Ordem de deposição dos tecidos nos animais (Bridi, 2006)

No momento do nascimento e na desmama, podem ser observadas desacelerações temporais no crescimento quando um animal passa de um regime de alimentação para outro. Com exceção de uma evidente aceleração na puberdade, o crescimento posterior

costuma manter uma velocidade constante até à desaceleração terminal, que é produzida quando os animais alcançam o tamanho adulto (Swatland, 1991).

À medida que os animais envelhecem e ficam mais pesados, a proporção de gordura nas suas carcaças aumenta e a proporção de músculo e osso diminui (Warriss, 2000). A Figura 2 permite observar isso mesmo, evidenciando que, enquanto os pesos absolutos de todos os tecidos aumentam nas carcaças mais velhas e pesadas, apenas a percentagem de gordura aumenta e as percentagens de músculo e osso diminuem progressivamente (Warriss, 2000).

Machos inteiros produzem carcaças com mais músculos do que machos castrados. Os bovinos leiteiros, como Holstein-Frísia, produzem carcaças com maior teor de músculo e osso e menor teor de gordura do que raças de carne como Hereford ou Limousin. Para determinado nível de gordura, o valor de uma carcaça é influenciado pela relação músculo:osso. Uma proporção maior é obviamente melhor, pois equivale a uma carne magra mais vendável, bem como a uma melhor conformação da carcaça. As raças de carne apresentam uma proporção maior do que as raças leiteiras e os machos inteiros têm uma proporção maior do que os castrados (Warriss, 2000).



**Figura 2.** Quantidades de gordura, músculo e osso em carcaças de bovinos com idades variando de 10 dias a 12 anos (baseado em dados de Callow, 1948 - citado por Warriss, 2000)

### 2.3.1.3 Sexo e castração

O sexo exerce uma grande influência nos teores de gordura e na conformação dos bovinos. Novilhos jovens produzem carcaças mais magras, seguidos por vacas de reforma (particularmente leiteiras) e novilhos de mais idade enquanto as novilhas são em média, mais gordas conforme refere Warriss (2000). Este parâmetro deve ser sempre avaliado juntamente com a maturidade do animal. Novilhas acumulam gordura a um peso inferior,

não só por razões hormonais, como por sofrerem soldadura das epífises ósseas numa idade menor relativamente aos machos e sofrem menos stress do que os touros, e esses fatores influenciam favoravelmente as características de qualidade da carne (Verbeke *et al.*, 2010).

Animais de sexos diferentes chegarão ao ponto de abate (mesmo grau de acabamento da carcaça) em pesos ou idades diferentes. Fêmeas atingem o ponto de abate mais cedo e mais leves que os machos castrados que, por sua vez, estarão acabados mais cedo e mais leves que machos inteiros (Purchas, 1991).

Vários estudos realizados, comparando animais inteiros e castrados, mostram algumas vantagens dos animais castrados com relação a manejo, facilidade de engorda e melhor qualidade da carne (Prescott & Lamming, 1964; Arthaud *et al.* 1969, Field 1971; Seideman *et al.* 1982 e Bulletin n.648, KSU 1985; US BEEF SYMPOSIUM, KSU 1985 – citado por Luchiari Filho, 2000). A maior desvantagem é com respeito ao desempenho produtivo do animal que fica prejudicado pela castração. Os animais inteiros por outro lado são menos dóceis e necessitam de cuidados especiais no manejo (Luchiari Filho, 2000)

Luchiari Filho (2000) ainda comenta que, em geral, os resultados de alguns trabalhos de investigação demonstraram que animais inteiros crescem mais rapidamente, ao redor de 17%, utilizam o alimento mais eficientemente (13%) e apresentam rendimentos de carcaça comparáveis com os castrados. Alguns trabalhos mostram que os animais inteiros produzem 20% mais proteína por unidade de energia digestível do que os castrados.

Ao rever o efeito da condição sexual sobre o desempenho animal, Purchas (1991) destacou que a castração geralmente altera o padrão de crescimento e a composição do ganho de peso, bem como algumas características de qualidade da carne. No entanto, a magnitude e a direção desses efeitos são influenciadas por diversos fatores, como raça, idade, peso do animal e nível nutricional.

Segundo Luchiari Filho (2000), quando tratados e manejados apropriadamente, touros (inteiros) podem ser utilizados para a produção eficiente de carcaças com bons rendimentos de porção comestível, carne magra e de boa qualidade. Isso ocorre, pois como já referido, a castração exerce uma influência negativa no desenvolvimento do

animal, deprimindo o desenvolvimento de tecido muscular e influenciando positivamente o desenvolvimento do tecido adiposo.

Para Burson *et al.* (1986) e Gerrard *et al.* (1987), a diferença na macieza da carne de machos inteiros ou castrados reside nas características do tecido conjuntivo, em que inteiros teriam maior quantidade de colagénio insolúvel. Acrescenta-se a estas evidências o menor teor de marmoreado nas carcaças de animais inteiros (Seideman *et al.*, 1982). Wheeler *et al.* (1990) e Morgan *et al.* (1993), no entanto, argumentaram que a diferença na macieza da carne de inteiros e castrados é reflexo também da maior concentração de calpastatina no músculo de animais inteiros, que como se sabe inibe a atuação das enzimas proteolíticas calpaínas.

Estudos feitos por Luchiari Filho (2000), evidenciam que a carne de animais inteiros é ligeiramente mais dura, enquanto outros concluem que se cuidados adequados forem tomados, a macieza da carne dos animais inteiros equivale à dos animais castrados. A explicação para aquela diferença é que os animais inteiros possuem maior quantidade de colagénio e menos gordura subcutânea, o que favorece o encurtamento celular “cold shortening”.

Embora as carcaças de animais inteiros sejam de qualidade ligeiramente inferior à de castrados no que se refere à macieza, marmorização, textura e cor da sua carne, o seu potencial de produção de carne magra é mais eficientemente, e não apresentam o que por vezes poderá ser um indesejável excesso de gordura, o que não pode ser desprezada nestes animais como refere Luchiari Filho (2000).

#### **2.3.1.4 Sistema de alimentação e de exploração**

A alimentação, especialmente o consumo de nutrientes digestíveis, desempenha um papel crucial na composição da carcaça, com maior impacto na proporção de gordura. Diferenças, sob o aspeto da nutrição em qualquer idade, desde a parte final do desenvolvimento intrauterino até ao atingir da maturidade, afetam diretamente não somente o crescimento, como as proporções da carcaça, os diferentes tecidos, os vários órgãos (Luchiari Filho, 2000) bem como a respetiva composição química.

Uma alimentação com menor quantidade de concentrados durante a fase de engorda, resultará numa proporção mais baixa de gordura, enquanto que com uma

alimentação mais elevada de concentrados a proporção de gordura será maior (Moletta *et al.*, 2014). Por outro lado, dietas com elevada concentração energética devem ser oferecidas aos animais inteiros no sentido de maximizar o seu elevado potencial de crescimento e de eficiência produtiva, como refere Prado (2010).

A influência da alimentação na tenrura da carne está associada principalmente com o grau de acabamento dos animais, não só pelo teor de gordura intramuscular (Felício, 1997; Alves *et al.* 2005) como também pela espessura de gordura subcutânea (Felício, 1997) que afeta diretamente a velocidade de arrefecimento da carcaça, comportando-se como um isolante térmico e interferindo no processo de conversão do músculo em carne.

Com o objetivo de comprovar a qualidade da carne de bovinos criados em pastagens, designadamente nos Açores, Rosa *et al.* (2007; 2012; 2014) têm relatado que animais alimentados à base de pastagem verde apresentaram uma carne detentora de qualidade dietética superior, pois continham níveis mais elevados de substâncias reconhecidas como agentes promotores da saúde humana, como pode ser observado nas Tabelas 3 e 4, nomeadamente os ácidos gordos insaturados (CLA – ácido linoleico conjugado e  $\omega$ -3 – Ómega-3), devido aos cloroplastos presentes na erva verde que são muito ricos no ácido gordo  $\alpha$ -linolénico, ele próprio um  $\omega$ -3 mas também precursor de outros  $\omega$ -3 de cadeia muito longa, designadamente, DHA (docosaheptaenóico), EPA (eicosapentaenóico) e DPA (docosapentaenóic). Resultados semelhantes, envolvendo também animais criados em pastagem verde *vs* estabulação, têm também sido referenciados por outros autores como pode também ser visualizado nas Tabelas 3 e 4.

**Tabela 3:** Concentração em CLA (mg) por /100g de carne) em carnes de bovinos produzidos em pastagem *vs* estabulação.

CLA (mg/100g)	CLA (mg/100g)	
	Pastagem	Estabulação
French <i>et al.</i> , 2000	1.08	0.37
INTA, 2003	0.71	0.29
Garcia <i>et al.</i> , 2008	0.72	0.31
Rosa <i>et al.</i> , 2007	0.59	0.33

Adaptado de Bridi, *et al.* (2010) e Rosa *et al.* (2007, 2014)

**Tabela 4:** Rácios  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 em carnes de bovinos produzidos em pastagem vs estabulação.

**Razão  $\omega$ 6/ $\omega$ 3**

	<b>Pastagem</b>	<b>Estabulação</b>
Enser <i>et al.</i> , 1998	1.32	9.20
French <i>et al.</i> , 2000	2.33	4.14
Garcia <i>et al.</i> , 2008	1.72	10.38
Bressan <i>et al.</i> , 2011	1.57	5.61
Rosa <i>et al.</i> , 2007	1.50	7.9

Adaptado de Bridi, *et al.* (2010) e Rosa *et al.* (2007, 2014)

É um pouco do senso comum, que a carne de animais de pasto é mais dura devido à maior atividade física do animal, provocando aumento do tônus muscular e da reticulação do colagénio (Rosa, 2012). No entanto, para French *et al.* (2000) isso pode dever-se também ao abate mais tardio e muitas vezes por apresentarem acabamento de gordura inadequado, fatores estes que têm influência na qualidade da carne, principalmente em tenrura, suculência e sabor.

### **2.3.1.5 Transporte para o matadouro**

O transporte para o matadouro é um passo inevitável. Porém a severidade do stress imposto aos animais no decorrer deste processo, as circunstâncias e os métodos aceitáveis para reduzir os seus efeitos adversos ainda não estão completamente esclarecidos. O transporte rodoviário, em condições desfavoráveis, bem como o tempo decorrido pode provocar a morte dos animais ou conduzir a contusões, perda de peso e stress dos animais como é referido por Grandin (1997).

Kadim *et al.* (2006) afirmaram que dentro do transporte, ocorrem problemas por vezes impossíveis de resolver, como as estradas em mau estado. Mas a calma do motorista, evitando manobras bruscas e travagens abruptas, e uma viatura bem preparada e conservada ajudam a diminuir o número de choques. As operações de carga e descarga dos animais, se bem conduzidas, não produzirão reações stressantes significativas, mas, de acordo com Kenny & Tarrant (1987) é necessário conduzir os animais com calma e sem uso de agulhões ou instrumentos de choque elétrico, não sobrelotar os meios de transporte e não atingir velocidades elevadas, e isso passa pela sensibilização dos

operadores incluindo os motoristas, sobre estes cuidados com os animais durante todo o processo. Neste contexto, Fisher *et al.* (2009) agruparam os riscos associados ao transporte em três categorias: (1) de stress e medo devido ao manuseio, embarque e condições novas para os animais de transporte, (2) desidratação, perda de energia e fadiga, que aumentam com a duração da viagem, e (3) riscos para o conforto térmico e integridade física dos animais.

Durante viagens prolongadas, os bovinos geralmente permanecem em posição perpendicular à direção de tráfego, e é comum que não se deitem durante o transporte; entretanto, a estabilidade dos animais depende grandemente das condições de condução (Grandin, 2000).

Segundo Andrade *et al.* (2008), além da distância percorrida, o movimento dos bovinos dentro do veículo durante a aceleração e desaceleração também é um fator relevante na ocorrência de contusões, sendo especialmente crítico para lesões mais graves. Tarrant *et al.* (1992) identificaram que as manobras de travagem, aceleração, paragem ou mudança de marcha podem causar deslocamento lateral nos animais, levando à perda de equilíbrio e quedas, especialmente em densidades baixas de transporte. Por outro lado, em densidades altas, as curvas realizadas pelo veículo são responsáveis pelo aumento do número de quedas devido aos movimentos laterais dos animais.

Para Cockram (2007), há uma perspectiva alternativa que questiona a ênfase excessiva nos tempos de viagem, argumentando que a qualidade da viagem deveria receber maior atenção. Quando se toma o cuidado de selecionar apenas animais adequados para o transporte e garantir condições ambientais e de manuseio ideais antes e após a viagem, é possível transportar certos tipos de animais sem comprometer significativamente o seu bem-estar.

O carregamento dos animais na exploração é o início do processo de pré-abate, sendo frequentemente o passo em que os animais estão mais suscetíveis ao stress (Grandin, 2006). O manuseio pré-abate inadequado pode também comprometer o bem-estar animal e isso pode levar a lesões causadas por fatores, como stress, contusões, ou aplicações inadequadas de medicamentos com consequências negativas para a qualidade das carcaças e da carne (Costa, 2006).

Animais em stress apresentam aumento da temperatura corporal, glicólise rápida (com consequente efeito na queda do pH da carcaça), rápida desnaturação proteica e

rápido estabelecimento do *rigor mortis*. A combinação desses acontecimentos altera a conversão normal do músculo em carne, ficando a carne mais dura, seca e escura (Melo *et al.*, 2016).

No estudo de Braggion e Silva (2004), o transporte representou a segunda maior causa de lesões em carcaças, devido à alta densidade de carga associada com maior reação de stress, risco de contusão e números de quedas. As outras causas (marradas, coices, pisoteio, tombos etc.) normalmente estão ligadas a problemas de manejo.

Para a descarga dos animais no matadouro, os procedimentos deverão ser basicamente os mesmos adotados para a carga na exploração, ou seja, evitar o uso de equipamentos como bastões de choque ou ferrões para forçar os animais a descerem do veículo. É fundamental que logo após o desembarque no matadouro, os animais tenham à sua disposição um local (curral de espera) onde permanecerão por um tempo suficiente para que se acalmem e descansem da viagem, antes de prosseguirem para as próximas etapas do abate (Melo *et al.*, 2016).

A condução dos animais até à linha de abate deve ser executada de maneira menos stressante possível. Isso será atingido levando-se em consideração os aspetos construtivos das instalações, ou seja, aspetos como a construção de linhas de condução dos animais na forma circular, facilitando a locomoção dos animais.

Melo *et al.*, (2016), ressaltam os vários problemas causados pelo mau manejo antes do abate os quais resultam em carcaças com hematomas (contusões), presença de carnes DFD (dark, firm and dry – escura dura e seca), reações vacinais e perdas de peso. Os hematomas ou contusões são acúmulos de sangue originados pela rutura dos vasos sanguíneos.

Ressaltando novamente, as carnes com uma coloração escura, além de apresentar pH inadequado, têm efeitos sobre a qualidade e a vida útil deste produto (prazo de validade – shelf live).

Fica, assim, evidente o impacto do manejo durante o transporte para o matadouro na qualidade final dos produtos cárneos dos bovinos.

### 2.3.1.6 Maneio pré-abate

Durante o período prévio ao abate, diversos fatores impactam no bem-estar dos animais, como o transporte (como o referido na secção anterior), jejum e condições ambientais. Nessa fase, os animais enfrentam mudanças na sua rotina, incluindo restrição de alimentos e água, exposição a novos ambientes, alteração na estrutura social e interações com humanos estranhos. Essas condições afetam as suas funções fisiológicas, desencadeando respostas adaptativas na tentativa de restabelecer o equilíbrio (Ferguson *et al.*, 2008).

O manejo inadequado dos animais no pré-abate reflete-se num pH elevado, devido à diminuição da reserva de energia (glicogénio insuficiente para a produção de ácido láctico) (Warriss, 1990). Com o esgotamento do glicogénio muscular, o processo de transformação pós-morte leva a uma alteração do grau de acidez da carne (pH elevado), resultando carne DFD. Neste sentido, o pH caracteriza-se como um importante indicador da qualidade da carne, influenciando a aparência dos cortes e outros atributos de qualidade (tenrura, cor, sabor e aroma) (Carragher & Matthews, 1996).

A carne DFD é um problema causado pelo stress crónico antes do abate, que esgota os níveis de glicogénio. Há evidências de que o principal fator de indução do aparecimento da carne DFD seja o manejo inadequado antes do abate que conduz à exaustão física do animal (Roça, 2024).

#### 2.3.1.6.1 Ocorrências de carne DFD e PSE

O mau manejo *ante-mortem* pode produzir a carne PSE (*pale, soft, exudative* – pálida, mole e exsudativa) e DFD e pode influenciar a qualidade alimentar de maneira mais direta, mas ainda não totalmente compreendida. A carne PSE e DFD a par com “cold shortening” (encolhimento pelo frio), representam três dos principais problemas de qualidade enfrentados pela indústria da carne.

Nos dois casos extremos, declínio extremamente rápido (PSE) ou extremamente lento e sem abaixamento adequado (DFD) do pH (Figura 3), o desenvolvimento do *rigor mortis* é rápido. No caso de declínio lento, o estabelecimento do estado de rigor é rápido, porque o suprimento inicial de energia é baixo. Com o abaixamento rápido do pH, o *rigor* também ocorre rapidamente porque o suprimento de energia ou é rapidamente

metabolizado, ou o abaixamento excessivo do pH poderá inibir reações químicas importantes no metabolismo energético. Num músculo onde haja um declínio de pH considerado normal, o estado de *rigor* irá desenvolver-se lentamente (Canhos & Dias, 1985).

A condição de carne PSE ocorre com maior regularidade em suínos e é caracterizada pelo stress agudo no momento que antecede o abate. Segundo Warriss (1990) a PSE também foi relatada nalgumas carnes de peru (Sosnicki, 1993) e de frango (Boulianne & King, 1995). No caso dos bovinos a PSE é relativamente rara, mas sob determinadas condições, e nalguns músculos profundos da perna da carcaça, pode dar-se um arrefecimento de forma suficientemente lenta - mantendo temperaturas elevadas enquanto o pH baixa mais rapidamente originando carne com características típicas da PSE. Também foram relatadas características de carne PSE em carne bovina do músculo *longissimus dorsi*, embora a prevalência seja muito baixa (Aalhus *et al.*, 1998).

#### **2.3.1.6.1.1 Carne DFD**

A condição de carne escura, dura e seca é principalmente resultado do stress crónico antes do abate do animal, sendo uma das principais causas para o aparecimento desta condição, o manejo inadequado dos animais conforme refere Roça (2024). Devido a este stress continuado, as reservas de glicogénio no músculo são reduzidas e, no momento do abate, quando começa a glicólise anaeróbica, a quantidade de glicogénio é tão baixa que resulta numa queda mínima do pH nas 24 horas após a morte, atingindo valores de pH superiores a 5,8 (Wulf *et al.*, 1997) ou a 6.0 (Figura 3)

Quando o glicogénio muscular é utilizado pelos animais durante o manejo e transporte, pré-abate e espera prolongada no matadouro principalmente em alto nível de stress ou com tempo de jejum prolongado, o estabelecimento do *rigor mortis* ocorre de forma antecipada devido justamente à falta de energia para sustentar o metabolismo anaeróbico na carne (Moreira *et al.*, 2017).

Uma carne com pH elevado reflete menos luz, retém mais água e apresenta uma aparência escura, seca ou pegajosa, características da condição DFD (Scanga *et al.*, 1998).

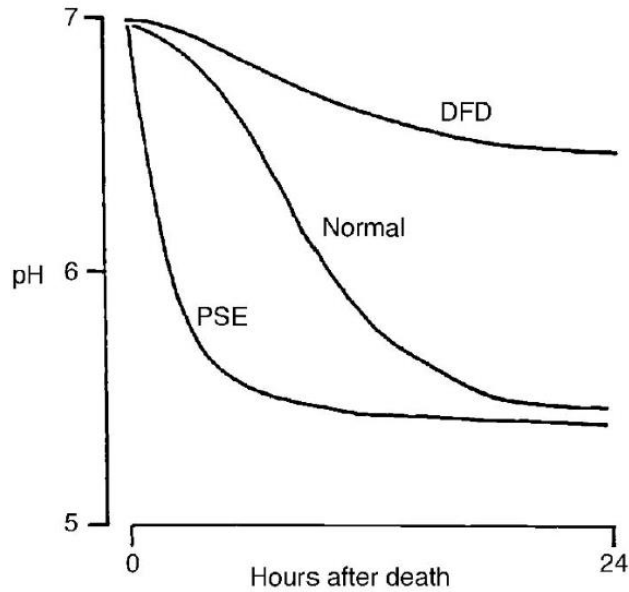
Com a morte do animal e, por consequência, com a falência sanguínea, o aporte de oxigénio e o controle nervoso deixam de chegar ao tecido muscular. Portanto, o

músculo passa a utilizar a via anaeróbica, para produção de energia, gerando-se, assim, lactato e, conseqüentemente, a queda do pH (Bendall, 1973; Roça, 2015).

Em condições normais, após o abate as reservas energéticas musculares, sobre a forma de glicogénio, são degradadas por via anaeróbica e transformadas em ácido láctico. Uma vez que não há mais circulação sanguínea, o ácido láctico começa a acumular-se nos músculos, levando a uma redução do pH. Quanto mais baixo o pH, mais o músculo tende a endurecer, alcançando a máxima dureza cerca de 24 horas após o abate (esse tempo pode variar de acordo com o tipo de músculo, a raça do animal e a temperatura ambiente), estabilizando-se em torno de 5,5 (Matos *et. al.*, 2014).

Nos primeiros momentos *post-mortem*, o nível de ATP é mantido por conversão do ADP a ATP (fosfocreatina + ADP  $\Leftrightarrow$  creatina + ATP), mas quando a fosfocreatina esgota, inicia-se a queda do nível de ATP. Portanto, as reservas energéticas esgotam-se mais rapidamente no metabolismo anaeróbio. Inicialmente são degradadas as reservas de fosfocreatina, seguidas pelas reservas de glicogénio e outros carboidratos e finalmente o ATP, rico em energia. Como resultado, os prótons que são produzidos durante a glicólise e durante a hidrólise de ATP a ADP, a que se soma a ação do ácido láctico, causam diminuição significativa do pH intracelular (Bate-Smith & Bendall, 1949; Roça, 2015).

A velocidade de queda do pH, bem como o nível do pH final da carne após 24-48 horas, é muito variável, dependendo de cada espécie animal. Para bovinos, normalmente a glicólise desenvolve-se lentamente; o pH inicial (0 horas) em torno de 7,0 cai para 6,4 a 6,8 após 5 horas e para 5,5 a 5,9 após 24 horas (Roça, 2024). Entretanto, se devido a uma deficiência de glicogénio, o pH permanece após 24 horas acima de 6,2, ocorre uma carne do tipo DFD (Alves *et al.*, 2005).



**Figura 3:** Padrão de acidificação em carne DFD, PSE e normal nas primeiras 24 horas após o abate, em bovinos.

Para Warriss (1990), a principal causa de DFD em bovinos é permitir que animais desconhecidos se misturem antes do abate. O comportamento agonístico resultante direcionado ao restabelecimento de hierarquias de dominância assume a forma de cabeçada, empurrão, monta e "descanso de queixo". O esforço físico associado a estes comportamentos, somado aos efeitos do stress psicológico, esgota o glicogénio muscular. Procedimentos de manejo que prolonguem o tempo durante o qual o bovino misturado pode interagir, como longos períodos de contacto, aumentam a prevalência do problema.

Whittaker (1997) comparou a frequência de condição DFD em bovinos abatidos no dia da chegada ao matadouro com a de animais mantidos por 1 dia ou mais (Tabela 5). O maior efeito em touros é perceptível.

**Tabela 5:** Efeito do tempo de espera de bovinos no matadouro na porcentagem de carcaças com condição DFD (Whittaker, 1997).

	<b>Animais mortos no dia da chegada</b>	<b>Animais mantidos 1 dia</b>	<b>Animais mantidos por 1,5 dias ou mais</b>
<b>Touros</b>	4.7	10.0	12.5
<b>Novilhos</b>	2.4	3.3	3.7
<b>Novilhas</b>	2.2	3.5	3.3

Conclusivamente, pode dizer-se que carnes DFD, são provenientes da deficiência de manejo pré-abate e exposição dos animais a fatores stressantes como os citados acima. Em decorrência do pH alto, as proteínas musculares conservam uma grande capacidade para reter água no interior das células e, como consequência, a superfície de corte do músculo permanece pegajosa e escura (Maganhini *et al.*, 2007).

Além dessas características, existem efeitos na qualidade e na vida útil deste produto, sendo que neste sentido, o pH caracteriza-se por ser um importante indicador da qualidade da carne, influenciando a aparência das peças de desmancha e atributos da sua qualidade (tenrura, cor e paladar) (Melo *et al.*, 2016).

A carne DFD também é um problema do ponto de vista sanitário, pois a alta humidade e o pH elevado, próximo do neutro, torna-a mais suscetível a contaminação microbiana e ao desenvolvimento de microrganismos patogénicos. A ausência de glicose na superfície da carne DFD permite à microflora atacar e degradar os aminoácidos de forma primordial, dando lugar a compostos de odor intenso e desagradável no processo de deterioração (Souza & Ribeiro, 2021). Estas carnes são mais suscetíveis a alterações microbianas não só no estado fresco, mas também durante processos de maturação prolongada e é por isso recomendado que o seu consumo seja realizado o mais rápido possível (Castillo, 2015).

#### **2.3.1.6.1.2 Carne PSE**

A carne PSE ocorre quando o animal sofre um stress momentos antes do abate, a carne diminui drasticamente o pH, a uma velocidade bastante significativa, promovendo

o desenvolvimento da carne PSE sendo esta muito comum em suínos, porém com incidência razoável em bovinos (Pelicano & Prata, 2007).

A principal causa do desenvolvimento da carne PSE é uma decomposição acelerada do glicogénio após o abate, deixando o nível de pH muscular baixo, geralmente inferior a 5,8, enquanto a temperatura do músculo ainda está próxima do estado fisiológico ( $>38\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), levando a um processo de desnaturação proteica, comprometendo as propriedades funcionais da carne (Silva, 2017). Warriss (2000) refere que carne PSE é comumente definida como tendo um  $\text{pH} < 6$  aos 45 minutos *post mortem*.

Assim como nos suínos, o desenvolvimento da carne PSE em bovinos está intimamente ligado ao manejo pré-abate e ao stress a que os animais são submetidos. O stress agudo antes do abate, como o manejo inadequado durante o transporte, o confinamento em ambientes stressantes ou o uso excessivo de choques elétricos, leva a uma rápida redução de glicogénio muscular. Este processo resulta num aumento abrupto da produção de ácido láctico, o que provoca uma rápida queda do pH muscular logo após o abate (Warner *et al.*, 2010).

Segundo Warriss (2000), o pH normal da carne bovina deve diminuir gradualmente de cerca de 7,0 para aproximadamente 5,5 nas primeiras 24 horas após o abate. No entanto, em casos de PSE, essa queda ocorre de maneira rápida e intensa nas primeiras horas, resultando num pH final que pode ser inferior a 5,5. Esta rápida acidificação, aliada à temperatura elevada, desnatura as proteínas musculares, levando à perda de capacidade de retenção de água e à aparência pálida e macia da carne (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005; Caldara *et al.*, 2012).

Quanto mais rápida for a queda do pH, pior será o agravamento sobre a desnaturação das proteínas, de entre elas as sarcoplasmáticas, e isto aumenta a tendência da actomiosina em contrair-se assim que ela se forma, forçando assim, a saída do líquido que se dissociou das proteínas para o exterior (Pelicano & Prata, 2007).

A carne PSE apresenta diversas desvantagens em termos de qualidade. A aparência pálida é pouco atrativa ao consumidor, que geralmente associa a cor mais escura à carne bovina de qualidade superior. Além disso, a macieza excessiva e a exsudação de líquidos reduzem a capacidade de retenção de água, resultando em perdas significativas de peso durante o processamento e o cozimento, bem como em uma textura menos desejável (Van Laack *et al.*, 2000).

Os atributos organoléticos, como sabor e suculência, também são afetados negativamente. Carnes com baixa capacidade de retenção de água tendem a ser menos suculentas e a perder sabor durante o cozimento. A exsudação excessiva pode ainda comprometer a segurança microbiológica do produto, pois a água libertada facilita a proliferação de microrganismos (Swatland, 2004).

## **2.3.2 Fatores peri abate e *post-mortem***

### **2.3.2.1 Atordoamento ou insensibilização dos animais**

O abate de animais deve ser conduzido de maneira adequada para que se evite o sofrimento dos mesmos, as perdas económicas aos criadores causadas pela ocorrência de contusões nas carcaças e os prejuízos das indústrias devido a perdas referentes à qualidade da carne obtida (Warner *et al.*, 2005).

O processo de atordoamento, ou insensibilização, dos bovinos no abate é uma prática fundamental que visa garantir o bem-estar animal e melhorar a qualidade da carne. O atordoamento adequado minimiza o sofrimento dos animais, reduz o stress e, conseqüentemente, afeta positivamente a qualidade da carne. Esta prática é um procedimento técnico-científico realizado para promover o estado de inconsciência e insensibilidade em animais de produção, sem lhes causar medo, ansiedade, angústia, dor e sofrimento (Gregory & Grandin, 2007).

A insensibilização realizada através de pistolas pneumáticas com dardo cativo é o método de atordoamento de bovinos mais utilizado em matadouros (Finnie *et al.*, 2000). Além deste, a pistola de dardo de percussão não-penetrante, uma ponta de ferro ou de aço ou um impacto na região superficial do crânio também são métodos utilizados para insensibilizar os animais (Lawrie, 2005; Terlouw *et al.*, 2008).

No caso das pistolas, estas são projetadas para provocar uma perda imediata da consciência do bovino, impedindo a transmissão do estímulo da dor. A força do impacto do dardo contra o crânio provoca uma concussão cerebral, deixando o animal inconsciente e evitando que sintam dor (Ludtke *et al.*, 2012). Uma insensibilização correta permite que os animais passem pelo procedimento de sangria sem dor (Gregory & Shaw, 2000). O ato de abate envolve a incisão dos principais vasos sanguíneos do pescoço (artérias carótidas e veias jugulares), o que, sem uma insensibilização adequada, estimula os nociceptores e

causa dor ao animal (Johnson *et al.*, 2015). Portanto, a correta insensibilização é crucial para garantir o bem-estar animal durante o abate.

Métodos ineficazes ou mal-executados podem resultar em sofrimento adicional e stress para os animais, o que não só é eticamente inaceitável, mas também tem implicações na qualidade da carne. O stress pré-abate pode causar uma série de respostas fisiológicas, incluindo a libertação de hormonas do stress, que afetam negativamente a qualidade da carne (Ferguson & Warner, 2008) como referido em secções anteriores.

O atordoamento eficaz contribui para um declínio mais controlado do pH *post-mortem*. A carne de animais que estiveram sujeitos a altos níveis de stress antes do abate tende a ter um pH inicial mais alto, o que pode levar a problemas como a (DFD) (Lomiwes *et al.*, 2014) como referido anteriormente. A cor da carne é um atributo sensorial importante para os consumidores. Carne de alta qualidade geralmente exhibe uma cor vermelho vivo, que é um indicador de frescura e apelo visual. O stress pré-abate pode causar a libertação de mioglobina, resultando em carne de cor mais escura (Terlouw, 2015). Além disso, o atordoamento inadequado pode levar a hematomas e outras lesões que comprometem a aparência e a textura da carne (Nakyinsige *et al.*, 2013).

Animais submetidos a stress excessivo podem apresentar carne com menor suculência devido à menor capacidade de retenção de água. Além disso, o stress pode causar a libertação de hormonas que afetam negativamente o sabor da carne, tornando-a menos palatável (Ferguson *et al.*, 2001).

### **2.3.2.2 Arrefecimento das carcaças e “cold shortening”**

O arrefecimento adequado das carcaças é desejável para a redução de perdas de peso, da desnaturação de proteínas e da proliferação de microrganismos, e maior oxigenação da mioglobina na superfície dos músculos, conferindo-lhes a cor vermelho vivo. Entretanto, o abaixamento rápido da temperatura dos músculos, no início do desenvolvimento do *rigor mortis*, pode provocar o endurecimento da carne (Felício, 1997).

Um fator frequentemente associado à macieza da carne é o grau de contração do tecido muscular, causado pela exposição do músculo a baixas temperaturas antes do estabelecimento do *rigor mortis*, fenómeno conhecido como “cold shortening” ou

encurtamento pelo frio (Parrish *et al.*, 1973). A eficiência das câmaras de arrefecimento é uma preocupação das indústrias do setor, pela necessidade de acelerar o processamento, de reduzir perdas e de inibir o crescimento microbiano. Com isso, o encurtamento pelo frio tem papel de destaque na textura da carne.

O fenómeno de “cold shortening”, é um problema significativo na produção de carne bovina que pode comprometer a qualidade final do produto. Esse fenómeno ocorre quando as carcaças bovinas são arrefecidas rapidamente após o abate, antes que o *rigor mortis* se instale completamente. Resulta numa contração muscular excessiva, levando a uma carne mais dura e menos palatável (Pearce *et al.*, 2011). A temperatura em que o músculo se encontra no momento do estabelecimento do *rigor mortis* é um dos fatores importantes na determinação de sua macieza (Hannula e Poulanne, 2004).

Tecnicamente o “cold shortening” é desencadeado quando as temperaturas dos músculos diminuem rapidamente abaixo de 10 °C antes do estabelecimento do *rigor mortis*, enquanto o pH se mantém acima de 5.8 ou 6.0. Tipicamente considera-se que existem condições para a instalação desta condição sempre que a carcaça arrefece abaixo dos 10 °C dentro das primeiras 10 horas após abate. Durante o período que decorre desde o abate até ao estabelecimento do *rigor mortis*, o ATP, a principal fonte de energia das células musculares, é gradualmente reduzida, e os músculos endurecem. Se a temperatura diminuir muito rapidamente, os mecanismos naturais de relaxamento muscular não têm tempo suficiente para atuar, resultando numa contração muscular mais intensa (Thompson, 2002). Esta contração excessiva ocorre devido à libertação descontrolada de cálcio dos retículos sarcoplasmáticos, ativando fortemente a contração da actina e miosina (Warriss, 2000).

A carne resultante de carcaças que passaram pelo fenómeno de “cold shortening” é tipicamente mais dura, o que prejudica sua palatabilidade. A dureza da carne é uma característica sensorial crítica que afeta diretamente a aceitação do produto pelo consumidor (Koohmaraie *et al.*, 2005). Além da dureza, o “cold shortening” também pode influenciar negativamente outras características sensoriais, como a suculência e a textura, uma vez que a contração excessiva das fibras musculares reduz a capacidade de retenção de água da carne, tornando-a mais seca após o cozimento (Geesink *et al.*, 2001).

A taxa de arrefecimento das carcaças é um fator crucial na prevenção do “cold shortening”. Métodos de arrefecimento controlado, como o arrefecimento lento ou o uso

de temperaturas moderadas nos estágios iniciais do arrefecimento, podem ajudar a mitigar os riscos desta condição (Locker & Hagyard, 1963). Estes métodos permitem uma redução gradual da temperatura, proporcionando tempo suficiente para que o *rigor mortis* se instale antes que as temperaturas diminuam para níveis que desencadeiem o fenómeno. Como explicado por Matos (2013), para evitar esta condição, as carcaças deverão ser refrigeradas logo após o abate a 10°C, durante 10 horas, antes de passar à refrigeração a temperaturas abaixo dos 4°C, para que haja um bom compromisso entre o desenvolvimento microbiano e o impedimento do “cold shortening” e o endurecimento permanente da carne. Quando os filamentos contráteis de actina e miosina formam actomiosina antes da temperatura muscular reduzir abaixo de 10°C, não ocorrerá “cold shortening”. Sendo assim, a solução para evitá-lo seria deixar as carcaças a temperaturas acima de 10°C até o estabelecimento do rigor mortis (50% do ATP inicial, pH=6,0 ou 10 horas após a sangria) e, então, reduzir rapidamente a temperatura (Felício, 1997).

A implementação de práticas adequadas durante o arrefecimento das carcaças é essencial para garantir a qualidade da carne. O uso de tecnologias como a estimulação elétrica *post-mortem* tem sido eficaz em acelerar o declínio do pH muscular, promovendo uma instalação mais rápida do *rigor mortis* e assim reduzindo o risco de “cold shortening” (Hwang & Thompson, 2001). Esta técnica envolve a aplicação de correntes elétricas de baixa voltagem às carcaças logo após o abate, o que ajuda a depletar o ATP mais rapidamente, facilitando uma contração muscular controlada.

Pesquisas recentes têm explorado novas abordagens, no seguimento do reportado por Felício (1997) e referido anteriormente, para minimizar os efeitos do “cold shortening”. Por exemplo, Li *et al.* (2019) investigaram o uso de arrefecimento em duas etapas, combinando um arrefecimento inicial a temperaturas moderadas seguido por um arrefecimento mais intenso. Esta técnica mostrou-se promissora na manutenção da qualidade da carne, ao equilibrar a necessidade de rápida redução da temperatura para controlar a carga microbiana com a prevenção do “cold shortening”. Outra abordagem inovadora inclui o uso de atmosferas modificadas durante o arrefecimento para controlar a oxidação lipídica e manter a cor e a tenrura da carne (Kim *et al.*, 2020).

O fenómeno de “cold shortening” representa um desafio significativo na produção de carne bovina de alta qualidade. A compreensão dos mecanismos subjacentes e a implementação de práticas de arrefecimento adequadas são cruciais para mitigar os seus efeitos negativos. Deste modo, tecnologias como a estimulação elétrica e técnicas de

arrefecimento em duas etapas oferecem soluções promissoras para garantir que a carne mantenha as suas propriedades sensoriais desejáveis, atendendo às expectativas dos consumidores por produtos de alta qualidade.

### **2.3.2.3 Maturação da carne**

A tenderização da carne que ocorre após o *rigor mortis*, durante a armazenagem refrigerada, denominada maturação, é conhecida desde o início do século passado. Porém, as explicações para as modificações na estrutura das miofibrilas que tornam a carne maturada mais macia são mais recentes. A maturação é um processo complexo, afetado por muitas variáveis, tais como a idade e espécie e/ou raça do animal, a velocidade de glicólise, a quantidade e solubilidade do colagénio, o comprimento do sarcómero e das miofibrilas, a força iónica e a degradação das proteínas miofibrilares (Felício, 1997)

De acordo com Matos (2013) os três fatores que determinam a tenrura da carne são: a sua dureza intrínseca (característica *ante-mortem*), o *rigor mortis* e a maturação (fenómenos *post-mortem*) A maturação da carne é uma das tecnologias mais utilizadas e difundidas pela indústria que visa melhorar as características organolépticas da carne sendo as mais importantes: tenrura, suculência e sabor (Andrighetto, 2006).

A degradação das proteínas miofibrilares, resultantes da ativação de um sistema enzimático, causa um enfraquecimento da estrutura do músculo, levando ao amolecimento da carne. Os fenómenos bioquímicos responsáveis pelas alterações que ocorrem durante a maturação da carne não são ainda totalmente conhecidos, sendo sugeridos pelos diversos especialistas fatores e mecanismos muito variados, entre os quais a alteração do pH, a pressão osmótica, os iões cálcio, os processos oxidativos, algumas enzimas não proteolíticas (enzimas glicolíticas, ATPases e glicosidases) e peptidases (catepsinas, calpaínas, complexo endopeptidásico multicatalítico e outras endopeptidases) (Koochmaraie e Geesink, 2006; Luciano *et al.*, 2007 citados por Matos, 2013).

Além das calpaínas, outro grupo de enzimas que desempenha um papel fundamental na maturação da carne são o das catepsinas. Estas são enzimas lisossómicas, com alta atividade em ambientes ácidos, participam na degradação das proteínas miofibrilares, particularmente nas fases mais avançadas da maturação. Entre os subtipos

de catepsinas, as mais importantes para o amolecimento da carne são as catepsinas B, D, L e H, sendo que as catepsinas B e L atuam diretamente na quebra de proteínas estruturais como a actina e a miosina, e de proteínas da linha Z, facilitando a desestruturação das miofibrilas (Ouali *et al.*, 2013).

Estas enzimas complementam a ação das calpaínas, que são mais ativas nos primeiros dias de maturação, enquanto que as catepsinas predominam em ambientes mais ácidos, quando o pH muscular diminui devido à produção de ácido láctico. Assim, as catepsinas contribuem para o processo de amolecimento, especialmente em carnes com maior tempo de maturação, onde a sua atividade ajuda a degradar proteínas que as calpaínas não conseguem hidrolisar completamente (Kemp *et al.*, 2010).

A maturação da carne consiste em mantê-la sob refrigeração (temperatura em torno de 0 a 4 °C) após o processo de *rigor mortis*, por um período após o abate que pode variar normalmente entre 7 e 28 dias, mas que nalguns casos pode ultrapassar largamente este período temporal. Durante o processo há um retardamento do crescimento de bactérias aeróbicas putrefativas e favorecimento do crescimento de bactérias lácticas, que por sua vez produzem substâncias antimicrobianas (Puga *et al.*, 1999). A maturação também possibilita a ação de proteases endógenas (Andrighetto, 2006).

De acordo com o estudo de Volpelli *et al.* (2004), as calpaínas, principal mecanismo ou sistema relacionado com a tenrura, são enzimas cálcio dependentes que apresentam três componentes principais:

- calpaína tipo I ou  $\mu$ -calpaína (enzima que requer baixos níveis ou micromoles,  $\mu$  M, de cálcio), é ativada quando o pH decai de 6,8 para aproximadamente, 5,7;
- calpaína tipo II ou m-calpaína (enzimas que requer níveis mais elevados ou milimoles, mM e cálcio). É ativado quando o pH está em torno de 5,7 e é responsável pela continuidade do processo de amolecimento, estando ativa em torno das 16 horas *post-mortem* e assim permanecendo por longos períodos;
- calpastatina, que tem como principal função inativar as calpaínas.

Mais recentemente foi identificada uma calpaína designada de tipo III (também denominada de p94) que é uma isoforma específica do músculo esquelético que difere das clássicas  $\mu$ -calpaína e m-calpaína, principalmente por não ser inibida pela calpastatina

e por requerer concentrações extremamente baixas de cálcio para a sua ativação (Bhat et al., 2018). Esta enzima está associada estruturalmente à proteína titina nas fibras musculares, desempenhando funções que vão além da proteólise, como a manutenção da integridade do sarcômero. Embora inicialmente se pensasse que a calpaína III iria ter um papel relevante na tenderização da carne, estudos recentes demonstram que sua influência direta na maturação post-mortem é limitada, pois a ausência de calpaína III não altera significativamente a degradação das proteínas estruturais envolvidas na tenrura, como desmina e troponina-T. Portanto, ao contrário da  $\mu$ -calpaína e m-calpaína, a calpaína III parece ter um papel mais estrutural que efetivamente proteolítico na tenderização da carne durante a maturação (Bhat et al., 2018).

Essa degradação simultânea das proteínas miofibrilares pelas calpaínas e catepsinas resulta no enfraquecimento da linha Z, promovendo o amolecimento da carne. Embora as calpaínas desempenhem um papel inicial crucial, são as catepsinas que asseguram a continuidade do processo de tenrura em estágios posteriores, particularmente em peças com alto teor de colagénio, ajudando a transformar o colagénio solúvel e contribuindo para a melhoria da textura, principalmente em carnes de animais mais velhos (Koochmaraie *et al.*, 1987).

Uma das principais evidências, que apontam para as calpaínas como reguladoras do processo de amolecimento da carne é o fato de que durante o processo de maturação as calpaínas degradam as proteínas miofibrilares em determinados pontos internos das moléculas melhorando a macieza da carne, porém, não são capazes de levar o processo de hidrólise até aos aminoácidos (Andrighetto, 2006).

O enfraquecimento da estrutura da linha Z promove o amolecimento da carne. Grandes mudanças na maturação são causadas pelas calpaínas, entre 3 a 4 dias *post-mortem* (Morais & Azevedo, 2003 citados por Andrighetto, 2006).

Entre os diversos músculos, nomeadamente os do quarto dianteiro vs quarto traseiro, a diferença de tenrura é devida à diferente atividade da calpastatina nos mesmos. O seu ritmo de “maturação” também é diferente pela mesma razão. Os músculos de contração rápida, típicos do quarto traseiro, apresentam carne mais macia devido a menor atividade da calpastatina. Pelo contrário, os músculos do quarto dianteiro, conhecidos como sendo de pior qualidade, refletem uma menor atividade de calpaínas, devido à maior concentração de calpastatina, ocorrendo menor degradação muscular e dando origem a

uma carne mais dura (Geesink *et al.*, 2006; citados por Luciano *et al.*, 2007). Importante referir também que o quarto dianteiro, onde se encontram a maior parte das peças de carne de 2ª e 3ª categoria, é também mais rico em colagénio, e também, e principalmente, por este facto as suas peças são mais rijas. Contrariamente às fibras musculares, o colagénio não evolui com a maturação. Como afirma Matos (2013), um músculo rico em colagénio permanecerá duro, independentemente da maturação.

As calpaínas não atuam diretamente sobre a miosina e a actina, mas degradam as linhas Z do sarcómero e digerem as proteínas desmina, titina, nebulina, tropomiosina, troponina e proteína C, facilitando a desestruturação e libertação dos filamentos finos e grossos, resultando nos monómeros de actina e miosina (Kubota *et al.*, 1993). As proteínas titina e nebulina reforçam transversalmente a estrutura miofibrilar, e a ação da  $\mu$ -calpaína e m-calpaína sobre estas enzimas auxilia no enfraquecimento desta estrutura. A digestão da desmina, e principalmente das linhas Z do sarcómero, também enfraquece a estrutura miofibrilar, que são necessárias para manter juntos os sarcómeros (Roça, 2000; Kubota *et al.*, 1993).

A calpastatina tem grande influência na tenrura da carne após 24 horas e também nas carnes maturadas, cessando os seus efeitos apenas quando a calpaína se esgota ou o sistema enzimático é destruído pelo cozimento. Carnes com alta atividade de calpastatina no primeiro dia *post-mortem* necessitam de maior força para serem cortadas, ou seja, são menos macias (Rübensam *et al.*, 1998) como é, por exemplo, o caso das carnes produzidas por animais de raças Zebuínas que normalmente são mais ricas nesta enzima.

Há evidências de que a maturação pode melhorar em cerca de 25% a macieza da carne, mas a sua eficácia é bem menor em carcaças de bovinos de quatro ou mais anos, bem como naquelas que sofreram um rigoroso “cold shortening” (Felício, 1997).

Para além das proteínas, a maturação também atinge as gorduras, por ação das lipases, que transformam os lípidos e desenvolvem o flavour característico da carne “maturada”, se bem que se a maturação se prolongar por demasiado tempo pode ocorrer a formação de aromas indesejáveis na carne, nomeadamente a ranço (Matos, 2013).

### 2.3.2.3.1 Métodos comerciais de maturação

A maturação comercial é um processo tecnológico no qual, sob condições controladas, a carne fresca é embalada a vácuo e mantida a temperaturas de  $-1$  a  $2^{\circ}\text{C}$  por um determinado número de dias (Nassu *et. al.*, 2009). A definição do processo de amolecimento é dada como sendo a técnica de manter a carne sob refrigeração, em torno de  $0^{\circ}\text{C}$ , até torná-la macia e melhorar outras qualidades organolépticas, como o paladar. Outro aspeto importante na maturação é a necessidade de embalagem a vácuo, que retarda o crescimento de bactérias aeróbicas putrefativas e favorece o crescimento das bactérias lácticas, que, por sua vez, produzem substâncias antimicrobianas (Puga *et. al.*, 1999).

Apesar de ser um processo em que se obtém o amolecimento da carne, há relatos de desenvolvimento de sabor de fígado em carnes maturadas, bem como o desenvolvimento de aroma ácido, que são características nem sempre desejáveis. (Nassu *et al.*, 2009)

Como descrito por Matos (2013), O processo de maturação da carne ocorre, habitualmente, em todos os músculos, quer na carcaça inteira quer nas peças de talho, embaladas, ou não, em vácuo. Este autor ainda resume, citando Laster *et al.* (2008) e Smith *et al.* (2008), que atualmente existem dois métodos de maturação utilizados comercialmente:

1. Maturação a seco (“Dry aging”) - que se refere à maturação sob refrigeração por períodos longos, de carcaças, ou peças não embaladas. Neste caso, são críticas as condições de refrigeração para evitar, por um lado, o crescimento microbiano indesejável e, por outro, as perdas por desidratação. Assim, a maturação é feita geralmente em câmara de refrigeração, a  $0 - 2^{\circ}\text{C}$  e 80-85% humidade relativa, com velocidades do ar de 0,5 a 2,5 m/sec.
2. Maturação em húmido (“Wet aging”) - diz respeito ao armazenamento em ambiente refrigerado da carne já desmanchada em peças de talho e embalada em vácuo. Neste caso, a humidade ambiental e a circulação de ar não são fatores importantes. No entanto, o controlo estrito das temperaturas de refrigeração a  $0 - 2^{\circ}\text{C}$ , é muito importante.

Estes dois tipos de maturação têm o mesmo efeito na tenrura da carne embora, atualmente, a maturação em húmido seja o método mais usado. No armazenamento muito

prolongado, na maturação a seco, para além de resultar em perda de peso por desidratação, há crescimento microbiano indesejável à superfície da carcaça, resultando em perdas que podem variar de 5 a 20%. A embalagem em vácuo anula este tipo de perdas, em particular das peças mais nobres.

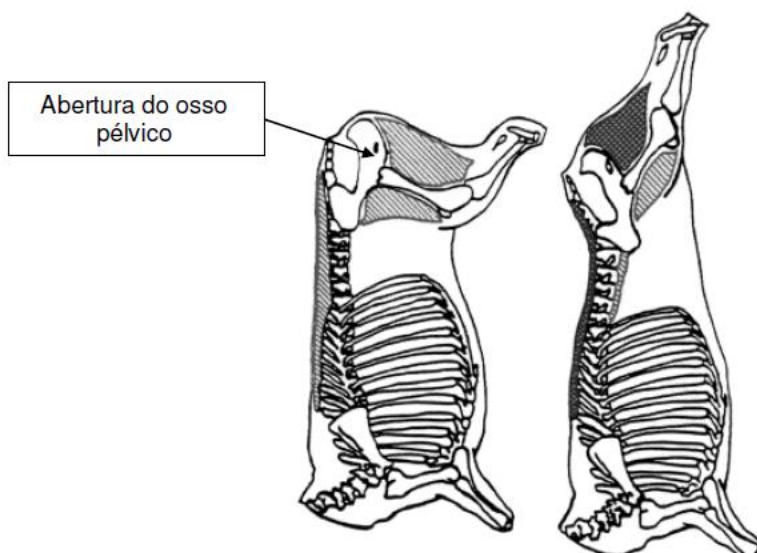
A maturação a seco é normalmente indicada no caso da carne destinada a venda em mercado “gourmet” e restauração de luxo, a preços mais elevados. Os requisitos necessários a este tipo de maturação da carne dizem respeito a quatro tipos de fatores primários: (1) dias de maturação; (2) temperatura de armazenamento; (3) humidade relativa, e (4) fluxo de ar (Savell, sem data citado por Matos, 2013). Em alguns casos, para evitar o crescimento microbiano à superfície, tem sido utilizada a luz ultravioleta, diretamente na câmara, ou para tratar o ar que circula na mesma.

#### **2.3.2.3.2 Suspensão de carcaças durante a maturação**

A forma de pendurar a carcaça após o abate reconhecidamente influencia a macieza de certos cortes (Hostetler *et al.*, 1972; Cia & Norman, 1977 e Barnier & Smulders, 1994). A carcaça bovina suspensa pelo tendão de Aquiles (Figura 4b) resulta numa maior tensão no músculo *Psoas major* (filé mignon), tornando-o ainda mais tenro, porém promove a compressão de muitos outros músculos do lombo e da perna traseira.

A alternativa seria utilizar a suspensão pélvica (*tenderstretching*) (Figura 4a) que consiste em suspender a carcaça pelo orifício do osso pélvico (*forame obturator*), aumentando a tensão em diversos músculos do lombo e da perna traseira, tornando-os mais macios que os das carcaças suspensas pela forma convencional. Esse melhoramento da tenrura tem sido relacionado com um aumento no comprimento do sarcómero (Forrest *et al.*, 1979; Cia & Norman, 1977).

Músculos que são mantidos relaxados ou em posições próximas da sua forma original, fazem com que o encurtamento durante o estabelecimento do rigor mortis seja minimizado. Esses músculos também são mais tenros que os músculos que sofrem contração e encurtamento, como ocorre na pendura tradicional (Herring *et al.*,1965).



**Figura 4:** Desenho esquemático da pendura pela abertura do osso pélvico (a) e pelo tendão de Aquiles (b) (Sørheim, 2002).

Hostetler *et al.* (1972) avaliaram diversos métodos de pendura de carcaça e concluíram que o método de suspensão pélvica foi o que apresentou os melhores resultados no sentido de aumentar o comprimento do sarcômero e conseqüentemente a macieza dos principais músculos. Em particular, a melhora da macieza foi obtida de forma massiva nos músculos do lombo e da coxa que são os mais consumidos na forma de filés.

Um método alternativo, denominado “tendercut”, introduzido por cientistas do Virginia Polytechnic Institute and State University, dos EUA, consiste na execução de cortes em sítios específicos da carcaça, antes de se instalar rigor mortis, mantendo a suspensão pelo tendão de Aquiles, método este que requer, no entanto, trabalho adicional especializado. Outros autores defendem ainda uma outra alternativa, que consiste na suspensão pelo quarto anterior, com resultados positivos sobre a qualidade da carne nas peças de talho de primeira categoria que, como se sabe, estão situadas no quarto posterior da carcaça (CRC, 2004, citado por Matos, 2013).

Alguns outros métodos têm vindo a ser estudados, como o uso de infusões de sais de cálcio, ondas de choque (Hydrodyne – um processo patenteado) (Solomon *et al.*, 1997, citado por Matos, 2013). Estes novos métodos, ou estão ainda em fase de desenvolvimento, ou têm tido um limitado uso na prática (Matos, 2013).

#### **2.3.2.4 Estimulação elétrica das carcaças e seus efeitos**

Na indústria da carne, a qualidade do produto relaciona-se principalmente com as variáveis de temperatura e pH (Mesquita, 2014). O desenvolvimento de equipamentos tecnológicos é uma via facilitadora para assegurar esses aspetos, baseando-se no conhecimento da fisiologia e nos mecanismos de conversão da musculatura em carne (Pereira, 2004).

De entre as tecnologias desenvolvidas no abate de bovinos, a estimulação elétrica, que se traduz na passagem de uma corrente elétrica pela carcaça de animais recém-abatidos, tem sido um método válido para completar a sangria e acelerar mudanças bioquímicas no músculo e, assim, melhorar a qualidade da carne (Judge *et al.*, 1989), nomeadamente no que se refere às propriedades organolépticas, por meio da interferência nos processos da glicólise e proteólise muscular (Roldan-Santiago, 2013). A estimulação elétrica acelera a glicólise e o abaixamento do pH, promovendo a diminuição do tempo de instalação do *rigor mortis* e contribuindo assim para a prevenção do encurtamento pelo frio e para a atividade das enzimas proteolíticas da maturação que aceleram este processo (Pereira, 2002; Pollard *et al.*, 2002; Polidori, 2017).

#### **2.3.2.5 Desmancha da carcaça**

O resultado final da desmancha comercial é a separação da carcaça em peças de corte da carne, osso e desperdício, sendo a obtenção das peças musculares o principal objetivo. Para García & Sousa (2009) a desmancha de carcaças de bovino consiste no seu fracionamento em diversas peças comerciais para venda e consumo.

O modo como esta operação é realizada afeta necessariamente a qualidade da carne, na medida em que diferentes partes da carcaça apresentam teores de colagénio diferenciados o que terá efeito direto na tenrura da carne. Se uma peça resultante da

desmancha de uma carcaça apresenta teores de colagénio distintos então irá apresentar tenruras diferentes e conseqüentemente um resultado culinário pouco homogêneo, uma vez que haverá partes dessa peça que deveriam seguir procedimentos culinários diferenciados para se obter um bom prato (Costa, 2018).

Além disso, a forma de corte que se obtêm após a desmancha não apenas influencia a qualidade da carne em termos de tenrura e sabor, mas também têm um impacto significativo na aceitação por parte dos consumidores. A percepção de qualidade e o valor associado a cada tipo de corte pode determinar a preferência do consumidor e, conseqüentemente, afetar as vendas. Por exemplo, cortes como o lombo ou a picanha são frequentemente valorizados pela sua tenrura e sabor, tornando-se mais procurados no mercado. A habilidade do talhante para realizar cortes precisos e manter a integridade das fibras musculares é crucial, pois isso pode maximizar a qualidade sensorial das peças e, por extensão, a satisfação do consumidor (Koch *et al.*, 2018; González *et al.*, 2019).

O corte das peças é uma etapa fundamental na desmancha, pois envolve a aplicação de técnicas que asseguram a qualidade e a apresentação das peças. Estudos indicam que o corte adequado pode melhorar a eficiência do processamento da carne, reduzindo o desperdício e aumentando o rendimento (Koch *et al.*, 2018). A escolha do ponto de corte pode influenciar diretamente as características organolépticas da carne, como a suculência e o sabor, além de afetar a disposição do consumidor em pagar mais por cortes de qualidade superior (González *et al.*, 2019). Adicionalmente, a apresentação das peças, a embalagem e as informações sobre a origem e o manejo dos animais também desempenham papéis fundamentais na decisão de compra do consumidor. A crescente procura por produtos de qualidade superior e a conscientização sobre questões de bem-estar animal e sustentabilidade, estão a moldar as preferências dos consumidores, levando à valorização de cortes que respeitem padrões éticos e de qualidade (Carvalho *et al.*, 2019).

O sistema de corte realizado na carcaça pelo talhante deve contemplar os seguintes aspectos: (1) a composição física do produto oferecido (quantidades relativas de músculo, gordura e osso), (2) a versatilidade das peças obtidas (facilidade de uso pelo consumidor) e (3) a aplicabilidade ou facilidade de realização do corte pelo operador que o realiza (Santos & Pérez, 2000; citado por Carvalho & Pérez, sem data), uma vez que as diferentes peças que compõem a carcaça possuem diferentes valores económicos e a proporção dos mesmos constitui um importante índice para avaliação da qualidade comercial da carcaça (Pilar, 2002; Carvalho e Pérez, sem data, citado por Costa, 2018).

Em Portugal, a desmancha das carcaças segue popularmente o molde de corte tradicional da cidade de Lisboa, sendo a técnica de corte das carcaças bovinas depois influenciada por tradições locais e pelas exigências do mercado. Os talhantes utilizam métodos que não apenas respeitam a anatomia do animal, como também atendem às preferências dos consumidores locais por cortes específicos. O processo de desmancha em Lisboa é conhecido pela sua eficiência e pelo cuidado com a qualidade da carne (Almeida *et al.*, 2021).

### **Características da Técnica**

- 1- Desmancha Metódica:** A desmancha é feita de forma sistemática, iniciando-se com a separação das partes mais nobres, como o lombo e a vazia, antes de passar para cortes menos valorizados, Isso assegura que os cortes mais procurados sejam extraídos com a maior qualidade possível (González *et al.*, 2019).
- 2- Conhecimento da Anatomia:** Um bom conhecimento da anatomia bovina é essencial para realizar cortes que maximizem a qualidade da carne. Os talhantes são frequentemente treinados em técnicas que consideram não apenas a separação das peças, mas também a preservação das características sensoriais (Silva *et al.*, 2020).
- 3- Cortes Tradicionais:** A região valoriza cortes tradicionais, como o “Bife da Vazia” e a “Picanha”, que são especialmente populares na gastronomia local. Os consumidores da região de Lisboa têm preferência por carnes tenras e saborosas, sendo o corte adequado fundamental para alcançar estas qualidades (Almeida *et al.*, 2021).
- 4- Sustentabilidade:** Existe uma crescente preocupação com a sustentabilidade na indústria da carne. Muitos talhantes em Lisboa estão a adotar práticas que minimizam o desperdício e utilizam todo o animal, originando produtos derivados, como embutidos e conservas (Carvalho *et al.*, 2019).

Já a carne dos Açores, conforme apresentado no caderno de especificações da carne dos Açores IGP (sem data), o produto é apresentado comercialmente em carcaças inteiras ou meias carcaças, em peças ou embalada em peças inteiras ou fatiadas. A designação comercial das peças obtidas por desmancha da carcaça bovina da carne dos Açores IGP é a seguinte:

- 1ª categoria extra: lombo e vazia;

- 1ª categoria: alcatra, folha de alcatra, chã de fora, rabadilha e nervo do ganso;
- 1ª categoria sem osso: agulha;
- 1ª categoria com ou sem osso: sete e cheio da pá;
- 1ª categoria com osso: acém redondo e comprido;
- 2ª categoria sem osso: aba grossa;
- 2ª categoria com ou sem osso: peito alto, cachaço e volta;
- 2ª categoria com osso: maça do peito e chambão;
- 3ª categoria sem osso: aba delgada;
- 3ª categoria com ou sem osso: prego do peito;
- 3ª categoria com osso: aba das costeletas e rabo;

A desmancha só pode ser feita em instalações devidamente licenciadas e autorizadas pelo agrupamento de produtores e sob controlo da Comissão Técnica de Controlo e Certificação. As operações de desmancha, desossa e acondicionamento deverão ser efetuadas no início de cada período diário de laboração (Caderno de especificações da Carne dos Açores IGP, sem data).

### **2.3.2.6 Tratamento Culinário**

O método de cozedura tem uma influência marcante, principalmente na qualidade organolética, mas eventualmente também na nutritiva e higio-sanitária da carne. Um método inadequado pode pôr a perder todo o esforço feito ao longo de todos os elos da cadeia de produção e transformação que decorrem desde a “conceção ao consumo”. Pode, por exemplo, promover o endurecimento, o ressecamento e a perda de sabor e aroma da carne preparada para consumo.

A suculência da carne é determinada pela quantidade de água retida após a cozedura. De acordo com Savell *et al.* (2005), métodos de cozedura a altas temperaturas por curtos períodos, como o grelhado rápido, tendem a reter mais suculência do que métodos que utilizam temperaturas mais baixas por períodos prolongados. Isso ocorre porque a exposição prolongada ao calor pode levar à perda excessiva de humidade, resultando em carne seca. Os grelhados lentos, por causarem a desidratação da carne, geram a perda de suculência (Costa, 2018). Judge *et al.* (1989) realizaram procedimentos nos quais concluíram que uma carne com 68-75% de humidade, sujeita a um assado em

forno com temperaturas de 60 e 80°C, continham no final do tratamento culinário 70 e 60% de humidade, respetivamente. A tenrura da carne, é afetada pela degradação das proteínas miofibrilares e de colagénio. Métodos de cozedura que empregam calor húmido, como ferver e estufar, quebram eficazmente o colagénio em gelatina, o que melhora significativamente a macieza da carne (Smith *et al.*, 2011). Por outro lado, métodos de calor seco podem resultar em carne mais dura se não forem cuidadosamente geridos. A temperatura de cozedura é, portanto, um fator crítico que influencia a qualidade final da carne. Temperaturas internas de cozedura mais baixas (em torno de 55-60°C) resultam em carne mais tenra e succulenta, enquanto temperaturas internas mais altas (acima de 70°C) levam a uma maior perda de humidade e a uma textura mais firme (Offer & Knight, 1988).

Os compostos aromáticos essenciais para o sabor e o aroma da carne são formados durante a cozedura por meio de diversas reações químicas. A reação de Maillard, a oxidação lipídica e a caramelização desempenham papéis fundamentais no desenvolvimento dos perfis de sabor complexos da carne cozida (Mottram, 1998). Por exemplo, carnes grelhadas e assadas exibem paladares intensos e agradáveis devido à reação de Maillard e à caramelização em altas temperaturas.

Além dos atributos sensoriais, os métodos de cozedura também impactam na qualidade nutricional da carne bovina. Métodos de preparação de alimentos como fervura e cozimento a vapor tendem a preservar mais vitaminas e minerais solúveis em água em comparação com métodos como grelhado e fritura, que podem causar perdas significativas de nutrientes devido às altas temperaturas e à fusão de gorduras (Bender, 1992).

### **III. Carne dos Açores IGP: qualidade, perspetivas e estratégias de valorização**

A Indicação Geográfica Protegida (IGP) é um sistema de certificação que assegura a ligação entre a origem geográfica de um produto e suas características específicas, atribuindo-lhe um valor diferenciado no mercado. No contexto da carne bovina produzida nos Açores, a IGP representa um reconhecimento não apenas da qualidade intrínseca da carne, mas também das práticas tradicionais e sustentáveis de produção, que são

fortemente enraizadas na cultura local. A Carne dos Açores IGP é um exemplo emblemático de como a combinação entre o ambiente único das ilhas e o saber-fazer tradicional pode resultar num produto de excelência, que se destaca tanto no mercado nacional quanto internacional (DGADR, s.d.).

Designa-se “Carne dos Açores IGP” a carne proveniente de bovinos nascidos, criados e abatidos na Região Autónoma dos Açores, segundo os moldes tradicionais. Esta carne apresenta características específicas, conforme apresentado nm Anexo I.

A produção de carne bovina nos Açores é uma atividade económica de grande relevância para a região, tanto pelo seu impacto social quanto económico. Em termos estatísticos, a produção de carne bovina nas ilhas tem mostrado um crescimento constante, com um aumento significativo no número de animais abatidos sob o selo IGP nos últimos anos. Por exemplo, entre 2020 e 2023, o número de animais abatidos com o selo IGP cresceu de 1946 para 2315, evidenciando a crescente aceitação e valorização da carne dos Açores no mercado (DGADR, s.d.citado pela FAA, 2024). Este crescimento é resultado de esforços conjuntos entre produtores, cooperativas e governo regional, que têm trabalhado para garantir que as práticas de produção atendam aos critérios rigorosos estabelecidos pela IGP.

A Carne dos Açores IGP é reconhecida pelas suas características sensoriais e nutricionais superiores, que a diferenciam de outras carnes produzidas em diferentes regiões. A alimentação dos bovinos em pastagens naturais ou melhoradas, combinada com o manejo zootécnico apropriado, resulta numa carne rica em ácidos gordos ómega-3,  $\beta$ -caroteno e vitamina E, fatores nutricionais que têm sido associados a benefícios significativos para a saúde humana, como a redução do risco de doenças cardiovasculares e a melhoria do sistema imunológico (Costa *et al.*, 2008; Wood *et al.*, 2003). Além disso, a Carne dos Açores IGP apresenta uma suculência, textura e sabor únicos, características que são diretamente influenciadas pelo ambiente natural das ilhas e pelas práticas de manejo adotadas. Das explorações certificadas e ativas com o selo IGP de Carne dos Açores, a FAA (2024), apresentou dados referentes aos abates realizados em 2023 (Tabela 6), junto com as suas classificações de qualidade:

**Tabela 6:** Dados de comercialização e abate de animais certificados IGP em 2023.

<b>Categoria da carcaça</b>	<b>Nº cabeças</b>	<b>Idade média</b>	<b>Peso médio</b>
A	1.171	15	292
D	9	120	272
E	520	17	234
V	44	7	175
Z	571	9	207
<i>Total</i>	<i>2.315</i>	<i>14</i>	<i>256</i>

Fonte: FAA 2024.

Demonstrando esta perspectiva, pode-se observar a tendência de crescimento no setor da produção de carne bovina na Região (total e não exclusivamente IGP), tendo aumentado, na última década, o número de vacas aleitantes (+36%) e os abates em número de bovinos (+43%) e peso (+41%). Esta evolução traduziu-se também num aumento muito significativo das exportações para o exterior em carcaça (+72%), em substituição das exportações para o exterior de animais vivos (-45%) (Carne dos Açores – IGP, 2022). Em 2020, os abates de bovinos atingiram 72.775 cabeças e 16.647 toneladas, com a seguinte repartição por ilha e categoria (Tabela 7):

**Tabela 7:** Abates totais de bovinos (t), por ilha e categoria, em 2020.

<b>Região/Ilha</b>	<b>Toneladas</b>	<b>%</b>	<b>Categoria</b>	<b>Toneladas</b>	<b>%</b>
<i>RAA</i>	<i>16.647</i>	<i>100</i>	<i>Total</i>	<i>16.647</i>	<i>100</i>
São Miguel	7.720	46,4	Vitelos	371	2,2
Terceira	4.647	27,9	Vitelões	4.599	27,6
Pico	1.543	9,3	Novilhas	1.588	9,5
Faial	1.201	7,2	Novilhos	4.039	24,3
São Jorge	913	5,5	Touros/Bois	682	4,1
Santa Maria	178	1,1	Vacas	5.367	32,2
Flores	195	1,2			
Graciosa	246	1,5			
Corvo	6	0			

Fonte: IAMA (2020), citado em Carne dos Açores – IGP (2022).

Do ponto de vista gastronómico, a Carne dos Açores IGP tem sido cada vez mais valorizada por “chefs” e restaurantes que procuram ingredientes de alta qualidade com características distintas. A combinação de cor rosada, suculência e a ligeira infiltração de

gordura intramuscular torna esta carne ideal para uma variedade de preparações culinárias, desde pratos tradicionais até criações mais inovadoras. O reconhecimento da qualidade sensorial da carne dos Açores tem contribuído para a sua crescente presença em mercados “gourmet” e em restaurantes de alto padrão, tanto em Portugal quanto noutros países da Europa (Ribeiro & Santos, 2020).

Além dos aspetos nutricionais e gustativos, a produção de Carne dos Açores IGP carrega um forte valor tradicional, social e ambiental. As práticas de criação de bovinos nas ilhas são, em grande parte, baseadas em métodos tradicionais que respeitam o bem-estar animal e a sustentabilidade ambiental. A utilização de pastagens naturais, a ausência de confinamento intensivo e o respeito pelos ciclos naturais de crescimento dos animais são práticas que não apenas garantem a qualidade da carne, como também preservam o ecossistema local. Este modelo de produção sustentável é um diferencial competitivo importante, especialmente num mercado global onde os consumidores estão cada vez mais conscientes da origem e dos métodos de produção dos alimentos que consomem (Gonçalves & Pires, 2019).

A obtenção da IGP para a carne dos Açores também exerce um impacto social significativo. A produção de carne com o selo IGP contribui para a manutenção de comunidades rurais, gerando emprego e rendimento em regiões onde as alternativas económicas podem ser limitadas. Dados recolhidos pela DGADR, no ano de 2023, demonstra que o arquipélago possui 770 explorações ativas e certificadas (Tabela 8).

**Tabela 8:** Número de explorações ativas e com certificação IGP na Região Autónoma dos Açores (DGADR, 2023).

<b>Região/Ilha</b>	<b>Nº de explorações</b>	<b>%</b>
<i>RAA</i>	<i>770</i>	<i>100%</i>
São Miguel	3	0,4%
Terceira	75	9,7%
Pico	327	42,5%
Faial	156	20,3%
São Jorge	56	7,3%
Santa Maria	53	6,9%
Flores	70	9,1%
Graciosa	24	3,1%
Corvo	6	0,8%

Além disso, a valorização da carne IGP ajuda a preservar o património cultural associado à criação de bovinos nas ilhas, incluindo técnicas tradicionais de manejo e saberes locais que são transmitidos de geração em geração (Silva & Ferreira, 2018). Este impacto social é particularmente importante para a manutenção da coesão social e para a promoção do desenvolvimento sustentável nas ilhas.

Finalmente, para que a Carne dos Açores IGP alcance o seu pleno potencial no mercado, é essencial que sejam desenvolvidas estratégias eficazes de divulgação e valorização do produto. A comunicação da qualidade diferenciada da carne, associada às práticas de produção sustentáveis e ao valor cultural do produto, deve ser central em qualquer estratégia de marketing. A criação de parcerias com “chefs” prestigiados, a participação em feiras internacionais de alimentos e a utilização de selos de qualidade em embalagens são algumas das estratégias que podem ser adotadas para aumentar a visibilidade e a procura pela Carne dos Açores IGP. Além disso, é fundamental investir em campanhas de sensibilização junto dos consumidores, destacando-se os benefícios nutricionais e ambientais da carne, bem como o seu papel na preservação do património cultural açoriano (Martins & Almeida, 2021).

Em resumo, a Carne dos Açores IGP é um produto que congrega as melhores práticas de produção, respeito pelo meio ambiente e valorização das tradições locais. O reconhecimento através do selo IGP é uma prova da qualidade e do potencial deste produto no mercado global, mas para que este potencial seja plenamente realizado, é crucial que haja um esforço contínuo de promoção e valorização. As perspetivas futuras são promissoras, especialmente se a carne dos Açores continuar a ser promovida como um produto de excelência, com um forte apelo tanto no mercado interno quanto externo.

## IV. Conclusões

Esta dissertação oferece uma análise dos fatores que influenciam a qualidade da carne bovina produzida nos Açores, com destaque para a carne certificada pelo selo de Indicação Geográfica Protegida (IGP). A qualidade da carne bovina é influenciada por uma variedade de fatores *ante-mortem* e *post-mortem*, como genética, manejo dos animais, alimentação, transporte e processos utilizados durante o abate e o tratamento das carcaças. Entre esses fatores, os sistemas de alimentação baseados em pastagem demonstraram ter um impacto significativo no perfil nutricional da carne, especialmente na presença de ácidos gordos benéficos, como omega-3 e CLA, promovidos pelas pastagens naturais da região.

O papel essencial das práticas de bem-estar animal na influência das propriedades físicas e organolépticas da carne açoriana, a redução do stress dos animais antes do abate, por meio de técnicas de manejo melhoradas, contribui não só para uma carne de melhor qualidade, mas também vai ao encontro das expectativas crescentes dos consumidores em relação a práticas de produção ética. Esses fatores, por sua vez, melhoram a comercialização da carne bovina açoriana nos mercados nacionais e internacionais.

A certificação IGP desempenha um papel crucial na manutenção e promoção do valor da carne açoriana. Ela funciona como uma garantia de origem e qualidade, reforçando a confiança do consumidor, ao mesmo tempo que apoia a identidade cultural e agrícola da região. Ao aderir aos padrões da IGP, os produtores dos Açores conseguem diferenciar os seus produtos num mercado global altamente competitivo, permitindo maior estabilidade económica e sustentabilidade para pequenas e médias explorações pecuárias.

Além disso, os processos de maturação, a seco e a húmido, realçam a sua importância na melhoria da palatabilidade da carne. A ação enzimática durante a maturação, envolvendo enzimas como as calpaínas e as catepsinas, melhora significativamente a tenrura da carne e torna-a um produto desejado no mercado gourmet.

Em conclusão, a dissertação evidencia que, embora a qualidade da carne açoriana seja sustentada pelos métodos de produção naturais e sustentáveis, são necessárias estratégias adicionais para garantir o seu sucesso contínuo no mercado. Isso inclui esforços de marketing direcionados que destaquem as suas vantagens nutricionais,

sustentabilidade e herança cultural. À medida que a procura global pela carne bovina de alta qualidade e produção sustentável aumenta, a indústria de carne dos Açores, especialmente através da certificação IGP, está bem posicionada para catalisar essas tendências. O presente estudo também abre caminhos para futuras pesquisas, especialmente na otimização e na exploração de novos métodos de obtenção do produto final, no sentido de melhorar a qualidade da carne enquanto preserva as práticas tradicionais de produção.

## V. Bibliografia

Aalhus, J. L., Best, D. R., Murray, A. C. & Jones, S. D. M. (1998). A comparison of the quality characteristics of pale, soft, and exudative beef and pork. *Journal of Muscle Foods*, 9, 267–280.

Aberle, E. D., Forrest, J. C., Gerrard, D. E., & Mills, E. W. (2001). Principles of meat science (4<sup>a</sup> ed.). Kendall/Hunt, Iowa. 354p.

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.

Almeida, C., Mendes, A., & Silva, F. (2021). Traditional cuts of beef and their culinary applications in Portuguese cuisine. *Journal of Culinary Science & Technology*, 19 (2), 121-134.

Alves, A. R., Júnior, J. P. F., Santana, M. H. M., De Andrade, M. V. M., Lima, J. B. A., Da Silva Pinto, L. & De Medeiros Ribeiro, L. (2016). Efeito do estresse sobre a qualidade de produtos de origem animal. *PUBVET*, 10, 448-512.

Alves, D. D., Goes, R. H. T. B., & Mancio, A. B. (2005). Maciez da carne bovina. *Ciência Animal Brasileira*, 6, 135-149.

Andrade, E. N., Silva, R. A. M. S., Roça, R. O., Silva, L. A. C., Gonçalves, H. C., & Pinheiro, R. S. B. (2008). Ocorrência de lesões em carcaças de bovinos de corte no Pantanal em função do transporte. *Ciência Rural*, 38(7), 1991-1996.

Andrade, N. J., & Brabes, K. C. da S. (2003). Procedimentos de higienização e biofilmes microbianos na indústria de alimentos. In R. C. S. Mendonça, K. C. da S. Brabes, K. A.

Andriguetto, C., Jorge, A. M., Nasser, M. D., Maestá, S. A., Rodrigues E. & Francisco, C. L. (2010). Características químicas e sensoriais da carne bovina. *PUBVET*, 4(11), Ed. 116, Art. 781.

Andriguetto, C., Jorge, A. M., Roça, R. O., Sartori, D. R., Rodrigues, E. & Bianchini, W. (2006). Maturação da carne bovina. REDVET. *Revista Eletrônica de Veterinária*, 7(6), 1-6.

Arthaud, V. H., Adams, D. R., Jacobs, D. R. & Koch, R. M. (1969). Comparison of carcass traits of bulls and steers. *Journal of Animal Science*, 28, 742.

Bailey, A. J. (1985). The role of collagen in the development of muscle and relationship to eating quality. *Journal of Animal Science*, 60(6), 1580-1587.

Barnier, V. M. H. & Smulders, F. J. M. (1994). The effect of pelvic suspension on shear force values in various beef muscles. In Proceedings of the 40th International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST). The Hague: ICoMST.

Bate-Smith, E. C. & Bendall, J. R. (1949). Factors determining the time course of rigor mortis. *The Journal of Physiology*, 110, 47-65.

Belew, J. B., Brooks, J. C., McKenna, D. R., & Savell, J. W. (2003). Warner-Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. *Meat Science*, 64(4), 507-512.

Bendall, J. R. (1973). Postmortem changes in muscle. In G. H. Bourne (Ed.), *The structure and function of muscle* (Vol. 2, pp. 244-309). New York: Academic Press.

Bender, A. E. (1992). Meat and meat products in human nutrition in developing countries. FAO Food and Nutrition Paper.

Benito-Delgado, J., Marriot, N. G., Claus, J. R., Wang, H. & Graham, P. P. (1994). Chuck Longissimus and Infraspinatus muscle characteristics as affected by rigor state, blade tenderization and calcium chloride injection. *Journal of Food Science*, 59(2), 295-299.

Bhat, Z. F., Kumar, S., & Bhat, H. F. (2018). Tissue-specific calpains and their functions: A review. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 184(3), 841–866.

Boleman, S. J., Boleman, S. L. & Miller, R. K. (1997). Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. *Journal of Animal Science*, 75, 1521-1524.

Bonfatti Júnior, E. A. & Lengowski, E. C. (2018). Colorimetria aplicada à ciência e tecnologia da madeira. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 38.

Boulianne, M. & King, A. J. (1995). Características bioquímicas e de cor do peito de frango sem osso e sem pele. *Poultry Science*, 74, 1693-1698.

Brackebusch, S. A., McKeith, F. K., Carr, T. R., & McLaren, D. G. (1991). Relationship between longissimus composition and the composition of other major muscles of the beef carcass. *Journal of Animal Science*, 69, 631-640.

Braggion, M., & Silva, A. R. (2004). Quantificação de lesões em carcaças de bovinos abatidos em frigoríficos no Pantanal Sul-Mato-Grossense. Embrapa Pantanal, Campo Grande. Brasil.

Bridi, A. M., & Silva, C. A. (2006). Métodos de avaliação da carcaça e da carne suína. Londrina: Midiograf. 97p.

Bridi, A. M., Constantino, C., & Tarsitano, M. A. (2010). Qualidade da carne de bovinos produzidos em pasto. In 31º Congresso Paranaense dos Estudantes de Zootecnia, Anais. Maringá – PR. Brasil.

Buainain, A. M., & Batalha, M. O. (2007). Agronegócios: cadeia produtiva de produtos orgânicos. Brasília, DF: IICA/MAPA/SPA.

Caldara, F. R., Santos, V. M. O., Santiago, J. C., Paz, I. C. L. A., Garcia, R. G., Vargas Junior, F. M., Santos, L. S., & Nääs, I. A. (2012). Propriedades físicas e sensoriais da carne suína PSE. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 13(3), 815-824.

Callow, E. H. (1948). Estudos comparativos de carne II. As mudanças na carcaça durante o crescimento e engorda, e sua relação com a composição química dos tecidos adiposo e muscular. *Journal of Agricultural Science Cambridge*, 38, 174–203.

Canhos, D. A. L., & Dias, E. L. (s.d.). Tecnologia de carne bovina e produtos derivados. Campinas: FTPT. 440p.

Cardoso, L., & Araújo, W. M. C. (2003). Parâmetros de qualidade em carnes comercializadas no Distrito Federal no período de 1997-2001. *Higiene Alimentar*, 17(113), 12-19.

Carragher, J. F., & Matthews, L. R. (1996). Animal behaviour and stress: impacts on meat quality. In Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production (pp. 162-166).

Carvalho, A. P., & Pérez, O. R. J. (s.d.). Cortes comerciais em carcaças. Universidade Federal de Lavras, Brasil.

Carvalho, P. S., Costa, M. L. & Santos, A. M. (2019). Sustainable practices in the meat industry: A focus on traditional butchery. *Meat Science*, 151, 39-45.

Castillo, D. C. O. A. (2015). Importância do manejo pré-abate no bem-estar animal e na qualidade da carne bovina (Monografia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Brasil.

Castonguay, A. C., Polasky, S., Holden, M. H., Herrero, M., Mason-D’Croz, D., Godde, C., ... & McDonald-Madden, E. (2023). Navigating sustainability trade-offs in global beef production. *Nature Sustainability*, 6(3), 284–294.

Cena, P., Jaime, I. & Beltran, J. A. (1992). Proteolytic activity of isolated calpains on myofibrils under the conditions of pH, Ca<sup>2+</sup> concentration and temperature existing in *post-mortem* muscle. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung*, 194(5), 248-251.

Cia, G., & Norman, G. A. (1977). Influência da pendura da carcaça imediatamente após o abate na maciez da carne bovina. *Coletânea ITAL*, 8, 1-18.

Cockram, M. S. (2007). Criteria and potential reasons for maximum journey times for farm animals destined for slaughter. *Applied Animal Behaviour Science*, 106, 234-243.

Costa P. (2024). Curso de base em bovinicultura de carne. Módulo 5 – Qualidade da carne. Federação Agrícola dos Açores. Angra do Heroísmo, maio 2024.

Costa, J. (2017). Produção de carne IGP nos Açores: Estatísticas e perspetivas. *Revista Agropecuária Açoriana*, 12(3), 45-56.

Costa, J., Silva, M., & Medeiros, P. (2008). Aspetos nutricionais da carne dos Açores IGP. Ponta Delgada: Universidade dos Açores.

Costa, M. J. R. P. (2006). Racionalização do manejo de bovinos de corte: bases biológicas para o planeamento (ambiente de criação, instalações, manejo e qualidade da carne). ABNP.

Costa, S. V. (2018). Avaliação da taxa de incidência da condição DFD e dos factores que afetam o rendimento na desmancha de carcaças de bovinos IGP criados na Região Autónoma dos Açores (Dissertação de Mestrado). Universidade dos Açores. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.3/5020>.

Costa-Urquiza, A. S. (2017). Avaliação e aplicação de métodos de genotipagem para estudo da síndrome da musculatura dupla em bovinos da raça Senepol (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Campo Grande. Brasil.

CRC. (2004). Producing Quality Beef - Opportunities for Beef Producers from the Cattle and Beef Quality.

Cross, H. R. (1994). Características organolépticas de la carne. In J. F. Price & B. S. Schweirigert (Eds.), *Ciencia de la carne y de los productos carneos* (pp. 279-294). Acribia.

Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR). (s.d.). O que é uma indicação geográfica protegida (IGP)? Disponível em: <https://www.dgadr.pt/igp>.

Etherington, D. J. (1984). The contribution of proteolytic enzymes to postmortem changes in muscle. *Journal of Animal Science*, 59(6), 1644-1650.

Fazio, E., & Ferlazzo, A. (2003). Evaluation of stress during transport. *Veterinary Research Communications*, 27, 519-524.

Felício, P. E. (1993). Fatores ante e *post-mortem* que influenciam na qualidade da carne vermelha. Anais dos Simpósios da 30ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Rio de Janeiro, Brasil.

Felício, P. E. (1997). Fatores ante e *post-mortem* que influenciam na qualidade da carne bovina. Disponível em: <http://www.fea.unicamp.br/arquivos/Fatoresqueinfluenciamqualidadedacarnebovina.pdf>.

Felício, P. E. de (1997). Fatores que Influenciam na Qualidade da Carne Bovina. In A. M. Peixoto, J. C. Moura, & V. P. de Faria (Eds.), *Produção de Novilho de Corte* (pp. 79-97). Piracicaba: FEALQ. Brasil.

Felício, P. E. de (1998). *In* Simpósio sobre Produção Intensiva de Gado de Corte. Anais, São Paulo: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal (CBNA), pp. 92-99.

Felício, P. E. de (1999). *In* XXXVI Reunião Anual da SBZ, Porto Alegre. Anais. Rio Grande do Sul: Sociedade Brasileira de Zootecnia.

Ferguson, D. M., & Warner, R. D. (2008). Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Science*, 80(1), 12-19.

Ferguson, D. M., Warner, R. D., & Rymill, S. R. (2001). The effect of pre-slaughter stress on beef quality. *Meat Science*, 59(1), 101-107.

Finnie, J. W., Blumbergs, P. C., Manavis, J., Summersides, G. E., & Davies, R. A. (2000). Evaluation of brain damage resulting from penetrating and non-penetrating captive bolt stunning using lambs. *Australian Veterinary Journal*, 78(11), 775-778.

Fischer, A. D., Colditz, I. G., Lee, C., & Ferguson, D. M. (2009). The influence of land transport on animal welfare in extensive farming systems. *Journal of Veterinary Behaviour*, 4, 157-162.

Forrest, J. C., Aberle, E. D., Hedrick, H. B., Judge, M. D. & Merkel, R. A. (1979). Fundamentos de ciência da carne. Zaragoza: Acribia. 364p.

French, P., O'Riordan, E. G., Monahan, F. J., Caffrey, P. J., Vidal, M., Mooney, M. T., Troy, D. J. & Moloney, A. P. (2000). The meat quality of steers finished on autumn grass, grass silage or concentrate-based diets. *Meat Science*, 56(2), 173-180.

Gallo, C. (2008). Transporte e bem-estar animal. *Ciência Veterinária nos Trópicos*, 11, 70-79.

Gallo, C., & Tadich, N. (2005). Transporte terrestre de bovinos: efectos sobre el bienestar animal y la calidad de la carne. *Agro-ciencia*, 21(2), 37-49.

García, L. S., & Sousa, F. R. (2009). Mirandesa. Associação dos Criadores de Bovinos da Raça Mirandesa, 102-105.

Geesink, G. H., Bekhit, A. E. D., & Bickerstaffe, R. (2001). Rigor temperature and meat quality characteristics of lamb longissimus muscle. *Journal of Animal Science*, 79(2), 675-681.

Geesink, G. H., Kuchay, S., Chishti, A. H., & Koohmaraie, M. (2006). Micro-calpain is essential for postmortem proteolysis of muscle proteins. *Journal of Animal Science*, 84, 2834-2840.

Gerrard, D. E., Jones, S. J., & Aberle, E. D. (1987). Collagen stability, testosterone secretion and meat tenderness in growing bulls and steers. *Journal of Animal Science*, 65(5), 1236-1242.

Gonçalves, A. & Pires, R. (2019). Produção Sustentável de Carne nos Açores: O modelo de pastoreio tradicional. *In Sustentabilidade e Alimentação*, 57-75. Edições da Universidade dos Açores.

González, L. A., D'Almeida, C. T. & Bessa, R. J. B. (2019). Consumer preferences for beef cuts: A case study in Portugal. *Food Quality and Preference*, 76, 228-236.

Governo dos Açores. (s.d.). Produção sustentável de carne nos Açores. Disponível em: <https://www.azores.gov.pt>

Grandin, T. (1997a). Assessment of stress during handling and transport. *Journal of Animal Science*, 75, 249-257.

Grandin, T. (1997b). The design and construction of facilities for handling cattle. *Livestock Production Science*, 49, 103-119.

Grandin, T. (2000a). Introduction: management and economic factors of handling and transport. In T. Grandin (Ed.), *Livestock Handling and Transport* (2nd ed., pp. 1-14). Wallingford: C.A.B.I.

Grandin, T. (2000b). Beef cattle behavior, handling and facilities design (2nd ed.). *Grandin Livestock Systems*, p. 226.

Grandin, T. (2006). Progress and challenges in animal handling and slaughter in the U.S. *Applied Animal Behaviour Science*, 100, 129-139.

Gregory, N. G., & Grandin, T. (2007). *Animal welfare and the meat market*. Cambridge: CABI.

Gregory, N., & Shaw, F. (2000). Penetrating captive bolt stunning and exsanguination of cattle in abattoirs. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 3(3), 215-230.

Hammond, J. (1932). Growth and Development of Mutton Qualities in the Sheep. Oliver & Boyd, London.

Hannula, T., & Puolanne, E. (2004). The effect of cooling rate on beef tenderness: The significance of pH at 7°C. *Meat Science*, 67(1), 63-69.

Hedrick, H. B., Aberle, E. D., Forrest, J. C., *et al.* (1994). Principles of meat Science (3rd ed.). Kendal/Hunt, Duduque.

Herring, H. K., Cassens, R. G., & Briskey, G. G. (1965). Further studies on bovine tenderness as influenced by carcass position, sarcomere length, and fiber diameter. *Journal of Food Science*, 30(1), 1049-1054.

Hostetler, R. L., Link, B. A., Landmann, W. A., & Fitzhugh Jr, H. A. (1972). Effect of carcass suspension on sarcomere length and shear force of some major bovine muscles. *Journal of Food Science*, 37(1), 132-135.

Huff-Lonergan, E., & Lonergan, S. M. (2005). Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*, 71(1), 194-204.

Hughes, J. M., Clarke, F. M., Purslow, P. P., & Warner, R. D. (2020). Meat color is determined not only by chromatic heme pigments but also by the physical structure and achromatic light scattering properties of the muscle. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(1), 44-63.

Hughes, J., Clarke, F., Purslow, P., & Warner, R. (2017). High pH in beef longissimus thoracis reduces muscle fibre transverse shrinkage and light scattering which contributes to the dark colour. *Food Research International*, 101(1), 228-238.

Hwang, I. H., & Thompson, J. M. (2001). The effect of time and type of electrical stimulation on the quality of beef longissimus dorsi muscle. *Meat Science*, 58(2), 135-144.

Instituto Nacional de Estatística. (2023). Estatísticas da Produção de Leite e Carne em Portugal 2023. Disponível em: <https://www.ine.pt>. Acesso em: 11 de agosto de 2024.

Issanchou, S. (1996). Consumer Expectations and Perceptions of Meat and Meat Product Quality. *Meat Science*, 44(Suppl.), 5-19.

Jay, J. M. (2005). *Microbiologia dos alimentos* (6ª ed.). Editora Artmed, Porto Alegre.

Johnson, C. B., Mellor, D. H., Hemsworth, P. H., & Fisher, A. D. (2015). A scientific comment on the welfare of domesticated ruminants slaughtered without stunning. *New Zealand Veterinary Journal*, 63(1), 58-65.

Judge, M., Aberle, E. D., Forrest, J. C., Hedrick, H. B., & Merkel, R. A. (1989). *Principles of meat science*. Kendall/Hunt, Dubuque.

Kadim, I. T., Mahgoub, O., Al-Kindi, A., Al-Marzooqi, W., & Al-Saqri, N. M. (2006). Effects of transportation at high ambient temperatures on physiological responses, carcass, and meat quality characteristics of three breeds of Omani goats. *Meat Science*, 73(1), 626-634.

Kemp, C. M., Sensky, P. L., Bardsley, R. G., Buttery, P. J. & Parr, T. (2010). Tenderness – An enzymatic view. *Meat Science*, 84(2), 248-256.

Kenny, F. J., & Tarrant, P. V. (1987). The behaviour of young Friesian bulls during social re-grouping at an abattoir: Influence of an overhead electrified wire grid. *Applied Animal Behaviour Science*, 18(1), 233-246.

Kim, Y. H. B., Stuart, A., Black, C., Rosenvold, K., MacLennan, G., & Pearce, L. (2020). Modified atmosphere packaging and vacuum skin packaging of lamb loins using CO2 emitters to control lipid oxidation. *Meat Science*, 165(1), 108127.

Koch, S. M., Moeller, S. J., & Rojas, M. (2018). The influence of cutting techniques on meat quality. *Meat Science*, 145, 345-353.

Koohmaraie, M., & Geesink, G. H. (2006). Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. *Meat Science*, 74(1), 34-43.

Koohmaraie, M., Geesink, G. H., & Shackelford, S. D. (2005). Current approaches to tenderization of meat. *In Improving the Sensory and Nutritional Quality of Fresh Meat* (pp. 432-457). Woodhead Publishing.

Koohmaraie, M., Whipple, G., & Kretchmar, D. H. (1987). Postmortem proteolysis in longissimus muscle from beef, lamb, and pork carcasses. *Journal of Animal Science*, 64(1), 122-130.

Kubota, E. H., Olivo, R., & Shimokomaki, M. (1993). Maturação da carne: um processo enzimático. *Revista Nacional da Carne*, 18(200), 12-15.

Laster, M. A., Smith, R. D., Nicholson, K. L., Nicholson, J. D. W., Miller, R. K., Griffin, D. B., Harris, K. B., & Savell, J. W. (2008). Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer sensory attribute evaluations of steaks from ribeyes, strip loins, and top sirloins from two quality grade groups. *Meat Science*, 80(1), 795-804.

Lawrie, R. A. (1970). *Ciência de la carne*. Zaragoza: Acribia. Espanha.

Lawrie, R. A. (1977). Meat: Current developments and future status. *Meat Science*, 1(1), 1-13.

Lawrie, R. A. (1998). *Lawrie's Meat Science* (6<sup>a</sup> ed.). Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

Lawrie, R. A. (2005). *Meat Science* (6<sup>a</sup> ed.). Oxford. UK.

- Ledward, D. A. (1990). Formação de metamioglobina em carne bovina armazenada em atmosferas enriquecidas com dióxido de carbono e pobres em oxigênio. *Journal of Food Science*, 25(1), 33-37.
- Lee, S. H., Choi, B. H., Lim, D., Cho, Y. M., & Kim, H. C. (2020). Reduction of slaughter age of Hanwoo steers by early genotyping based on meat yield index. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 33(5), 779–786.
- Li, C., Zhou, G., Xu, X., Zhang, J., Xu, S., & Ji, Y. (2019). Two-stage chilling improves tenderness of Chinese Yellow Cattle *M. longissimus thoracis*. *Meat Science*, 155(1), 141-147.
- Liu, J., Oury, M. P. E., Stoyanchev, T., & Hocquette, J. F. (2022). Consumer perception of beef quality and how to control, improve and predict it? Focus on eating quality. *Foods*, 11(1), 1732.
- Locker, R. H., & Hagyard, C. J. (1963). A cold-shortening effect in beef muscles. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 14(11), 787-793.
- Lomiwes, D., Farouk, M. M., Wiklund, E., & Young, O. A. (2014). Small heat shock proteins and their role in meat tenderness: a review. *Meat Science*, 96(1), 26-40.
- Luchiari Filho, A. (2000). *Pecuária da carne bovina* (1ª ed.). LinBife, São Paulo.
- Luciano, F. B., Anton, A. A., & Rosa, C. F. (2007). Biochemical aspects of meat tenderness: A brief review. *Archivos de Zootecnia*, 56(R), 1-8.
- Luckett, R. I., *et al.* (1975). Tenderness studies in straightbred and crossbred steers. *Journal of Animal Science*, 468.
- Ludtke, C. B., Dalla Costa, O. A., Roça, R. D. O., Silveira, E. T. F., Athayde, N. B., Araújo, A. P., & Azambuja, N. C. (2012). Bem-estar animal no manejo pré-abate e a influência na qualidade da carne suína e nos parâmetros fisiológicos do estresse. *Ciência Rural*, 42(3), 532-537.

M. Oliveira & Vieira E. N. R (Orgs.). Microbiologia de alimentos: qualidade e segurança na produção e consumo (Vol. 1, pp. 145-160). Viçosa: Tribuna.

MacDougall, D. B. (1994). Color of meat. In: Pearson, A. M., & Dutson, T. R. (Eds.), Quality Attributes and their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products, *Advances in Meat Research*, 9, Cap. 3, pp. 79-93.

Mach, N., Bach, A., Velarde, A., & Devant, M. (2007). Association between animal transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. *Meat Science*, 78(1), 232-238.

Machado, M. M. (2009). Efeito do congelamento e estocagem sobre a qualidade da carne bovina. Escola de Veterinária-UFMG, Belo Horizonte, Minas Gerais. Brasil.

Maganhini, M. B., Mariano, B., Soares, A. L., Shimokomaki, M. & Ida, E. I. (2007). Carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) e DFD (Dark, Firm, Dry) em lombo suíno numa linha de abate. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 27(1), 69-72.

Mantense, F. G. (2004). Avaliação da qualidade da carne bovina comercializada no município de Porto Alegre, RS. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós Graduação em Zootecnia, UFRGS, Porto Alegre.

María, G. A., Villarroel, M., Sañudo, C., Olleta, J. L., & Gebresenbet, G. (2003). Effect of transport time and ageing on aspects of beef quality. *Meat Science*, 65(1), 1335-1340.

Marques, K. P. S. (1991). Efeito da moagem no isolamento de *Yersinia enterocolitica* em carne bovina. (Dissertação de Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 70 p. Brasil.

Marsh, B. B. (1978). The basis of cold-shortening in beef. *Journal of Food Technology*, 13(3), 281-287.

Marsh, B. B., Cia, G. & Takahashi, G. (1978). Influência da velocidade do resfriamento da carcaça bovina na maciez da carne: conhecimentos recentes e pesquisas em andamento. *Boletim Técnico do CTC*, 2(1), 43-50.

Martin, G. B., Milton, J. T. B., Davidson, R. H., Hunzicker, G. B., Lindsay, D. R. & Blache, D. (2004). Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants. *Animal Reproduction Science*, 82(1), 231-245.

Martins, P., & Almeida, T. (2021). Estratégias de Marketing e Comunicação para Produtos Certificados: O caso da Carne dos Açores IGP. *Marketing e Consumo*, 5(1), 80-98.

Matos, J. E. S. (2013). Maturação – Condição essencial à valorização da qualidade da carne de uma carne. *Agrotec - Revista técnico-científica agrícola*, 22.

Matos, J. E. S. (2014). Maturação: condição essencial à valorização da qualidade de uma carne. Universidade dos Açores. *Agropecuária*, 24 de julho de 2014.

Melo, A. F., Moreira, J. M., Ataídes, D. S., Guimarães, R. A. M. & Loiola, J. L. (2016). Fatores que influenciam na qualidade da carne bovina: Revisão. *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia PUBVET*, 10(10), 785-794.

Mesquita, M. O. (2014). Procedimentos para avaliação da qualidade da carne bovina in natura na recepção em serviços de alimentação. (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Santa Maria, RS, Brasil.

Moletta, J. L., Torrecilhas, J. A., & Ornaghi, M. G. (2014). Feedlot performance of bulls and steers fed on three levels of concentrate in the diets. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 36(1), 323-328.

Molinete, M., Schmitz, G. R., Paris, W., Menezes, L. F. G., Souza, S., Paula, F. L. M., Umezaki, A. M., & Rottini, A. S. (2017). Coloração da carne de bovinos de corte terminados em pastagem de capim aruana sobressemeado com aveia e azevém associados

à leguminosa e/ou adubação nitrogenada. In: Anais do Congresso Brasileiro de Zootecnia. Anais eletrônicos... Campinas, Goiás. Disponível em: <https://proceedings.science/zootec/papers/coloracao-da-carne-de-bovinos-de-corte-terminados-em-pastagem-de-capim-aruaana-so?lang=pt-br>. Acesso em: 30 abr. 2023.

Monin, G., & Ouali, A. (1991). Muscle differentiation and meat quality. In: Ralston, L. (Ed.), *Developments in meat science*, Elsevier applied science, pp. 89-138.

Moreira, S. M., Mendonça, F. S., Costa, P. T., De Conto, L., Corrêa, G. F., Schwengber, E. B., Vaz, R. Z., & Silveira, I. D. B. (2017). Carne bovina: Percepções do consumidor frente ao bem-estar animal – Revisão de literatura. REDVET – Revista Electrónica de Veterinaria, 18(5), 1–17. Málaga, Espanha: Veterinaria Organización.

Morgan, J. B., Wheeler, T. L., & Koohmaraie, M. (1993). Effect of castration on myofibrillar protein turnover, endogenous proteinase activities, and muscle growth in bovine skeletal muscle. *Journal of Animal Science*, 71(2), 408-414.

Mottram, D. S. (1998). Flavour formation in meat and meat products: a review. *Food Chemistry*, 62(4), 415-424.

Muchenje, V., Dzama, K., Chimanyo, M., Strydom, P. E., Hugo, A., & Raats, I. G. (2009). Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: a review. *Food Chemistry*, 112(1), 279-289.

Nakyinsige, K., Che Man, Y. B., & Sazili, A. Q. (2013). Halal authenticity issues in meat and meat products. *Meat Science*, 95(4), 885-894.

Nassu, R. T., Tullio, R. R., & Cruz, G. M. (2009). Processo agroindustrial: maturação de carne bovina proveniente de animais cruzados Angus x Nelore e Senepol x Nelore. Comunicado Técnico 91, Embrapa, São Carlos, SP. ISSN 1981-206X. Brasil.

Nassu, R. T., Tullio, R. R., Esteves, S. N., & Bernardi, A. C. C. (2016). Características da carcaça e qualidade da carne de bovinos terminados em sistema de integração lavoura-pecuária. *Veterinária e Zootecnia*, 23(4), 637-641.

Offer, G., & Knight, P. (1988). The structural basis of water-holding in meat. Part 2: Drip losses. *In: Developments in Meat Science*, 4, pp. 173-243.

Oliveira, C. B., Bortoli, E. C., & Barcellos, J. O. J. (2008). Diferenciação por qualidade da carne bovina: a ótica do bem-estar animal. *Ciência Rural*, 38(1), 2092-2096.

Ouali, A., Talmant, A., & David, P. (2013). Role of cathepsins in postmortem muscle proteolysis. *Meat Science*, 86(1), 135-144.

Pardi, M. C., Santos, F. I., Souza, E. R., & Pardi, H. S. (1993). *Ciência, higiene e tecnologia da carne*. Goiânia: CEGRAF-UFG. Brasil.

Pardi, M. C., Santos, I. F., Souza, E. R., & Pardi, H. S. (2006). *Ciência, Higiene e Tecnologia da carne* (2ª ed.). Goiânia: CEGRAF-UFG/Niterói: EDUFF. Brasil.

Parrish, F. C., Marsh, B. B., Leet, N. G., & Anderson, D. B. (1973). Effect of postmortem conditions on certain chemical, morphological and organoleptic properties of bovine muscle. *Journal of Food Science*, 38, 690-695.

Passetti, R. A. C., Torrecilhas, J. A., Ornaghi, M. G., Mottin, C., & Guerrero, A. (2016). Determinação da coloração e a disposição de compra pelos consumidores da carne bovina. *PUBVET*, 10(2), 179-189.

Pearce, K. L., Rosenvold, K., Andersen, H. J., & Hopkins, D. L. (2011). Water distribution and mobility in meat and muscle. *Food Research International*, 44(5), 1127-1135.

Pelicano, E. R. L., & Prata, L. F. (2007). Propriedades da carne & medidas instrumentais de qualidade. *Revista Nacional da Carne*, 31(364), 22-35.

Pereira, A. S. C. (2002). A utilização de estimulação elétrica na melhoria da qualidade da carne bovina. *BeefPoint*.

Polidori, P., & Vincenzetti, S. (2017). The use of electrical stimulation in meat production. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(19), 3957-3966.

Pollard, J. C., Littlejohn, R. P., & Asher, G. W. (2002). The effects of electrical stimulation on the glycolysis, proteolysis, and pH decline in beef. *Meat Science*, 61(1), 15-21.

Powell, T. H., Lawrie, R. A., & Ledward, D. A. (2000). Enzymatic assay to determine collagen thermal denaturation and solubilization. *Meat Science*, 54(4), 307-311.

Prado, C. S., Lage, M. E., Duarte, S. M. I. A., Duarte, F. O. S., Gebara, C., Nicolau, E. S., Nunes, I. A., & Oliveira, A. N. Rezende, C. S. M. (2022). Spray chilling on carcass weight loss, and physicochemical and microbiological quality of beef cuts during storage. *Ciência Rural*, 52(4).

Prado, I. N. (2010). Produção de bovinos de corte e qualidade da carne. Maringá: Eduem. Brasil.

Prescott, J. H. D., & Lamming, G. E. (1964). The effects of castration on meat production in cattle, sheep, and pigs. *Journal of Agricultural Science*, 63, 341-350.

Puga, D. M. U., Contreras, C. J. C., & Turnbull, M. R. (1999). Avaliação do amaciamento de carne bovina de dianteiro (*Triceps brachii*) pelos métodos de maturação, estimulação elétrica, injeção de ácidos e tenderização mecânica. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 19(1), 1-10.

Purchas, R. W. (1991). Effect of sex and castration on growth and composition. In: Pearson, A. J., & Dutson, T. R. (Eds.), *Growth regulation in farm animals: Advances in meat research* (Vol. 7, pp. 203-254). London: Elsevier Applied Science.

Queiroz, M. L. V., Filho, J. A., Albiero, D., & Rocha, J. S. (2014). Percepção dos consumidores sobre o bem-estar dos animais de produção em Fortaleza, Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, 45(2), 379-386.

Ramos, E. M., & Gomide, L. A. M. (2007). Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias. Viçosa: UFV.

Raposo, T. R. S., Araújo, M. P. N., & Furtunato, D. M. N. (2008). Avaliação das condições de recebimento de carnes resfriadas e congeladas, em unidade de alimentação e nutrição da cidade de Salvador, BA. *Higiene Alimentar*, 22(158), 73-78.

Resurreccion, A. V. A. (2003). Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products. *Meat Science*, 66(1), 11-20.

Ribeiro, A. & Santos, L. (2020). A Carne dos Açores no Contexto Gastronômico Internacional. *Journal of Culinary Arts*, 8(3), 110-123.

Ribeiro, L. C. (2003). Efeito da idade, sexo, altura do cupim e tipos de carcaças sobre características quantitativas e qualitativas da carcaça e da carne bovina (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

Roça, R. O. (1997). Tecnologia da carne e produtos derivados. Botucatu: Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, FCA, UNESP. Brasil.

Roça, R. O. (2000). Tecnologia da carne e produtos derivados (2ª ed.). Botucatu: Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, FCA, UNESP. Brasil.

Roça, R. O. (2024). Modificações pós-morte da carne. Disponível em: <http://www.fca.unesp.br>. Acesso em: 05/05/2024.

Roldan-Santiago, P., Mota-Rojas, D., & Guerrero-Legarreta, I. (2017). Electrical stimulation in meat processing. In: I. Mota-Rojas & D. Guerrero-Legarreta (Eds.), *Advances in Meat Processing Technology* (Chap. 17). CRC Press.

Rollin, B. E. (1995). Farm animal welfare: Social, bioethical, and research issues. Ames: Iowa State University Press. USA.

Rosa, H. J. D. (2012). Pastagens dos Açores – Um elemento diferenciador da qualidade da carne de bovino. *Jornal da AAIT (Associação Agrícola da Ilha Terceira)*, 222/223, 4-8.

Rosa, H. J. D., Rego, O. A., Silva, C. C. G., Alves, S. P., Alfaia, C. M. M., Prates, J. A. M., & Bessa, R. J. B. (2014). Effect of corn supplementation of grass finishing of Holstein bulls on fatty acid composition of meat lipids. *Journal of Animal Science*, 92, 3701-3714.

Rosa, H.J.D., Mendes, S.T., Rego, O.A., Silva, C.C.and Bessa, R.J.B. (2007). Carcass quality and fatty acid composition of intramuscular fat of Holstein bulls reared exclusively on pasture or in feedlot. Book of abstracts of the 58<sup>th</sup> Annual Meeting of the EAAP. 26<sup>th</sup> - 29<sup>th</sup> August. Dublin. Ireland. Pp 36.

Rotta, P. P., Prado, R. M., Prado, I. N., Valero, M. V., Visentainer, J. V., & Silva, R. R. (2009). The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: A review. *Asian-Australas Journal of Animal Science*, 22(12), 1718-1734.

Rübensam, J. M., Felício, P. E., & Termignoni, C. (1998). Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no Sul do Brasil. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 18(4), 405-409.

Savell, J. W. Dry-Aging of Beef. Síntese preparada para o National Cattlemen's Beef Association's Center for Research & Knowledge Management. Disponível em: <http://www.beefresearch.org/CMDocs/BeefResearch/Dry%20Aging%20of%20Beef.pdf>

Savell, J. W., Mueller, S. L., & Baird, B. E. (2005). The chilling of carcasses. *Meat Science*, 70(3), 449-459.

Scanga, J. A., Belk, K. E., Tatum, J. D., Grandin, T., & Smith, G. C. (1998). Factors contributing to the incidence of dark cutting beef. *Journal of Animal Science*, 76, 2040-2047.

Seideman, S.C., Cross, H.R., Oltjen, R.R., & Schanbacher, D.D (1982). Utilization of the intact mate for red meat production: a review. *Journal of Animal Science*.

Sigarini, C. O., Oliveira, L. A. T., Franco, R. M., Figueiredo, E. E. S., Carvalho, J. C. A. C. (2006). Avaliação bacteriológica da carne bovina desossada, em estabelecimentos comerciais do município de Cuiabá, MT, parte I. *Higiene Alimentar*, 20(139), 89-97.

Silva, C.A. & Ferreira, J. (2018). Impacto económico e social da certificação de produtos agroalimentares nos Açores. *Economia & Desenvolvimento Rural*, 14(1), 95-110.

Silva, I. G. S. Carne PSE (pale, soft, exudative) e DFD (dark, firm, dry) em abate industrial de bovinos. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2017.

Silva, J. R., Pinto, L. M. & Ferreira, M. (2020). Understanding beef carcass quality through anatomical knowledge: Implications for butchery. *Animal Production Science*, 60(11), 1349-1360.

Silva, N. N., Gomes, V. G. Q., Silva, W. M., Amaral, P. N. C., Rosa, G. G., Benfica, L. F., Carvalho, C. L., & Salvador, F. M. (2018). Perda de peso por cocção e marmoreio da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo monensina sódica e/ou virginiamicina. *In: Congresso Brasileiro de Zootecnia*, 28, 1-5. Goiânia.

Silva, R. A., Costa, L. M., & Pereira, M. G. (2023). Sustainability of Meat Value Chain: Bibliometric Review of Main Trends and Theoretical Connections. *Sustainability*, 17(5), 1773.

Siqueira Júnior, W. M., Careli, R. T., Andrade, N. J., & Mendonça, R. C. S. (2004). Qualidade microbiológica de equipamentos, utensílios e manipuladores de uma indústria de processamento de carnes. *Revista Nacional da Carne*, 28(326), 36-46.

Smith, R. D., Nicholson, K. L., Nicholson, J. D. W., Harris, K. B., Miller, R. K., Griffin, D. B., & Savell, J. W. (2011). Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and

consumer palatability evaluations of steaks from US Choice and US Select short loins. *Meat Science*, 79(4), 631-639.

Solomon, M. B., Long, J. B., & Eastridge, E. J. S. (1997). The Hydrodyne: A New Process to Improve Beef Tenderness. *Journal of Animal Science*, 75, 1534–1537.

Sørheim, O., & Hildrum, K. I. (2002). Muscle stretching techniques for improving meat tenderness. *Trends in Food Science & Technology*, 13(4), 127-135.

Sosniki, A. A. (1993). PSE em perus. *Meat Focus International*, 2, 75-78.

Sousa, T. M., Neto, A. C., Hernandes, T., & Souto, P. C. S. (2012). Microrganismos patogênicos e indicadores de condições higiênico-sanitária em carne moída comercializada na cidade de Barra do Garças, MT. *Acta Veterinária Brasileira*, 6(2), 124-130.

Souza, F. (2004). A carne de bovino dos Açores – vias para o seu desenvolvimento. *Agronomia Lusitana*, 51(3), 181-218.

Souza, S. C., & Ribeiro, L. F. (2021). Aplicação do bem-estar animal e abate humanitário de bovinos para a garantia da qualidade da carne. *GETEC*, 10(28), 1-24.

SREA - Serviço Regional de Estatística dos Açores. Estatísticas Agrícolas 2023. Disponível em: <https://srea.azores.gov.pt>. Acesso em: 11 de agosto de 2024.

Swatland, H. D. (1991). Estructura e desenvolvimento de los animais de abasto. Acribia, Zaragoza.

Swatland, H. J. (1991). Avaliação de projetos de sonda para medir a fluorescência do tecido conjuntivo em carcaças. *Journal of Animal Science*, 69, 1983–1988.

Swatland, H. J. (2004). Progress in understanding the paleness of meat with a low pH. *South African Journal of Animal Science*, 34(1), 1-7.

Tarrant, P. V. (1989). Animal behaviour and environment in the dark-cutting condition. In: Proceedings of Australian workshop. Australian Meat and Livestock Research and Development Corp. Sydney South, p. 8-18.

Tarrant, P. V., Kenny, F. J., Harrington, D., & Murphy, M. (1992). Long distance transportation of steers to slaughter: effect of stocking density and physiology, behavior and carcass quality. *Livestock Production Science*, 30(3), 223-238.

Teixeira, A. (2017). Qualidade da carcaça e carne. Tendências e preferências. *Revista de Ciências Agrárias de Portugal*, 40(Edição Especial), 345-352.

Terlouw, E. M. C. (2015). Stress reactions at slaughter and meat quality in pigs: genetic background and prior experience: a brief review of recent findings. *Livestock Science*, 180, 58-61.

Terlouw, E. M. C., Arnould, C., Auperin, B., Berri, C., Lebihan-Duval, E., Deiss, V., Lefèvre, F., Lensink, B. J., & Mounier, L. (2008). Pre-slaughter conditions, animal stress and welfare. *Animal*, 2(10).

Valle, E. R. (2000). Mitos e realidades sobre o consumo de carne bovina. Embrapa Gado de Corte. Documentos, p. 33. Brasil.

Van Laack, R. L. J. M., Liu, C. H., Smith, M. O., & Loveday, H. D. (2000). Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. *Poultry Science*, 79(7), 1057-1061.

Vaz, F. N., Restle, J., & Feijó, G. L. D. (2001). Qualidade e composição química da carne de bovinos de corte inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos Charolês x Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(2), 518-525.

Velho, J. P., Barcellos, J. O. J., Lengler, L., Elias, S. A., & Oliveira, T. E. (2009). Disposição dos consumidores porto-alegrenses à compra de carne bovina com certificação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(2), 399-404.

Verbeek, W., Wesemael, L. V., Barcellos, M. D., Kugler, J. O., Hocquette, J. F., Ueland, O., & Grunert, K. G. (2010). European beef consumers' interest in a beef eating-quality guarantee. Insights from a qualitative study in four EU countries. *Appetite*, 54, 289-296.

Volpelli, L. A., Failla, S., Sepileri, A., *et al.* (2004). Calpain system in vitro activity and myofibrillar fragmentation index, in fallow deer effects of age and supplementation. *Meat Science*, 1-4.

Warner, R. D., Greenwood, P.L., Pethick, D.W.& Ferguson, D.M. (2005). Acute exercise stress and electrical stimulation influence the consumer perception of sheep meat eating quality and objective quality traits. *Animal Production Science*, 45, 553-560.

Warner, R. D., Kauffman, R. G., & Greaser, M. L. (2010). Muscle protein changes *post-mortem* in relation to pork quality traits. *Meat Science*, 75(1), 1-8.

Warriss, P. D. (1990). The handling of cattle preslaughter and its effects on carcass and meat quality. *Applied Animal Behaviour Science*, 28, 171-186.

Warriss, P. D. (2000). *Meat Science – An Introductory Text*. School of Veterinary Science, University of Bristol, UK. CABI Publishing.

Wheeler, T. L., Savell, J. W., & Cross, H. R. (1990). Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle. *Journal of Animal Science*, 68(12), 4206-4220.

Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M.& Kasapidou, E. (2003). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, 66(1), 21-32.

Wulf, D. M., O'Connor, S. F., Tatum, J. D., & Smith, G. C. (1997). Using objective measures of muscle color to predict beef Longissimus tenderness. *Journal of Animal Science*, 75, 684-692.

## VI. Anexos

Anexo I: Características da carne dos Açores. (caderno de especificações da Carne dos Açores IGP, sem data).

	<b>Carne de Vitela</b>	<b>Carne de Novilho (a)</b>	<b>Carne de Vaca</b>
<b>Origem</b>	Carne obtida de vitelos(as) cujas carcaças pesem até 180 Kg e cujo abate ocorra entre os cinco (5) e os nove (9) meses; O sistema de alimentação e o manejo é tal que permite a obtenção de carcaças com essas características	Carne obtida a partir de novilhos cujas carcaças pesem mais de 180 Kg e cujo abate ocorra até aos 24 meses de idade, ou de novilhas cujas carcaças pesem mais de 175 Kg e cujo abate ocorra até aos 30 meses de idade ou até à I a parição. O sistema de alimentação e o manejo são tais que permitem a obtenção de carcaças com essas características	Carne obtida a partir de bovinos cujas carcaças pesem mais de 200 Kg e cujo abate ocorra a partir da parição. O sistema de alimentação é tal que permite a obtenção de carcaças com essas características
<b>Conformação de Carcaça</b>	Conformações E, U, R, e O da grelha de classificação EUROP de carcaças de bovinos (Regulamento (CEE) 1026/91)	Conformações E, U, R, e O da grelha de classificação EUROP de carcaças de bovinos (Regulamento (CEE) 1026/91).	Dentro das conformações EUROP de carcaças de bovinos (Regulamento (CEE) 1026/91) são atingidas as conformações até a O.
<b>Estado da Gordura da Carcaça</b>	Carcaças com muito fraca acumulação de gordura de cobertura atingindo as classificações 2 e 3 da grelha de classificação EUROP (Regulamento (CEE) 1026/91)	Carcaças com fraca acumulação de gordura de cobertura atingindo as classificações 2 e 3 da grelha de classificação EUROP (Regulamento (CEE) 1026/91): no entanto, a título excepcional e em anos em que a penúria alimentar seja reconhecida, admite-se o. classificação 1.	Carcaças com baixa acumulação de gordura de cobertura, admitindo-se as classificações 1, 2 e 3 da grelha de classificação EUROP de carcaças de bovinos (Regulamento (CEE) 1026/91).
<b>Características da Gordura</b>	Gordura de cobertura e cavitária de cor branco a branco-marfim e consistência firme	Gordura de cobertura e cavitária de cor branco-marfim e consistência firme.	Gordura de cobertura e cavitária de cor amarelada e consistência firme.

<p><b>Características organolépticas da carne</b></p>	<p>Carne tenra de cor rosada com ligeira infiltração de gordura a nível intramuscular, grande suculência, textura macia, detentora de um aroma e sabor característicos, próprio e inerente ao modo de produção tradicional, nomeadamente à forma de pastoreio e ao tipo de alimentação.</p>	<p>Carne tenra de cor vermelha a vermelha escura com ligeira infiltração de gordura a nível intramuscular, grande suculência, textura macia, detentora de um aroma e sabor característicos, próprio e inerente ao modo de produção tradicional, nomeadamente à forma de pastoreio, destes animais e ao tipo de alimentação.</p>	<p>Carne tenra de cor vermelha escura com ligeira infiltração de gordura a nível intramuscular, grande suculência, detentora de um aroma e sabor característicos, próprio e inerente ao modo de produção tradicional nomeadamente à forma de pastoreio e ao tipo de alimentação.</p>
-------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



