

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

**QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS EM CORTES COMERCIAIS
SUBMETIDOS À DOIS MÉTODOS DE COCÇÃO**

MARIANA DA SILVA LEAL

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestre.

BOTUCATU – SP
Abril – 2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

**QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS EM CORTES COMERCIAIS
SUBMETIDOS À DOIS MÉTODOS DE COCÇÃO**

MARIANA DA SILVA LEAL

Orientador: Prof. Dr. Ciniro Costa

Coorientador: Prof. Dr. Welder Angelo Baldassini

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestre.

BOTUCATU – SP
Abril - 2023

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Leal, Mariana da Silva.

Qualidade da carne de cordeiros em cortes comerciais
submetidos à dois métodos de cocção / Mariana da Silva
Leal. - Botucatu, 2023

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia

Orientador: Ciniro Costa

Coorientador: Welder Angelo Baldassini

Capes: 50405004

1. Carne - Qualidade. 2. Cordeiros. 3. Ovelhas.
4. Cozinhando. 5. Fornos. 6. Culinária (Carne de ovelha)

Palavras-chave: Banho maria; Corriedale; Forno; Maciez;
Multivariada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu



ATESTADO DE APROVAÇÃO - DEFESA

Atestamos que **MARIANA DA SILVA LEAL**, RA nº: ZNP210021, RG nº 42.219.076-7, expedido pela SSP/SP, defendeu, no dia 28/04/2023, a dissertação intitulada **QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS EM CORTES COMERCIAIS SUBMETIDOS À DOIS MÉTODOS DE COCÇÃO**, junto ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Curso de Mestrado Acadêmico, tendo sido 'APROVADA'.

Atestamos ainda que a obtenção do título dependerá de homologação pelo Órgão Colegiado competente.

Botucatu, 28 de abril de 2023

Claudia Cristina Moreci

Claudia Cristina Moreci
Assistente Administrativo
Seção de Pós-Graduação / FMVZ

BIOGRAFIA DO AUTOR

Mariana da Silva Leal – nascida em 14 de novembro de 1994, na cidade de São Carlos/SP, filha de Ireu José Leal e Maria Helena da Silva Leal, concluiu o ensino médio no ano de 2012 no Colégio Objetivo São Carlos/SP e ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – FMVZ/Unesp - Câmpus de Botucatu, em fevereiro de 2015, onde graduou-se em outubro de 2020. Em março de 2021 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia pela mesma faculdade, com ênfase em qualidade de carne ovina, onde foi bolsista pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq.

Dedico esse trabalho à minha amada avó, Sebastiana Josephina Ferrari Leal, minha fonte de inspiração para ser forte diante dos desafios e figura de acolhimento nos momentos difíceis.

*Com sua sabedoria e afeto me ensinou a importância de valorizar cada instante da vida,
cujas lições e exemplos continuarão a me guiar para sempre.*

AGRADECIMENTOS

Ao Ciniro Costa e Welder Baldassini, meus orientadores, os quais atribuo a confiança, dedicação e ensinamentos fundamentais para a conclusão deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, Campus de Botucatu, minha admiração pelo empenho dos coordenadores e funcionários.

À CNPQ pela bolsa de estudos, assim como à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 pelo constante suporte apresentado no desenvolvimento deste projeto.

Aos que fazem parte do setor ovinocultor, enfatizo meu reconhecimento e gratidão à CordeiroBIZ pela confiança em mim depositada, oportunidade ímpar de atuar como profissional na área e por todas as inestimáveis lições adquiridas.

Ao Laboratório de Ciência e Qualidade da Carne e professor Guilherme Pereira pela valiosa cooperação durante as análises realizadas neste trabalho. Além disso, gostaria de expressar minha admiração ao Rodrigo Torres e a Bruna Biava pelas excelentes contribuições, bem como os ensinamentos que me foram transmitidos.

Aos meus pais pela dedicação, amor e inspiração, por sempre me apoiarem em todas as decisões, sem hesitar em medir esforços para ver minha felicidade. A meu irmão, Lucas, por estar presente ao meu lado em todos os momentos e ser figura de apoio.

À minha família, que sempre se mantém unida, carinhosa e essencial em todos os momentos de provação.

Ao meu grande amor, Arthur, que zela pela felicidade da nossa família, luta por nossos sonhos e sempre me incentiva a confiar no meu potencial.

Dedico um agradecimento especial à República Kabocaqui, inteiramente responsáveis por me ensinar sobre respeito, responsabilidade, amor fraterno e união. E, por fim, aos meus

amigos Natália Brasil, Sergio Miranda e Estevam Rodrigues, pela amizade verdadeira e cumplicidade contínua ao longo desta trajetória.

***"Nada na vida deve ser temido, somente compreendido. Agora é hora de compreender mais
para temer menos."***

Marie Currie

RESUMO

A cocção melhora a digestibilidade, textura e propriedades sensoriais da carne. Adicionalmente, alguns cortes podem ter maior preferência pelo consumidor, devido a facilidade de preparo e características de qualidade, como cor e maciez. Assim, a forma de preparo (método de cocção) e o corte são fatores que podem interagir e afetar a qualidade da carne. Poucos estudos na literatura foram capazes de avaliar esses fatores na carne ovina. Nesse contexto, foram utilizadas quarenta amostras de cortes comerciais de cordeiros cruzados Corriedale com o objetivo de investigar como a cocção pode influenciar nas características de qualidade de carne de dois cortes comerciais. A qualidade de carne foi avaliada nos cortes *T-bone* (T) e Capitão (C), submetidos a cocção por banho maria e forno, e então avaliados a área muscular (tamanho do corte; MA), pH, força de cisalhamento (SF), perda por evaporação (EL), perda por gotejamento (DL), capacidade de retenção de água, luminosidade, teor de vermelho, teor de amarelo, lipídeos totais (FAT) e índice de fragmentação miofibrilar (MFI). Correlações de Pearson foram utilizadas para avaliar as associações entre as variáveis de qualidade de carne. Adicionalmente, foi conduzida análise de componentes principais (PCA) para estudar as relações entre as variáveis dos cortes comerciais, métodos de cocção e a qualidade de carne num contexto multifatorial. Observou-se que não houve interações dos métodos de cocção e corte sobre as características de qualidade avaliadas. Contudo, as variáveis de coloração (L^* , a^* , b^*), MA, pH, SF e FAT apresentaram diferença significativa ($p < 0,03$) em relação ao corte, por sua vez as variáveis de perdas por cocção (EL e DL) apresentaram diferença significativa ($p < 0,01$) em relação ao método de cocção. No estudo multivariado, verificou-se que os três primeiros componentes principais (PC1; PC2 e PC3) explicaram cerca de 56% da variabilidade total dos dados de qualidade de carne, no universo de 11 variáveis. A variável MA juntamente com as variáveis de maciez e teor de lipídeos definiram o PC1, as variáveis relacionadas as perdas por cocção (EL + DL) contribuíram para definir o PC2, enquanto as variáveis relacionadas a maciez contribuíram para definir o PC3 (MFI + SF). Assim, concluiu-se que amostras com maior área muscular são associadas a maior perda por cocção, e amostras com maior teor de lipídeos são associadas a maior maciez. Os cortes T e C em banho-maria demonstraram melhores resultados em termos de maciez e rendimento.

Palavras-chave: Corriedale, banho maria, forno, maciez, multivariada

ABSTRACT

Cooking improves the digestibility, texture and sensory properties of meat. Additionally, some cuts may be preferred by consumers due to ease of preparation and quality characteristics, such as color and tenderness. Thus, the preparation method (cooking method) and the cut are factors that can interact and affect meat quality. Few studies in the literature have been able to evaluate these factors in lamb. In this context, forty samples of commercial cuts from Corriedale crossbred lambs were used to investigate how cooking can influence the meat quality characteristics of two commercial cuts. Meat quality was evaluated in the T-bone (T) and Captain (C) cuts, submitted to cooking by water bath and oven, and then evaluated for muscle area (cut size; MA), pH, shear force (SF), evaporative loss (EL), drip loss (DL), water holding capacity, brightness, red content, yellow content, total lipids (FAT), and myofibrillar fragmentation index (MFI). Pearson correlations were used to evaluate the associations between the meat quality variables. Additionally, principal component analysis (PCA) was conducted to study the relationships among the variables of commercial cuts, cooking methods, and meat quality in a multifactorial context. It was observed that there were no interactions of cooking methods and cut on the quality characteristics evaluated. However, the variables of coloration (L^* , a^* , b^*), MA, pH, SF and FAT showed significant difference ($p < 0.03$) in relation to the cut, in turn the variables of cooking losses (EL and DL) showed significant difference ($p < 0.01$) in relation to the cooking method. In the multivariate study, it was found that the first three principal components (PC1; PC2 and PC3) explained about 56% of the total variability of the meat quality data, in a universe of 11 variables. The MA variable together with the tenderness and lipid content variables defined PC1, the variables related to cooking losses (EL + DL) contributed to define PC2, while the variables related to tenderness contributed to define PC3 (MFI + SF). Thus, it was concluded that samples with larger muscle area are associated with higher cooking loss, and samples with higher lipid content are associated with higher tenderness. The T and C cuts in a water bath showed better results in terms of tenderness and yield.

Keywords: Corriedale, lamb, tenderness, oven, water bath, principal component analysis

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 2

Figura 1. Correlações de Pearson entre cortes (Capitão e T-bone) e métodos de cocção (Forno e banho maria).....	40
Figura 2. Percentual de contribuição das variáveis nos componentes 1 (PC 1), componente 2 (PC 2), componente 3 (PC 3) e componente 4 (PC 4).....	41
Figura 3. Biplot de correlação entre as variáveis e os componentes principais (PC). Componente principal 1 (PC1), componente principal 2 (PC2) e componente principal 3 (PC3).....	42

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Valores de média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) das medidas de carcaça	36
Tabela 2. Número de amostras (N), média, desvio padrão (DP) e valor mínimo (Min.) e valor máximo (Máx.) da análise descritiva das medidas de qualidade de carne	38
Tabela 3. Médias da análise descritiva das medidas de qualidade de carne de cordeiro nos diferentes cortes e tratamentos de cocção.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

a*	Coloração vermelha
b*	Coloração amarela
C	Capitão
CEUA	Comissão de ética no uso de animais
CHR	Chroma
CP	Componente principal
CV	Coeficiente de variação
DL	Perda por gotejamento
DP	Desvio padrão
EL	Perda por evaporação
FAT	Lipídeos totais
FMVZ	Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
L*	Luminosidade
MA	Área muscular
MFI	Índice de fragmentação miofibrilar
OC	Cozimento no forno
PCA	Análise de componentes principais
PCQ	Peso de carcaça quente
PT	Perdas totais por cocção
RCQ	Rendimento de carcaça quente
SF	Força de cisalhamento
S.I.S.P.	Serviço de Inspeção de Produtos de Origem Animal do Estado de São Paulo
T	T-bone
UNESP	Universidade Estadual Paulista
WB	Banho maria
WHC	Capacidade de retenção de água

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – Considerações iniciais	16
1. Introdução	17
2. Carne ovina.....	18
3. Qualidade de carne	18
3.1. pH.....	19
3.2. Maciez	20
3.3. Cor.....	21
4. Cortes Capitão e T-bone	22
5. Métodos de cocção	23
5.1. Cocção seca.....	23
5.2. Cocção úmida.....	24
CAPÍTULO 2 - Qualidade da carne de cordeiros em cortes comerciais submetidos à dois métodos de cocção.....	39
Resumo	33
Abstract.....	34
1. Introdução	34
2. Material e Métodos.....	35
2.1. Animais	35
2.2. Amostras	36
2.3. Área muscular e pH.....	36
2.4. Cor da carne	36
2.5. Capacidade de retenção de água e perdas por cocção.....	37
2.6. Força de cisalhamento e índice de fragmentação miofibrilar	37
2.7. Análise estatística.....	37
3. Resultados.....	38
4. Discussão	43
4.1. Características de qualidade da carcaça e da carne	43
4.2. Correlações entre os cortes e métodos de cocção	44
4.3. Análise de componentes principais	45
5. Conclusões.....	46
Referências	46
CAPÍTULO 3 - Implicações	52

CAPÍTULO 1

Considerações iniciais

1. INTRODUÇÃO

A ovinocultura voltada para produção de carne no Brasil é uma atividade pecuária com potencial para crescimento, principalmente para as pequenas e médias propriedades. A produção é explorada em todas as regiões e ecossistemas contabilizando rebanho de aproximadamente 20,5 milhões de animais distribuídos entre as regiões Nordeste, Sul, Centro-Oeste e Sudeste do país. O Estado de São Paulo possui 1,6% do rebanho de ovinos e a Bahia, que é o estado mais produtivo, detém 20,68% do rebanho nacional de ovinos (IBGE, 2022).

Grande parte dos produtores não tem como atividade principal a ovinocultura, mas sim atividades como a bovinocultura de corte, o que acaba levando a uma baixa especialização da mão de obra e à falta de informações adequadas quanto ao desenvolvimento da criação por parte de muitos produtores, independentemente da aptidão do rebanho (SORIO, 2017).

Partindo do diagnóstico realizado por Brisola *et al.* (2021), acredita-se que muitos dos problemas evidenciados no setor se conservem até os dias atuais. Desde a produção rural até o consumo de produtos derivados, mostrando uma carência de âmbito institucional, organizacional e interrelacional, que percorre a atividade rural e chega ao consumo, perpassando a indústria e os sistemas de distribuição. Outra grande questão é a falta de uma avaliação sistemática das carcaças e da qualidade de carne, que causam perdas econômicas na cadeia de produção (HENCHION; MCCARTHY; RESCONI, 2017).

A carne de cordeiro contém nutrientes importantes, como proteínas, ácidos graxos e vitaminas e minerais, como ferro, zinco e selênio, que podem contribuir com a saúde humana (FOWLER; MORRIS; HOPKINS, 2019). Alguns processamentos e métodos de cocção influenciam nas características sensoriais e nutricionais da carne.

A cocção da carne gera impacto no teor de gordura e água, o que pode influenciar o sabor e textura da carne de cordeiro (HOPKINS, 2016). Com a melhora da textura, do sabor e do aroma dos produtos de carne vermelha, mas também pode reduzir a disponibilidade de nutrientes, degradar proteínas e aumentar a perda de água (SILVA *et al.*, 2017).

Tal como a cocção convencional no forno, a cocção úmida gera alterações físicas ou químicas na carne vermelha, dentre as quais algumas são elevadas e outras mais baixas. A cocção úmida tem potencial de reduzir as perdas de qualidade da carne em comparação com as técnicas convencionais de cocção devido à sua baixa temperatura, sendo uma das técnicas com alterações positivas nas propriedades físicas e químicas da carne (AYUB; AHMAD, 2019).

Nesse contexto, a forma de preparo (método de cocção) e o corte (corte) são fatores que podem interagir e afetar a qualidade carne. No Brasil existem poucos estudos na literatura que foram capazes de avaliar a influência dos métodos de cocção na carne de ovina, portanto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos dos métodos de cocção, seca e úmida, em dois cortes, sobre a qualidade de carne.

2. CARNE OVINA

A carne é o resultado de inúmeras transformações bioquímicas que ocorrem no corte após o abate do animal e tem grande importância na nutrição humana pela elevada qualidade de sua composição nutricional (OSÓRIO *et al.*, 2014). A qualidade da carne ovina pode ser definida pelo aspecto sanitário, sua coloração e da gordura, quantidade de gordura intramuscular e de gordura de cobertura (subcutânea), associada aos atributos sensoriais, aroma, maciez e sabor (ALVES *et al.*, 2014).

Nutrientes importantes presentes na carne de cordeiro, como aminoácidos essenciais e não-essenciais, auxiliam em funções fisiológicas do corpo humano, tais como digestão de proteínas, reparação e construção de tecidos, metabolismo de gordura, aumento da atividade cerebral e força física (KRISHTAFOVICH *et al.*, 2016).

Aliado aos benefícios à saúde decorrentes da carne de cordeiro, melhor compreensão da percepção do produto pelos consumidores pode contribuir para o desenvolvimento de estratégias para aumentar seu consumo, melhorando a percepção do produto pelos consumidores em termos de segurança e qualidade sensorial (FONT-I-FURNOLS; GUERRERO, 2014; TROY; KERRY, 2010).

3. QUALIDADE DE CARNE

A qualidade da carne ovina difere em decorrência de seu valor nutricional, pois possui teor de ácidos graxos saturados menores que a carne bovina, e pela comercialização de cortes apreciados na alta gastronomia. A carne de cordeiro contém nutrientes importantes, como proteínas, gordura, ácidos e vitaminas e minerais tais como ferro, zinco, selênio, que desempenham papel importante em diversas funções vitais do corpo humano (FOWLER; MORRIS; HOPKINS, 2019; GONZAGA *et al.*, 2018)

A avaliação da qualidade da carne ovina envolve estudos sobre cor da carne, cor da gordura subcutânea, quantidade de gordura intramuscular e da área do músculo, associando-se essas características físicas e químicas aos atributos sensoriais como aroma, maciez e sabor (ALVES *et al.*, 2014). Adicionalmente, a qualidade da carne ovina pode estar relacionada a combinação de atributos como sabor, suculência, textura, maciez e aparência, que apresentam relação com o acabamento, peso da carcaça e preços dos cortes cárneos (SILVA SOBRINHO, 2001).

Para que a indústria do cordeiro se mantenha competitiva a longo prazo, as características de qualidade de carne precisam ser continuamente melhoradas para atingir níveis ótimos, juntamente com outras características de produtividade, além de manter um padrão de produção. Os atributos de qualidade da carne são compostos por características como a cor da carne, maciez, marmoreio e pH. Estas características influenciam a experiência alimentar e a aceitação do cordeiro por parte do consumidor e, consequentemente, o não cumprimento das expectativas do consumidor resultará na rejeição do produto e na perda do acesso ao mercado (BRITO *et al.*, 2017).

3.1. pH

No músculo de um animal vivo em condições normais o pH está próximo à neutralidade, aproximadamente 7,2. O pH da carne, por sua vez após a transformação bioquímica do músculo em carne – período *post-mortem*, pode variar de 5,2 a 7,0. Os produtos de mais alta qualidade tendem a estabilizar na faixa de pH de 5,7. Para o *Meat and Livestock Australia* (MLA) o pH aceitável da carcaça é inferior a 5,71 (WEGLARZ, 2010; MLA, 2011). O pH muscular decresce de 7,0 logo após o abate até aproximadamente 5,3 a 5,8 após o resfriamento, de modo que a redução de pH durante o resfriamento ocorra entre 6 e 12 horas e completa até 18 a 40 horas após o abate (SAVELL; MUELLER; BAIRD, 2005). O pH da carcaça de cordeiro pode ser dividido em três grupos: normal ou baixo (<5,8), intermediário (5,8-6,3) e alto (>6,3) (GALLO; TARUMÁN; LARRONDO, 2018).

Após a morte do animal, a glicólise anaeróbia passa a ser conhecida como glicólise *post mortem*. O ácido láctico que geralmente é carregado pelo sangue para ser eliminado e transformado em outras substâncias, sem a presença da corrente sanguínea, passa a se acumular, ocasionando o abaixamento do pH da musculatura. É um processo irreversível acontecerá até que as reservas de glicogênio se esgotem, interrompendo o fornecimento de substrato para produção de energia e estacionando o valor do pH. A reação também poderá ser interrompida

quando o valor de pH for suficiente para inibir a ação das enzimas glicolíticas. Em músculos de mamíferos, o pH para em torno de 5,5 e geralmente a concentração de glicogênio é nula (LAWRIE; LEDWARD, 2006; WARRISS, 2000).

O estresse físico e fisiológico dos animais antes do abate em geral afeta negativamente o bem-estar animal, pH e qualidade da carne. Fatores como altas densidades de lotação durante o transporte para o abate, duração e condições de alojamento, condições climáticas adversas, perturbação social ou um ambiente novo podem causar diminuição do pH. Portanto, um pH final alto (geralmente medido 24 horas após a morte) em carcaças de cordeiro será um reflexo das condições inadequadas e do estresse a que os animais foram submetidos pré-abate e pode ser usado como um indicador de bem-estar post-mortem (CAÑEQUE *et al.*, 2004; FERGUSON; WARNER, 2008; GALLO; TARUMÁN; LARRONDO, 2018; SUTHERLAND *et al.*, 2016).

Condições estressantes antes do abate podem reduzir os estoques de glicogênio muscular, o que pode resultar em um pH final elevado da carne e baixos níveis residuais de glicose (ADZITEY; NURUL, 2011; BOND; WARNER, 2004; WARNER *et al.*, 2005). Isso pode influenciar substancialmente a bioquímica e a fisiologia do músculo *post mortem*, que regem importantes atributos de qualidade da carne, como maciez, capacidade de retenção de água, sabor, cor da carne e prazo de validade microbiológico. A carne com pH final alto pode apresentar diferenças distintas nas características de qualidade da carne e uma suscetibilidade variável à deterioração por microrganismos (ADZITEY; NURUL, 2011; HONIKEL, 2014).

Os fatores que afetam negativamente a qualidade da carne também podem afetar negativamente o bem-estar dos animais, incluindo o manuseio inadequado, a privação de alimento e água e o excesso de lotação. Essa ligação estreita entre a qualidade da carcaça e da carne e o bem-estar dos animais significa que as melhorias no bem-estar dos animais provavelmente também melhorarão o rendimento da carcaça e a qualidade da carne e vice-versa. Além disso, o bem-estar animal é um aspecto importante da produção de alimentos que é considerado pelos consumidores ao tomarem decisões de compra (SUTHERLAND *et al.*, 2016).

3.2. Maciez

A maciez da carne é dependente das características das fibras musculares, e essa, por sua vez depende de inúmeros fatores como raça, genótipo, sexo, hormônios, desempenho de

crescimento, dieta, localização do músculo, exercícios e temperatura ambiente, os quais podem alterar as características da fibra muscular e consequentemente a qualidade da carne (JOO *et al.*, 2013). Entre os fatores *antemortem*, que comprovadamente atuam sobre a maciez da carne, destacam-se raça ou genótipo, alimentação, idade, sexo, aplicação de promotores de crescimento e manejo pré-abate. Entre os fatores *postmortem*, destacam-se aqueles inerentes ao abate industrial, como o resfriamento e a velocidade de redução do pH muscular, uma vez que o frio interfere diretamente nos processos bioquímicos *postmortem* responsáveis pela transformação de músculos em carne (FELÍCIO, 1997; WHITE *et al.*, 2006).

Diferentes métodos têm sido utilizados por cientistas da carne para quantificar estas propriedades texturais, e dados destes comparados com as pontuações de maciez dos consumidores para definir limiares de aceitabilidade. A força de cisalhamento é o método primário utilizado para quantificar objetivamente a maciez da carne vermelha devido ao menor custo e rapidez, além disso remove grande parte da natureza subjetiva dos testes sensoriais. (HOLMAN; FOWLER; HOPKINS, 2016).

3.3. Cor

A cor é a primeira característica a ser observada pelo consumidor no momento da compra (JEREMIAH; CARPENTER; SMITH, 1972), sendo a mesma uma propriedade ótica fundamental em produtos alimentícios devido a seu papel como indicador de informações críticas, como a salubridade, maturação ou frescor de um produto (HUTCHINGS, 2003; HENCHION; MCCARTHY; RESCONI, 2017). A grande importância econômica que hoje se dá a cor da carne tem como marco a opção feita pela indústria e varejo nos últimos anos, com a venda de carnes pré-embaladas em bandejas colocadas em expositores, seja com película permeável ao oxigênio ou em atmosfera modificada (OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009).

O aspecto da carne fresca determina sua atração para o consumidor, sua utilização para o comércio e processamento. As mudanças mais perceptíveis para o consumidor são as que podem alterar as propriedades físicas da carne, relacionadas ao frescor, influenciando diretamente sua aquisição. Na carne, o pigmento responsável pela cor é a mioglobina. (MANCINI; HUNT, 2005; OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009).

Carnes com pH final baixo favorecem a auto oxidação do pigmento, apresentando coloração mais clara. Carnes pálidas, moles e exsudativas (PSE) ocorrem quando o pH da carne é menor que 6 aos 45 minutos após o abate (ADZITEY; NURUL, 2011; OSÓRIO *et al.*, 2014).

Carne com pH entre 6,2 e 7,0 possivelmente será escura, firme e seca (DFD) de utilidade apenas para a processamento (Watanabe et al., 1996).

4. CORTES CAPITÃO E T-BONE

A maciez varia entre os músculos, pelo tamanho da fibra, dependendo de sua função (ABDULLAH; QUDSIEH, 2009). Kamruzzaman (2013) relatou que o T-bone, nome comercial atribuído ao corte do lombo, apresentou maior maciez em comparação com o Capitão, nome comercial do corte transversal do pernil, com base nos valores de força de cisalhamento. Abdullah e Qudsieh (2009) também observaram uma tendência semelhante nos valores de força de cisalhamento em carne de cordeiro. Os cortes analisados neste estudo diferem em termos das suas funções em animais vivos, sendo que os músculos do T-bone (T) são posicionais importantes para a manutenção da postura, enquanto os músculos do Capitão (C) são locomotivos primários (BELEW *et al.*, 2003). As principais funções destes músculos afetam a sua composição (fibras musculares, conectivas, adiposas, vasculares e tecidos nervosos) e cor (GAJAWEERA *et al.*, 2020; LISTRAT *et al.*, 2015). Os músculos mais ativos, como os do C, são mais escuros do que os restantes músculos, incluindo o T (GAJAWEERA *et al.*, 2020; TKACZ *et al.*, 2020).

A classificação dos tipos de fibra muscular começou inicialmente com o reconhecimento de que os músculos visualmente vermelhos ou brancos tinham diferenças distintas em sua função fisiológica, com os músculos vermelhos escuros tendo um papel postural com velocidade de contração mais lenta e maior resistência à fadiga. A associação de músculos de contração lenta com maior capacidade de mioglobina e aeróbia levou à designação precoce dessas fibras como "fibras vermelhas lentas". Da mesma forma, os filamentos de cor pálida e de contração rápida tinham capacidade aeróbia limitada e foram designados como "fibras brancas rápidas" (AALHUS, 2009).

Com base nas suas diferenças moleculares, estruturais, contráteis e metabólicas, as miofibrilas são classificadas em três tipos de fibras: tipo I – de contração lenta e oxidativa, tipo IIA – de contração rápida e oxidativa; e tipo IIB – de contração rápida e glicolítica. Segundo Hwang et al. (2010), *T-bone* e Capitão diferem em termos das proporções de fibras I, IIA e IIB. O *T-bone* de bovino era composto de fibras tipo I em 33,1%, fibras tipo IIA em 14,9%, e fibras tipo IIB em 52,6%, enquanto a composição fibrosa do Capitão era a seguinte: fibras tipo I-12,0%; fibras tipo IIA-27,3%; fibras tipo IIB-61,8% (TKACZ *et al.*, 2020).

5. MÉTODOS DE COCÇÃO

A carne requer preparação adequada antes do consumo, e o tratamento térmico por cocção garante a segurança microbiológica por meio da destruição de agentes patogênicos e torna-a mais digerível (KONDJOYAN *et al.*, 2014; TORNBERG, 2005).

Os métodos de cocção compreendem todas as trocas químicas, físico-químicas e estruturais dos componentes dos alimentos provocados intencionalmente pelo efeito do calor (TSCHEUSCHNER, 2001). Considerando que métodos de cocção resultam em mudanças na qualidade dos produtos cárneos, o impacto sobre as suas propriedades influencia na preferência do consumidor (AYUB; AHMAD, 2019; O'NEILL *et al.*, 2019). Tanto a temperatura, como o tempo de cozimento da carne têm um grande efeito na produção de radicais no músculo que levam à oxidação de lipídios e proteínas, que por sua vez podem causar alterações indesejáveis na cor, nos valores sensoriais e nutritivos (ESTÉVEZ; VENTANAS; HEINONEN, 2011).

A gordura intramuscular tem influência importante na palatabilidade da carne devido à sua contribuição específica para a suculência, sabor e maciez. A cocção tem impacto no teor de gordura e água da carne, o que pode influenciar o sabor e textura da carne de cordeiro (HOPKINS, 2016).

Os métodos de cocção, como grelhar, assar e ferver, desenvolvem diferentes tipos de sabor na carne de cordeiro devido a reação entre aminoácidos e açúcares, bem como a degradação lipídica. Isto ocorre em temperatura entre 150 e 250 °C, e maior desnaturação das proteínas na superfície da carne de cordeiro misturada com os açúcares cria o "sabor da carne". Os ácidos graxos da carne de cordeiro dependem da cocção e produzem compostos voláteis por peroxidação lipídica. Portanto, o sabor e o aroma da carne de cordeiro cozida são influenciados pelo perfil de ácidos graxos da carne. Os compostos odoríferos presentes na carne cozida estão associados à formação de compostos carbonílicos voláteis que resultam da oxidação dos ácidos graxos insaturados na carne de cordeiro (BRAVO-LAMAS *et al.*, 2018; ELMORE; MOTTRAM, 2006; VASTA *et al.*, 2012).

5.1. Cocção seca

A qualidade alimentar do cordeiro é influenciada pelas atitudes do consumidor em relação à maciez, ao sabor do cordeiro assado e ao sabor desenvolvido na carne cozida (DE

ANDRADE *et al.*, 2016). Alguns métodos de cocção tradicionais, como grelhar, podem causar alterações físico-químicas que afetam negativamente a carne se aquecida intensamente, causando diminuição de maciez, suculência, sabor e cor.

O método de cocção por calor seco consiste em preparar a carne dentro do forno permitindo que o calor seco circule livremente até que o alimento esteja cozido em seu centro geométrico e a parte externa esteja dourada. Nesse método há redução significativa no peso da carne, especialmente se o processo for realizado em forno convencional (SILVA *et al.*, 2012). É um dos métodos de cocção populares de preparação da carne de cordeiro devido à maciez e sabor único do produto (CAMPO *et al.*, 2013; SAÑUDO *et al.*, 2007).

A cocção convencional no forno aumenta consideravelmente a dureza da carne. A principal alteração na estrutura da carne provocada pelo aquecimento é a desnaturação das proteínas. A desnaturação termicamente induzida das proteínas da carne é acompanhada por uma perda de água muito substancial, e como a água é o principal plastificante da carne, a perda de água aumenta a rigidez e dureza após cozimento (HUGHES *et al.*, 2014). A carne vermelha é derivada do tecido muscular e caracterizada pelo seu elevado teor de proteínas (aproximadamente 21%) e água (71-74%) (PURCHAS, 2014). Quando cozida utilizando métodos de calor seco, que são geralmente acompanhados por temperaturas elevadas (> 100 °C), a intensidade da temperatura e o tempo de permanência sob cocção provoca alteração no teor de água e proteína da carne.

Como a cocção seca utiliza alta temperatura que contribui para uma perda de nutrientes, sabor, cor entre outros, estão sendo desenvolvidos diferentes métodos que utilizam temperatura menores para amenizar o problema da cocção tradicional (IBORRA-BERNAD *et al.*, 2013).

5.2. Cocção úmida

Os métodos de cocção foram recentemente modificados de acordo com a conscientização dos consumidores e, conseqüentemente, modificações foram introduzidas, como o cozimento úmido à vácuo (OZ; ZIKIROV, 2015).

Os métodos de cocção úmida tem como característica principal o uso de baixa temperatura (abaixo de 100°C), por um período mais longo, se comparado ao método tradicional. Consiste em um método de acondicionar alimentos crus em embalagens impermeáveis, realizar um cozimento à vácuo, submetendo-os a posterior resfriamento e armazenamento sob refrigeração (BORCH; ARINDER, 2002; ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

A cocção de carnes embaladas a vácuo em longo tempo e temperaturas baixas de cocção surgiu como uma técnica popularizada durante as últimas duas décadas. Tem sido amplamente adotada pelos serviços de buffet e processamento alimentar para fornecer alimentos de qualidade sensorial superior com prazo de validade mais longo em comparação com as tecnologias convencionais de refrigeração (SÁNCHEZ DEL PULGAR; GÁZQUEZ; RUIZ-CARRASCAL, 2012).

Tratamentos como o banho-maria (CHRISTENSEN *et al.*, 2011) e o processamento a alta pressão em temperaturas de aquecimento moderadas (SIKES; TORNBERG; TUME, 2010) resultam na retenção de maior quantidade de líquido na carne cozida, que é então mais macia e menos fibrosa (HUGHES *et al.*, 2014).

Nesse contexto, verifica-se que são limitadas as pesquisas nacionais sobre a influência da cocção na qualidade de carne ovina. Estudos que avaliem tais condições podem contribuir de maneira inédita para a geração de informações para produtores, indústria frigorífica, varejo e consumidores. Diferentes métodos de cocção podem impactar as características de qualidade da carne. Com a descrição dessas alterações por meio de análises físico-químicas empregadas nos laboratórios de pesquisa, pode-se definir melhores padrões para as características de qualidade de carne dependendo do método de cocção empregado.

O Capítulo 2, intitulado **QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS EM CORTES COMERCIAIS SUBMETIDOS À DOIS MÉTODOS DE COCÇÃO** se encontra nas normas para publicação na revista *Small Ruminant Research*, com exceção do idioma. Objetivou-se avaliar características de qualidade de carne de amostras de carne de cordeiros comparando-se dois métodos de cocção (seca *versus* úmida) e dois cortes de cortes comerciais (T-bone e Capitão).

REFERÊNCIAS

- ABDULLAH, Abdullah Y.; QUDSIEH, Rasha I. Effect of slaughter weight and aging time on the quality of meat from Awassi ram lambs. **Meat Science**, [s. l.], v. 82, n. 3, p. 309–316, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.01.027>.
- ADZITEY, F.; NURUL, H. Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: Causes and measures to reduce these incidences - a mini review. **International Food Research Journal**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 11–20, 2011.
- ALVES, L. G. C. *et al.* Produção de carne ovina com foco no consumidor. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer**, [s. l.], v. 10, n. 18, p. 2400, 2014.

AYUB, Haris; AHMAD, Asif. Physiochemical changes in sous-vide and conventionally cooked meat. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, [s. l.], v. 17, n. August 2018, p. 100145, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2019.100145>.

BELEW, J. B. *et al.* Warner-Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. **Meat Science**, [s. l.], v. 64, n. 4, p. 507–512, 2003.

BOND, J J; WARNER, R D. MEAT The effect of exercise stress , adrenaline injection and electrical stimulation on changes in quality attributes and proteins in Semimembranosus muscle of lamb. [s. l.], v. 68, p. 469–477, 2004.

BORCH, E.; ARINDER, P. Bacteriological safety issues in red meat and ready-to-eat meat products, as well as control measures. **Meat Science**, [s. l.], v. 62, n. 3, p. 381–390, 2002.

BRAVO-LAMAS, Leire *et al.* Fatty acid composition of intramuscular fat and odour-active compounds of lamb commercialized in northern Spain. **Meat Science**, [s. l.], v. 139, n. January, p. 231–238, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.02.006>.

BRITO, Luiz Fernando *et al.* Genetic parameters for various growth, carcass and meat quality traits in a New Zealand sheep population. **Small Ruminant Research**, [s. l.], v. 154, n. August 2016, p. 81–91, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.07.011>.

CAMPO, M. M. *et al.* Influence of cooking method on the nutrient composition of Spanish light lamb. **Journal of Food Composition and Analysis**, [s. l.], v. 31, n. 2, p. 185–190, 2013.

CANIQUE, V. *et al.* Carcass and meat quality of light lambs using principal component analysis. **Meat Science**, [s. l.], v. 67, n. 4, p. 595–605, 2004.

CHRISTENSEN, Line *et al.* Effect of prolonged heat treatment from 48°C to 63°C on toughness, cooking loss and color of pork. **Meat Science**, [s. l.], v. 88, n. 2, p. 280–285, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.12.035>.

DE ANDRADE, Juliana Cunha *et al.* Understanding consumers' perception of lamb meat using free word association. **Meat Science**, [s. l.], v. 117, p. 68–74, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.02.039>.

ELMORE, J. Stephen; MOTTRAM, Donald S. The role of lipid in the flavour of cooked beef. **Developments in Food Science**, [s. l.], v. 43, n. C, p. 375–378, 2006.

ESTÉVEZ, Mario; VENTANAS, Sonia; HEINONEN, Marina. Formation of Strecker aldehydes between protein carbonyls - α -Aminoadipic and γ -glutamic semialdehydes - and leucine and isoleucine. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 128, n. 4, p. 1051–1057, 2011.

FELÍCIO, P. E. Fatores Ante E Post Mortem Que Influenciam a Maciez Da Carne Ovina. **Ensaio nas Ciências Agrárias e Ambientais** 7, [s. l.], p. 103–114, 1997.

FERGUSON, D. M.; WARNER, R. D. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants?. **Meat Science**, [s. l.], v. 80, n. 1, p. 12–19, 2008.

FONT-I-FURNOLS, Maria; GUERRERO, Luis. Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. **Meat Science**, [s. l.], v. 98, n. 3, p. 361–371, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.025>.

FOWLER, Stephanie M.; MORRIS, Stephen; HOPKINS, David L. Nutritional composition of lamb retail cuts from the carcasses of extensively finished lambs. **Meat Science**, [s. l.], v. 154, n. April, p. 126–132, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.04.016>.

GAJAWEERA, Chandima *et al.* Assessment of carcass and meat quality of longissimus thoracis and semimembranosus muscles of Hanwoo with Korean beef grading standards. **Meat Science**, [s. l.], v. 160, n. July 2019, p. 107944, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107944>.

GALLO, Carmen; TARUMÁN, Juan; LARRONDO, Cristian. Main factors affecting animal welfare and meat quality in lambs for slaughter in Chile. **Animals**, [s. l.], v. 8, n. 10, p. 1–20, 2018.

GONZAGA, S. S. *et al.* **Manual de cortes de carne ovina** Manual de cortes de carne ovina. 1ªed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. E-book. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094915>.

HENCHION, Maeve M.; MCCARTHY, Mary; RESCONI, Virginia C. Beef quality attributes: A systematic review of consumer perspectives. **Meat Science**, [s. l.], v. 128, p. 1–7, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.01.006>.

HOLMAN, Benjamin W.B.; FOWLER, Stephanie M.; HOPKINS, David L. Are shear force methods adequately reported?. **Meat Science**, [s. l.], v. 119, p. 1–6, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.03.032>.

HONIKEL, K. O. Chemical and physical characteristics of meat| pH measurement. 2014.

HOPKINS, David. Sheep quality: Effect of breed, genetic type, gender, and age on meat quality. **Meat Quality: Genetic and Environmental Factors**, [s. l.], n. 2016, p. 391–416, 2016.

HUGHES, J. M. *et al.* A structural approach to understanding the interactions between colour, water-holding capacity and tenderness. **Meat Science**, [s. l.], v. 98, n. 3, p. 520–532, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.05.022>.

HUTCHINGS, John B. Expectations and the food industry: The impact of color and appearance. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2003.

HWANG, Young Hwa *et al.* The relationship between muscle fiber characteristics and meat quality traits of highly marbled Hanwoo (Korean native cattle) steers. **Meat Science**, [s. l.], v. 86, n. 2, p. 456–461, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.034>.

IBORRA-BERNAD, C. *et al.* Optimizing the texture and color of sous-vide and cook-vide green bean pods. **Lwt**, [s. l.], v. 51, n. 2, p. 507–513, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2012.12.001>.

JEREMIAH, L E; CARPENTER, Z L; SMITH, G C. Beef As Related To Consumer Acceptance and Introduction. **Journal of Food Science**, [s. l.], v. 37, p. 29–32, 1972.

JOO, S. T. *et al.* Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. **Meat Science**, [s. l.], v. 95, n. 4, p. 828–836, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.044>.

KAMRUZZAMAN, Mohammed *et al.* Non-destructive assessment of instrumental and sensory tenderness of lamb meat using NIR hyperspectral imaging. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 141, n. 1, p. 389–396, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.02.094>.

KONDJOYAN, Alain *et al.* Towards models for the prediction of beef meat quality during cooking. **Meat Science**, [s. l.], v. 97, n. 3, p. 323–331, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.032>.

KRISHTAFOVICH, V. *et al.* The value of the lamb meat in human nutrition. **International Food Research Journal**, [s. l.], v. 23, n. 6, p. 2540–2544, 2016.

LAWRIE, R. A.; LEDWARD, David. **Lawrie's Meat Science: Seventh Edition**. [S. l.: s. n.], 2006.

LISTRAT, A. *et al.* How muscle structure and composition determine meat quality. **Productions Animales**, [s. l.], v. 28, n. 2, 2015.

MANCINI, R. A.; HUNT, M. C. Current research in meat color. **Meat Science**, [s. l.], v. 71, n. 1, p. 100–121, 2005.

MLA, Meat and Livestock Australia Limited. (2011). Meat Standards Australia beef information kit. Tips and tools. July 2013. Retrieved from <http://www.mla.com.au/News-and-resources/Publication-details?pu-bid=6009>

MONTEIRO, Maicon Gonçalves; BRISOLA, Marlon Vinícius; FILHO, José Eustáquio Ribeiro Vieira. TD 2660 - Diagnóstico da Cadeia Produtiva de Caprinos e Ovinos no Brasil. **Texto para Discussão**, [s. l.], p. 1–31, 2021.

O'NEILL, Ciara M. *et al.* Comparative effect of different cooking methods on the physicochemical and sensory characteristics of high pressure processed marinated pork chops. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, [s. l.], v. 54, n. March, p. 19–27, 2019.

OSÓRIO, José Carlos da Silveira *et al.* Produção e qualidade de carne. **Produção de Ovinos no Brasil**, [s. l.], n. July 2015, p. 399–445, 2014.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s. l.], v. 38, n. SUPPL. 1, p. 292–300, 2009.

OZ, Fatih; ZIKIROV, Eldos. The effects of sous-vide cooking method on the formation of heterocyclic aromatic amines in beef chops. **Lwt**, [s. l.], v. 64, n. 1, p. 120–125, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2015.05.050>.

PURCHAS, R. W. Tenderness measurement. **Encyclopedia of Meat Sciences**, [s. l.], v. 3, p. 452–459, 2014.

SÁNCHEZ DEL PULGAR, José; GÁZQUEZ, Antonio; RUIZ-CARRASCAL, Jorge. Physicochemical, textural and structural characteristics of sous-vide cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking temperature, and cooking time. **Meat Science**, [s. l.], v. 90, n. 3, p. 828–835, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.11.024>.

SAÑUDO, C. *et al.* Regional variation in the hedonic evaluation of lamb meat from diverse production systems by consumers in six European countries. **Meat Science**, [s. l.], v. 75, n. 4, p. 610–621, 2007.

SAVELL, J. W.; MUELLER, S. L.; BAIRD, B. E. The chilling of carcasses. **Meat Science**, [s. l.], v. 70, n. 3 SPEC. ISS., p. 449–459, 2005.

SIKES, Anita; TORNBERG, Eva; TUME, Ron. A proposed mechanism of tenderising post-rigor beef using high pressure-heat treatment. **Meat Science**, [s. l.], v. 84, n. 3, p. 390–399, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.09.007>.

SILVA, C. S. *et al.* Análise do Fator de Cocção de Alimentos. [s. l.], 2012.

SILVA, Francisco L.F. *et al.* Comparison between boiling and vacuum cooking (sous-vide) in the bioaccessibility of minerals in bovine liver samples. **Food Research International**, [s. l.], v. 100, n. July, p. 566–571, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.054>.

SILVA SOBRINHO, A. G. **Criação de ovinos**. Funep, 2001.

SORIO, André. Diagnóstico da Oferta e Demanda de Ovinos e Caprinos para processamento de carne, pele e leite na região central do Tocantins. **Secretaria do desenvolvimento da agricultura e pecurária - Estado do Tocantins**, [s. l.], p. 19, 2017. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/405313/>.

SUTHERLAND, M. A. *et al.* Effect of pre-slaughter handling, exercise and the presence of a dog on lamb welfare and meat quality. **Animal**, [s. l.], v. 10, n. 8, p. 1360–1367, 2016.

TKACZ, Katarzyna *et al.* The applicability of total color difference ΔE for determining the blooming time in longissimus lumborum and semimembranosus muscles from holstein-friesian bulls at different ageing times. **Applied Sciences (Switzerland)**, [s. l.], v. 10, n. 22, p. 1–10, 2020.

TORNBERG, E. Effects of heat on meat proteins - Implications on structure and quality of meat products. **Meat Science**, [s. l.], v. 70, n. 3 SPEC. ISS., p. 493–508, 2005.

TROY, D. J.; KERRY, J. P. Consumer perception and the role of science in the meat industry. **Meat Science**, [s. l.], v. 86, n. 1, p. 214–226, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.009>.

TSCHEUSCHNER, Horst-Dieter *et al.* Fundamentos de tecnología de los alimentos. 2001.

VASTA, V. *et al.* Volatile compound profile of ewe's milk and meat of their suckling lambs in relation to pasture vs. indoor feeding system. **Small Ruminant Research**, [s. l.], v. 105, n. 1–3, p. 16–21, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.02.010>.

WARNER, R. D. *et al.* Effects of nitric oxide and oxidation in vivo and postmortem on meat tenderness. **Meat Science**, [s. l.], v. 71, n. 1, p. 205–217, 2005.

WARRISS, P. D. Meat Science: An Introductory Text. **Meat Science**, [s. l.], v. 56, n. 3, p. 319, 2000.

WATANABE, A.; DALY, C. C.; DEVINE, C. E. The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing. **Meat Science**, [s. l.], v. 42, n. 1, p. 67–78, 1996.

WĘGLARZ, A. Meat quality defined based on pH and colour depending on cattle category and slaughter season. colour and pH as determinants of meat quality dependent on cattle category and slaughter season. **Czech Journal of Animal Science**, [s. l.], v. 55, n. No. 12, p. 548–556, 2010.

WHITE, A. *et al.* Manipulation of the pre-rigor glycolytic behaviour of bovine *M. longissimus dorsi* in order to identify causes of inconsistencies in tenderness. **Meat Science**, [s. l.], v. 73, n. 1, p. 151–156, 2006.

CAPÍTULO 2

Qualidade da carne de cordeiro de dois cortes comerciais submetidos a dois métodos de cocção

QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS EM CORTES COMERCIAIS SUBMETIDOS À DOIS MÉTODOS DE COCÇÃO

RESUMO

Foram utilizadas quarenta amostras de cortes comerciais de cordeiros Corriedale confinados com o objetivo de investigar como a cocção pode influenciar nas características de qualidade de carne. A qualidade de carne foi avaliada nos cortes *T-bone* (T) e Capitão (C), submetidos a cocção por banho maria e forno, por meio das medidas área muscular (tamanho do corte), pH, coloração, capacidade de retenção de água, força de cisalhamento, perdas por cocção, lipídeos totais e índice de fragmentação miofibrilar. Correlações de Pearson apresentaram associações entre as variáveis de qualidade de carne e para estudar as relações entre as variáveis dos cortes comerciais, métodos de cocção e a qualidade de carne num contexto multifatorial foi utilizada a análise de componentes principais (PCA). Não houve interações entre os métodos de cocção e corte, contudo L^* , a^* , b^* , MA, pH, SF e FAT apresentaram diferença significativa ($p < 0,03$) em relação ao corte, por sua vez as variáveis de perdas por cocção (EL e DL) apresentaram diferença significativa ($p < 0,01$) em relação ao método de cocção. Na PCA, verificou-se que os três primeiros componentes principais (PC1, PC2 e PC3) explicaram cerca de 56% da variabilidade total para as medidas de qualidade de carne, no universo de 11 variáveis. A medida de área muscular junto as variáveis de maciez e teor de lipídeos definiram o PC1, as variáveis de perdas por cocção contribuíram para definir o PC2, enquanto as variáveis relacionadas a maciez contribuíram para definir o PC3. Sendo assim, os cortes T e C em banho-maria demonstraram melhores resultados em termos de maciez.

Palavras-chave: análise de componentes principais; ciência da carne; maciez; WHC

MEAT QUALITY OF LAMBS IN COMMERCIAL CUTS SUBMITTED TO TWO COOKING METHODS

ABSTRACT

Forty samples of commercial cuts from confined Corriedale lambs were used to investigate how cooking can influence meat quality characteristics. Meat quality was evaluated in the T-bone (T) and Captain (C) cuts, submitted to cooking by water bath and oven, through the measurements of muscle area (cut size), pH, coloration, water holding capacity, shear force, cooking losses, total lipids and myofibrillar fragmentation index. Pearson correlations showed associations among the meat quality variables and to study the relationships among the commercial cuts variables, cooking methods, and meat quality in a multifactorial context, principal component analysis (PCA) was used. There were no interactions between cooking methods and cut, however L^* , a^* , b^* , MA, pH, SF and FAT showed significant difference ($p < 0.03$) in relation to the cut, in turn the cooking loss variables (EL and DL) showed significant difference ($p < 0.01$) in relation to the cooking method. In the PCA, it was found that the first three principal components (PC1, PC2 and PC3) explained about 56% of the total variability for the meat quality measures, in a universe of 11 variables. The muscle area measurement together with the tenderness and lipid content variables defined PC1, the cooking loss variables contributed to define PC2, while the tenderness related variables contributed to define PC3. Therefore, the T and C cuts in a water bath showed better results in terms of tenderness.

1. Introdução

O tratamento térmico tem um impacto significativo na composição e nas características físico-químicas dos produtos alimentícios finais. A composição da carne e as técnicas de cozimento estão entre os fatores que mais afetam os atributos de qualidade final do produto (Dal Bosco et al., 2001; Herring and Rogers, 2003; Sheard et al., 1998). Tem sido sugerido que os tratamentos de cozimento tradicional diminuem a qualidade nutricional da carne de cordeiro por meio da alteração de minerais, vitaminas e ácidos graxos (Campo et al., 2013). As tecnologias modernas, que foram desenvolvidas e aplicadas à carne, podem reduzir os efeitos deletérios da temperatura, bem como na melhoria das características de qualidade da carne (Suleman et al., 2020).

O cozimento tem influência na maciez da carne, e estão associadas às proteínas miofibrilares e do tecido conjuntivo, principalmente colágeno, que sofrem mudanças estruturais dependentes da temperatura e do tempo durante o cozimento. Essas mudanças são a desnaturação do componente miofibrilar que resulta em endurecimento provocada pelo cozimento, enquanto a solubilização do colágeno resulta em amaciamento. A maciez final da carne após o cozimento associa diretamente ao efeito líquido deste amaciamento e endurecimento, que depende das condições de cozimento (Christensen et al., 2011; Li et al., 2013; Obuz et al., 2003; Walsh et al., 2010).

A presença de oxigênio e a temperatura superior a 100°C caracterizam a técnica tradicional de cozimento no forno, enquanto em temperatura inferior, cerca de 60°C, e ausência de oxigênio distinguem o cozimento em banho-maria (Silva et al., 2017). Embora a cocção da carne possa enaltecer o sabor e melhorar a maciez, ainda pode resultar em dessecação excessiva e oxidação lipídica (Grau et al., 2001) devido as condições as quais é exposta. Processos que utilizam a exposição ao calor e ao ar podem resultar em odores indesejáveis, ranço, modificação da textura, perda de ácidos graxos essenciais ou a formação de compostos tóxicos, incluindo os oxisteróis e compostos carbonílicos (Domínguez et al., 2014).

A utilização de qualquer estratégia capaz de prevenir a oxidação na carne cozida, como o cozimento em banho-maria, é altamente recomendada para melhorar as suas características sensoriais, o seu valor nutricional e a sua segurança (Ortuño et al., 2021). Conforme o disposto espera-se que a cocção úmida promova melhores resultados sobre as variáveis sobre a qualidade da carne ovina. Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos de dois métodos de cocção, seco *versus* úmido, nas características da qualidade da carne de cordeiros, utilizando-se dois cortes comerciais.

2. Material e Métodos

Todos os procedimentos realizados com animais estão de acordo com o comitê de ética e uso animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FMVZ/UNESP) no campus de Botucatu/SP (CEUA - protocolo 0167/2021), aprovado em 15/09/2021.

2.1. Animais

Os cordeiros cruzados Corriedale foram terminados em confinamento comercial em sistema intensivo de produção de carne ovina no município de Botucatu, Estado de São Paulo. A dieta dos animais era composta por resíduo úmido de cervejaria, milho moído, farelo de trigo, farelo de soja, núcleo mineral, calcário e ureia *ad libitum* até atingirem em média 45 kg de peso vivo.

Os animais permaneceram em jejum alimentar por 18 horas pré-abate. O abate foi realizado em frigorífico comercial em São Manuel, e inspecionado pelo Serviço de Inspeção de Produtos de Origem Animal do Estado de São Paulo (S.I.S.P.). Após o abate as carcaças permaneceram sob refrigeração por 24h, posteriormente foram coletados os cortes, e congelados por 24h.

A estatística descritiva das variáveis peso de carcaça quente (PCQ) e rendimento de carcaça quente (RCQ) avaliadas no presente estudo foi descrita na Tabela 1.

Tabela 1. Valores de média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) das medidas de carcaça

Variável	Média	DP	CV (%)
PCQ, kg	21,58	2,37	11,00
RCQ, %	47,56	3,89	8,16

Peso da carcaça quente (PCQ); rendimento da carcaça quente (RCQ)

2.2. Amostras

Foram utilizados dois cortes comerciais, sendo 20 amostras do corte comercialmente conhecido como T-bone e 20 amostras do corte transversal do pernil comercialmente conhecido como “Capitão”, que foram descongelados em geladeira de maturação a 4 °C por 24 horas.

2.3. Área muscular e pH

A área muscular (MA) foi determinada pelo método do quadrante de pontos (cm²) e o pH da carne foi aferido usando peagômetro equipado com uma sonda de penetração (Modelo AKLA 71980, *pH Classic LineLab*), previamente calibrado.

2.4. Cor da carne

A coloração da carne (L* - luminosidade; a* - intensidade de vermelho; b* - intensidade de amarelo) foi obtida por meio de colorímetro *KONICA MINOLTA - CR 400* (Konica Minolta

Sensing, Inc., Tokyo, Japan), com iluminante A, ângulo de observação 10°, abertura de 5,0 cm e display Y: 0,01 a 160% de reflectância. A unidade foi calibrada utilizando-se placa para o padrão preto e branco e assim foi determinada a média de três medidas tomadas em diferentes regiões do corte T e C, sempre com ao menos 30 minutos de exposição da amostra sob refrigeração de 2 a 5 °C *blooming time*.

2.5. Capacidade de retenção de água e perdas por cocção

A capacidade de retenção de água (WHC) foi medida pela diferença de peso de uma amostra de carne (aproximadamente 1 g) antes e depois de ser submetida a pressão de 10 kg por cinco minutos. As amostras foram pesadas e assadas em temperatura 170 °C em forno industrial elétrico (OC), até atingir 71 °C em seu centro geométrico. Foram determinadas as perdas de peso por cocção nas amostras submetidas à cocção seca, sendo mensuradas separadamente as perdas por gotejamento (DL) e evaporação (EL), pesando-se as amostras antes e após o processo de cocção.

2.6. Força de cisalhamento e índice de fragmentação miofibrilar

A maciez da carne foi determinada por meio da força de cisalhamento (SF), adotando-se procedimento padronizado e proposto por Shackelford *et al.* (1999).

As amostras foram pesadas e embaladas à vácuo, utilizando-se embalagens térmicas, e submetidas à cocção úmida em banho-maria (WB) por 40 minutos e temperatura de 75° C. Após cocção seca ou úmida, as amostras assadas foram embaladas e refrigeradas novamente a 4 °C. Após 12 horas sob refrigeração foi determinada a SF por meio do texturômetro digital *Brookfield CT-3 Texture Analyzer (AMETEK Brookfield)* equipado com lâmina *Warner-Bratzler Shear Force*. A análise de Índice de fragmentação miofibrilar (MFI) foi realizada pelo método de Culler *et al.* (1978).

2.7. Análise estatística

Todas as análises foram realizadas utilizando o software R versão 3.6.2 (Viena, Áustria-<http://www.R-project.org/>). A análise descritiva dos dados de qualidade da carne foi realizada para caracterizar cada amostra de carne ovina. A Correlação de Pearson também foi utilizada

para estimar correlações fenotípicas. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F. Quando detectadas diferenças, as médias foram comparados pelo teste de Tukey, considerando-se diferenças significativas quando $p < 0,05$, segundo o modelo:

$$Y_{ij} = \mu + t + c + t \times c + \varepsilon$$

onde Y_{ij} é o valor observado da unidade experimental referente ao tratamento i na repetição j ; μ é o efeito geral da média; t é o efeito do tratamento (cocção); m é o efeito do corte; e ε é o erro experimental.

Os dados de qualidade da carne foram submetidos à análise de componentes principais (PCA) para estudar a relação entre as medidas de qualidade da carne, identificando-se as variáveis que mais caracterizaram o conjunto de dados, formando-se “novas” variáveis ou componentes principais (PC). Nessa etapa foram eliminadas variáveis com alta correlação, restando um conjunto total de 11 variáveis. Assim, foram consideradas: MA, pH, EL, DL, SF, MFI, WHC, parâmetros de cor (L^* , a e b) e FAT dentro dos tratamentos WB e OC e aos cortes C e LL de cordeiros. Foram comparados os efeitos de dois tratamentos (métodos de cocção) em cortes comerciais, T no tratamento WB (T:WB), T no tratamento OC (T:OC), C no tratamento WB (C:WB) e C no tratamento OC (C:OC).

3. Resultados

Os resultados da estatística descritiva, médias dos dois cortes nas 11 variáveis de qualidade de carne, avaliadas no presente estudo estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Número de amostras (N), média, desvio padrão (DP) e valor mínimo (Min.) e valor máximo (Máx.) da análise descritiva das medidas de qualidade de carne

Variável	N	Média	DP	Min.	Máx.
MA	40	73,73	32,89	28,00	156,00
pH	40	5,68	0,14	5,42	6,15
EL	40	11,38	11,71	0,00	29,01
DL	40	1,38	1,45	0,00	3,88
SF	40	3,34	0,64	1,97	4,80
WHC	40	35,21	9,04	18,84	47,73
L^*	40	37,31	2,11	33,13	41,15
a^*	40	17,69	3,65	9,52	23,09
b^*	40	8,80	1,53	3,06	11,68
FAT	40	3,30	2,75	0,90	12,08
MFI	40	37,07	14,22	11,00	72,70

Área muscular (MA); pH; perdas por evaporação (EL); perdas por gotejamento (DL); força de cisalhamento (SF); capacidade de retenção de água (WHC); luminosidade (L*); teor de vermelho (a*); teor de amarelo (b*); lipídeos totais (FAT); índice de fragmentação miofibrilar (MFI)

Na Tabela 3, as variáveis de coloração (L*, a*, b*), MA, pH, SF e FAT apresentaram diferença significativa ($p < 0,03$) em relação aos cortes, por sua vez as variáveis de perdas por cocção (EL e DL) apresentaram diferença significativa em relação aos métodos de cocção. Os valores de MA em relação ao C são superiores em relação ao T, isso se deve ao tamanho da amostra e ao C possuir MA superior quando comparado ao LL.

O método de cocção seca apresentou EL e DL (24,91%), devido ao fato de que o cozimento no forno ocasiona perdas por evaporação e por gotejamento por não contar com a presença da embalagem térmica, que é utilizada na cocção úmida à vácuo (Tabela 3). O tratamento WB não possui as variáveis EL e DL pois esse método de cocção é realizado com a carne embalada a vácuo.

Tabela 3. Médias da análise descritiva das medidas de qualidade de carne de cordeiro nos diferentes cortes e tratamentos de cocção

Variáveis ⁶	Corte				P-value ³	
	T ¹		C ²		C	T
	Tratamento ⁴					
	WB ⁴	OC ⁵	WB	OC		
MA	41,60	47,30	103,10	102,90	0.00	ns
pH	5,63	5,60	5,78	5,71	0.00	ns
EL	-	22,09	-	23,44	ns	0.00
DL	-	2,82	-	2,69	ns	0.00
SF	2,96	3,29	3,60	3,52	0.03	ns
WHC	34,72	37,20	33,40	35,50	ns	ns
L*	36,40	36,19	38,70	37,96	0.00	ns
a*	16,00	15,75	19,32	19,69	0.00	ns
b*	9,35	9,59	7,93	8,34	0.01	ns
FAT	5,13	3,61	2,26	2,18	0.01	ns
MFI	38,19	37,17	40,23	32,69	ns	ns

¹ T-bone

² Capitão

³ ns = não significativo; $P > 0,05$

⁴ Banho-maria (WB)

⁵ Forno (OC)

⁶ Área muscular (MA); perdas por gotejamento (DL); perdas por evaporação (EL); pH; luminosidade (L*); a (coloração vermelha); b (coloração amarela); força de cisalhamento (SF);

lipídeos totais (FAT); capacidade de retenção de água (WHC); índice de fragmentação miofibrilar (MFI).

A Figura 1 mostra a correlação entre as 11 variáveis de qualidade de carne. Foi evidenciada forte correlação fenotípica entre as variáveis EL e DL para ambos os cortes, resultado esperado em razão de serem variáveis de perdas por cocção, demonstrando correlação positiva alta para T ($r=0,95$) e C ($r=0,93$).

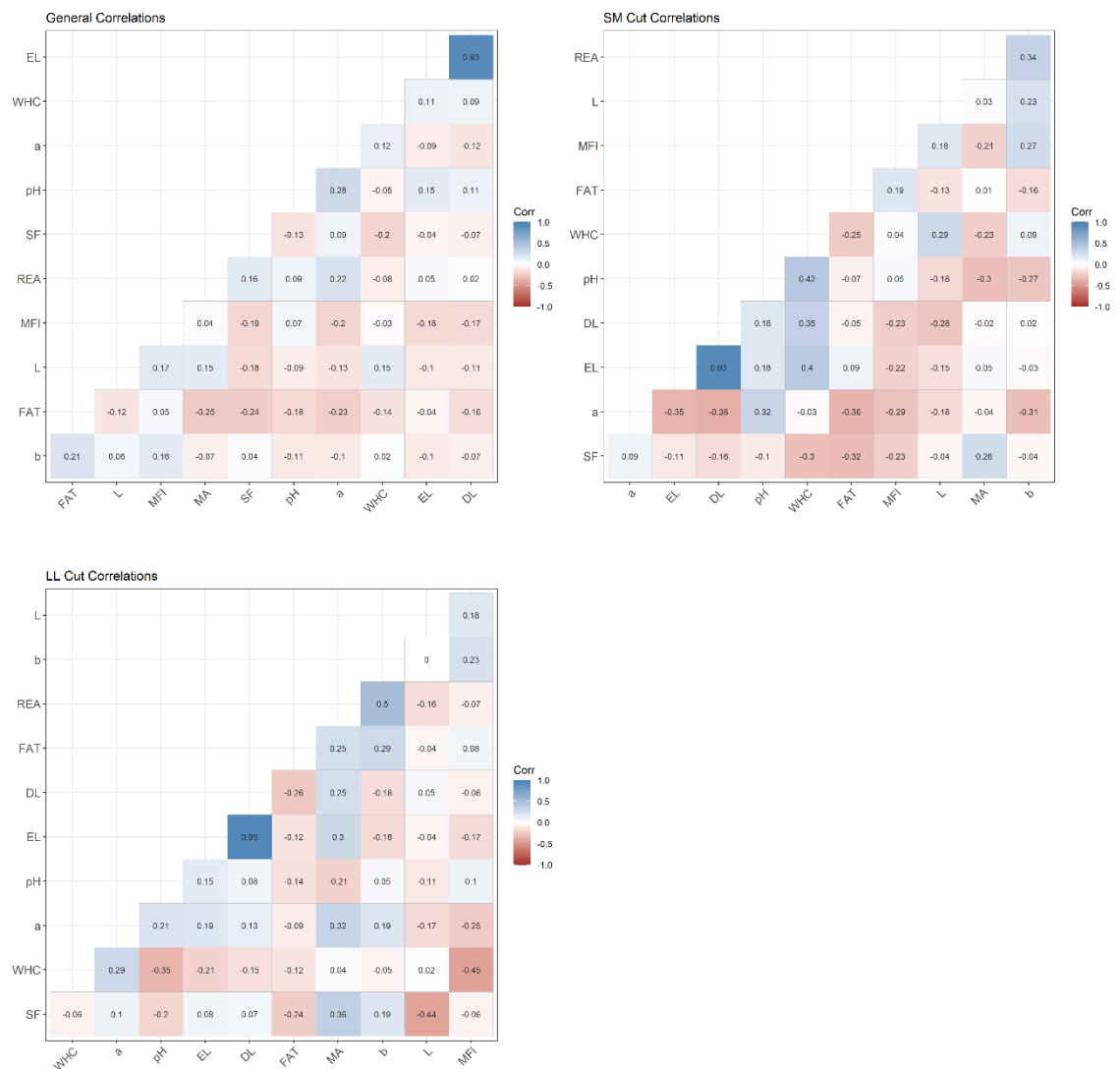


Figura 1. Correlações de Pearson entre cortes (Capitão e T-bone) e métodos de cocção (Forno e banho maria). Área muscular (MA); perdas por gotejamento (DL); perdas por evaporação (EL); pH; luminosidade (L*); a (coloração vermelha); b (coloração amarela); força de cisalhamento (SF); lipídeos totais (FAT); capacidade de retenção de água (WHC); índice de fragmentação miofibrilar (MFI).

Embora de baixa magnitude, a correlação entre MFI e SF foi negativa (ou seja, inversa, $\sim 180^\circ$), tanto para C ($r = -0,23$) quanto para LL ($r = -0,06$), entretanto maior correlação foi observada no corte C, demonstrando maior taxa de proteólise miofibrilar.

Os valores de SF foram negativamente correlacionados com FAT em T ($r = -0,24$) e C ($r = -0,32$), evidenciando que valores superiores de FAT correspondem a valores inferiores de SF. Em ambos os cortes, amostras com valores de SF inferiores a 3,0 kg (carne muito macia) comumente mostraram maior FAT, a maioria acima de 1,45%.

Dentre as variáveis objetivas de qualidade da carne no T, as que devem ser destacadas são a correlação negativa L^* e SF ($r = -0,44$) que aponta que amostras com maior luminosidade são relacionadas a carnes mais macias, e a correlação negativa ($r = -0,45$) entre WHC e MFI determina que valores maiores de capacidade de retenção de água também resultam em carnes mais macias. Em relação ao corte C, foi observada a correlação positiva entre pH e WHC ($r = 0,42$) e correlação negativa entre a^* e FAT ($r = -0,36$).

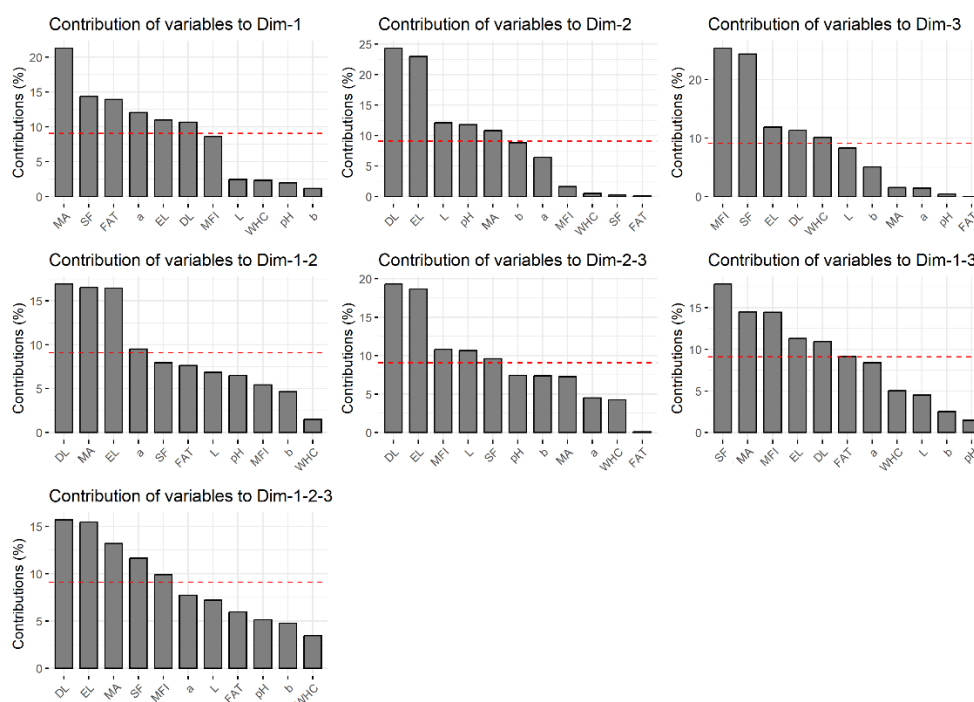


Figura 2. Percentual de contribuição das variáveis nos componentes 1 (PC 1), componente 2 (PC 2), componente 3 (PC 3) e componente 4 (PC 4). Área muscular (MA); perdas por gotejamento (DL); perdas por evaporação (EL); pH; luminosidade (L^*); a (coloração vermelha); b (coloração amarela); força de cisalhamento (SF); lipídeos totais (FAT); capacidade de retenção de água (WHC); índice de fragmentação miofibrilar (MFI).

As variáveis de qualidade da carne ($n = 11$) foram submetidas a análise multivariada por PCA. Dentre as contribuições das variáveis na Figura 2, MA contribuiu com mais de 20% no PC 1, DL e EL contribuíram com mais de 17% cada no PC 2 e MFI e SF contribuíram com

mais de 20% cada no PC 3. Quando se observa PC 1, PC 2 e PC 3 simultaneamente as variáveis com maiores percentuais de contribuição são respectivamente DL (superior a 15%), EL (15%) e MA (superior a 12%).

Como resultado da PCA da projeção dos dados da qualidade da carne (Figura 3), 43,8% da variabilidade total foi explicada pelos dois primeiros componentes principais (PC), sendo 23,8% da variância explicada pelo PC 1 e 20% pelo PC 2.

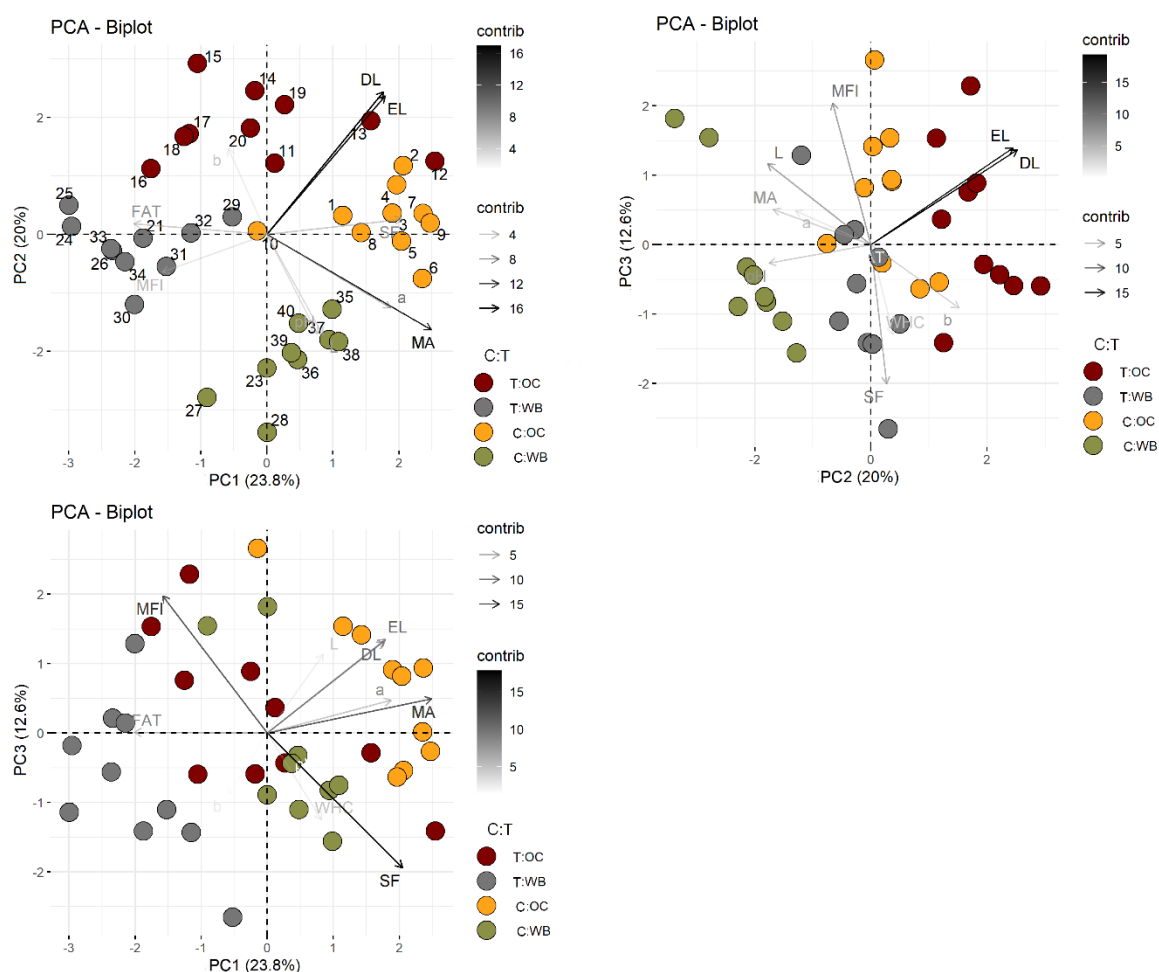


Figura 3. Biplot de correlação entre as variáveis e os componentes principais (PC). Componente principal 1 (PC1), componente principal 2 (PC2) e componente principal 3 (PC3). Área muscular (MA); perdas por gotejamento (DL); perdas por evaporação (EL); pH; luminosidade (L^*); a (coloração vermelha); b (coloração amarela); força de cisalhamento (SF); lipídeos totais (FAT); capacidade de retenção de água (WHC); índice de fragmentação miofibrilar (MFI).

No plano delimitado por PC 1 x PC 2 foram formados quatro grupos distintos, sendo que dois grupos estão no PC 1 e dois grupos no PC2. Os grupos que estão no PC1 são T no tratamento OC e C no tratamento WB, enquanto no PC 2 estão T no tratamento WB e C no tratamento OC.

As variáveis EL e DL se encontram positivamente relacionadas ao PC 2, devido à correlação fenotípica observada entre essas variáveis (Figura 1). As variáveis EL e DL se encontram correlacionadas positivamente ao PC 2, MA é correlacionado negativamente com o eixo. Logo, as amostras com maiores valores de EL e DL, que são carnes com maior perda por cocção, apresentam maiores valores de MA.

O C apresentou maior contribuição da MA, resultado esperado devido a amostra ter tamanho consideravelmente maior se comparado ao T, o que pode ser observado também na Tabela 3. Adicionalmente, foi observado que o C no tratamento OC tende a ser mais duro por ter maiores valores de SF e menores de MFI, o T no tratamento WB tende a ser mais macio por ter menores valores de SF e maiores valores de FAT e MFI.

Os valores de SF foram negativamente relacionados com FAT, evidenciando que com valores superiores de FAT correspondem a valores inferiores de SF. Em ambos os cortes, dentre as amostras com valores de SF inferiores a 3,0 kg (carne muito macia) possuíam maior FAT. O T teve maior contribuição da variável FAT e menores valores de SF.

No plano delimitado por PC 1 x PC 3 foi observado que o T no tratamento OC possui maior contribuição das variáveis DL e EL. No plano delimitado por PC 1 x PC 3 foi observada a relação negativa entre SF e MFI, porém não se pode atribuir essa característica a um grupo específico como não houve separação bem definida.

4. Discussão

4.1. Características de qualidade da carcaça e da carne

O valor médio obtido no presente trabalho para as variáveis de PCQ (21,6 kg) e RCQ (47,56%) estão de acordo com a literatura (Batista et al., 2018; dos Santos et al., 2019; Macías-Cruz et al., 2020; Ponnampalam et al., 2019; Sen et al., 2013), por se tratar de um sistema de animais confinados, categoria sexual e com o peso corporal estabelecido como critério de abate.

Quando avaliado o SF a média considerando ambos os cortes foi 3,56 kg classificada como macia dentro dos parâmetros estabelecidos por Hopkins et al. (2006), valor condizente com o que é esperado para cordeiros Corriedale com em média 40 kg de peso vivo (Perlo et al, 2008). O SF do corte T pode variar de 1,46 e 3,60kg (Holman et al., 2021; Pannier et al., 2014; Perlo et al, 2008; Phelps et al., 2018).

O valor médio de pH obtido foi 5,68 se enquadra aos valores de pH descritos na literatura para a carne de cordeiros, variando entre 5,52 e 5,76 (Holman et al., 2021; Macías-

Cruz et al., 2020; Rota et al., 2006; Sañudo et al., 2000), característica primordial relacionada a qualidade de carne e como não houve alteração não influenciou a cor da carne. A média de perdas por cocção, correspondendo a soma de EL e DL (12,76%), é similar a descrita por Jucá et al. (2016).

As variáveis de cor L^* , a^* , b^* estão em concordância com os valores médios citados na bibliografia para as carnes de cordeiro. As médias de b^* variaram entre 3,06 e 11,68, para carne ovina são citadas médias de 2,9 a 15,88 na literatura. As médias de a^* variaram entre 10,12 e 23,09, são citadas médias de 8,24 a 23,48 na literatura. As médias de L^* variaram entre 34,09 e 41,06, são citadas médias de 35,9 a 53,85 na literatura (Monaco et al., 2014; Ortuño et al., 2021; Ripoll et al., 2008; Rota et al., 2006; Souza et al., 2004).

4.2. Correlações entre os cortes e métodos de cocção

Os resultados obtidos no presente estudo indicam que as diferenças em MFI tornam-se menores à medida que o valor SF aumenta, isso ocorre possivelmente devido à diminuição das fragmentações miofibrilares em carnes duras. Assim, MFI poderia ser um bom indicador de maciez da carne, visto que a maior taxa de proteólise miofibrilar contribui possivelmente para maior taxa amaciamento no músculo *post-mortem* (Baldassini et al., 2022).

A relação inversa entre lipídeos totais e maciez proporciona ao consumidor melhor experiência na maciez da carne, pois de acordo com Thompson (2004), o percentual de lipídeos desempenha um papel importante na qualidade do consumo de carne vermelha, pois considera-se que tem um impacto positivo na suculência e maciez da carne. Além disso, cordeiros com a carne com SF superior a 3,5 kg pode ser considerado como um limite para a discriminação de carne dura e com isso de qualidade inferior (Sañudo et al., 2007).

Relações entre teor de gordura, maciez e cor (luminosidade) foram estudadas por (Fiems et al., 2000), que obtiveram resultados de correlação inversa entre luminosidade e maciez. A correlação negativa entre os valores L^* e maciez no *T-bone* sugere que a cor da carne apresenta maior luminosidade em carnes com maior teor de lipídeos, pois maior quantidade de gordura intramuscular pode aumentar a luminosidade (Fiems et al., 2000), e maciez da carne.

O corte C apresentou associação entre as variáveis pH e WHC. Demonstrou-se que as alterações no WHC estão estreitamente relacionadas com o pH do corte. Acredita-se que o efeito primário do pH seja na estrutura miofibrilar (Bouton et al., 1971) devido às grandes mudanças que ocorrem na capacidade de retenção de água das proteínas miofibrilares (Bouton

et al., 1982). A redução da capacidade de retenção de água ocorre quando o pH muscular diminui após a morte do animal e se aproxima cada vez mais do ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares. Quando isso ocorre, as cargas elétricas das proteínas miofibrilares tendem a se atrair e não mais se ligar com a água (Hedrick, 1994).

O corte T apresentou maior maciez, relacionado inversamente com a WHC. A água é o terceiro grande "componente estrutural" da carne, e que as variações no teor de água da carne cozida contribuem fortemente para as variações de maciez. Assim, a capacidade de retenção de água não é importante apenas pela aceitação visual e sensorial e por razões econômicas, mas também devido ao seu papel na moldagem da estrutura muscular e os consequentes efeitos sobre a qualidade (Hughes et al., 2014). O a^* foi superior nas amostras de C, resultado que foi associado negativamente com o FAT, isso pode ser explicado devido ao teor de gordura mais elevado resultar em valores de ângulo de matriz *Hue* mais elevados (menos cor vermelha) (Berry, 1998).

4.3. *Análise de componentes principais*

As variáveis de perdas por cocção (EL e DL) contribuíram com grande percentual na PCA, estas variáveis estão relacionadas ao método de cocção no forno. Dentre os principais responsáveis pelas perdas de cozimento estão o gotejamento e evaporação (Barbanti and Pasquini, 2005; Jama et al., 2008; Obuz et al., 2004).

A perda por cocção ocorre devido à evaporação da água e à perda por gotejamento de água e gordura. O gotejamento é a perda de líquido dos cortes de carne e a evaporação da água pela contração das proteínas musculares (actina e miosina). A perda por gotejamento é de grande importância devido as suas implicações financeiras, por rendimento do corte após a cocção. A evaporação refere-se à perda de líquido da superfície da carne por meio de sua conversão em forma gasosa (Yu et al., 2005).

O C apresentou maiores valores de SF, o que foi também denotado por Phelps (2018), no tratamento OC. Isso se deve possivelmente ao fato de que a cocção modifica a composição química da carne por perdas por cocção (Chiavaro et al., 2009; Suleman et al., 2022), mas também ao fato de que o C apresentou menores valores de FAT.

O T apresentou maiores valores de FAT e menores valores de SF, isso faz com que a tendência é que seja um corte considerado mais macio em relação ao C. A relação negativa entre SF e FAT é importante, pois de acordo com Thompson (2004), o percentual de lipídeos

desempenha papel importante na qualidade do consumo de carne vermelha, pois considera-se que tem um impacto positivo na maciez da carne.

5. Conclusões

Não houve interações entre os métodos de cocção e corte, porém a coloração e maciez foram influenciadas pelo corte, já as características de perdas por cocção foram influenciadas pelo método de cocção. A projeção dos dados de qualidade da carne no PC1 e PC2 permitiu distinguir claramente o comportamento dos dados em função dos cortes comerciais (T e C) e métodos de cocção (banho-maria e forno). Assim, o C, que apresentou maior área muscular, denotou maior perda por cocção, enquanto o T, que apresentou amostras com maior teor de lipídeos associado a maior maciez. Verificou-se no contexto multivariado que a SF está inversamente correlacionada ao percentual de lipídeos e MFI, de tal forma que o aumento da FAT e do MFI nos cortes cárneos reduziram a SF, associado as carnes mais macias. No método de cocção banho-maria os cortes T e C demonstraram melhores resultados em termos de maciez e rendimento do corte.

REFERÊNCIAS

- Baldassini, W., Gagaoua, M., Santiago, B., Rocha, L., Torrecilhas, J., Torres, R., Curi, R., Neto, O.M., Padilha, P., Santos, F., Lanna, D.P., Chardulo, L.A., 2022. Meat Quality and Muscle Tissue Proteome of Crossbred Bulls Finished under Feedlot Using Wet Distiller Grains By-Product. *Foods* 11. <https://doi.org/10.3390/foods11203233>
- Barbanti, D., Pasquini, M., 2005. Influence of cooking conditions on cooking loss and tenderness of raw and marinated chicken breast meat. *Lwt* 38, 895–901. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.08.017>
- Batista, N.J.M., Pimentel, P.G., Da Costa, J.A.A., Feijó, G.L.D., Moreira, G.R., De Araújo, R.C.P., Reis, F.A., Do Rêgo, J.P.A., Cândido, M.J.D., Mizubuti, I.Y., 2018. Bioeconomic efficiency of lamb finishing production systems. *Semin. Agrar.* 39, 1199–1210. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n3p1199>
- Berry, B.W., 1998. Cooked color in high pH beef patties as related to fat content and cooking from the frozen or thawed state. *J. Food Sci.* 63, 797–800. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1998.tb17903.x>

- Bouton, P.E., Harris, P. V., MacFarlane, J.J., Shorthose, W.R., 1982. Influence of pH on the Warner-Bratzler Shear properties of mutton 6, 27–36.
- Bouton, P.E., Harris, P. V., Shorthose, W.R., 1971. Effect of ultimate ph upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. *J. Food Sci.* 36, 435–439. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1971.tb06382.x>
- Campo, M.M., Muela, E., Olleta, J.L., Moreno, L.A., Santaliesra-Pasías, A.M., Mesana, M.I., Sañudo, C., 2013. Influence of cooking method on the nutrient composition of Spanish light lamb. *J. Food Compos. Anal.* 31, 185–190. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.05.010>
- Chiavaro, E., Rinaldi, M., Vittadini, E., Barbanti, D., 2009. Cooking of pork Longissimus dorsi at different temperature and relative humidity values: Effects on selected physico-chemical properties. *J. Food Eng.* 93, 158–165. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.01.010>
- Christensen, L., Ertbjerg, P., Aaslyng, M.D., Christensen, M., 2011. Effect of prolonged heat treatment from 48°C to 63°C on toughness, cooking loss and color of pork. *Meat Sci.* 88, 280–285. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.12.035>
- Culler, R.D., JR, F.C.P., Smith, G.C., Cross, H.R., 1978. Relationship of Myofibril Fragmentation Index To Certain Chemical, Physical and Sensory Characteristics of Bovine Longissimus Muscle. *J. Food Sci.* 43, 1177–1180. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1978.tb15263.x>
- Dal Bosco, A., Castellini, C., Bernardini, M., 2001. Nutritional quality of rabbit meat as affected by cooking procedure and dietary vitamin E. *J. Food Sci.* 66, 1047–1051. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2001.tb08233.x>
- Domínguez, R., Gómez, M., Fonseca, S., Lorenzo, J.M., 2014. Influence of thermal treatment on formation of volatile compounds, cooking loss and lipid oxidation in foal meat. *Lwt* 58, 439–445. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.04.006>
- dos Santos, F.M., de Araújo, G.G.L., de Souza, L.L., Yamamoto, S.M., Queiroz, M.A.Á., Lanna, D.P.D., de Moraes, S.A., 2019. Impact of water restriction periods on carcass traits and meat quality of feedlot lambs in the Brazilian semi-arid region. *Meat Sci.* 156, 196–204. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.05.033>
- Fiems, L.O., De Campeneere, S., De Smet, S., Van De Voorde, G., Vanacker, J.M., Boucqué, C. V., 2000. Relationship between fat depots in carcasses of beef bulls and effect on meat

- colour and tenderness. *Meat Sci.* 56, 41–47. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00017-6](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00017-6)
- Grau, A., Codony, R., Grimpa, S., Baucells, M.D., Guardiola, F., 2001. Cholesterol oxidation in frozen dark chicken meat: Influence of dietary fat source, and α -tocopherol and ascorbic acid supplementation. *Meat Sci.* 57, 197–208. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00094-2](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00094-2)
- Hedrick, Harold B. **Principles of meat science**. Kendall/Hunt Publishing Company, 1994.
- Herring, J.L., Rogers, R.W., 2003. Evaluation of cooking methods on various beef steaks. *J. Muscle Foods* 14, 163–171. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2003.tb00697.x>
- Holman, B.W.B., Hayes, R.C., Newell, M.T., Refshauge, G., McGrath, S.R., Fowler, S.M., Shanley, A.R., Hopkins, D.L., 2021. The quality and mineral composition of the longissimus lumborum and semimembranosus muscles from lambs fed perennial or annual wheat forage with or without lucerne. *Meat Sci.* 180, 108564. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108564>
- Hopkins, D. L. et al. Relationship between animal age, intramuscular fat, cooking loss, pH, shear force and eating quality of aged meat from sheep. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v. 46, n. 7, p. 879-884, 2006.
- Hughes, J.M., Oiseth, S.K., Purslow, P.P., Warner, R.D., 2014. A structural approach to understanding the interactions between colour, water-holding capacity and tenderness. *Meat Sci.* 98, 520–532. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.05.022>
- Jama, N., Muchenje, V., Chimonyo, M., Strydom, P.E., Dzama, K., Raats, J.G., 2008. Cooking loss components of beef from Nguni, Bonsmara and Angus steers. *African J. Agric. Res.* 3, 416–420.
- Jucá, A. de F., Faveri, J.C., Melo Filho, G.M., Ribeiro Filho, A. de L., Azevedo, H.C., Muniz, E.N., Pedrosa, V.B., Pinto, L.F.B., 2016. Effects of birth type and family on the variation of carcass and meat traits in Santa Ines sheep. *Trop. Anim. Health Prod.* 48, 435–443. <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0971-8>
- Li, C., Wang, D., Dong, H., Xu, W., Gao, F., Zhou, G., Zhang, M., 2013. Effects of different cooking regimes on the microstructure and tenderness of duck breast muscle. *J. Sci. Food Agric.* 93, 1979–1985. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6003>
- Macías-Cruz, U., Saavedra, O.R., Correa-Calderón, A., Mellado, M., Torrentera, N.G., Chay-

- Canul, A., López-Baca, M.A., Avendaño-Reyes, L., 2020. Feedlot growth, carcass characteristics and meat quality of hair breed male lambs exposed to seasonal heat stress (winter vs. summer) in an arid climate. *Meat Sci.* 169, 108202. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108202>
- Malheiros, J.M., Enriquez-Valencia, C.E., Silva, J.A.I. de V., Curi, R.A., de Oliveira, H.N., de Albuquerque, L.G., Chardulo, L.A.L., 2020. Carcass and meat quality of Nellore cattle (*Bos taurus indicus*) belonging to the breeding programs. *Livest. Sci.* 242, 104277. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104277>
- Monaco, C.A., Freire, M.T.A., Melo, L., Rosa, A.F., Carrer, C. da C., Trindade, M.A., 2014. Eating quality of meat from six lamb breed types raised in Brazil. *J. Sci. Food Agric.* 95, 1747–1752. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6894>
- Obuz, E., Dikeman, M.E., Grobbel, J.P., Stephens, J.W., Loughin, T.M., 2004. Beef longissimus lumborum, biceps femoris, and deep pectoralis Warner-Bratzler shear force is affected differently by endpoint temperature, cooking method, and USDA quality grade. *Meat Sci.* 68, 243–248. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.03.003>
- Obuz, E., Dikeman, M.E., Loughin, T.M., 2003. Effects of cooking method, reheating, holding time, and holding temperature on beef longissimus lumborum and biceps femoris tenderness. *Meat Sci.* 65, 841–851. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00289-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00289-9)
- Ortuño, J., Mateo, L., Rodríguez-Estrada, M.T., Bañón, S., 2021. Effects of sous vide vs grilling methods on lamb meat colour and lipid stability during cooking and heated display. *Meat Sci.* 171, 108287. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108287>
- Pannier, L., Gardner, G.E., Pearce, K.L., McDonagh, M., Ball, A.J., Jacob, R.H., Pethick, D.W., 2014. Associations of sire estimated breeding values and objective meat quality measurements with sensory scores in Australian lamb. *Meat Sci.* 96, 1076–1087. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.037>
- Phelps, M.R., Garmyn, A.J., Brooks, J.C., Martin, J.N., Carr, C.C., Campbell, J.A., McKeith, A.G., Miller, M.F., 2018. Consumer Assessment of Lamb Loin and Leg from Australia, New Zealand, and United States. *Meat Muscle Biol.* 2. <https://doi.org/10.22175/mmb2017.10.0051>
- Ponnampalam, E.N., Kerr, M.G., Butler, K.L., Cottrell, J.J., Dunshea, F.R., Jacobs, J.L., 2019. Filling the out of season gaps for lamb and hogget production: Diet and genetic influence

- on carcass yield, carcass composition and retail value of meat. *Meat Sci.* 148, 156–163. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.08.027>
- Ripoll, G., Joy, M., Muñoz, F., Albertí, P., 2008. Meat and fat colour as a tool to trace grass-feeding systems in light lamb production. *Meat Sci.* 80, 239–248. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.11.025>
- Rota, E.D.L., Osório, M.T.M., Osório, J.C.D.S., De Oliveira, M.M., Wiegand, M.M., De Mendonça, G., Esteves, R.M., Gonçalves, M., 2006. Effects of castration and slaughtering age on the subjective and instrumental characteristics of meat from Corriedale lambs . *Influência da castração e da idade abate sobre as Caracter. subjetivas e instrumentais da carne cordeiros Corriedale* 35, 2397–2405.
- Sañudo, C., Alfonso, M., San Julián, R., Thorkelsson, G., Valdimarsdottir, T., Zygoiannis, D., Stamataris, C., Piasentier, E., Mills, C., Berge, P., Dransfield, E., Nute, G.R., Enser, M., Fisher, A. V., 2007. Regional variation in the hedonic evaluation of lamb meat from diverse production systems by consumers in six European countries. *Meat Sci.* 75, 610–621. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.09.009>
- Sañudo, C., Alfonso, M., Sánchez, A., Delfa, R., Teixeira, A., 2000. Carcass and meat quality in light lambs from different fat classes in the EU carcass classification system. *Meat Sci.* 56, 89–94. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00026-7](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00026-7)
- Sañudo, C., Campo, M.M., Sierra, I., María, G.A., Olleta, J.L., Santolaria, P., 1997. Breed effect on carcase and meat quality of suckling lambs. *Meat Sci.* 46, 357–365. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(97\)00030-2](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(97)00030-2)
- Sen, U., Kuran, M., Ensoy, U., 2013. Growth performance, carcass and meat quality of Karayaka female lambs born in different seasons. *Arch. Anim. Breed.* 56, 315–327. <https://doi.org/10.7482/0003-9438-56-031>
- Shackelford, S.D., Wheeler, T.L., Koohmaraie, M., 1999. Evaluation of slice shear force as an objective method of assessing beef longissimus tenderness. *J. Anim. Sci.* <https://doi.org/10.2527/1999.77102693x>
- Sheard, P.R., Nute, G.R., Chappell, A.G., 1998. The effect of cooking on the chemical composition of meat products with special reference to fat loss. *Meat Sci.* 49, 175–191. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(97\)00137-X](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(97)00137-X)
- Silva, F.L.F., de Lima, J.P.S., Melo, L.S., da Silva, Y.S.M., Gouveia, S.T., Lopes, G.S., Matos,

- W.O., 2017. Comparison between boiling and vacuum cooking (sous-vide) in the bioaccessibility of minerals in bovine liver samples. *Food Res. Int.* 100, 566–571. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.054>
- Souza, X.R., Bressan, M.C., Olalquiaga Pérez, J.R., Faria, P.B., Vieira, J.O., Kabeya, D.M., 2004. Efeitos do grupo genético, sexo e peso ao abate sobre as propriedades físico-químicas da carne de cordeiros em crescimento. *Ciência e Tecnol. Aliment.* 24, 543–549. <https://doi.org/10.1590/s0101-20612004000400011>
- Suleman, R., Hui, T., Wang, Z., Alarcon-Rojos, A.D., Liu, H., Zhang, D., 2022. Semi-Quantitative and Qualitative Distinction of Aromatic and Flavour Compounds in Charcoal Grilled, Electric Barbecue Grilled, Infrared Grilled and Superheated-Steam Roasted Lamb Meat Patties Using GC/MS, E-nose and E-tongue. *Separations* 9. <https://doi.org/10.3390/separations9030071>
- Suleman, R., Wang, Z., Aadil, R.M., Hui, T., Hopkins, D.L., Zhang, D., 2020. Effect of cooking on the nutritive quality, sensory properties and safety of lamb meat: Current challenges and future prospects. *Meat Sci.* 167, 108172. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108172>
- Thompson, J.M., 2004. The effects of marbling on flavour and juiciness scores of cooked beef, after adjusting to a constant tenderness. *Aust. J. Exp. Agric.* 44, 645–652.
- Vergara, H., Molina, A., Gallego, L., 1999. Influence of sex and slaughter weight on carcass and meat quality in light and medium weight lambs produced in intensive systems. *Meat Sci.* 52, 221–226. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00171-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00171-5)
- Walsh, H., Martins, S., O’Neill, E.E., Kerry, J.P., Kenny, T., Ward, P., 2010. The effects of different cooking regimes on the cook yield and tenderness of non-injected and injection enhanced forequarter beef muscles. *Meat Sci.* 84, 444–448. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.09.014>
- Yu, L.H., Lee, E.S., Jeong, J.Y., Paik, H.D., Choi, J.H., Kim, C.J., 2005. Effects of thawing temperature on the physicochemical properties of pre-rigor frozen chicken breast and leg muscles. *Meat Sci.* 71, 375–382. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.04.020>

CAPÍTULO 3

Implicações

O Brasil, devido a sua tradição e eficiência na produção animal, tem potencial para produzir carne de cordeiro que atenda o mercado interno e o mercado internacional. O mercado mundial necessita de abastecimento de carne ovina, devido as limitadas exportações de carne ovina da Austrália e da Nova Zelândia, podendo ser uma grande oportunidade para o Brasil de exportação, porém o cenário de desorganização da cadeia do país faz não consiga nem mesmo abastecer o mercado interno.

O melhor manejo do rebanho pode mudar a realidade do país, possibilitando o abate de animais mais jovens e com carne de qualidade superior e padrão de exportação, para que com isso os lucros possam ser investidos na produção nacional, que apesar de ter um grande potencial, necessita de estímulo e estruturação.

O investimento em sistemas de produção eficientes e que tenham como o objetivo entregar produtos cárneos de qualidade podem fazer também com que o consumidor passe a incluir em seu cardápio com maior frequência essa proteína animal subjugada. A produção de carne de cordeiro que atenda aos requisitos do consumidor, como por exemplo frescor, maciez e suculência, incentiva a compra e estimula os produtores de carne ovina a ter melhor planejamento, volume e escala de produção.

A utilização de tecnologias e novas estratégias aplicadas adaptadas às condições locais de produção são essenciais para o desenvolvimento e consolidação do Brasil como produtor de carne de cordeiro. As pesquisas de características de qualidade de carne ovina fornecem dados imprescindíveis para o avanço da ovinocultura de corte no Brasil, visto que esses dados permitem explorar o potencial produtivo dos animais, viabilizando a elaboração de cortes cárneos ajustados as preferencias do consumidor brasileiro e de qualidade superior a oferecida atualmente. Além disso, a divulgação de dados relacionados aos métodos de cocção pode indicar qual a forma mais adequada de preparo que evidencie as propriedades de maciez, suculência e sabor da carne de cordeiro.

Dessa forma, com a descrição dessas alterações ocasionadas pela cocção por meio de análises físico-químicas empregadas nos laboratórios de pesquisa, pode-se definir melhores padrões para as características de qualidade de carne dependendo do método de cocção empregado.