

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

KAMILA HABOWSKI FURLANETTO

**AVALIAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA E DA QUALIDADE DE  
AMOSTRAS DE CARNE BOVINA RESFRIADA EMBALADAS À VÁCUO PELO  
PERÍODO DE 120 DIAS**

DISSERTAÇÃO

LONDRINA  
2020

KAMILA HABOWSKI FURLANETTO

**AVALIAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA E DA QUALIDADE DE  
AMOSTRAS DE CARNE BOVINA RESFRIADA EMBALADAS À VÁCUO PELO  
PERÍODO DE 120 DIAS**

Dissertação de mestrado, apresentado ao Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, campus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof. Dra. Lucia Felicidade Dias.  
Coorientadora: Profa. Dra. Margarida Masami Yamaguchi.

LONDRINA

2020

## TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação está licenciada sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, Califórnia 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

F985a Furlanetto, Kamila Habowski

Avaliação da vida de prateleira e da qualidade de amostras de carne bovina resfriada embaladas à vácuo pelo período de 120 dias / Kamila Habowski Furlanetto. - Londrina : [s.n.], 2020.

55 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lucia Felicidade Dias.

Coorientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Margarida Masami Yamaguchi.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Londrina, 2020. Bibliografia: f. 49-55.

1. Carne de boi - Resfriamento. 2. Acondicionamento e conservação de alimentos. 3. Carne - Qualidade. 4. Testes microbiológicos. 5. Físico-química - Análise. I. Dias, Lucia Felicidade, orient. II. Yamaguchi, Margarida Masami, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. IV. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. V. Título.

CDD: 664

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

### **AVALIAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA E DA QUALIDADE DE AMOSTRAS DE CARNE BOVINA RESFRIADA EMBALADAS À VÁCUO PELO PERÍODO DE 120 DIAS**

por

**KAMILA HABOWSKI FURLANETTO**

Esta dissertação foi apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de mestre em Tecnologia de Alimentos – Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PPGTAL – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Londrina às 14:00 h do dia 23 do mês de Julho de 2020.

O trabalho foi aprovado pela Banca Examinadora, composta por:

---

Dra. Lúcia Felicidade Dias  
UTFPR - Londrina  
Orientadora

---

Dr. Fábio Augusto Garcia Coró  
UTFPR - LONDRINA  
Membro Examinador Titular

---

Dr. Pedro Henrique Freitas Cardines  
UEL - Londrina  
Membro Externo

Visto da coordenação:

---

Dr. Alexandre Rodrigo Coelho  
(Coordenador do PPGTAL)

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Mestrado em Tecnologia de Alimentos”.

Dedico este título aos meus pais... à minha mãe, pelo companheirismo, parceria, pelo olhar à frente (que me inspira tanto), pela curiosidade, coragem, disciplina, força e garra com que leva os dias, e ao meu pai, por lutar durante toda sua vida para proporcionar aos filhos o estudo que sempre desejou para si.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha orientadora Prof. Dra. Lucia Felicidade Dias, pela ajuda, incentivo e cooperação nesta trajetória;

À professora Dra. Margarida Masami Yamaguchi pelas correções e sugestões;

Às professoras Dra. Mayka Reghiany Pedrão e Talita Kato pelo suporte, críticas e sugestões durante e após a qualificação.

Às minhas parceiras e colegas de curso;

Ao curso de mestrado profissional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus de Londrina pela oportunidade de realizar esta pesquisa;

Aos professores do campus, que em meio a tantas dificuldades nestes tempos sombrios para a educação, se dedicam incansavelmente;

Agradeço ao meu companheiro, pela paciência e incentivo;

Esta pesquisa foi desenvolvida para a Kit International, empresa exemplar em seu segmento, a qual tive o orgulho de fazer parte e a qual me auxiliou custeando as despesas para a pesquisa e para a qual os respaldos científicos aqui avaliados estarão disponíveis e poderão ser usados como suporte técnico.

Ao frigorífico pelas amostras cedidas;

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

“Há verdadeiramente duas coisas diferentes: saber e crer que se sabe.  
A ciência consiste em saber; em crer que se sabe reside a ignorância”.

Hipócrates 460 a.C. 370 a.C.

## RESUMO

FURLANETTO, K. H. **Avaliação da vida de prateleira e da qualidade de amostras de carne bovina resfriada embaladas à vácuo pelo período de 120 dias.** 2020. 55 páginas. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2020.

O Brasil é um dos mais importantes produtores de carne bovina do mundo, a produção em 2019 foi de 1,84 milhões de toneladas, o que gerou em receita o valor de US\$ 7,59 bilhões, isso representa cerca de 3% das exportações do país. Há uma demanda crescente para o comércio externo de carnes resfriadas, devido a manutenção das características principalmente de maciez e suculência, porém, hoje, o prazo usual da vida de prateleira desses cortes é em torno de 90 dias. Dessa forma conhecer a dinâmica microbiana e físico química em cortes cárneos embalados a vácuo visando o aumento da vida de prateleira, viabiliza a redução de perdas comerciais por deterioração e pode ser uma ferramenta para embasar tecnicamente empresas interessadas ao comércio de carne bovina resfriada para exportação. Assim, o objetivo desse trabalho foi realizar o estudo da vida de prateleira de cortes resfriados bovinos durante 120 dias, através da avaliação de análises físico químicas e microbiológicas. Os cortes avaliados foram o coxão mole e o acém. Foram encaminhados a laboratório externo (credenciado pelo MAPA) 6 peças com peso médio de 1kg, de cada um dos cortes (12 amostras no total) nos períodos: 3, 45, 70, 90, 110 e 120 dias. As características físico-químicas avaliadas foram acidez titulável, pH e índice de peróxidos; e as microbiológicas: coliformes termotolerantes, *Clostridium* Sulfito-redutor; pesquisa de *Salmonella* spp; Contagem Padrão de Micro-organismos Aeróbios Mesófilos e contagem de *Staphylococcus*. As análises físico-químicas realizadas indicaram que todas as amostras apresentaram resultados dentro dos padrões de acordo com a literatura disponível e dentro dos padrões para pH conforme legislação nacional. Não há especificação descrita em normativas oficiais para os demais parâmetros físico-químicos analisados. As análises microbiológicas apresentaram resultados dentro dos padrões estabelecidos pela legislação quando aplicável e os micro-organismos termotolerantes apresentaram resultados dentro dos padrões pela legislação anterior vigente, pois a atual RDC nº 331 de 23 de dezembro de 2019 não determina valores específicos para este grupo de micro-organismos, bem como para a contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva que também apresentou resultados dentro dos parâmetros da legislação anteriormente vigente. A legislação nacional é deficiente em relação às especificações de tolerâncias aceitáveis ou não aceitáveis para muitos micro-organismos presentes em alimentos.

**Palavras-chave:** Carne bovina resfriada. Análises microbiológicas. Análises físico-químicas. Qualidade. Vida de prateleira. 120 dias.



## ABSTRACT

FURLANETTO, K. H. **Evaluation of shelf life and quality of vacuum-packed chilled beef during 120 days.** 2020. 55 pages. Dissertation (Professional master's degree in food technology) - Federal Technology University - Paraná. Londrina, 2020.

Brazil is one of the most important beef producers in the world, production in 2019 was 1.84 million tons, which generated revenue of US \$ 7.59 billion, this represents about 3% of exports from the country. There is a growing demand for the external trade of chilled meat, due to its freshness and maintenance of the characteristics mainly of tenderness and juiciness, however, today, the usual *shelf life* for these cuts is around 90 days. For beef chilled vacuum-packed this period is considered short, considering slaughter, processing, transport to the buyer country until exposure in the consumer market. In this way, knowing the microbial dynamics and chemical physics in vacuum-packed meat cuts in order to increasing *shelf life*, enables the reduction of commercial losses due to deterioration and can be a way to technically support companies willing to trade chilled beef for export. Thus, the aim of this work was to carry out the study of the *shelf life* of chilled cuts of beef in the period of 120 days, through the evaluation of physical chemical and microbiological analyzes. The evaluated cuts were chuck and topside. Six pieces with an average weight of 1 kg were sent to the external laboratory, these were sent in pairs to the accredited lab by MAPA in the period's: 3, 45, 70, 90, 110 and 120 days. The physicochemical characteristics evaluated were titratable acidity, pH and peroxide index; and microbiological ones: count of thermotolerant coliforms, *Clostridium* Sulphite reducer; *Salmonella* spp. research, Standard Count of Aerobic mesophiles Microorganisms and count of coagulase-positive *Staphylococcus*. The physical-chemical analyzes performed indicated that all samples presented results within the standards according to the available literature and within the pH standards according to national legislation. There is no specification described in official regulations for the others analyzed physical-chemical parameters analyzed. The microbiological analyzes showed results within the standards established by the legislation when applicable and the thermotolerant microorganisms showed results within the standards by the previous legislation in force, since the current RDC No. 331 of December 23, 2019 does not determine specific values for this group of microorganisms, as well as for the counting of positive coagulase *Staphylococcus*, which also showed results within the parameters of the legislation previously in force. National legislation is deficient in terms of acceptable or unacceptable tolerance specifications for many microorganisms in food.

**Keywords:** Chilled beef. Microbiological analysis. Physical-chemical analysis. Quality. Shelf life. 120 days.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma do processo de abate de bovinos.....	20
Figura 2 – Esquema da contração muscular dentro do sarcômero.....	21
Figura 3 – Representação do modelo padrão da conversão do músculo em carne.....	23
Figura 4 – Corte de carne bovina (coxão mole) com formação de exsudado...	26
Figura 5 – Retenção de água pelas miofibrilas no processo de contração muscular.....	28
Figura 6 – Corte de carne bovina embalada a vácuo com Estufamento microbiológico.....	33
Figura 7 – Foto das amostras de acém embaladas à vácuo.....	36
Figura 8 – Foto das amostras de coxão mole embaladas à vácuo.....	36
Figura 9 – Classificação do alimento de acordo com os critérios m e M.....	46

## LISTA DE TABELAS E QUADRO

Quadro 1 – Diferenças entre a contaminação de bactérias patogênicas e deteriorantes.....	31
Tabela 1 – Resultado das análises de Índice de acidez (médias).....	41
Tabela 2 – Resultado (médias) das análises de Índice de peróxido .....	42
Tabela 3 – Resultado das leituras do potencial Hidrogeniônico das amostras (médias).....	43

## LISTA DE ABREVIATURAS

Ác. Lático	Ácido lático
AGL	Ácidos Graxos Livres
ed.	Edição
g	Gramas
kg	Quilograma
mEq	Miliequivalente
mm	Milímetros
ml	Mililitros
MG	Minas Gerais
N	Normal
Part.	Parte
µm	Micrômetro
pH	Potencial Hidrogeniônico
p.a.	puro para análise

## LISTA DE SIGLAS

APHA	American Public Health Association
ATP	Adenosina Trifosfato
DCI	Divisão de Controle do Comércio Internacional
DFD	Dark, firm and dry (escura, firme e seca)
ICMSF	International Commission on Microbiological Specifications for Foods
IP	Índice de Peróxidos
PSE	Pale, Soft, Exsudative (Pálida, Suave, Exsudativa)
UFC	Unidade Formadora de Colônia
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada (ANVISA)
USDA	United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos)

## LISTA DE ACRÔNIMOS

ABIEC	Associação Brasileira das Indústrias exportadoras de carne
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
DIPOA	Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal
IAL	Instituto Adolfo Lutz
ISO	International Organization for Standardization
LANARA	Laboratório Nacional de Referência Animal
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
PIB	Produto Interno Bruto
RIISPOA	Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
SAN	Solução Alcalina Normal
Secex	Secretaria de Comércio exterior
<i>Comex Stat</i>	Portal para acesso gratuito às estatísticas de comércio exterior do Brasil.
SIF	Serviço de Inspeção Federal
PCC2B	Ponto Crítico de Controle 2 Biológico
USA	United States of America (Estados Unidos da América)

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVO.....</b>	<b>15</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
3.1 O MERCADO DA CARNE .....	16
3.2 QUALIDADE DA CARNE.....	17
3.2.1 Processo de abate de bovinos.....	19
3.3 TRANSFORMAÇÃO DO MÚSCULO EM CARNE.....	20
3.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DA CARNE.....	24
3.4.1 A importância do pH.....	27
3.4.2 Índice de Acidez.....	29
3.4.3 Índice de Peróxidos.....	30
3.5 CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DA CARNE.....	31
3.6 ESTOCAGEM E VIDA DE PRATELEIRA.....	33
3.6.1 Embalagem a vácuo.....	35
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>36</b>
4.1 MATERIAL.....	36
4.2 MÉTODOS.....	37
4.2.1 Análises físico-químicas.....	37
4.2.2 Análises microbiológicas.....	39
4.2.3 Análise estatística.....	40
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>40</b>
5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	40
5.1.1 Acidez titulável.....	40
5.1.2 Índice de Peróxidos.....	41
5.1.3 Determinação do pH.....	42
5.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	44
5.2.1 Micro-organismos termotolerantes.....	44
5.2.2 <i>Clostridium</i> Sulfito-redutor.....	44
5.2.3 Pesquisa de <i>Salmonella</i> spp.....	45
5.2.4 Contagem de micro-organismos aeróbios mesófilos estritos e facultativos.....	45
5.2.5 Contagem de <i>Staphylococcus</i> Coagulase Positiva.....	47
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>49</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos mais importantes produtores de carne bovina do mundo, resultado de décadas de investimento em tecnologia que elevou não só a produtividade como também a qualidade do produto brasileiro, favorecendo que se tornasse competitivo e chegasse ao mercado de mais de 150 países (EMBRAPA, 2020).

A exportação de carne bovina representou 3% das exportações brasileiras e um faturamento de 6 bilhões de reais em 2018, representando 6% do Produto Interno Bruto (PIB) ou 30% do PIB do Agronegócio, com um movimento superior a 400 bilhões de reais, que aumentou em quase 45% nos últimos 5 anos (EMBRAPA, 2020).

No ano de 2019 as exportações de carne bovina representaram 2,4% do total das exportações brasileiras (BRASIL, 2019), 1,84 milhões de toneladas (ABIEC, 2020). Desse volume, a participação da carne bovina resfriada foi de 199.17 toneladas, ou 892.59 milhões de dólares, dados da *Comex Stat* 2019, o que representa 12% do total de carne bovina exportada do país (BRASIL, 2020).

A carne bovina é comercializada quase na sua totalidade na forma congelada, porém existe uma demanda crescente para o comércio de carnes resfriadas, devido a seu frescor e manutenção das características principalmente de maciez e suculência não perdidas como no tratamento por congelamento.

A busca crescente dos consumidores por alimentos de qualidade condiz com o aumento de suas expectativas de que esta será mantida em níveis elevados no período entre a aquisição e consumo. Essas expectativas são uma consequência não somente do requerimento básico de que o alimento deve permanecer seguro, mas também da necessidade de minimizar a ocorrência de alterações indesejáveis (de deterioração) na qualidade do produto (AZEREDO et al., 2012).

Para o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) responsável pela fiscalização da produção de carnes para exportação no Brasil, as carnes são as massas musculares e os demais tecidos que as acompanham, incluída ou não a base óssea correspondente, procedentes das diferentes espécies animais, julgadas aptas para o consumo pela inspeção veterinária oficial (BRASIL, 2017).

A vida de prateleira de produtos resfriados pode ser muito ampla e variável de acordo com o tipo do corte a ser adquirido, está relacionada com o percentual de gordura da carne, com a presença de ossos ou não e principalmente com suas características intrínsecas e atividades bioquímicas decorrentes do processo de abate, como retenção de água e pH *post mortem*. A importância do *shelf life* está diretamente ligada à qualidade do produto, bem como à segurança do cliente e do consumidor final.

Conhecer a dinâmica microbiana em cortes cárneos embalados a vácuo viabiliza a redução de perdas comerciais devido à sua deterioração. As perdas produtivas nessa área geram instabilidade comercial, porém não existem dados conclusivos ou compilados e disponíveis acerca das perdas econômicas causadas pela deterioração da carne embalada a vácuo, mas é inquestionável a sua importância para a cadeia produtiva nacional e internacional (MELO et al., 2011).

Dessa forma, aumentar o período de vida de prateleira com segurança a partir do conhecimento da microbiota original e seus processos bioquímicos decorrentes do abate em cortes bovinos resfriados pode significar considerável aumento de receita para empresas exportadoras.

A vida de prateleira de cortes cárneos não é estabelecida pela legislação nacional, sendo portanto definida por cada empresa através de estudos que embasam e garantam a estabilidade microbiológica e a preservação das características físico-químicas e sensoriais e a segurança do produto para o consumo humano.

Por isso, este estudo objetivou analisar a vida de prateleira e a qualidade de amostras de cortes bovinos resfriados embalados à vácuo durante 120 dias, a partir de indicadores técnicos (análises laboratoriais – microbiológicas e físico-químicas) que demonstram a segurança alimentar do produto a ser inserido no mercado, em toda sua extensão de validade.

## 2 OBJETIVO

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a estabilidade de armazenamento e a qualidade de amostras de cortes bovinos resfriados embalados à vácuo no período de 120 dias.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1) Realizar análises físico-químicas:

- Acidez titulável;
- Índice de peróxidos;
- Determinação do pH.

2) Realizar análises microbiológicas para os micro-organismos:

- Coliformes termotolerantes;
- *Clostridium* Sulfito-reduzidor;
- Pesquisa de *Salmonella* spp;
- Contagem Padrão de Micro-organismos Aeróbios Mesófilos estritos e facultativos;
- Contagem de *Staphylococcus* Coagulase positiva.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 O MERCADO DA CARNE

O mercado consumidor de carnes mundial cada vez mais preocupado com o bem-estar animal impulsionou muitos países incluindo o Brasil, a adotar legislações que exigem técnicas de abate humanitárias e padrões de qualidade específicos (MENDONÇA; CAETANO, 2017).

Os países do Oriente Médio têm considerável importância para as exportações brasileiras, representando 10% do total e faturamento de 4,69 bilhões de dólares (jan. – maio, 2019), (BRASIL, 2019).

Em 2015, o Brasil se posicionou como o maior rebanho (209 milhões de cabeças), segundo maior consumidor (38,6 kg/habitante/ano) e segundo maior exportador (1,9 milhões de toneladas) de carne bovina do mundo, tendo abatido mais de 39 milhões de cabeças. Desse volume, 80% é consumido pelos brasileiros, o parque industrial brasileiro para processamento tem capacidade de abate de mais de 200 mil bovinos por dia (EMBRAPA, 2020). O consumo de carne per capita no Brasil em 2018 foi de 42,12kg (ABIEC, 2019).

Em 2017, o Brasil atingiu a cifra de aproximadamente US\$ 6,3 bilhões de dólares, aumentando em mais de 10 vezes o valor de suas exportações (ABIEC, 2019). O volume de exportações de carne bovina no primeiro trimestre de 2018 foi de 393,1 mil toneladas, o equivalente a US\$ 1,6 bilhão em receita para as empresas exportadoras. No mesmo período de 2017, as vendas externas de carne bovina brasileira tinham somado 331,2 mil toneladas e US\$ 1,3 bilhão de dólares (ROCHAS, 2018).

As vendas de carne bovina brasileira para o exterior tiveram um aumento de 19% em volume e 21% em receita no primeiro trimestre de 2018, em relação ao mesmo período de 2017 (ROCHAS, 2018).

Segundo dados da Secretaria de Comércio Exterior (Secex), divulgados pela Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC) em 2019, de janeiro a setembro, os volumes embarcados somaram 1,22 milhões de toneladas, avanço de 9,2% em relação ao mesmo período de 2018, para o faturamento o crescimento foi de 4,6% com receitas de US\$ 4,9 bilhões (ABIEC, 2019).



Em 2019 os números do setor passaram para 214.69 milhões de cabeças (rebanho) e 44.23 milhões de cabeças abatidas, o país se consolidou como o maior exportador de carne bovina do mundo, foram 1,84 milhões de toneladas, o que gerou em receita o valor de US\$ 7,59 bilhões entre janeiro e dezembro (ABIEC, 2020).

De acordo com o *Comex Stat* do Ministério da Indústria, Comércio exterior e serviços, os dados de exportações de carne bovina resfriada no ano de 2019 foi de 199 toneladas de janeiro a dezembro, isso representa em valores o equivalente a 892,59 milhões de dólares. Desse montante foram enviados para os países do Oriente Médio 24,24%, ou seja 48,280 toneladas, resultando em um montante de 211,670 milhões de dólares (BRASIL, 2020).

### 3.2 QUALIDADE DA CARNE

A qualidade da carne se manifesta através de uma complexidade de eventos no músculo animal e suas interações com muitos estímulos ambientais, tanto no animal vivo quanto no período post mortem (MULLEN et al., 2006). Para entendimento das reações que ocorrem no músculo é necessário a compreensão das alterações bioquímicas que ocorrem na carcaça, que terá influência sobre o estabelecimento do prazo de validade através das condições físico-químicas e microbiológicas do produto, juntamente com as condições de processamento e estocagem.

A carne maturada possui características intrínsecas como pH, atividade de água e composição química, que podem favorecer o desenvolvimento dos mais diferentes tipos de micro-organismos. Atributos como cor, odor, textura e sabor são facilmente percebidos pelo consumidor durante sua aquisição, porém a qualidade bacteriológica nem sempre é percebida e a determinação de micro-organismos conhecidos como indicadores podem fornecer informações sobre a sua qualidade (COSTA, 2019).

Os fatores intrínsecos e extrínsecos que influenciam a qualidade da carne são importantes para selecionar o sistema de embalagem e determinar as condições de estocagem adequadas de forma a estender a vida útil, garantindo a segurança e a qualidade do produto (NISHI, 2008). Os fatores intrínsecos que estão ligados diretamente às características do alimento são a atividade de água, a capacidade de retenção de água, acidez, Índice de peróxidos, composição química e carga

microbiológica inicial. Entre os fatores extrínsecos, destacam-se: temperatura, umidade relativa do ar, exposição a radiações luminosas, disponibilidade de oxigênio (AZEREDO et al., 2012), bem como alterações relacionadas à contaminações e injúrias decorrentes do processo de abate.

A maciez é considerada a característica mais importante de qualidade da carne (NOWAK, 2011), no entanto vários estudos mostraram que uma parcela significativa da carne do varejo pode ser considerada dura. Porém, como além de medir a força de cisalhamento, não existe outro método confiável para prever a maciez, a maioria dos programas de autocontrole das grandes empresas produtoras de carnes tenta garantir a qualidade controlando alguns dos fatores que afetam a maciez (KOOHMARAIE; GEESINK, 2006) como por exemplo o controle do pH.

A qualidade da carne, sua composição, valor nutricional, integridade e aceitabilidade pelo consumidor são amplamente determinados pelos eventos e condições encontradas pelo embrião, pelo animal vivo e pela musculatura *post mortem* do animal. O controle dessas características e seu aprimoramento adicional dependem portanto de um entendimento do produto em todas as etapas de sua existência, desde a concepção inicial, crescimento e desenvolvimento do organismo até o momento do abate, processamento, distribuição, preparação, cozimento até o consumo da carne (LEDWARD; ENSER; SWATLAND, 2006).

Durante as últimas décadas, os avanços na genética molecular levaram à identificação de múltiplos genes ou marcadores genéticos associados a genes que afetam características de interesse para a agropecuária, através de uma abordagem genômica funcional para entender as bases moleculares da qualidade da carne, assim pode se obter mais informações sobre a interação complexa dos eventos de expressão gênica envolvidos no desenvolvimento e que refletem a qualidade da carne (MULLEN et al., 2006).

Para a qualidade da carne bovina, o objetivo principal é controlar concomitantemente o desenvolvimento dos músculos e a qualidade dos cortes da carne. A qualidade da carne é um fenótipo (manifestação de um genótipo) complexo que só é detectável após o abate e é altamente variável. A indústria de carne bovina precisa de ferramentas para estimar a qualidade da carne bovina nos bovinos vivos – (em tempo real), nos campos agropecuários e nos frigoríficos, com atenção específica aos atributos sensoriais de maciez, suculência, sabor e cor. A identificação de marcadores genéticos e genômicos relevantes está em andamento, especialmente

em relação à maciez das carnes (CASSAR-MALEK; PICAD, 2016).

### 3.2.1 Processo de abate bovino

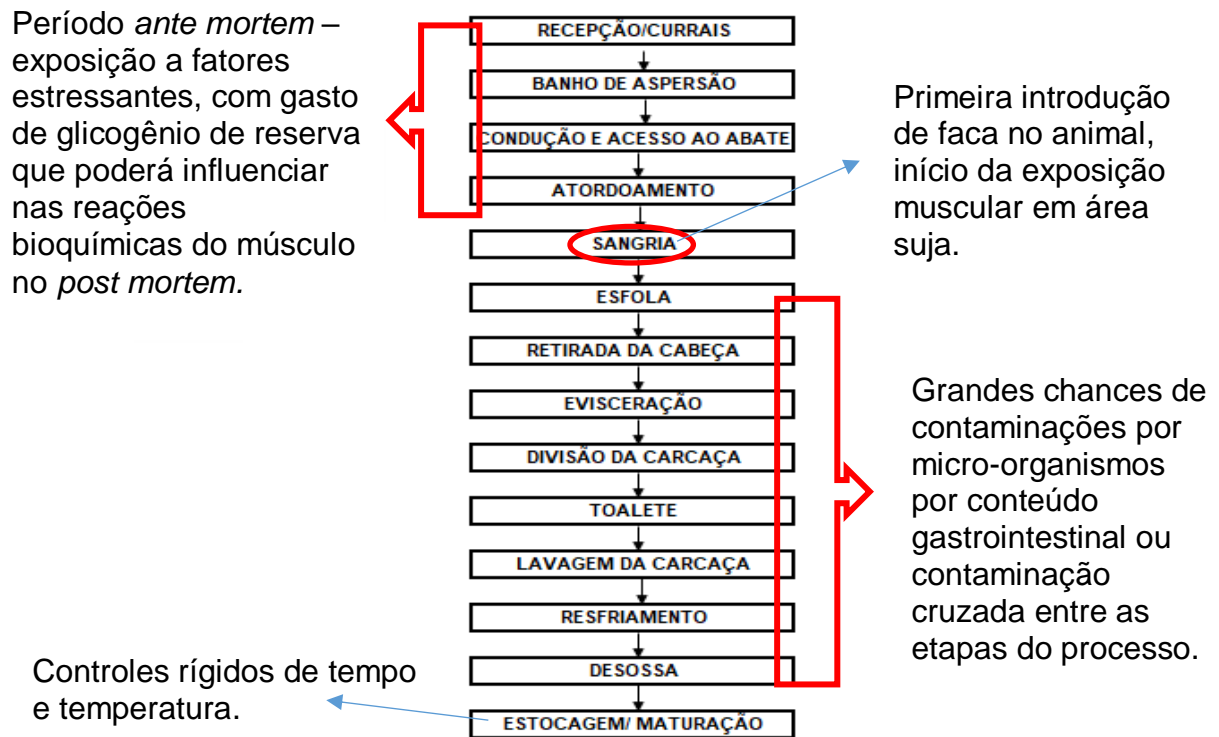
Cada uma das etapas do processamento de abate de bovinos (Figura 1), pode apresentar de alguma forma riscos para alterações fisiológicas que poderão influenciar na qualidade da carne, seja pelo estresse *ante mortem*, pelo processamento, por contaminações microbiológicas ou por fatores externos.

No período *ante mortem* quando os animais estão nos currais, eles estão sujeitos a diversos fatores estressantes, barulhos, ambiente e animais estranhos, dificuldade de locomoção nas baias, agressões, mistura com lotes diferentes e a própria movimentação entre eles. A que se somar a esses fatores o estresse causado durante o transporte da fazenda ao frigorífico e a condução das baias ou currais ao local de atordoamento e início do abate.

Em resposta a estes fatores estressantes o organismo do animal tenta se adaptar ao ambiente para manter a homeostase e assim há liberação de enzimas e hormônios. Quando os animais passam por níveis de estresse elevados anteriormente ao abate e não há reserva de glicogênio suficiente na corrente sanguínea, ocorre a lentidão da glicólise com relativa diminuição da formação de ácido láctico e o pH não abaixa (FILHO, 2006).

As etapas subsequentes são potenciais contaminantes para as carcaças por considerar que os micro-organismos estão amplamente distribuídos no ambiente de matadouros frigoríficos e que a instalação e proliferação destes na musculatura sobretudo as bactérias, inicia-se em seguida à introdução de facas não esterilizadas no sistema vascular. Considera-se que cuidados especiais de ordem higiênico sanitária devem ser atribuídos em todas as etapas de obtenção da carne, visando reduzir falhas tecnológicas para a sua inocuidade, iniciando-se no procedimento sanitário operacional de sangria dos animais (FONTOURA et al., 2010).

Figura 1 – Fluxograma do processo de abate de bovinos



Fonte: do autor, (2020).

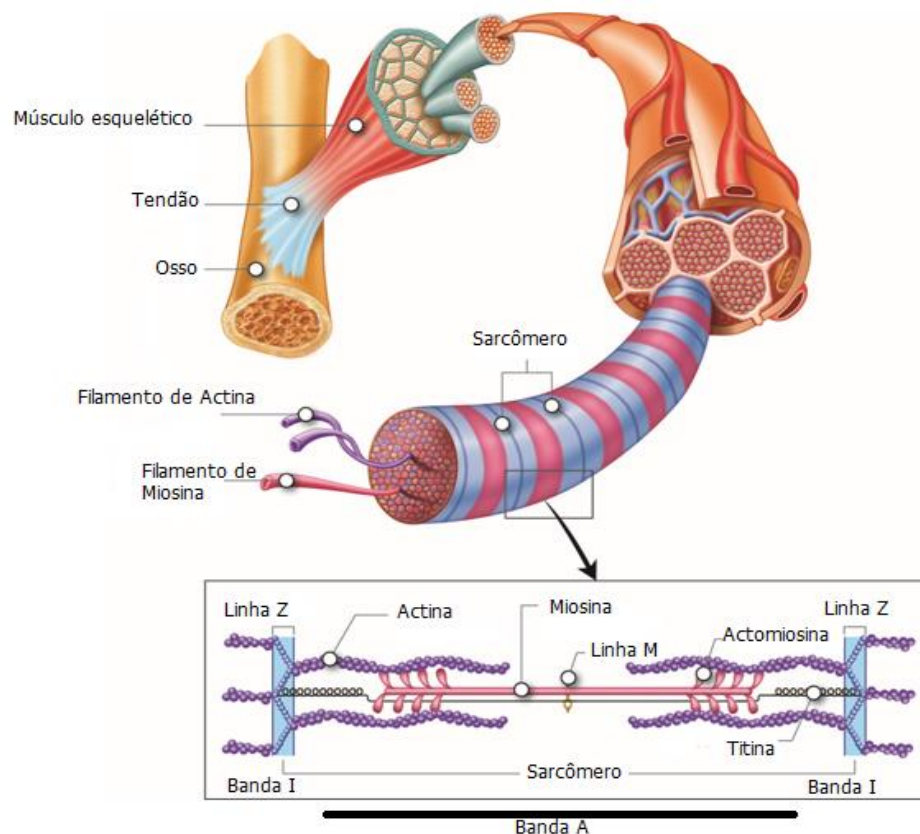
### 3.3 TRANSFORMAÇÃO DO MÚSCULO EM CARNE

A conversão do músculo em carne é um processo complexo no qual todos os mecanismos responsáveis pelo desenvolvimento da qualidade da carne são provavelmente interdependentes (OUALI et al., 2006). A carne é o resultado das diversas transformações químicas sofridas pelo músculo após o abate. E os aspectos do mecanismo de contração e relaxamento no músculo vivo estão diretamente relacionados ao encurtamento das fibras e à perda da maciez que ocorre na carne após o abate do animal (TRINDADE; JUNIOR, 2010).

As fibras musculares são as unidades básicas do tecido muscular esquelético (LAWRIE, 2005), e representam 30 a 40% do peso do animal vivo (TRINDADE; JUNIOR, 2010), são células longas, estreitas, multinucleadas que podem estender-se de uma extremidade para a outra (LAWRIE, 2005) e possuem de 10 a 100  $\mu\text{m}$  de diâmetro (TRINDADE; JUNIOR, 2010). No interior dessas células 75 a 85% são

miofibrilas, elas são cilíndricas e formadas por unidades estruturais repetitivas denominadas sarcômeros, onde estão todas as estruturas elementares necessárias para a contração muscular a nível molecular (LONERGAN; ZHANG; LONERGAN, 2010). O sarcômero (unidade estrutural repetitiva) é definido como o segmento entre duas linhas Z sucessivas, dessa forma o sarcômero inclui uma banda A e duas metades de banda I, conforme indica a Figura 2 (TRINDADE; JUNIOR, 2010).

Figura 2 – Esquema da contração muscular dentro do sarcômero



Fonte: Unit 6: Muscular System (Module 18). Authored by: Open Learning Initiative. Provided by: Carnegie Mellon University. Project: Anatomy & Physiology. License: CC BY-NC-SA: Attribution-NonCommercial-ShareAlike.

A figura 2 apresenta o esquema de contração muscular dentro do sarcômero, onde a desmina (proteína - Linha Z) é responsável pelo realinhamento dos sarcômeros e a titina (outra proteína) mantêm a miosina centralizada no sarcômero ligando os filamentos grossos (em rosa) entre as linhas Z e M (BRIDI, 2011). Os filamentos finos são feitos de actina, enquanto os filamentos grossos de miosina, longitudinalmente, a super proteína titina conecta as linhas Z e M. As outras principais

proteínas miofibrilares são nebulina (componente menor dos filamentos finos), e o complexo troponina e tropomiosina (ZOLLA; LANA, 2016).

A maciez da carne é determinada pela quantidade e solubilidade do tecido conjuntivo, pelo encurtamento dos sarcômeros durante o desenvolvimento e pela proteólise *post mortem* de proteínas miofibrilares e outras proteínas associadas. Dado o efeito da proteólise *post mortem* na ultraestrutura muscular, a titina e a desmina são provavelmente os principais substratos que determinam a maciez da carne. Os três fatores que determinam a maciez da carne são: força de cisalhamento, fase de endurecimento e fase de amaciamento. Enquanto as fases de endurecimento e amaciamento ocorrem durante o período de armazenamento *post mortem*, a força de cisalhamento existe no momento do abate e não muda durante o período de armazenamento (KOOHMARAIE; GEESINK, 2006). Diversas reações bioquímicas acontecem na musculatura após a morte do animal, que vão interferir na maciez da carne (Tender meat – Figura 3), esse processo é dividido em três principais fases: a fase de pré rigor, *rigor mortis* e pós rigor (OUALI et al., 2006), na fase de pré rigor o tecido muscular é macio, flexível e caracterizado pela queda dos níveis de ATP e de creatina fosfato e pela glicólise ativa (TRINDADE; JUNIOR, 2010). A conversão efetiva do músculo em carne ocorre no momento do estabelecimento do *rigor mortis* (ZOLLA; LANA, 2016), com o desaparecimento do ATP, os mecanismos de contração e relaxamento das miofibrilas são interrompidos, e nesse momento é determinada a instalação do *rigor mortis* (ORDOÑEZ, et al., 2005) ou seja, quando o pH do músculo cai e há formação da actomiosina (TRINDADE; JUNIOR, 2010). A fase de amaciamento da carne é o período seguinte; as enzimas proteolíticas começam a agir, mas com uma grande variedade de variabilidades devido a vários fatores (genética, manipulação pré e pós-abate e assim por diante) (ZOLLA; LANA, 2016).

Figura 3 – Representação do Modelo padrão de conversão do músculo em carne

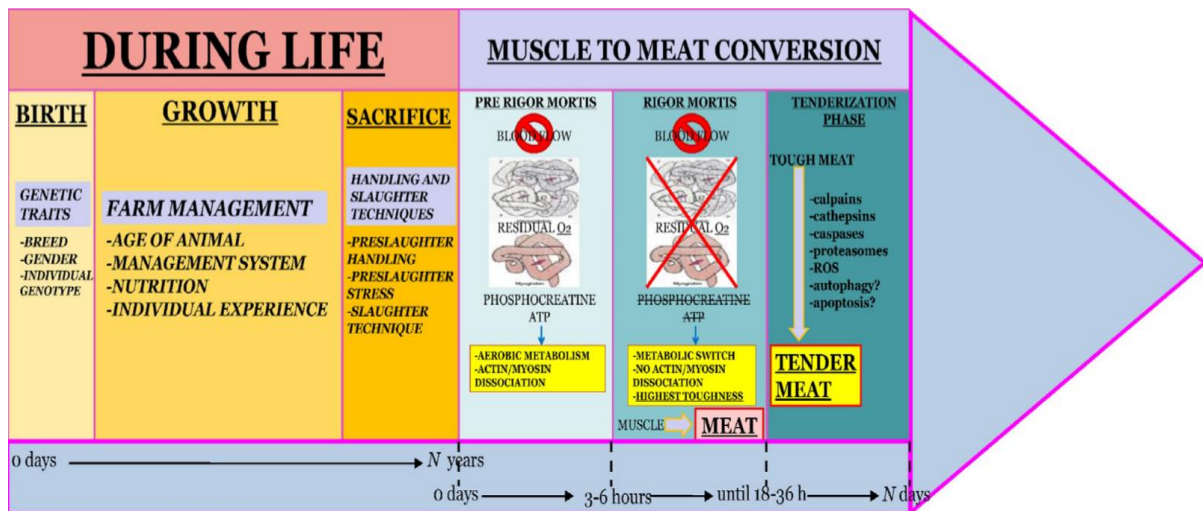


Fig. 3 : O modelo padrão: Aqui está representada uma linha do tempo para o desenvolvimento da maciez da carne. As divisões de tempo são relatadas abaixo da figura. O ponto de partida é o começo da vida do animal (Birth), muitos fatores influenciam o animal durante sua vida e são indicados no período em que eles desempenham seu papel. Após a morte e o abate, o atual músculo começa a conversão da carne. A duração dos diferentes períodos (pré rigor, *rigor mortis* e fase de amaciamento da carne) está sujeita a fortes variações nas quais os fatores listados pesam. A conversão efetiva do músculo em carne ocorre no momento do estabelecimento do *rigor mortis*. A fase de amaciamento da carne é o período seguinte; as enzimas proteolíticas começam a agir, mas com uma grande variedade de variabilidade devido a vários fatores (genética, manipulação pré e pós-abate e assim por diante). O acúmulo de ERO (espécies reativas de oxigênio) podem desencadear autofagia e apoptose, mas seus papéis precisos não são conhecidos e seu estabelecimento é fortemente variável. Os produtos finais da carne desenvolvem certo grau de maciez após N dias, com a duração influenciada por todos os fatores mencionados.

Fonte: Zolla; Lana, (2016).

A glicólise é a sequência das reações que convertem a glicose em ácido pirúvico, leva a formação de ácido láctico, que no estágio inicial da transformação do músculo em carne ocasiona um pH baixo e a desnaturação das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas, as proteínas desnaturadas influenciam nas propriedades funcionais da carne, afetando a capacidade de retenção de água e alterações de maciez e cor (CUADRADO, 2012). Após a parada da circulação sanguínea devido a sangria interrompe-se a distribuição de oxigênio e nutrientes para as células (OUALI et al., 2006).

Os músculos sofrem várias alterações moleculares que causam proteólise das principais proteínas miofibrilares e citoesqueléticas, interrompendo a integridade geral

das células musculares. Embora vários sistemas proteolíticos endógenos sejam capazes de proteólise *post mortem*, um grande corpo de evidências científicas apoia um papel importante para o sistema calpaína. As calpaínas são proteases intracelulares de cisteína dependentes de cálcio encontradas na maioria dos eucariotos. Pelo menos três calpaínas ( $\mu$ , m-calpaína e calpaína 3) e calpastatina, seu inibidor endógeno específico, são encontradas no músculo. Elas são conhecidas por estarem envolvidas na proteólise de proteínas estruturais funcionalmente relevantes, como as proteínas miofibrilares. Essas proteases também estão presentes nas mitocôndrias e desempenham papéis importantes em uma variedade de condições fisiopatológicas, incluindo fenômenos de morte celular apoptótica e necrótica (BHAT et al., 2018).

No processo de conversão de músculo em carne a acidificação natural que ocorre durante as primeiras 24 horas *post mortem* pode ter impacto decisivo na determinação da taxa e extensão da proteólise, esse processo é dependente de concentrações musculares de glicogênio, bem como de atividades enzimáticas para utilização, depende da redução gradativa da perfusão de oxigênio, da queda de temperatura e pH concomitante a crescente concentração intracelular de cálcio para ativação das calpaínas. O processo de anaerobiose que segue após a sangria dos animais promove uma mudança entre metabolismo oxidativo a glicolítico exclusivo que pode ter impacto diferenciado entre as fibras musculares e potencialmente entre as subespécies (RAMOS, 2017).

### 3.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DA CARNE

Cor e sabor são ambos dependentes de mecanismos oxidativos. Oxidação e proteólise são provavelmente dois processos envolvidos no desenvolvimento da maciez da carne (OUALI et al., 2006).

Especificamente, a degradação e a oxidação de proteínas são identificadas como processos que modificam as proteínas, bem como a maciez da carne. O ambiente intracelular é um fator importante que controla esses eventos (LONERGAN; ZHAN; LONERGAN, 2010).



Evidências recentes sugerem que a degradação das principais proteínas do citoesqueleto pelas proteinases da calpaína tem um papel a desempenhar na determinação da capacidade de retenção de água (HUFF-LONERGAN; LONERGAN, 2005). No músculo esquelético, o sistema calpaína consiste em pelo menos três proteases,  $\mu$ -calpaína, m-calpaína, calpaína 3 e um inibidor da  $\mu$ - e m-calpaína, a calpastatina. Quando ativadas pelo cálcio, as calpaínas não apenas degradam substratos, mas também autolisam, levando à perda de atividade. A m-Calpaína não autolisa no músculo *post mortem* e portanto, não está envolvida no amaciamento *post mortem*. Os resultados de vários estudos tem mostrado que a calpaína 3 também não está envolvida na proteólise *post mortem*. No entanto, um grande número de estudos mostrou que a  $\mu$ -calpaína é amplamente, se não apenas, responsável pelo amaciamento da carne *post mortem* (KOOMARAIE; GEESINK, 2006).

A maturação (processo de resfriamento) de carnes é um processo de alterações naturais que ocorre na carne no post mortem durante o armazenamento. O resultado desse processo também pode ser o desenvolvimento do amaciamento da carne e do sabor e aroma característicos (TRINDADE; JUNIOR, 2010). A maturação tradicional conta com as proteases endógenas (KOOHARAIE; GEESINK, 2006). A maturação é um método popular usado pela indústria da carne para melhorar os atributos sensoriais, é um processo de agregação de valor e tem sido amplamente praticado pela indústria global de carnes há anos, apesar do advento de muitas novas tecnologias, a maturação não perdeu seu valor e ainda é amplamente utilizada comercialmente como uma intervenção *post mortem* para o amaciamento da carne, melhora a maciez através da ruptura da estrutura muscular por sistemas proteolíticos intracelulares (BHAT et al., 2018).

O congelamento e o descongelamento de carne fresca pode ter um impacto profundo na quantidade de umidade que é perdida por gotejamento (HUFF-LONERGAN, 2006). Se houver congelamento da carne durante o processo de maturação pode ocorrer o rompimento celular pela formação de cristais de gelo, injúria celular pelo aumento da pressão osmótica e desnaturação dos constituintes coloidais da célula. Estes problemas são comuns quando existe a formação de grandes cristais de gelo, os quais são frequentes quando o processo de congelamento é lento. Como reflexo, a exsudação é intensa (Figura 4) com a conseqüente perda de nutrientes e forte injúria de tecidos (BRASIL, 2000). Esta alteração nas características físico-

químicas pode causar perda de suculência, prejudicar a aparência e favorecer a deterioração microbológica da carne (SARANTÓPOULOS; ANTONIO, 2006).

Também o declínio do pH decorrente do acúmulo de ácido lático produzido durante a glicólise torna as proteínas vulneráveis à desnaturação, e estas podem levar à perda do poder de se ligar com a água, causando assim a exsudação (LAWRIE, 2005), demonstrada na Figura 4.

Figura 4 - Corte de carne bovina (coxão mole) com formação de exsudado



Fonte: do autor, (2018).

O envelhecimento (maturação) *post mortem* da carne pode resultar em melhorias ótimas no sabor, no entanto, não garante uniformidade nesse aspecto, pois é influenciada por vários fatores genéticos e ambientais (BHAT et al., 2018).

Na ausência de oxigênio, a carne possui coloração púrpura, em decorrência da predominância da deoximioglobina. Em carnes embaladas a vácuo, normalmente, a deoximioglobina é o pigmento predominante, devido à existência de valores praticamente nulos de tensões de O<sub>2</sub> (SOARES; SILVA; GÓIS, 2017).

Na coloração característica das carnes, a mioglobina é responsável pela maior parte da cor vermelha, porém ela não circula no sangue, mas sim é fixada nas células do tecido e tem uma cor arroxeada. Quando misturada com oxigênio, torna-se oximioglobina e produz uma cor vermelha brilhante, a cor restante provém da

hemoglobina, que ocorre principalmente no sangue circulante, mas uma pequena quantidade pode ser encontrada nos tecidos após o abate (USDA, 2013).

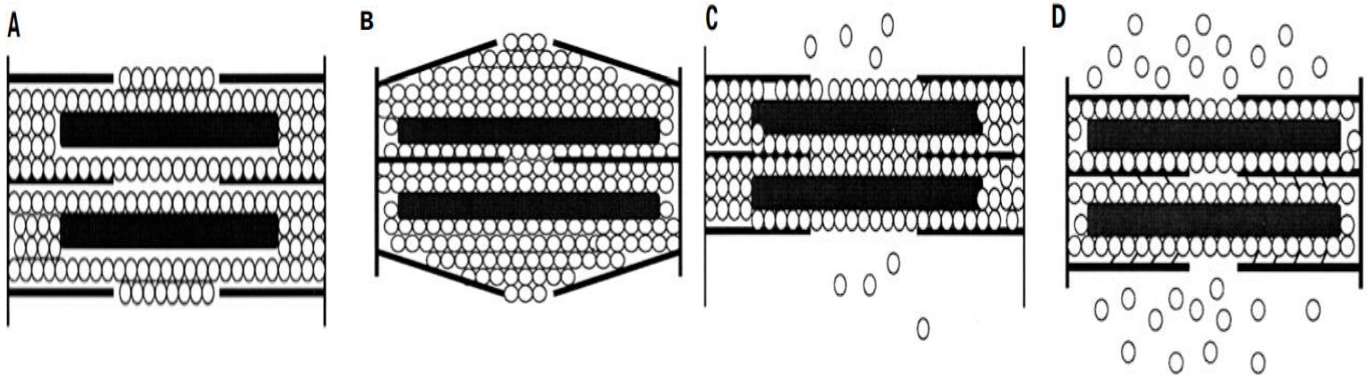
#### 3.4.1 A importância do pH

O pH da carne será determinado pela quantidade de ácido lático produzido a partir do glicogênio durante a glicólise anaeróbica *post mortem* e isso vai variar se o glicogênio for consumido pela fadiga, inanição, pelo medo do animal antes do abate ou não (LAWRIE, 2005), isto pois, o estress causado ao animal anterior ao abate resulta na depleção de glicogênio na musculatura e como o glicogênio é substrato para a produção de lactato no músculo, quanto menos glicogênio antes do abate, menor o lactato após e conseqüentemente maior será o pH do músculo no *post mortem* (HUFF-LONERGAN, 2006).

O acúmulo de lactato nas células musculares *post mortem*, bem como dos íons  $H^+$ , reduzem o pH que terá impacto central na determinação das características sensoriais da carne, principalmente pela sua contribuição na determinação da capacidade de retenção de água (RAMOS, 2017).

Eventos *post mortem* prematuros, incluindo taxa de extensão do declínio do pH, proteólise e oxidação de proteínas, são fundamentais para influenciar a capacidade da carne de reter umidade. Grande parte da água no músculo é aprisionada nas estruturas da célula, incluindo os espaços intra e extramiofibrilares; portanto, as principais mudanças na arquitetura intracelular influenciam a capacidade das células musculares em reter água. À medida que o rigor avança, o espaço para a água a ser retida nas miofibrilas é reduzido e o fluido pode ser forçado para os espaços extramiofibrilares (Figura 5) onde é mais facilmente perdido por gotejamento. O encolhimento lateral das miofibrilas que ocorre durante o rigor pode ser transmitido a toda a célula se as proteínas que ligam as miofibrilas e as miofibrilas à membrana celular (como a desmina) não forem degradadas. A degradação limitada das proteínas citoesqueléticas pode resultar em um encolhimento aumentado da célula muscular geral, que é finalmente traduzida em perda por gotejamento (HUFF-LONERGAN; LONERGAN, 2005).

Figura 5 – Retenção de água pelas miofibrilas no processo de contração muscular.



**Sarcômero não contraído no Pré-rigor**

A Figura A mostra a água que reside nos sarcômeros de repouso, pré-rigor ou no músculo vivo. A água (representada por círculos) existe nos espaços entre os filamentos finos (finas linhas escuras horizontais) e os filamentos grossos (retângulos horizontais grossos entre os filamentos finos).

**Sarcômero contraído no Pré-rigor**

A Figura B demonstra a água que reside nos sarcômeros encurtados ou contraídos no músculo pré-rigor ou vivo. Porque pontes transversais permanentes não se formaram, os sarcômeros podem expandir lateralmente; Portanto, a água pode permanecer nessa estrutura mesmo embora o sarcômero tenha encurtado.

**Sarcômero minimamente contraído no Pós-rigor**

A figura C mostra a redução no espaço disponível para a água na miofibrila que ocorre no músculo pós-rigor. Porque numerosos vínculos permanentes do rigor se formaram entre os filamentos grossos e finos, assim o espaço lateral dentro dos sarcômeros diminuiu e com isso o espaço dentro da miofibrila também diminuiu.

**Sarcômero não contraído no Pós-rigor**

A Figura D demonstra que há menos espaço disponível no músculo no pós-rigor dentro do sarcômero e, portanto, na miofibrila do que no músculo pós-rigor normal. No músculo pré-rigor reduzido (B), o espaço é reduzido lateralmente e longitudinalmente dentro dos sarcômeros.

Fonte: Adaptado de HUFF-LONERGAN, (2006).

O declínio acelerado do pH e pH final baixo estão relacionados ao desenvolvimento de baixa capacidade de retenção de água e alta perda por remoção. Rápido declínio do pH resultante em pH final ou quase final enquanto o músculo ainda está quente causa a desnaturação (perda de funcionalidade) de muitas proteínas, incluindo as que possuem água ligada. O mais grave grau de perda de água por gotejamento é frequentemente encontrado em carnes tipo PSE (pálida, suave e exsudativa), já as carnes chamadas DFD (*Dark-Escura, Firm-firme e Dry-seca*) possuem capacidade de retenção de água muito alta, e muito pouca ou nenhuma perda por gotejamento e pH final muito alto, geralmente causado por longos períodos de estresse que podem ser resultado de manuseio inadequado dos animais pré abate (HUFF-LONERGAN, 2006).

Essas reações causam desnaturação das proteínas musculares e perda da solubilidade ou da quantidade de carga negativa, assim os grupos perdem a capacidade de reter água, pois apenas grupos hidrofílicos carregados possuem tal capacidade, essa capacidade é menor em pH entre 5,2 e 5,3, ponto isoelétrico da

maioria das proteínas miofibrilares. Este é um processo complexo que envolve vários fatores, como o genótipo, os diferentes métodos de atordoamento e o estresse do animal pré-abate (ROQUE-SPECHT et al., 2009).

Quando o pH da carne se apresenta em torno de 6,0 as proteínas miofibrilares ficam muito acima do seu ponto isoelétrico, aumentando assim suas cargas positivas, e dessa forma mais água se liga às proteínas miofibrilares definindo um aumento da capacidade de retenção de água pela carne (PEDRÃO et al., 2014).

O processo de decomposição quase sempre altera a concentração de íons hidrogênio do alimento, por isso sabe-se que o pH exerce um efeito pronunciado no desenvolvimento de micro-organismos (TORRE; RODRIGUES, 2007). A maioria dos micro-organismos associados a alimentos cresce na faixa de pH de 5 a 8 (AZEREDO et al., 2012). Para a legislação nacional o pH 6,4 é o limite superior crítico para o consumo de carnes por indicar elevado nível de deterioração microbiana. Isso pode ocorrer devido à produção de metabólitos básicos pelos micro-organismos deteriorantes (BRASIL, 1981).

Por isso a determinação do pH pode fornecer dados importantes na apreciação do estado de conservação de carnes e produtos cárneos (TORRE; RODRIGUES, 2007), apresentando bons parâmetros na determinação da vida de prateleira.

#### 3.4.2 Índice de acidez

A determinação de acidez pode fornecer dados importantes na avaliação da conservação de carnes em um processo de decomposição seja por: hidrólise, oxidação ou fermentação. Esses três processos degradativos alteram, na maioria das vezes, a concentração de íons hidrogênio e dessa forma o índice de acidez do produto.

Alterações no sabor, odor, cor, estabilidade e manutenção da qualidade podem ser decorrentes de ácidos orgânicos presentes nas carnes, bem como sua presença pode indicar deterioração por bactérias com produção de ácidos (CECCHI, 2003).

A acidez por definição baseia-se na neutralização, corresponde ao número de mililitros de solução normal alcalina necessários para neutralizar os ácidos graxos livres presentes em 100g de gordura ou óleo (ROSADO; PANDINI; DINIZ, 2018), ou seja, o índice de acidez corresponde à quantidade (em mg) de base, geralmente KOH

ou NaOH necessária para neutralizar os ácidos graxos livres presentes em 1 g de gordura. Os ácidos graxos livres (AGL) são produzidos quando triglicerídeos são hidrolisados, então, a presença de AGL indica que a gordura foi exposta a água, ácidos ou enzimas (BELLAYER; ZANOTTO, 2004).

### 3.4.3 Índice de peróxidos

As gorduras de origem animal são constituídas quase exclusivamente (cerca de 98%), por triacilgliceróis, o restante é representado por outros tipos de lipídios e compostos de outras naturezas. Os triacilgliceróis são formados por combinações de ácidos graxos de cadeias carbônicas de diferentes perfis de saturação das ligações. O perfil e características dos ácidos graxos que compõem os triacilgliceróis das gorduras alimentícias são determinantes nas suas propriedades físico-químicas e nutricionais e estabelecem as condições de processamento e armazenamento, além dos critérios para os padrões de identidade e qualidade desses alimentos (ROSADO, PANDINI; DINIZ, 2018). A qualidade intrínseca das gorduras é dada pela sua composição de ácidos graxos (BELLAYER; ZANOTTO, 2004).

A estabilidade oxidativa da carne e produtos à base de carne é ditada principalmente pelas espécies dos animais, bem como pelo seu teor de gordura e mioglobina/hemoglobina. Nesse sentido, a dieta dos animais e o tipo de gordura presente influenciam o sabor e o prazo de validade dos produtos (SHAHIDI, 2016).

O Índice de peróxido (IP) é a maneira comum de detectar rancidez da gordura em carnes (BELLAYER; ZANOTTO, 2004). A rancidez é o nome que se dá às alterações no odor e no sabor dos óleos e gorduras (TORRE; RODRIGUES, 2007). O método de determinação do índice de peróxidos de produtos de origem animal, tem o objetivo de avaliar e indicar o grau de oxidação da gordura animal (BRASIL, 2014).

O índice de peróxidos (IP) é um indicador muito sensível no estágio inicial de oxidação, sua presença indica que deteriorações de cor e odor estão por acontecer. Isso devido à formação de compostos como aldeídos, cetonas, ácidos, álcoois e hidrocarbonetos formados pela degradação das gorduras (ARAÚJO, 2006).

O valor do peróxido é uma medida da quantidade de oxigênio quimicamente ligada a um óleo ou gordura como os peróxidos, particularmente hidroperóxidos. O método é aplicável a todas as gorduras e óleos animais e vegetais, ácidos graxos e

suas misturas com valores de peróxido variando de 0 mEq a 30 mEq (miliequivalentes) de oxigênio ativo por quilograma (ISO 3960:2007).

### 3.5 CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DA CARNE

Há dois tipos de micro-organismos envolvidos no processamento de carnes, os deteriorantes e os patogênicos (Quadro 1). Os do primeiro grupo são inevitáveis podendo ser controláveis já os do segundo são indesejáveis e causadores de doenças (PORTO, 2006).

Quadro 1 - Diferenças entre a contaminação de bactérias patogênicas e deteriorantes no processo de abate

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>PATOGÊNICAS</b>	<b>DETERIORANTES</b>
Ocorrência	Algumas carcaças	Todas as carcaças
População	Muito pequena	10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup> UFC/cm <sup>2</sup>
Proliferação na carne	Difícil	Fácil
Alteração na carne	Não alteram	Deterioram a carne
Doenças	Causam	Não causam

FONTE: Porto, (2006).

A maior parte dos micro-organismos que causam deterioração nas carnes estão presentes no momento do abate, provenientes do próprio animal, do manejo, do solo, da água ou são introduzidos durante o processamento, na evisceração principalmente pela exposição do conteúdo gastrointestinal ou na sala de cortes através da manipulação, pela falta de hábitos higiênicos ou ainda pelo acúmulo de produtos em processo promovendo o aumento da temperatura, o que altera as características microbiológicas através do binômio tempo e temperatura de exposição, item conhecido como PCC 2B em abatedouros frigoríficos (PCC 2B – Ponto Crítico de Controle 2 Biológico).

As bactérias associadas à deterioração da carne produzem odores e sabores desagradáveis, descoloração de tecidos, gases e limo superficial (VORST et al.,

2018). Por estarem intimamente associadas a questões de segurança alimentar, as alterações microbiológicas são consideradas as mais importantes e as que recebem maior atenção, quando se trata de métodos de conservação de alimentos e principalmente metodologias para estudo da vida de prateleira (AZEREDO et al., 2012).

As causas de deterioração em carnes não acontecem exclusivamente naquelas que possuem carga elevada de micro-organismos, há também a produção de metabólitos, que são produzidos usando a carne como ingrediente e substrato. Estes metabólitos podem ser produzidos durante o processo produtivo em condições favoráveis, como aumento da temperatura no local ou mesmo podem ter sido carregados pelo próprio animal durante todo o processo de abate.

Podem ocorrer casos de estufamento da embalagem, deterioração caracterizada pela distensão completa do seu envoltório, causando aspecto repugnante em cortes cárneos refrigerados embalados a vácuo. Essa deterioração tem sido relacionada à presença de bactérias lácticas e enterobactérias, que são micro-organismos indicadores de contaminação por falhas de boas práticas de fabricação, pois estão presentes nos intestinos de animais e homens (MELO et al., 2011).

As enterobactérias são utilizadas como indicadores das condições de higiene dos processos de fabricação, porque são facilmente inativadas pelos sanitizantes e capazes de colonizar vários nichos das plantas de processamento, quando a sanitização é falha (BIER et al. 2017). A principal forma de controle desta deterioração é a prevenção da contaminação da carne por material fecal (FELIPE, 2008). A alteração nos alimentos, além da produção de gases, é caracterizada por acidez, com aroma butírico (semelhante ao de queijo ou vômito). As fontes de contaminação são o solo, os equipamentos, as matérias primas (PINTO, 2015) e pessoas.

Cortes cárneos resfriados para exportação muitas vezes são destinados à países do Oriente médio, onde a temperatura no verão pode chegar a 45° - 50°C, dessa forma, se não houver controle rígido de temperatura e houver endosporos de bactérias na carne, pode haver estufamento, com produção de gases, conforme evidenciado na Figura 6.



Figura 6 - Corte de carne bovina embalada a vácuo com Estufamento microbiológico



Fonte: do autor, (2018).

Este estufamento da embalagem é conhecido como deterioração “*blown pack*” e é caracterizado por abundante produção de gás, induzindo a completa distensão da embalagem durante o processo de estocagem sob refrigeração. Quando a embalagem é aberta, há um odor desagradável, levemente fecal. O gás presente na embalagem é composto por dióxido de carbono e hidrogênio e por vários compostos do tipo butírico do metabolismo fermentativo (FELIPE, 2008).

### 3.6 ESTOCAGEM E VIDA DE PRATELEIRA

O prazo de validade é definido como o tempo em que um produto alimentício retém suas características sensoriais, químicas e físicas desejadas enquanto também permanece seguro para consumo (VORST et al., 2018). A vida de prateleira pode ser caracterizada quando o produto cumpre a declaração nutricional contida no rótulo e retém as suas características microbiológicas pelo período de estocagem em determinadas condições (GIMÉNEZ; ARES; ARES, 2012).

Este período tem início a partir da fabricação do produto e depende de diversos fatores, como as características próprias da matéria prima e os ingredientes utilizados, seu processo de produção, as condições de higiene das instalações e utensílios, a forma de estocagem e armazenamento do produto, a embalagem utilizada, a mão de obra e os maquinários envolvidos no processo.

Durante a estocagem as alterações físicas encontradas e mais relevantes estão associadas à absorção ou à perda de umidade, que resultam em alterações de textura. Além disso, a absorção de umidade contribui com o aumento da atividade de água do alimento, favorecendo a ocorrência de outras alterações, principalmente microbiológicas, comprometendo assim indiretamente a segurança do consumidor. Outras alterações físicas são a desestabilização de emulsões e as alterações durante o congelamento, que podem alterar as propriedades sensoriais do produto, comprometendo sua aceitabilidade. Todos os alimentos sofrem graus variados de deterioração durante a estocagem, por isso a perda de qualidade é determinada por fatores como a composição e características do produto, condições de processamento; características e efetividade do sistema de embalagem e condições ambientais às quais o produto é exposto durante a estocagem (AZEREDO et al., 2012).

As condições de processamento referem-se às boas práticas de fabricação, bem como procedimentos sanitários aplicados, treinamento de colaboradores, condições estruturais das fábricas, potabilidade de água, resultados de análises laboratoriais e demais sistemas e práticas adotados pelas empresas dentro do processo produtivo na intenção de mitigar falhas na cadeia produtiva que possam comprometer a qualidade e inocuidade do produto durante a estocagem e vida de prateleira.

A efetividade do sistema de embalagem depende do material, espessura, gramatura e especificações de permeabilidade ao oxigênio da embalagem escolhida. A eficiência do sistema de embalagem em estender a vida útil, está diretamente associada às condições de estocagem, através do uso de baixas temperaturas (sem flutuações), redução de exposição à luz; e à baixa contaminação inicial, exigindo boas práticas e condições higiênicas dos ambientes de abate, desossa e embalagem (NISHI, 2008).

A temperatura de estocagem afeta a velocidade das deteriorações microbiológicas e de coloração, para as carnes resfriadas *in natura* recomenda-se

manter a temperatura de estocagem em uma faixa de -1 a 2°C (SARANTÓPOULOS; ANTONIO, 2006).

As alterações físicas de alimentos constituem a classe menos importante de mudanças que ocorrem durante a estocagem, no que se refere à segurança alimentar. Contudo, estão intimamente relacionadas a alterações sensoriais, como a maciez com consequente alteração de textura, cor e odor que frequentemente comprometem a aceitação dos produtos (AZEREDO et al., 2012).

### 3.6.1 Embalagem a vácuo

O sistema de embalagem a vácuo é largamente utilizado para distribuição de cortes cárneos. Caracteriza-se pela utilização de filmes flexíveis de boa barreira, tanto ao vapor de água como aos gases, com remoção quase que completa do ar do espaço livre através de uma bomba de fechamento hermético, a modificação do ambiente interno de produtos embalados a vácuo permite alterar a velocidade de crescimento e a composição da microbiota, favorecendo os micro-organismos de menor potencial de deterioração (NISHI, 2008).

Quando a carne é embalada a vácuo altera-se a atmosfera na superfície do produto, onde a pequena quantidade remanescente de oxigênio é consumida pela atividade metabólica da carne e das bactérias criando um sistema anaeróbio, micro aeróbio dentro da embalagem, o qual auxiliado pelo efeito inibitório do CO<sub>2</sub> liberado na respiração dos micro-organismos, retarda o crescimento de bactérias deterioradoras, permitindo a predominância de bactérias ácido lácticas que possuem menor potencial de deterioração à baixas temperaturas (SARANTÓPOULOS; ANTONIO, 2006). Este fato favorece o aumento da vida de prateleira da carne em comparação com a carne fresca sem embalagem à vácuo.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAL

As amostras foram cedidas por um frigorífico de bovinos, inspecionado sob SIF, localizado na cidade de Betim – MG. Foram coletadas de animais machos, do mesmo lote, embaladas à vácuo, 72h *post mortem*. Seis amostras de cada um dos cortes com peso médio de 1kg (acém e coxão mole, figuras 7 e 8) foram acondicionadas em câmara de resfriamento com temperatura controlada a 0°C e variação entre  $\pm 2^\circ\text{C}$  pelo período de 120 dias, os cortes foram encaminhadas aos pares ao laboratório nos períodos: 3, 45, 70, 100, 110 e 120 dias

Figura 7 - Foto das amostras de Acém embaladas à vácuo



Figura 8 – Foto das amostras de coxão mole embaladas à vácuo



Fonte: do autor, (2018).

Os cortes foram escolhidos devido ao tamanho das peças, pois são duas grandes peças dos cortes do bovino, sendo o acém proveniente do quarto dianteiro e o coxão mole do quarto traseiro. Houve essa intenção de escolher um corte representando cada um dos dois principais cortes da desossa bovina, quarto dianteiro e quarto traseiro. Além disso, pelo fato de serem grandes cortes as chances das embalagens a vácuo se romperem durante o processo, ou durante o armazenamento ou em qualquer outra etapa da cadeia até chegar ao cliente final, é muito maior, interferindo assim na vida útil desses produtos.

## 4.2 MÉTODOS

As 12 amostras foram encaminhadas para laboratório externo, em recipientes isotérmicos, lacradas e embaladas em sacos plásticos acompanhados de gelo seco. Foram encaminhadas para laboratório credenciado pelo MAPA, localizado na cidade de Machado – Minas Gerais, onde realizou-se análises físico-químicas e microbiológicas, conforme descrito a seguir.

Neste experimento as análises de acidez titulável e índice de peróxidos foram registradas a partir do 45º dia, pois este parâmetro não é item de monitoramento na rotina do controle de qualidade local, de onde as amostras foram coletadas. Portanto as análises de acidez e índice de peróxidos foram mensuradas a partir do 45º dia até o 120º dia.

### 4.2.1 Análises físico-químicas

#### 4.2.1.1. Acidez titulável, Índice de Peróxidos e Determinação do pH

As análises foram realizadas em duplicata seguindo a metodologia da Instrução Normativa nº 20, de 21/07/1999 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, conforme descrito a seguir (BRASIL, 1999).

### Acidez

Titulou-se a amostra previamente preparada com solução de hidróxido de sódio 0,1 N usando solução alcoólica de fenolftaleína a 1% como indicador. Ponto de viragem: aparecimento de leve coloração rósea persistente por 30 segundos.

Em béquer de 150 ml, pesou-se 10g de amostra, o qual foi transferido para um processador com auxílio de 200 ml de água. Triturou-se por 1 minuto, transferido todo o conteúdo para o balão volumétrico de 250 ml e completou-se o volume com água. Foi filtrado e transferido 25 ml do filtrado para Erlenmeyer de 125 ml. Adicionado 75 ml de água e 3 gotas de solução alcoólica de fenolftaleína a 1%. Foi realizado uma prova em branco com 100 ml de água. Resultado em % de Solução Alcalina Normal (SAN %).

### Índice de peróxidos

Cortou-se a amostra em pedaços 30 a 100 g, segundo seu frescor e conteúdo de gordura. Triturou-se em processador com 250 ml de clorofórmio por 2 a 3 minutos. Foi filtrado imediatamente todo o conteúdo do processador em papel de filtro pregueado. Refiltrado em papel de filtro contendo uma pequena quantidade de sulfato de sódio anidro, utilizando-se 100 ml de clorofórmio para lavar o recipiente. Foi transferido volumetricamente 25 ml de filtrado obtido por Erlenmeyer de 250 ml, adicionado 37 ml de ácido acético p.a. (puro para análise) e 1 ml de solução saturada de iodeto de potássio. Esperou-se 1 minuto agitando ocasionalmente em ausência de luz. Foi adicionado 30 ml de água e titulado com solução de tiosulfato de sódio 0,01 N usando solução de amido a 1 % como indicador.

Pipetou-se volumetricamente 25 ml do extrato clorofórmico para uma cápsula previamente seca e tarada. Evaporado o solvente em banho-maria a 60 °C, foi seco em estufa a 105° C por 30 minutos, esfriado em dessecador e pesado. Usou-se a massa da gordura obtida para cálculos. Resultado em mEq/kg (miliequivalente por quilograma).

## pH

Pesou-se cerca de 50g de amostra que foi homogeneizada com 20ml de água recentemente fervida e posteriormente resfriada. Ajustou-se o pHmetro com as soluções tampão pH 4 e 7, então foi mensurado o pH da amostra preparada.

### 4.2.2 Análises microbiológicas

O procedimento de preparação das amostras para as análises microbiológicas realizadas pela mesma empresa terceirizada, utiliza a metodologia ISO 7218/2007, onde em seu item 10.3.2.1.1 descreve: a inoculação é realizada em placas de petri com 90mm de diâmetro por diluição, com menos duas diluições sucessivas realizadas.

#### 4.2.2.1 Contagem de coliformes termotolerantes

A metodologia utilizada foi a do APHA (American Public Health Association) - Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods - KORNACKI, J.L.; JOHNSON, J. L. - 5ª ed., 2015.

#### 4.2.2.2 *Clostridium* Sulfito redutor

Metodologia realizada de acordo com a norma internacional ISO (International Organization for Standardization) 15213 – Microbiology of food and animal feeding stuffs, 1ª ed., 2003. – Horizontal method for the enumeration of sulfite-reducing bacteria growing under anaerobic conditions.

#### 4.2.2.3 Pesquisa de *Salmonella* spp.

Metodologia realizada de acordo com a norma internacional ISO 6579-1- Microbiology of the food chain – Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of *Salmonella* – Part 1: Detection of *Salmonella* spp.

#### 4.2.2.4 Contagem padrão de micro-organismos aeróbios mesófilos estritos e facultativos

Metodologia realizada de acordo com a norma internacional ISO 4833-1- Microbiology of the food chain – Horizontal method for the enumeration of microorganisms – Part 1: Colony count at 30 degrees C by the pour plate technique.

#### 4.2.2.5 Contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva

Realizada de acordo com a metodologia ISO 6888-1 – Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive *Staphylococcus* (*Staphylococcus aureus* and other species). Part 1: Technique using Baird Parker agar medium.

#### 4.2.3 Análise Estatística

Para análise dos resultados foi utilizado o programa *Bio Estat* 5.3. O teste t para amostras pareadas a nível de 5% de significância foi utilizado na comparação das médias para as análises físico-químicas.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

#### 5.1.1 Acidez titulável

Neste experimento pode-se notar que houve uma diminuição da acidez titulável no corte acém entre o 45° para os 70° e 90° dias passando de 1,91g de solução alcalina normal/100g para 0,67 e 0,46 respectivamente. No 110° dia de vida de prateleira do corte acém a acidez titulável aumentou para 0,76 e depois diminuiu para 0,57 no 120° dia, conforme apresentado na tabela 1.



Tabela 1 – Resultado das análises de Acidez titulável (médias) em SAN%  
(Solução alcalina Normal)

Período	Acém	Coxão mole
1º dia	*	*
45º dia	1,91± 0,07	1,79± 0,06
70º dia	0,67± 0,06	1,05± 0,06
90º dia	0,46± 0,06	0,57± 0,06
110º dia	0,76±0,06	0,93± 0,06
120º dia	0,57± 0,06	0,57± 0,06

\*Análise não realizada

Para o corte coxão mole a variação da acidez titulável deu-se de 1,79g/100ml de NaOH no 45º dia diminuindo para 1,05 e 0,57 no 70º e 90º dias respectivamente e da mesma forma que para o acém houve um aumento no 110º dia, mas neste caso aumentou para 0,93g/100ml e no 120º dia o valor encontrado foi de 0,57, conforme apresentado na tabela 1. Há que se considerar possível falha operacional na medição do 110º dia de análise.

O parâmetro análise de acidez não é comumente utilizado na academia científica, dessa forma é escasso o número de artigos científicos disponíveis para comparação de dados, porém, esse padrão é muito utilizado pelas indústrias de alimentos na análise da vida de prateleira dos seus produtos e serve como parâmetro de aceitabilidade para muitos clientes.

Através da análise estatística aplicada, teste t: para amostras pareadas, não houve diferença significativa entre as amostras a nível de significância de 5% ( $p=0,18$ ).

### 5.1.2 Índice de peróxidos

O índice de peróxidos para o corte acém teve queda do 45º dia em relação ao 70º e 90º dia, no 110º dia houve um aumento, registrando 1,03 mEq/kg de gordura, e depois houve nova queda para 0,68 no 120º dia, conforme tabela 2. Para o corte coxão mole houve um aumento de 0,34 para 0,68 do 45º dia para o 70º e assim se manteve até o 120º dia.

Tabela 2 – Resultado (médias) das análises de Índice de peróxido, resultados em mEq/kg (miliequivalente por quilograma)

Período	Acém	Coxão mole
1º dia	*	*
45º dia	1,02± 0,03	0,34± 0,03
70º dia	0,68± 0,03	0,68± 0,03
90º dia	0,68± 0,03	0,68± 0,03
110º dia	1,03± 0,03	0,68± 0,03
120º dia	0,68± 0,03	0,68± 0,03

\*Análise não realizada

Para Bellaver; Zanoto (2004), alterações no índice de peróxidos em carne só terão suas características alteradas próximo a 20 mEq/kg, e apenas a partir deste ponto é possível detectar odor e sabor de ranço (rancidez). Pela análise notou-se que a oscilação nos valores de índice de peróxido se mostraram dentro dos padrões da literatura, uma vez que as variações extremas para os dois cortes foram registradas entre 0,34 e 0,68 mEq/kg no corte coxão mole e 0,68 e 1,03 mEq/kg no corte acém. Não há padrões específicos definidos pela legislação nacional em vigor para este parâmetro, que é comumente utilizado pelas indústrias de alimentos, especialmente em frigoríficos, na avaliação da vida de prateleira, para definir o parâmetro rancidez aceitável.

Na análise estatística aplicada, teste t: para amostras pareadas, não houve diferença significativa entre as amostras a nível de significância de 5% ( $p=0,08$ ).

### 5.1.3 Determinação do pH

Neste parâmetro notou-se valores de pH extremos de 5,56 no 110º dia e 5,9 no primeiro dia para corte acém e valores de pH de 5,3 a partir do 90º até o 120º dia e 5,9 no primeiro dia para o corte coxão mole, conforme apresentado na tabela 3.

Tabela 3 – Resultado das leituras do potencial Hidrogeniônico das amostras (médias)

Período	Acém	Coxão mole
1º dia	5,9± 0,03	5,9± 0,03
45º dia	5,78± 0,03	5,47± 0,03
70º dia	5,58± 0,03	5,45± 0,03
90º dia	5,65± 0,03	5,38± 0,03
110º dia	5,56± 0,03	5,34± 0,03
120º dia	5,6± 0,03	5,3± 0,03

Na análise estatística aplicada, teste t: para amostras pareadas, não houve diferença significativa entre as amostras a nível de significância de 5% ( $p=0,5$ ).

Para Trindade; Junior (2010), medidas de pH de 5,3 a 5,5 são obtidas em músculos de animais descansados e alimentados antes do abate, devido ao nível máximo de glicogênio alcançado, esses valores foram encontrados nas amostras do presente estudo, conforme demonstrado na tabela 3. Para Filho (2006) o pH da carne deverá ser abaixo de 5,8, o que significa uma carne mais macia.

Para Delgado, Soria (2006) o padrão de queda da curva de pH é dependente de fatores como a taxa de glicólise, temperatura de resfriamento, níveis iniciais de glicogênio e tipo de estresse pós abate, além de aspectos genéticos dos animais.

Kuffi et al., (2018), em uma pesquisa sobre a evolução *post mortem* do pH em bovinos, concluiu que realizar a desossa em carcaças com 1h *post mortem* (anterior ao resfriamento) diminuiu a velocidade do metabolismo resultando em uma menor taxa de declínio do pH e este fato segundo o estudo determinaria aspectos da qualidade final da carne, como a maciez. Há também alguns estudos com calpaína de carne bovina indicando relação entre o declínio do pH e o declínio da atividade da calpaína em condições *in vitro post mortem* (VEERAMUTHU; SAMS, 1999).

A Circular nº 192/98/DCI/DIPOA (BRASIL, 1998), referente à exportação de carne bovina para a união europeia, uma das mais exigentes em vigor, estabelece o valor de pH máximo de 5,9, e não apresenta padrão para limite mínimo de medida de pH. Para a legislação nacional, de acordo com o Laboratório Nacional de Referência Animal – LANARA considera-se que valores de pH acima de 6,4 apresentam estágio inicial de decomposição do produto (BRASIL, 1981), mas não apresenta padrão específico para limite mínimo aceitável. Dessa forma, para a análise de pH as

amostras dessa pesquisa corroboram com os achados da literatura atual sobre o tema.

## 5.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

### 5.2.1 Micro-organismos termotolerantes

A presença deste micro-organismo em amostras de alimentos pode ser indicativo de contaminação fecal, por contaminação cruzada durante os procedimentos de abate, durante a higienização das instalações e utensílios ou mesmo de maus hábitos de higiene dos colaboradores.

Os resultados relacionados a contagem de micro-organismos termotolerantes nesta pesquisa foram  $< 1,0 \times 10$  UFC/g em todos os períodos avaliados, exceto no 110º dia para o acém, que teve o resultado em  $3,0 \times 10^2$  UFC/g, portanto, as amostras se mantiveram dentro dos parâmetros em acordo com a legislação vigente durante o período das análises (RDC nº 12 de 2001), a qual delimitava o padrão aceitável para carnes embaladas a vácuo maturadas, coliformes a 45º igual a  $10^3$  UFC/g. Esta RDC foi substituída pela RDC nº 331 de 23 de dezembro de 2019, onde não há mais padrão estabelecido para micro-organismos termotolerantes.

### 5.2.2 *Clostridium* Sulfito redutor

Clostrídios são bactérias anaeróbias amplamente distribuídas na natureza, considerados como parte integrante da flora intestinal de animais, de sangue quente e humanos, são capazes de formar esporos (LAIST, 2014).

No presente estudo para a contagem de *Clostridium* Sulfito redutor todas as análises tiveram resultado  $< 1,0 \times 10$  UFC/g em todos os períodos avaliados. Não há padrões estabelecidos na legislação nacional em vigor para este micro-organismo.

Para Mesquita, 2014, micro-organismos psicrotóxicos como o *Clostridium* parecem ser o maior desafio para a estabilidade microbiológica de carnes resfriadas embaladas à vácuo. Este fato pode estar relacionado à capacidade de produção de esporos pelo micro-organismo, juntamente com a deterioração *blown pack* e com oscilações de temperatura ambiente.

### 5.2.3 Pesquisa de *Salmonella* spp.

*Salmonella* é um grupo de bactérias encontradas com frequência nos intestinos de animais e pássaros. Esta bactéria pode ser transmitida aos humanos através do consumo de alimentos contaminados por fezes de animais (LAIST, 2014). Levando em consideração a facilidade de contaminação cruzada nos procedimentos industriais em abatedouros, bem como o caráter de toxicidade dessa bactéria em surtos alimentares justifica-se a análise do micro-organismo. A salmonelose é considerada a zoonose mais difundida do mundo. Como o ciclo de transmissão de salmonela envolve praticamente todos os vertebrados e sua veiculação está associada à ingestão de alimentos, seu controle representa um desafio para a saúde pública, tendo em vista a emergência de novos sorovares e a reemergência de outros em determinadas áreas, tanto nos países emergentes quanto nos industrializados (BRASIL, 2011).

Considerando que a principal via de transmissão de *Salmonella* spp. está na cadeia alimentar, sua presença em animais criados com objetivo comercial, aponta esse micro-organismo como o mais incidente e relevante agente etiológico de enteroinfecções. Isso ocasiona perdas de milhões de dólares para a indústria, particularmente de bovinos, suínos e aves, tanto para o mercado interno quanto para exportação, sendo que em alguns países a rigidez na inspeção representa necessidade constante de controle de qualidade (BRASIL, 2011).

Os resultados nesta pesquisa para os dois cortes em todos os períodos avaliados foi ausência de *Salmonella* spp. Portanto, padrão de acordo com o exigido pela legislação vigente RDC nº 331/2019 de 23 de dezembro de 2019.

### 5.2.4 Contagem de micro-organismos aeróbios mesófilos estritos e facultativos

Esse grupo é importante porque inclui a maioria dos contaminantes dos alimentos de origem animal, podendo atingir altas contagens quando o alimento é mantido à temperatura ambiente (SILVA, 2002).

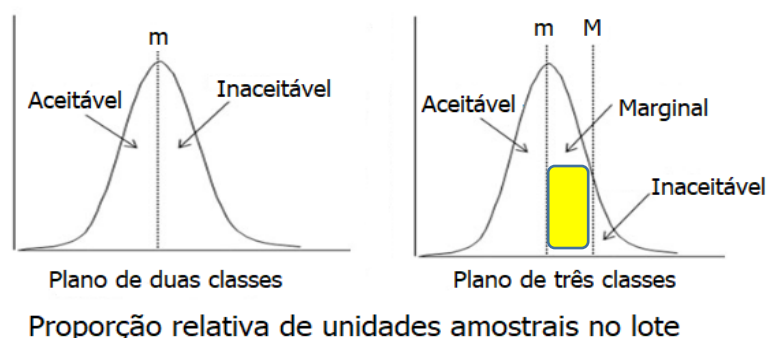
Segundo o ICMSF (*International Commission on Microbiological Specifications for Foods*) o número de micro-organismos aeróbios mesófilos encontrados em um alimento tem sido um dos indicadores microbiológicos da qualidade dos alimentos

mais utilizados, indicando se a limpeza, a desinfecção e o controle da temperatura durante os processos de tratamento industrial, transporte e armazenamento foram realizados de forma adequada. Esta determinação permite também obter informação sobre as alterações iniciais dos alimentos, sua provável vida útil ou desvios na temperatura de refrigeração estabelecida (SILVA, 2002).

Na contagem de micro-organismos aeróbios mesófilos estritos e facultativos os resultados obtidos na presente pesquisa variaram de  $<1,0 \times 10^5$  UFC/g no 90º dia até  $2,4 \times 10^5$  UFC/g no 120º dia para o corte acém e de  $<1,0 \times 10^5$  UFC/g até  $3,3 \times 10^4$  UFC/g no 120º dia para o corte coxão mole. Através dos resultados notou-se que o período de estocagem influencia fortemente na multiplicação microbiana, pois as maiores contagens de unidades formadoras de colônia encontradas em ambos os cortes foram no 120º dia. Mesquita (2014) em um estudo de correlações entre parâmetros físico-químicos e microbiológicos evidenciou que em carnes armazenadas por maior tempo os valores de micro-organismos são mais elevados, e que este fato está associado com o pH.

A resolução da diretoria colegiada da ANVISA RDC nº 331 de 23 de dezembro de 2019 estabelece o padrão aceitável para micro-organismos aeróbios mesófilos  $10^5$  UFC/g. Dessa forma a amostra de acém no 120º dia com resultado  $2,4 \times 10^5$  UFC/g e  $c^1=1$ , caracterizou-se como satisfatória com qualidade intermediária, visto que quando o número de unidades amostrais (n) com resultados entre  $m^2$  e  $M^3$ , (onde  $m=10^5$  e  $M=10^6$ ) for igual ou menor que  $c=3$  e nenhuma unidade amostral apresentar resultado maior que M, classifica-se a amostra como satisfatória com qualidade intermediária (BRASIL, 2019).

Figura 9 – Classificação do alimento de acordo com os critérios m e M.



Fonte: FRANCO, (2014).

<sup>1</sup> Número de unidades defeituosas toleradas.

<sup>2</sup> limite microbiológico m (m): limite que, em um plano de três classes, separa unidades amostrais de “Qualidade Aceitável” daquelas de “Qualidade Intermediária”.

<sup>3</sup> limite microbiológico M (M): limite que, em um plano de três classes, separa unidades amostrais de “Qualidade Intermediária” daquelas de “Qualidade Inaceitável”.

Para MELO et al. (2011) a deterioração da carne tem seu início quando as contagens de micro-organismos aeróbios estão na faixa de  $10^6$  UFC/g, geralmente caracterizada pela descoloração da superfície. Entre  $10^7$  e  $10^8$  UFC/g, surgem odores estranhos; entre  $10^8$  e  $10^9$  UFC/g ocorrem alterações indesejáveis de sabor.

#### 5.2.5 Contagem de *Staphylococcus* Coagulase Positiva

*Staphylococcus* são organismos patogênicos de enorme relevância para animais e humanos, responsáveis por diversas infecções nosocomiais, bacteremia e infecções do trato urinário, entre outras doenças. As espécies mais conhecidas de *Staphylococcus* estão presentes em números elevados nas membranas mucosas e nas mãos de todos os seres humanos e demais animais de sangue quente (LAIST, 2014).

Devido à intensidade de interações e ações higiênico sanitárias como espirro, tosse, coceiras, uso dos sanitários durante as atividades de produção realizadas pelos colaboradores dentro de estabelecimentos de abate, a pesquisa desse micro-organismo é utilizada como referência para verificação de procedimentos de boas práticas de fabricação adotadas ou não pelos colaboradores na rotina de trabalho.

Os resultados relacionados à análise de Contagem de *Staphylococcus* Coagulase Positiva para o acém em todos os períodos avaliados foi  $< 1,0 \times 10^2$  UFC/g, os resultados para o corte coxão mole também se mantiveram com esse resultado, exceto no 110º dia onde registrou-se o valor de  $2,0 \times 10^2$  UFC/g.

O padrão estabelecido pela legislação nacional (RDC nº12 de 2001) em vigor durante o período de análises era de  $3,0 \times 10^3$  UFC/g para esse micro-organismo. Portanto as 12 amostras avaliadas apresentaram resultados satisfatórios, dentro dos padrões legais vigentes no período das análises. Atualmente a nova legislação (RDC nº 331 de 23 de dezembro de 2019) não estabelece padrão específico para *Staphylococcus*.

## 6. CONCLUSÃO

As análises físico-químicas realizadas indicaram que todas as amostras apresentaram resultados dentro dos padrões de acordo com a literatura disponível e dentro dos padrões para pH conforme legislação nacional. Não há especificação descrita em normativas oficiais para os demais parâmetros físico-químicos analisados, ficando assim a critério das empresas estabelecerem os padrões, o que dificulta a padronização nacional de limites técnicos aceitáveis.

As análises microbiológicas apresentaram resultados dentro dos padrões estabelecidos pela legislação quando aplicável e os micro-organismos termotolerantes apresentaram resultados dentro dos padrões pela legislação anterior vigente, pois a atual RDC nº 331 de 23 de dezembro de 2019 não determina valores específicos para este grupo de micro-organismos, bem como para a contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva que também apresentou resultados dentro dos parâmetros da legislação anteriormente vigente.

A legislação nacional é deficiente em relação às especificações de tolerâncias aceitáveis ou não aceitáveis para muitos micro-organismos presentes em alimentos, por mais que tenha sido atualizada em 23/12/2019 cancelando a RDC nº 12 a nova RDC nº 331 de 23 de dezembro de 2019, manteve a análise de *Salmonella* spp., retirou as análises de *Staphylococcus* e termotolerantes e incluiu análise de micro-organismos mesófilos aeróbios e *Escherichia Coli*, continuando deficiente, pois existe uma gama muito maior de micro-organismos causadores de infecções, intoxicações ou toxinfecções alimentares não contemplados na resolução.

Sugere-se a criação de um documento (guia de informações), nos moldes de informações disponibilizadas em outros países, como por exemplo o USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos), órgão que disponibiliza tabelas com os padrões de vida de prateleira pré estabelecidos, com intuito de reunir as informações disponíveis em um único documento, para a padronização dos períodos de vida de prateleira já avaliados e convencionados, sendo útil tanto para facilitar o dia a dia nas indústrias de alimentos, quanto para pesquisadores e consumidores em geral obterem informações padronizadas por produto.



## REFERÊNCIAS

ABIEC. **História**. 2020. Disponível em: <http://abiec.com.br/Historico.aspx> acesso em: 05/01/2020.

ABIEC. **Volume exportado de carne bovina cresceu 9,2% de janeiro a setembro de 2019**. 2019. Disponível em: [http://abiec.com.br/download/release\\_exportacoes\\_janeiro%20a%20setembro2019.pdf](http://abiec.com.br/download/release_exportacoes_janeiro%20a%20setembro2019.pdf) acesso em: 15/10/2019.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos, teoria e prática**. 3ª ed. Viçosa, Minas Gerais: editora UFV, 2006.

AZEREDO et al. **Alterações microbiológicas em alimentos durante a estocagem**. In: Fundamentos de estabilidade de alimentos. Embrapa, Brasília, DF, Cap. 01, p. 15 – 38, 2012.

BELLAVER, C.; ZANOTTO, D.L. **PARÂMETROS DE QUALIDADE EM GORDURAS E SUBPRODUTOS PROTÉICOS DE ORIGEM ANIMAL**. In: Conferência APINCO. Santos – SP. 2004. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/parametros\\_qualidade\\_gorduras\\_e\\_subprodutos\\_proteicos\\_de\\_origem\\_animal\\_000fyrf0t6n02wx5ok0pvo4k33hlhtkv.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/parametros_qualidade_gorduras_e_subprodutos_proteicos_de_origem_animal_000fyrf0t6n02wx5ok0pvo4k33hlhtkv.pdf) acesso em: 27/01/2020.

BHAT et. al. Role of calpain system in meat tenderness: A review. **Food Science and Human Wellness**. v.7, Issue 3, p. 196-204, 2018.

BIER et al. Survey of verotoxin-producing *Escherichia coli* and faecal coliforms in beef carcasses destined for export at slaughterhouses in Brazil. **Food Science and Technology**. v.38, Nº 1, p. 60-66, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual Técnico de Diagnóstico Laboratorial da *Salmonella* spp.** 2011. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2014/dezembro/15/manual-diagnostico-salmonella-spp-web.pdf> acesso em: 07/10/2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017**. Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução Normativa nº 20, de 21 de julho de 1999**. Brasília, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. LANAGRO/RS – **Determinação do Índice de peróxidos em produtos de origem animal por oxidimetria**. 25/07/2014. Método de ensaio. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/laboratorios/legislacoes-e-metodos/arquivos-metodos-da-area-poa-iqa/met-poa-slav-29-02-indice-de-peroxidos.pdf> acesso em: 28/01/2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária Laboratório Nacional de Referência Animal. **Métodos Analíticos Oficiais Para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes. Métodos Físico e Químicos – carne bovina in natura**. Brasília, 1981. Cap.1, p.2.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **EMBRAPA – III Curso – conhecendo a carne que você consome**. Campo Grande - MT, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Circular nº 192/98/DCI/DIPOA, de 01 de julho de 1998**. Brasília, 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **RESOLUÇÃO - RDC Nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos**. Brasília, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **RESOLUÇÃO - RDC Nº 331, de 23 de dezembro de 2019. Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação**. 2019. Disponível em: [http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/4660474/RDC\\_331\\_2019\\_COMP.pdf/c9282210-371f-4fb6-b343-7622ca9ec493](http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/4660474/RDC_331_2019_COMP.pdf/c9282210-371f-4fb6-b343-7622ca9ec493) acesso em: 12/02/2020.

BRASIL. Ministério da Economia. **Comex Vis: Continentes e Blocos**. 2019. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral/7747> acesso em: 09/06/2019.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio exterior e serviços. **Exportação e Importação Geral**. 2020. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral> acesso em: 10/02/2020.

BRIDI, A. M. **A CARNE**. Londrina, 2011. Disponível em: <http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Carnesecarcacas.html> acesso em: 13/03/2020.

CASSAR-MALEK, I.; PICARD, B. Expression Marker-Based strategy to Improve Beef Quality. **The Science world Journal**, v. 2016, article ID: 2185323, 11 pages. 2016.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2ª ed. Campinas – SP. Editora da Unicamp, 2003.

COSTA, L.Q. **Qualidade bacteriológica e físico-química de carne maturada e comercializada em supermercados do Município de Belém-Pa**. 2019. Disponível em: <http://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1218> acesso em: 05/03/2020.

CUADRADO, V. M. **Estudio del aturdimiento efectivo de patos mediante electronarcosis em baño de agua – repercusiones sobre la calidad del produto final**. 35p. Trabajo fin de máster em calidad, desarrollo e innovación de alimentos. Palencia/Espanha. 2012. Disponível em: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/1428> acesso em: 09/03/2020.

DELGADO, E. F; SORIA, R. F. **Qualidade da carne**. In: CASTILLO, C.J.C. São Paulo: Varela, 2006.

EMBRAPA. **Qualidade da carne bovina**. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/carne-bovina> acesso em: 29/04/2020.

FELIPE, L.M. **Associação de bactérias da família Enterobacteriaceae e Clostridium estertheticum com a deterioração “blown pack” em cortes cárneos embalados a vácuo**. Jaboticabal, 2008. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/94637/felipe\\_lm\\_me\\_jabo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/94637/felipe_lm_me_jabo.pdf?sequence=1&isAllowed=y) acesso em: 14/01/2020.

FILHO, A.L. **Qualidade da carne**. In: CASTILLO, C.J.C. São Paulo: Varela, 2006.

FONTOURA, C.L. et al. **Estudo microbiológico em carcaças bovinas e influência da refrigeração sobre a microbiota contaminante**. Arq. Inst. Biol., São Paulo, v.77, n.2, p.189-193, abr./jun., 2010.

FRANCO, B.D.G.M. **Análise microbiológica de alimentos: importância do plano de amostragem**. 3M – Food safety Brazil, 27/09/2014. Disponível em: <https://foodsafetybrazil.org/analise-microbiologica-de-alimentos-importancia-do-plano-de-amostragem/> acesso em: 12/02/2020.

GIMÉNEZ, A.; ARES, F.; ARES, G. Sensory shelf-life estimation: A review of current methodological approaches. **Food Research International, Montevideu**, v. 1, n. 49, p.311-325, jul. 2012.

HUFF-LONERGAN, E. Water-Holding Capacity of Fresh Meat. Factsheet – pork information Gateway. U.S. Pork Center of Excellence. Iowa – U.S.A, 2006.

HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S. M. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. **Meat science**, v.71, p. 194-204, 2005.

ISO 3960:2007. **Animal and vegetable fats and oils — Determination of peroxide value — Iodometric (visual) endpoint determination.** 2007.

Disponível em: <https://www.iso.org/standard/39158.html> acesso em: 15/10/2019.

ISO 7218:2007. **Microbiology of food and animal feeding stuffs – general requirements and guidance for microbiological examinations.** 3ª ed. 15/08/2007.

KOOHMARAIE, M.; GEESINK, G. H. Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. **Meat Science**, v. 74, p. 34-43, 2006.

KUFFI et al. Modeling postmortem evolution of pH in beef *M. biceps femoris* under two different cooling regimes. **J Food Sci Technol**, v.55, p. 233-243, 2018.

LAIST (Laboratório de análises do IST – Instituto Superior Técnico de Lisboa), 2014. **Microbiologia Clássica, Esporos de *Clostridium* sulfito-redutores.** Disponível em: [https://la.tecnico.ulisboa.pt/Esporos\\_Clostridium\\_Sulfito\\_Red.html](https://la.tecnico.ulisboa.pt/Esporos_Clostridium_Sulfito_Red.html) acesso em: 07/10/2019.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne.** 6ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2005.

LEDWARD, D. A.; ENSER, M.; SWATLAND, H. J. The qualities of meat. 52<sup>nd</sup> International Congress of meat science and technology (52<sup>nd</sup> ICOMST). **Meat Science**, Dublin – Ireland, 2006.

LONERGAN, E. H.; ZHAN, W.; LONERGAN, S. M. Biochemistry of postmortem muscle: Lessons on mechanisms of meat tenderization. **Meat Science**, v.86, N°1, P.184-195, 2010.

MENDONÇA, P. S. M.; CAETANO, G. A. O. **Abate de bovinos: considerações sobre o abate humanitário e jugulação cruenta.** v. 11 No. 12 p. 1188-1297, 2017.

MELO, C. S. et al. **Dinâmica microbiana em contrafilés bovinos embalados a vácuo: sistemas de terminação e tempo de estocagem.** São Paulo, 2011.

Disponível em:

[http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0073-98552011000400013&lng=en&nrm=iso&tlng=en#nt](http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-98552011000400013&lng=en&nrm=iso&tlng=en#nt) acesso em: 11/06/2019.

MESQUITA, M. O. **Procedimento para avaliação da qualidade da carne bovina *in natura* na recepção em serviços de alimentação.** 2014. 295 f. Tese de doutorado do programa de pós graduação em ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria UFMS – RS, 2014.

MULLEN et al. Understanding meat quality through the application of genomic and proteomic approaches. **Meat Science.** v.74, Nº1, p. 3-16, 2006.

NISHI, L. M. **Efeito da temperatura de estocagem sobre a estabilidade de carne bovina (*M. gluteus medius*) embalada à vácuo.** 2008. Dissertação de mestrado da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, 2008.

NOWAK, D. Enzymes in Tenderization of meat – The system of calpains and other systems – a Review. **Polish journal of Food and Nutrition Science**, v.61, Nº4, p. 231-237, 2011.

OUALI, A. et al. Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms. **Meat Science**, V.74, p.44-58, 2006.

ORDOÑEZ, J. A. et al. **Tecnologia de Alimentos – alimentos de origem animal.** V. 2. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 130-144.

Open Learning Initiative. **Unit 6: Muscular System (Module 18).** Provided by: Carnegie Mellon University. Disponível em: <https://oli.cmu.edu/jcourse/workbook/activity/page?context=43488f3780020ca60140b159062e6e31>. Project: Anatomy & Physiology. License: CC BY-NC-SA: Attribution-NonCommercial-ShareAlike.

PEDRÃO, M. R. et al. Influence of cooling on the glycolysis rate and development of PSE (pale, soft, exudative) meat. **Brazilian archives of Biology and Technology**, v. 58, nº 2, p. 272-277, doi: 10.1590/S1516-8913201400154. 2014.

PINTO, J. V. **Elaboração de manual prático para determinação de vida de prateleira de produtos alimentícios.** 2015. Monografia do curso de engenharia de alimentos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

PORTO, E. **Qualidade da carne.** In: CASTILLO, C.J.C. São Paulo: Varela, 2006.

RAMOS, P. M. **Diferença em proteólise *postmortem* entre *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus* pode estar associada à capacidade máxima respiratória mitocondrial.** 2017. Tese de doutorado da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.

ROCHAS, A. F. **Exportação de carne bovina sobe 19% no 1º trimestre, China lidera compras.** 2018. Disponível em:  
<http://www.carnetec.com.br/Industry/News/Details/79060> Acesso em: 02/05/2018.

ROQUE-SPECHT, et al. Avaliação da capacidade de retenção de água em peitos de frango em função do pH final. 2009. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.15, n.1-4, p.77-81, 2009.

ROSADO, C. P.; PANDINI, J.; DINIZ, L. **Bromatologia.** Centro Universitário Celso Lisboa. Rio de Janeiro, 2018-2. Disponível em:  
<https://www.passeidireto.com/arquivo/54140236/aula-pratica-4-e-5-oleos-e-gorduras-carnes-leite-nucleo-4-ucl-1> acesso em: 27/01/2020.

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L; ANTONIO, J.T. **Qualidade da carne.** In: CASTILLO, C.J.C. São Paulo: Varela, 2006.

SHAHIDI, F. **Oxidative stability and shelf life of meat and meat products.** In: Oxidative stability and shelf life of foods containing Oils and fats. p. 564, 1ª ed. AOCS Press. 2016.

SILVA, M.C. da. **Avaliação da qualidade microbiológica de alimentos com a utilização de metodologias convencionais e do sistema simplate.** 2002. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Escola Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo, 2002.

SOARES, K. M de P., SILVA, J. B. A. da., GÓIS, V. A. de. **Parâmetros de qualidade de carnes e produtos cárneos: uma revisão.** 2017. Revista Higiene Alimentar, Mossoró, RN – vol. 31 maio/junho 2017.

TRINDADE, M. A; GRESSONI-JÚNIOR, I. **Bioquímica da carne: Bases científicas e implicações tecnológicas.** In: KOBLITZ, M.G.B. Bioquímica de Alimentos: Teoria e aplicações práticas. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

TORRE, J.C.M.D; RODRIGUES, R.S.M. **Carnes e produtos cárneos**. In: ALMEIDAMURADIAN, LB; PENTEADO, MVC. *Vigilância sanitária: Tópicos sobre legislação e análise de alimentos*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **The color of meat and poultry**. USA. 2013. Disponível em: [https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/food-safety-education/get-answers/food-safety-fact-sheets/meat-preparation/the-color-of-meat-and-poultry/the-color-of-meat-and-poultry/ct\\_index](https://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/food-safety-education/get-answers/food-safety-fact-sheets/meat-preparation/the-color-of-meat-and-poultry/the-color-of-meat-and-poultry/ct_index) acesso em: 09/03/2020.

VEERAMUTHU, G. I., SAMS, A. R. Postmortem pH, myofibrillar fragmentation, and calpain activity in pectoralis from electrically stimulated and muscle tensioned broiler carcasses. **Poultry Science**, v.78, p. 272-276, 1999.

VORST, et al. Effect of display case cooling technologies on shelf-life of beef and chicken. **Food Control**, v.94, p. 56-64, 2018.

ZOLLA, L., LANA, A. Proteolysis in meat tenderization from the point of view of each single protein: A proteomic perspective. **Journal of Proteomics**, JPROT-02417; p. 13, 2016.