

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

U LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA



AVALIAÇÃO DO TEMPO NECESSÁRIO PARA A ESTABILIZAÇÃO DA COR DA
CARNE DE BOVINO ANGUS EMBALADA A VÁCUO SKINPACK SOB CONDIÇÕES
DE ARMAZENAMENTO EM REFRIGERAÇÃO

JHUILKER JHUNIOR OLIVEIRA GOMES

ORIENTADORA:

Doutora Maria João dos Ramos Fraqueza

COORIENTADORA:

Engenheira Laurentina Gomes

2024

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA



UNIVERSIDADE
DE LISBOA



AVALIAÇÃO DO TEMPO NECESSÁRIO PARA A ESTABILIZAÇÃO DA COR DA
CARNE DE BOVINO ANGUS EMBALADA A VÁCUO SKINPACK SOB CONDIÇÕES
DE ARMAZENAMENTO EM REFRIGERAÇÃO

JHUILKER JHUNIOR OLIVEIRA GOMES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM SEGURANÇA ALIMENTAR

JÚRI

PRESIDENTE:

Doutor Rui José Branquinho de Bessa

ORIENTADORA:

Doutora Maria João dos Ramos Fraqueza

VOGAIS:

Doutora Marília Catarina Leal Fazeres Ferreira

Doutora Maria João dos Ramos Fraqueza

COORIENTADORA:

Engenheira Laurentina Gomes

2024

Anexo 3 – DECLARAÇÃO RELATIVA ÀS CONDIÇÕES DE REPRODUÇÃO DA TESE OU DISSERTAÇÃO

Nome: Shulker Jhonor Oliveira Gomes
Título da Tese ou Dissertação: ANÁLISE DO TEMPO NECESSÁRIO PARA A ESTABILIZAÇÃO DA COTA DA CARNE DE BOVINO MÚSCULO EMBALADA A VÁCUO SKINPACK SOB CONDIÇÕES DE ALIAMENTO EM REFRIGERAÇÃO.
Ano de conclusão (indicar o da data da realização das provas públicas):

Designação do curso de

Mestrado ou de

Doutoramento:

Área científica em que melhor se enquadra (assinale uma):

Clínica

Produção Animal e Segurança Alimentar

Morfologia e Função

Sanidade Animal

Declaro sob compromisso de honra que a tese ou dissertação agora entregue corresponde à que foi aprovada pelo júri constituído pela Faculdade de Medicina Veterinária da ULISBOA.

Declaro que concedo à Faculdade de Medicina Veterinária e aos seus agentes uma licença não-exclusiva para arquivar e tornar acessível, nomeadamente através do seu repositório institucional, nas condições abaixo indicadas, a minha tese ou dissertação, no todo ou em parte, em suporte digital.

Declaro que autorizo a Faculdade de Medicina Veterinária a arquivar mais de uma cópia da tese ou dissertação e a, sem alterar o seu conteúdo, converter o documento entregue, para qualquer formato de ficheiro, meio ou suporte, para efeitos de preservação e acesso.

Retenho todos os direitos de autor relativos à tese ou dissertação, e o direito de a usar em trabalhos futuros (como artigos ou livros).

Concordo que a minha tese ou dissertação seja colocada no repositório da Faculdade de Medicina Veterinária com o seguinte estatuto (assinale um):

- Disponibilização imediata do conjunto do trabalho para acesso mundial;
- Disponibilização do conjunto do trabalho para acesso exclusivo na Faculdade de Medicina Veterinária durante o período de 6 meses, 12 meses, sendo que após o tempo assinalado autorizo o acesso mundial*;

* indique o motivo do embargo (OBRIGATORIO)

Nos exemplares das dissertações de mestrado ou teses de doutoramento entregues para a prestação de provas na Universidade e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito na Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa deve constar uma das seguintes declarações (incluir apenas uma das três):

- É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.
- É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA TESE/TRABALHO (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.) APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.
- DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO.

Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa, 16 de Fevereiro de 2024

(indicar aqui a data da realização das provas públicas)

Assinatura: Shulker Jhonor Oliveira Gomes

“Esperei com paciência no SENHOR, e ele se
inclinou para mim, e ouviu o meu clamor.”

- Salmos 40:1

Agradecimentos

Quero agradecer primeiramente a Deus, pois o seu amor e misericórdia me fizeram viver sonhos que há alguns anos pareciam impossíveis.

Agradeço ao amor e apoio dos meus pais, irmãos e sobrinhos por todo suporte durante estes 2 anos e que sempre acreditaram e sonharam junto comigo.

Agradeço aos meus mestres e doutores na graduação que me deram base e conhecimento e me tornaram capaz de encarar novos desafios. Agradeço as minhas orientadoras Dr^a Marta Cristina Leite e Dr^a Mariana Frizera Borghi do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - IFES que me incentivaram e apoiaram na difícil missão de atravessar o oceano e mergulhar em conhecimento.

Deixo aqui também minha gratidão as minha orientadoras Dr^a Maria João Fraqueza e Eng^a Laurentina Gomes, as quais aceitaram embarcar nesse desafio e sempre apoiaram e moldaram cada passo com muita paciência, dedicação e atenção para que este trabalho fosse concluído.

A Rhuane agradeço pela amizade e companheirismo desde o primeiro dia de aula e por poder compartilhar do seus conhecimentos e tornar o caminho mais leve com a sua amizade.

Agradeço a Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa pelas portas abertas e pelo espaço de ensino bem como as acessibilidades de materiais didáticos que fizeram deste período mais completo. Fica aqui também a minha gratidão a toda equipa do corpo docente da FMV e dos professores convidados, pois cada aula, exames e trabalhos foram fundamentais para agregar conhecimento e me preparar para os desafios do mercado de trabalho.

Levo comigo os bons laços de amizades criados e toda a experiência vivida neste período na instituição à qual tive o imenso prazer e orgulho de chamar de casa.

Resumo

AVALIAÇÃO DO TEMPO NECESSÁRIO PARA A ESTABILIZAÇÃO DA COR DA CARNE DE BOVINO ANGUS EMBALADA A VÁCUO SKINPACK SOB CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO EM REFRIGERAÇÃO

A falta de estabilidade da cor da carne é um dos principais motivos para sua rejeição por parte do consumidor no ato da compra e o que ocasiona a devolução do produto nas grandes superfícies comerciais. Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar causas de devolução da carne e estudar o tempo necessário para que a rejeição pela cor da carne embalada fosse minimizada.

Foi avaliado o tempo necessário para a estabilidade da cor de três distintos tipos de cortes de carne de bovino Angus embalados a vácuo em cuvetes skinpack, sendo eles: Lombo da Pá Angus, Posta Angus e Fraldinha Angus, os quais foram sujeitos durante todo o processo produtivo, desde a receção da matéria prima, processamento e expedição, a condições de temperatura no ambiente fabril e posteriormente às condições de armazenamento em refrigeração.

O artigo comercial que apresentou um menor tempo para adquirir estabilização da cor foi a Fraldinha Angus em comparação aos outros. O artigo comercial com maior percentagem de devolução foi a Posta Angus seguido do Lombo da Pá Angus, sendo que apenas 18,2% das devoluções reportadas estavam relacionadas com os artigos em estudo.

Palavras – chave: carne, embalagem a vácuo, bovino Angus, estabilidade cor.

Abstract

EVALUATION OF THE TIME REQUIRED TO STABILIZE THE COLOR OF SKINPACK VACUUM PACKAGED ANGUS BEEF UNDER REFRIGERATED STORAGE CONDITIONS

The lack of color stability of the meat is one of the main reasons for its rejection by the consumer at the time of purchase and what causes the product to be returned to large commercial stores. Therefore, this dissertation aimed to evaluate causes of meat returns and study the time necessary for the cause of rejection of packaged meat to be minimized.

The time required for color stability of three different types of Angus beef cuts vacuum-packed in skinpack cuvetts was evaluated, namely: Lombo da Pá Angus, Posta Angus and Fraldinha Angus, which were subjected throughout the process production, from the reception of raw materials processing and shipping, to temperatures conditions in the manufacturing environment and subsequently to refrigerated storage conditions.

The commercial item that took the shortest time to acquire color stabilization was Fraldinha Angus compared to the others products. The commercial item with the highest percentage of returns was Posta Angus followed by Lombo da Pá Angus, with only 18.2% of reported returns being related to the products under study.

Keywords: meat, color, Angus breed, color stability

Índice geral

| | Página |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Agradecimentos..... | iv |
| Resumo | v |
| Abstract | vi |
| Índice geral | vii |
| Índice de figuras | ix |
| Lista de abreviaturas | xii |
| 1.Introdução..... | 1 |
| 2.Revisão Bibliográfica | 2 |
| 2.1.Produção da carne de bovino a nível mundial | 2 |
| 2.2.Produção e consumo da carne em Portugal..... | 3 |
| 2.3.Composição da carne e seu valor nutricional | 5 |
| 2.4.Transformação do músculo em carne | 6 |
| 2.5.Relação entre a temperatura e alterações da carne..... | 7 |
| 2.6.Qualidade da carne e o comportamento do consumidor | 10 |
| 2.7.Importância da escala de cor..... | 13 |
| 2.7.1.Metodologias de avaliação da cor | 13 |
| 2.7.2.Importância da estabilização da cor em embalagens skinpack a vácuo..... | 15 |
| 3.Trabalho experimental | 16 |
| 3.1.Objetivos..... | 16 |
| 3.2.Objetivos específicos..... | 16 |
| 4.Material e Métodos | 18 |
| 4.1.Âmbito da empresa..... | 18 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2. Seleção e caracterização da amostra..... | 18 |
| 4.3. Medição de temperatura da matéria prima e do ambiente de produção..... | 22 |
| 4.4. Descrição do processo tecnológico da carne embalada a vácuo | 23 |
| 4.4.1. Recepção da matéria prima..... | 23 |
| 4.4.2. Processamento da carne..... | 24 |
| 4.4.3. Armazenamento e Estabilização da carne | 24 |
| 4.4.4. Etiquetagem e Expedição..... | 25 |
| 4.5. Avaliação da cor com utilização de régua de cor | 26 |
| 4.6. Avaliação das devoluções associadas à expedição de peças embaladas a vácuo Skinpack.... | 27 |
| 4.7. Análise Estatística | 27 |
| 5. Resultados e Discussão | 28 |
| 5.1. Criação da régua de cor de carne de bovino Angus..... | 28 |
| 5.1.1. Lombo da Pá Angus | 28 |
| 5.1.2. Posta Angus | 29 |
| 5.1.3. Fraldinha Angus..... | 30 |
| 5.2. Temperaturas médias dos artigos e dos ambientes fabris durante o seu processo de fabrico e expedição com seus respectivos desvio padrão..... | 31 |
| 5.3. Número de lotes expedidos em relação ao intervalo de tempo entre produção e expedição e sua respetiva temperatura média | 35 |
| 5.4. Número de devoluções e seus respetivos motivos..... | 38 |
| 6. Conclusão..... | 41 |
| 7. Bibliografia..... | 42 |
| 8. ANEXOS..... | 47 |

Índice de figuras

| | Página |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Figura 1: Temperaturas de distribuição, conservação e exposição de carnes e seus produtos..... | 9 |
| Figura 2: Comportamento da mioglobina em peças de carne fresca | 11 |
| Figura 3: Cortes do quarto dianteiro e do quarto traseiro de bovino | 18 |
| Figura 4: Equipamento utilizado na selagem da embalagem (Trave®)..... | 19 |
| Figura 5: Cuvete utilizada na embalagem | 20 |
| Figura 6: Filme utilizado na embalagem | 21 |
| Figura 7: Equipamento de registo e recolha de dados de temperatura da fábrica (Memory 1000 Eliwell)..... | 22 |
| Figura 8: Equipamento de medição da temperatura da matéria prima (Termómetro Infravermelho Testo 104 IR) | 23 |
| Figura 9: Fluxo da entrada/receção de mercadoria | 24 |
| Figura 10: Fluxo do processo tecnológico da matéria prima | 25 |
| Figura 11: Pontos de refrigeração do ambiente fabril | 26 |
| Figura 12: Régua de cor da peça Lombo da pá Angus | 29 |
| Figura 13: Régua de cor da peça Posta Angus | 30 |
| Figura 14: Régua de cor da peça Fraldinha Angus | 31 |

Índice de tabelas

| | |
|----------------------------------------------|----|
| Tabela 1: Composição química da cuvete..... | 19 |
| Tabela 2: Informação técnica da cuvete | 20 |
| Tabela 3: Composição química do filme..... | 20 |
| Tabela 4: Condições de utilização | 21 |

Índice de gráficos

| | Página |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Gráfico 1: Produção mundial de carnes..... | 2 |
| Gráfico 2: Produção mundial dos principais itens de carne e seus principais países produtores. | 3 |
| Gráfico 3: Produção de carne de bovino e suíno..... | 4 |
| Gráfico 4: Consumo de carne <i>per capita</i> (kg/habitante/ ano) em Portugal | 4 |
| Gráfico 5: Temperatura média e desvio padrão do artigo e ambiente de produção ao longo da cadeia de produção – Lombo da Pá Angus | 32 |
| Gráfico 6: Temperatura média e desvio padrão do artigo e ambiente de produção ao longo da cadeia de produção – Posta Angus | 33 |
| Gráfico 7: Temperatura média e desvio padrão do artigo e ambiente de produção ao longo da cadeia de produção – Fraldinha Angus | 34 |
| Gráfico 8: Número de lotes expedidos em relação ao intervalo de tempo entre produção e expedição e sua temperatura média – Lombo da Pá Angus | 36 |
| Gráfico 9: Número de lotes expedidos em relação ao intervalo de tempo entre produção e expedição – Posta Angus | 37 |
| Gráfico 10: Número de lotes expedidos em relação ao intervalo de tempo entre produção e expedição – Fraldinha Angus | 37 |
| Gráfico 11: Número de devoluções reportadas face ao volume fornecido por artigo durante o período de Janeiro a Março de 2023..... | 39 |
| Gráfico 12: Motivo das devoluções reportadas durante o período de Janeiro a Março de 2023..... | 39 |

Lista de abreviaturas

| | |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ADP | Adenosina Difosfato |
| AMP | Adenosina Monofosfato |
| ATM | Atmosfera Modificada |
| ATP | Adenosina Trifosfato |
| Vitamina B1 | Tiamina |
| Vitamina B2 | Riboflavina |
| Vitamina B3 | Niacina |
| Vitamina B5 | Ácido Pantoténico |
| Vitamina B6 | Piridoxina |
| Vitamina B9 | Ácido Fólico |
| Vitamina B12 | Cobalamina |
| C5 | Câmara de armazenamento de produto acabado |
| C10 | Câmara de armazenamento de matéria prima |
| DFD | Dark, Firm and Dry |
| FEFO | First Expire First Out |
| GPP | Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral (Ministério da Agricultura, Florestas, Desenvolvimento Rural e do Mar) |
| FAOSTAT | Divisão de Estatística da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura |
| INE | Instituto Nacional de Estatística |
| Kg | Quilograma |
| pH | Potencial Hidrogeniónico |
| PSE | Pale, Soft and Exudative |
| PUFA | Ácidos Gordos Poli-insaturados |
| SFA | Ácidos Gordos Saturados |
| UFC | Unidades Formadoras de Colónias |
| °C | Graus Celsius |
| % | Percentagem |

1. Introdução

Em comparação entre os anos de 2020 e 2000, a produção de carne atingiu um aumento de 45 %, sendo que apenas três espécies de animais de talho representaram quase 90% da produção global durante esse período (FAOSTAT 2022).

Entretanto, Portugal tem o consumo de carne de bovino é superior à capacidade produtiva do país, ou seja, o grau de auto-provisionamento da carne de bovino é o mais baixo (GPP, 2017).

No ano de 2022, o consumo de carne de bovino em território nacional ficou estimado em 20,8 kg/habitante/ano, sendo a terceira carne mais consumida, seguindo-se à carne de animais de capoeira e de suíno, com um consumo *per capita* de 43,5 e 42,1 kg/ habitante/ ano (INE 2022).

Todavia, a carne de bovino apresenta altos valores de proteína devido à presença de aminoácidos que possuem elevada biodisponibilidade importantes para a dieta humana (Pereira and Vicente 2013), entretanto, complementa a sua riqueza nutricional com todas as vitaminas lipossolúveis e hidrossolúveis do complexo B (Andrighetto et al 2010).

As indústrias utilizam de ferramentas e referenciais técnicos para avaliarem a qualidade dos alimentos, em contrapartida os consumidores apoiam-se nas suas observações e conhecimentos próprios (Sepúlveda et al. 2008). Dentro das observações e conhecimentos próprios dos quais os consumidores no momento da compra se apoiam para avaliarem a carne fresca, podemos citar: cor, gordura visível, tipo de corte, embalagem e preço (Robbins et al. 2003). Contudo, a cor possui uma grande importância quando se tem dados que mostram que grande parte das compras realizadas são feitas por impulso ligado à aparência como principal fator motivador (Jeremiah et al 1972).

Tendo em consideração a importância do impacto da cor da carne num primeiro contacto com o consumidor e como afeta a sua decisão de compra, torna-se importante avaliar a estabilização da cor da carne de forma a aumentar o nível de aceitação e satisfação dos clientes. Assim, o presente estudo tem como principal objetivo avaliar o tempo necessário para estabilização da cor de carne de bovino embalada a vácuo skinpack sob as condições de armazenamento em refrigeração. A dissertação que se apresenta está dividida numa revisão bibliográfica para contextualizar o tema e numa parte experimental. O estudo é apresentado com descrição dos materiais e métodos seguindo-se a apresentação de resultados e sua discussão, com as conclusões finais.

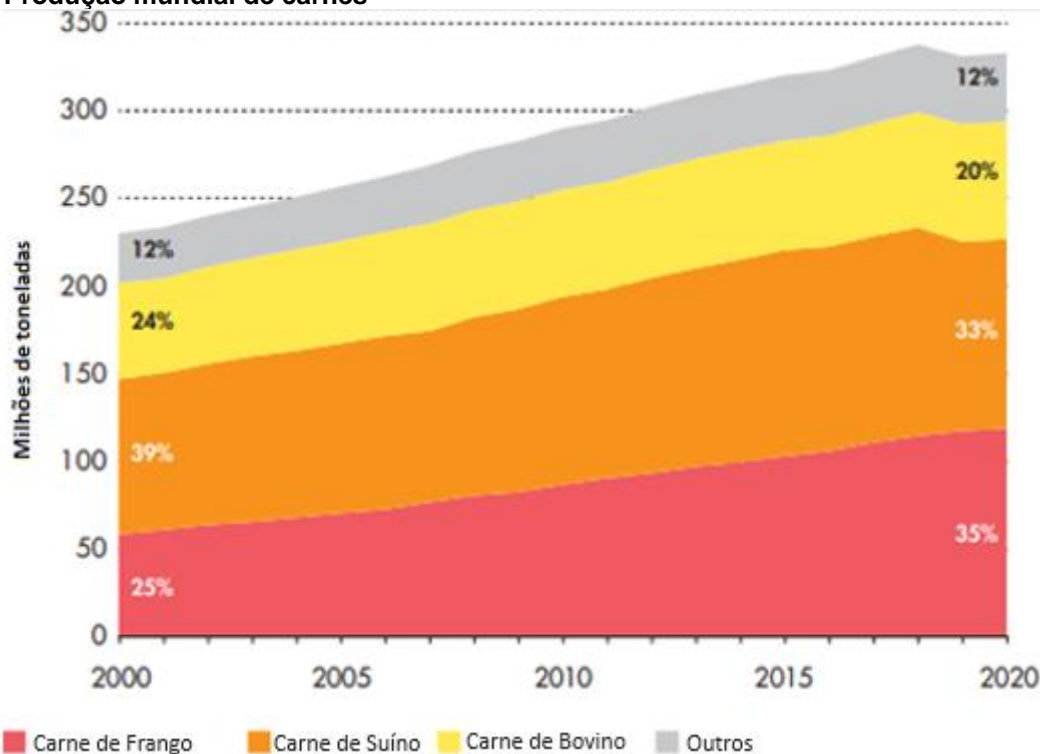
2. Revisão Bibliográfica

2.1. Produção da carne de bovino a nível mundial

No ano de 2020, a produção mundial de carne atingiu 337 milhões de toneladas, o que representa um aumento de 45%, ou seja, 104 milhões de toneladas em comparação com o ano 2000 (Gráfico 1). Apenas três espécies (sem levar em consideração as diferentes raças de cada uma) representaram quase 90% da produção global durante o período de 2000 a 2020, sendo elas: frango, suíno e bovino (FAOSTAT, 2022).

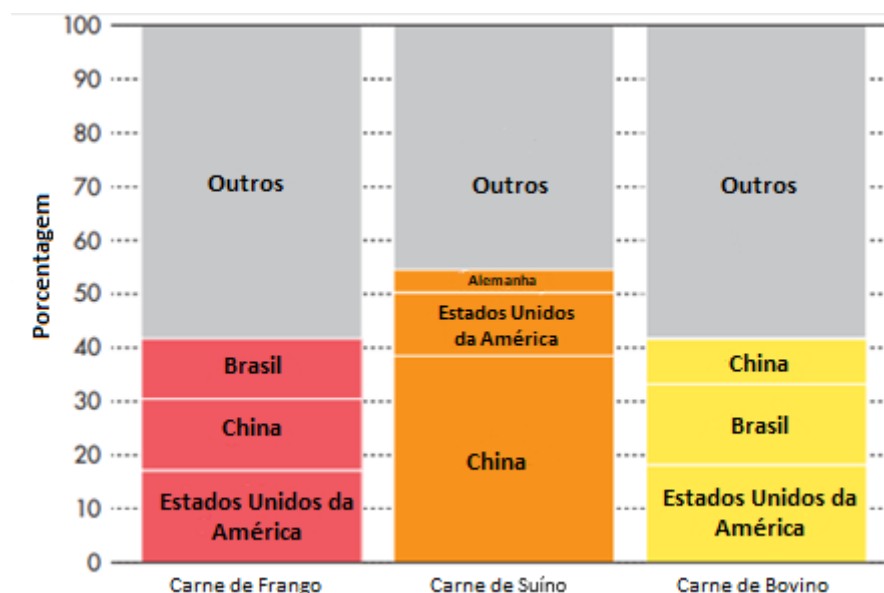
Segundo a FAOSTAT (2022), a carne de frango apresentou o maior aumento produtivo em termos absolutos e relativos desde 2000, com uma produção global de 35% no ano de 2020 e um acumulado de +104% ou de 61 milhões de toneladas. Esta foi a carne mais produzida em 2020. Já a carne de suíno representou 33% do total em 2020 em comparação com 39% em 2000. Este decréscimo deve-se ao fato da peste suína africana ter começado a afetar os países asiáticos no final de 2018 e continuou em 2019 e 2020, o que resultou numa redução de 11 milhões de toneladas na produção mundial de carne de suíno entre 2018 e 2019, sendo a China o país mais atingido. A carne bovina representou 20% do total da produção animal em 2020 em comparação aos 24% em 2000.

Gráfico 1: Produção mundial de carnes



Os três principais países produtores (gráfico 2), China, Estados Unidos da América (USA) e Alemanha, representam 55% da produção mundial de carne de suíno enquanto a China, USA e Brasil asseguram 42% da produção global de carne de frango e de bovino em 2020. A China e os Estados Unidos da América encontram-se entre os três maiores produtores para cada um dos tipos de carne, entretanto, a China respondeu sozinha por 38% da produção mundial de carne de suíno em 2020 e os Estados Unidos da América respondeu por 18% da produção mundial de carne de frango e de bovino. A diferença entre esses dois países encontra-se no fato da produção de carne na China ser maioritariamente para o mercado interno, enquanto uma parcela significativa da produção de carne americana é exportada (FAOSTAT, 2022).

Gráfico 2: Produção mundial dos principais itens de carne e seus principais países produtores.

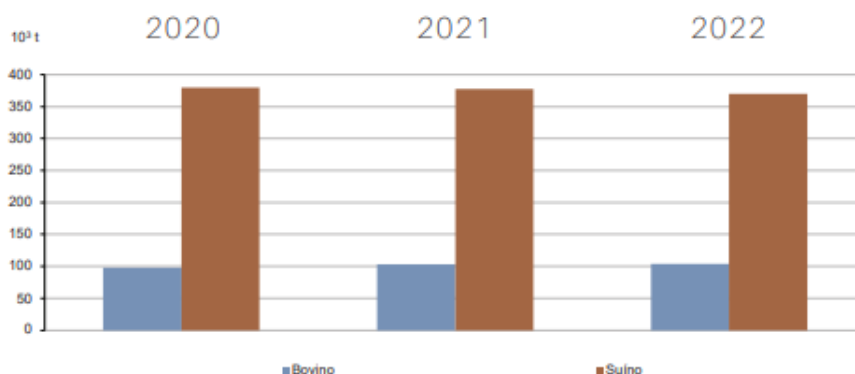


Fonte: FAOSTAT 2022

2.2. Produção e consumo da carne em Portugal

O consumo de carne de bovino é superior à capacidade produtiva do país, entretanto, o grau de auto-provisionamento é o mais baixo de todas as variedades de carnes consumidas em Portugal. No ano de 2022, a produção total de carne de bovino situou-se entre as 900 mil toneladas, o que reflete um aumento de 0,3% comparado ao ano de 2021. De acordo com INE (2022), a carne de pequenos ruminantes obteve um decréscimo produtivo de 1,6%. Em contrapartida houve um aumento da produção de 2,9% de carne de animais de capoeira, enquanto que a produção de carne de bovino atingiu 104 mil toneladas, refletindo um aumento de 0,8% em comparação a 2021 (Gráfico 3).

Gráfico 3: Produção de carne de bovino e suíno

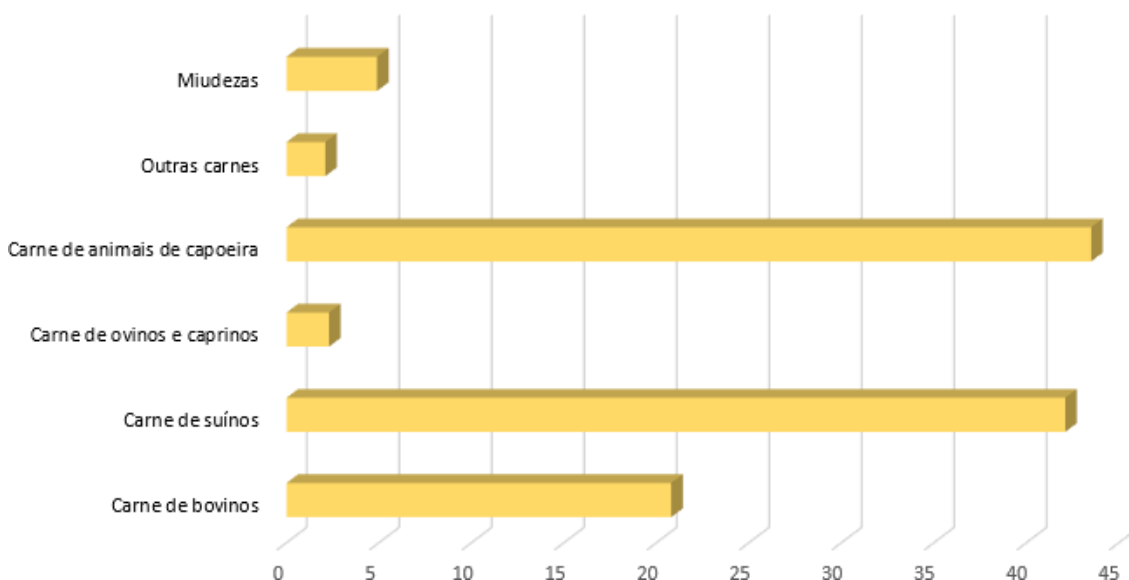


Fonte: INE 2022

Segundo o INE (2022), houve um aumento de +31,6% nas importações de animais vivos no ano de 2022 quando comparado com o ano de 2021, enquanto que o volume de importação de carne registou um aumento de 11,6%.

Conforme o Gráfico 4, os dados do Instituto Nacional de Estatística mostram que o consumo de carne em Portugal em 2021 foi maior para as carne de animais de capoeira, com 43,5 kg/habitante/ano, seguindo-se a carne de suíno com 42,1 kg/habitante/ano, e a carne de bovino com um consumo de 20,8 kg/habitante/ano.

Gráfico 4: Consumo de carne *per capita* (kg/habitante/ ano) em Portugal



Fonte: INE 2022

A indústria da carne de bovino é importante, pois tanto ao nível nacional como europeu e mundial este tipo de carne é o terceiro mais consumido, no entanto, não é possível apontar apenas uma única razão para a sua queda do consumo. Segundo Monteiro (2012), o preço por kg e a atual preferência pelas denominadas carnes brancas

(consideradas mais saudáveis) em detrimento das vermelhas, pode ser um dos fatores que influenciam no aumento do consumo desses tipos de carnes.

2.3. Composição da carne e seu valor nutricional

A carne de bovino *in natura* é constituída aproximadamente por 75% de água, 22,3% de proteína; 1,8% de gordura e 1,2% de minerais, contudo, a água tem relação direta com a tenrura, cor e sabor enquanto as proteínas estão relacionadas com a suculência e os minerais influenciam a conversão do músculo em carne (Mülhbauer 2022).

A carne de bovino demonstra ter um baixo valor na quantidade de hidratos de carbono, sendo o glicogénio o que se encontra em maior quantidade, representando entre 0,5 e 1,3% do peso molecular (Guimarães et al. 1999).

Segundo Andrighetto et al (2010), a carne de bovino apresenta todas as vitaminas lipossolúveis e as hidrossolúveis do complexo B com quantidades consideráveis de várias vitaminas hidrossolúveis como a Tiamina (B1), Riboflavina (B2), Niacina (B3), Ácido Pantoténico (B5), Piridoxina (B6), Ácido fólico (B9) e a Cobalamina (B12). Entretanto, várias ações podem ocasionar prejuízos para as vitaminas, como a exposição excessiva à luminosidade e o contacto com superfícies metálicas (Mülhbauer 2022).

Segundo Pereira e Vicente (2013), a carne de bovino é uma fonte de elevado valor biológico pelo seu conteúdo proteico, pois contém todos os aminoácidos essenciais à dieta humana com elevada biodisponibilidade. É considerada uma importante fonte de minerais como o ferro, o magnésio, o fósforo, o potássio, o zinco e o selénio e além disso é também fonte de gordura sendo o seu teor e composição ligadas a vários fatores como o manejo alimentar dos animais, condição corporal do animal abatido, peça consumida e o tipo de limpeza realizada na peça.

Como outras espécies, a carne de bovino apresenta dois tipos de fração lipídica: 1 - depósito de tecido adiposo que representa a reserva energética para o animal, a qual é predominante constituída por triacilgliceróis; e 2- bicamada fosfolipídica, moléculas que constituem elementos estruturais das células, como os fosfolípidos presentes nas membranas celulares e sub celulares (fração polar). Os fosfolípidos possuem um conteúdo maior de ácidos gordos polinsaturados (PUFA), os quais são essenciais para a realização da sua função estrutural. Em contrapartida, os triacilgliceróis são predominantemente compostos por ácidos gordos saturados (SFA) (Daley et al.2010; De Smet et al. 2004).

Segundo Wood et al. (2008), há uma relação inversa entre o valor nutricional e a qualidade sensorial da carne visto que as características sensoriais desejáveis tendem a estar ligadas ao aumento da gordura intramuscular, pois durante o período de acabamento (engorda), ocorre um aumento acentuado da deposição de triacilgliceróis e uma

diminuição no teor de fosfolípidos.

Os fosfolípidos e os triacilgliceróis contribuem com ácidos gordos para a dieta, desta forma, o perfil de ácidos gordos presente na carne depende da espécie, da dieta, e da relação entre eles. Diferentes composições de ácidos gordos no tecido adiposo e no músculo afetam diretamente a qualidade da carne devido ao impacto na firmeza do tecido adiposo, bem como na estabilidade oxidativa do músculo que afeta o *flavour* e a cor da carne (Wood et al. 2008).

As peças de carne provenientes de animais alimentados de pastagem apresentam depósitos de gordura reduzidos e com maior percentagem de ácidos gordos polinsaturados, sendo mais rica em precursores das vitaminas A e E. Em contrapartida os animais alimentados com concentrado (ração) são mais pobres nos precursores das vitaminas A e E (Daley et al. 2010).

2.4. Transformação do músculo em carne

Após o abate do animal, o sistema circulatório é comprometido e como consequência o fornecimento de oxigênio, ácidos gordos livres e glicose para os músculos deixa de existir. Assim, o músculo passa a utilizar a via anaeróbia como forma de obtenção de energia, consequentemente, ocorre um processo de contração muscular denominado de *Rigor Mortis* (Picchi 2015).

Segundo Farias (2011), em virtude do processo de contração muscular a Adenosina Trifosfato (ATP) é hidrolisada para a forma de Adenosina Difosfato (ADP) e em seguida para Adenosina Monofosfato (AMP), além da presença de outros compostos que conferem o sabor característico da carne, como o inosinato e glutamato. Ramos (2019) ainda destaca que o processo de *Rigor Mortis* tem início entre 1 até 6 horas depois do abate do animal e pode durar até dois dias de acordo com a espécie animal.

O processo em que o glicogénio é transformado em glicose e que de forma anaeróbia produz ácido láctico, é conhecido como glicólise. O ácido por sua vez acumula-se no tecido muscular e acidifica-o de forma gradual, desta forma, quanto maior a concentração de lactato menor será o seu pH (Picchi 2015).

O pH tem um papel determinante na qualidade da carne. Mülhbauer (2022) destaca que o potencial hidrogeniônico do músculo de bovino recém abatido é de 7,2 podendo chegar a 5,4 após arrefecimento da carcaça. Tal acidificação na carne de bovino ocorre em um período que oscila entre 16 e 24 horas, desde a sangria até ao arrefecimento da carcaça.

As proteases, como calpaínas e calpastatinas, são fundamentais e importantes para a qualidade da carne. Utilizam a água presente no músculo para hidrolisar as

miofibrilas, o que por sua vez reduz a rigidez dos músculos e deixa a carne mais tenra (Felicio and Pflanzler 2018; Lage et al. 2009).

Pereira (2006) destaca que a carne deve possuir uma quantidade suficiente de glicogénio para que ocorra a transformação do músculo em carne. Em caso de não ocorrência da glicólise, a acidificação não é suficiente e a carne torna-se escura, firme e seca conhecida como carne DFD (Dark, Firm and Dry).

Em contrapartida, caso o músculo apresente uma acidificação muito rápida, pode ocorrer um processo que torna a carne pálida, mole e exsudativa, conhecida como carne PSE (Pale, Soft and Exudative). Segundo Mantese (2002), a característica PSE pode ocorrer também em animais que foram submetidos a processos *stressantes* antes ou durante o abate.

De acordo com Trevisan (2020), o *stress ante mortem* e a concentração de glicogénio presente no músculo tem um efeito direto e altamente influenciável no modo como ocorre o *Rigor Mortis*.

A conversão do músculo em carne ocorrerá de forma adequada quando o animal não for submetido a situação de *stress*, tendo uma quantidade suficiente de glicogénio de reserva e conseqüentemente acidificação correta, para que se produzam carcaças e carnes de boa qualidade e com tempo de prateleira adequado (Pereira 2006).

2.5. Relação entre a temperatura e alterações da carne

Rossi (2019) afirma que a carne é um meio de desenvolvimento para microrganismos, inclusive patogénicos, quase perfeito. Perante este facto, a aplicação de medidas preventivas ao longo da cadeia produtiva é fundamental para que sejam comercializados produtos inócuos.

O ambiente ótimo para o desenvolvimento de microrganismos relaciona-se com a grande quantidade de água presente na carne, pH, bem como com a presença de minerais e compostos nitrogenados (Guedes 2006).

Segundo Oliveira (2015), o fator extrínseco que mais interfere na multiplicação microbiana é a temperatura. O processo de refrigeração faz com que as atividades enzimáticas e químicas dos microrganismos sejam reduzidas (Chesca et al. 2017).

Segundo Souza et al. (2013), a refrigeração como método de conservação faz com que seja possível transportar e armazenar carne por um tempo maior, o que irá garantir a sua segurança. O frio e sua aplicação favorecem o armazenamento e conservação da carne e o atraso da manifestação microbiológica (Custódio 2017).

De acordo com o regulamento (CE) nº 853/2004, do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de Abril de 2004, que estabelece regras específicas de higiene aplicáveis aos géneros alimentícios de origem animal, durante o processo de desmancha, desossa,

aparagem, corte em fatias, corte em cubos, acondicionamento e embalagem, a carne deve ser mantida a uma temperatura não superior a 4°C, mediante uma temperatura ambiente de 12°C.

A temperatura de armazenamento faz com que se mantenham e conservem as propriedades físico-químicas da carne (Borges e Souza, 2019). Entretanto, se a refrigeração não for utilizada durante o armazenamento, as alterações organolépticas da carne ficam mais evidentes, influenciando de maneira negativa a cadeia produtiva (Neves Filho, 2009).

A carne deve ser mantida sob condições de refrigeração, visto que tal ambiente irá inibir e selecionar os microrganismos, com isso, reduzirá o teor de microrganismos mesófilos atrasando a multiplicação dos psicrófilos e psicrotrófilos. Após 24 horas, em ambiente com temperatura de refrigeração, os microrganismos mesófilos presentes na carne serão em menor quantidade e deixam de ser uma preocupação, em contrapartida, os microrganismos psicrotróficos passam a assumir um papel dominante (Picchi, 2015). Enquadram-se como microrganismos psicrotróficos os géneros *Pseudomonas* e *Enterococcus* e como mesófilos os géneros *Streptococcus*, *Proteus*, *Escherichia* e outros *causadores de deterioração da carne* (Silva et al. 2021).

Segundo Lulietto et al. (2015), a deterioração da carne é descrita como a modificação indesejável das suas características, como sabor, textura, cor e odor, o que faz com que a mesma se torne inaceitável para o consumidor.

Segundo o DL 207/2008, o qual estabelece os limites máximos de temperatura aplicáveis durante a distribuição, conservação e exposição das carnes e seus produtos (figura 1), os produtos devem ser mantidos levando em consideração as temperaturas internas exigidas para a sua conservação no estado refrigerado, congelado, ou ultracongelado.

Temperaturas de distribuição, conservação e exposição das carnes e seus produtos

(n.º 1 do artigo 2.º do Regulamento)

Carnes e seus produtos

| Estado e natureza | Temperatura máxima (em graus centígrados) ⁽⁷⁾ |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Ultracongelados ⁽¹⁾ | |
| 1 — Carnes e seus produtos | ⁽³⁾ - 18 |
| Congelados ⁽¹⁾ | |
| 2 — Carnes de reses | - 12 |
| 3 — Carnes de aves | - 12 |
| 4 — Carnes de coelho | - 12 |
| 5 — Carnes de caça | - 12 |
| 6 — Preparados de carne | - 12 |
| 7 — Carne picada | ⁽⁴⁾ |
| 8 — Miudezas | - 12 |
| 9 — Gorduras animais fundidas | - 12 |
| Refrigerados ⁽²⁾ | |
| 10 — Carnes frescas | + 7 |
| 11 — Carnes de aves | + 4 |
| 12 — Carnes frescas de coelho | + 4 |
| 13 — Carnes de caça de criação e de caça selvagem menor ⁽⁸⁾ | + 4 |
| 14 — Carnes de caça selvagem maior | + 7 |
| 15 — Carne picada | + 2 |
| 16 — Preparados de carne com carne picada | ⁽⁵⁾ + 2 |
| 17 — Preparados de carne | + 4 |
| 18 — Produtos à base de carne | ⁽⁶⁾ + 6 |
| 19 — Gorduras animais frescas | + 7 |
| 20 — Miudezas e vísceras frescas | + 3 |

⁽¹⁾ Estado congelado ou ultracongelado — a temperatura interna do produto é a temperatura máxima indicada, sem limite inferior.

⁽²⁾ Estado refrigerado — a temperatura interna do produto deve estar compreendida entre a temperatura máxima indicada e a temperatura do início do ponto de congelação.

⁽³⁾ Sem prejuízo do estipulado no artigo 5.º do Decreto-Lei n.º 251/91, de 16 de Julho.

⁽⁴⁾ Só para ultracongelados.

⁽⁵⁾ Para os preparados de carne com carne fresca, + 7º C, com carne de aves, + 4º C, e para os que contenham miudezas, + 3º C.

⁽⁶⁾ Com exclusão de produtos estabilizados por salga, fumagem, secagem ou esterilização.

⁽⁷⁾ Tolerância máxima de 3º C para produtos congelados, quando da distribuição e em armários e expositores de venda.

⁽⁸⁾ Inclui as peças inteiras de caça selvagem menor comercializadas com pele ou penas, previstas no n.º 3 do artigo 8.º

Figura 1: Temperaturas de distribuição, conservação e exposição de carnes e seus produtos.

Fonte: DL 207/2008

O desenvolvimento microbiano, a oxidação e a autólise enzimática são os três mecanismos básicos responsáveis pela deterioração da carne, sendo que a multiplicação microbiana é o que tem maior expressão (Ajaykumar and Mandal, 2020).

As principais alterações da carne causadas pelo desenvolvimento de microrganismos, são:

1. Alterações do odor: devido ao metabolismo microbiano há produção de compostos voláteis. Entretanto, o aparecimento de odores anormais são a primeira manifestação de deterioração da carne e são perceptíveis quando a contagem total de bactérias ultrapassa as 10⁷ unidades formadoras de colónias

- por grama de alimento (UFC/g);
2. Formação de viscosidade: A viscosidade corresponde à presença de polissacarídeos bacterianos, que por sua vez produzem biofilmes. As alterações surgem quando a contagem total de bactérias ultrapassa as 10^8 UFC/g;
 3. Alteração da cor: resultado da destruição da mioglobina através de uma combinação com o sulfureto de hidrogénio ou da decomposição pelo peróxido de hidrogénio, o que faz com que a carne obtenha uma cor verde.
 4. Presença de gás: é o resultado do metabolismo bacteriano e é evidenciado por sua vez em embalagens a vácuo, o que conduz à perda de vácuo (Pellissery et al. 2020).

2.6. Qualidade da carne e o comportamento do consumidor

De acordo com Becker (2000), a definição de qualidade é ampla e variável segundo quem avalia os atributos de qualidade da carne. Araújo et al (2022), refere que esses atributos podem ser divididos em intrínsecos, tais como as características sensoriais, composição nutricional, salubridade dos alimentos, presença de contaminantes químicos, e características microbianas e atributos extrínsecos, como a origem, preço e marca.

As indústrias de transformação observam a qualidade nos atributos e indicadores técnicos, em contrapartida, os consumidores utilizam sinais recolhidos pela própria observação e a experiência de consumo para poderem determinar a qualidade (Sepúlveda et al. 2008).

Segundo Becker (2000), os atributos de qualidade podem ser colocados em três categorias diferentes, são eles: 1) atributos de seleção no ato de compra (exemplo: cor, gordura visível e/ou marmoreado); 2) atributos experienciáveis do consumo da peça (exemplo: ternura, cor, cheiro, textura, suculência, gordura); 3) atributos de qualidade de interesse do consumidor que não podem ser inferidos durante o processo de seleção nem após o consumo da carne.

Para o consumidor a qualidade é relativa, ou seja, não é um valor absoluto e desta forma na medida em que a avaliação é sempre feita em comparação com outros produtos, deve então falar-se em percepção de qualidade (Issanchou 1996).

A influência da cor da carne na aceitação das carnes vermelhas pelo consumidor já se encontra bem estabelecida, sendo essa utilizada como indicador de frescura (Jeremiah et al. 1972; Carpenter et al. 2001).

Segundo Faustman et al. (2010), entende-se por carne vermelha o tecido muscular de espécies de mamíferos após o abate, sendo que a cor vermelha se relaciona com o teor de mioglobina (proteína sarcoplasmática), a qual é responsável pela cor da carne. O

seu teor depende da espécie e idade do animal que originou a peça.

Por se tratar de uma proteína hidrossolúvel, a mioglobina é constituída por oito α -hélices que envolvem um núcleo heme central, o qual contém um átomo de ferro com capacidade de formar seis ligações, desta forma, o tipo de ligação presente e a valência do ferro irá determinar a cor do músculo (Mancini and Hunt 2005).

De acordo com Mancini and Hunt (2005), a mioglobina tem como principal função o transporte de moléculas diatómicas de oxigênio para as mitocôndrias, a mioglobina é produzida pelo organismo de forma a responder às necessidades de oxigênio das mitocôndrias.

Conforme ilustrado na figura 2, a cor vermelho-cereja da carne está associada ao estado de oximioglobina. Este estado ocorre quando o sexto local de ligação é ocupado por oxigênio diatômico proveniente da atmosfera, desta forma, não ocorre alteração na valência do átomo de ferro o qual se mantém ferroso (Fe^{2+}). De acordo com o aumento da exposição ao oxigênio a oximioglobina por sua vez penetra mais profundamente no tecido muscular que compõe a carne, no entanto, a profundidade da penetração do oxigênio e a espessura da camada de oximioglobina dependem de vários fatores, como: temperatura, pH, pressão parcial de oxigênio e competição com outros processos respiratórios. Já a cor vermelho-arroxeadada encontra-se habitualmente relacionada com o músculo acabado de cortar e com produtos embalados a vácuo; esta cor surge quando a mioglobina se encontra no estado de desoximioglobina. Para manter o estado reduzido da mioglobina é necessária uma tensão de oxigênio baixa ($<1,4\text{mm Hg}$), assim a desoximioglobina acontece quando não existe nenhum elemento ligado ao sexto local do núcleo heme, ficando desta forma no estado ferroso (Fe^{2+}) (Mancini and Hunt 2005).

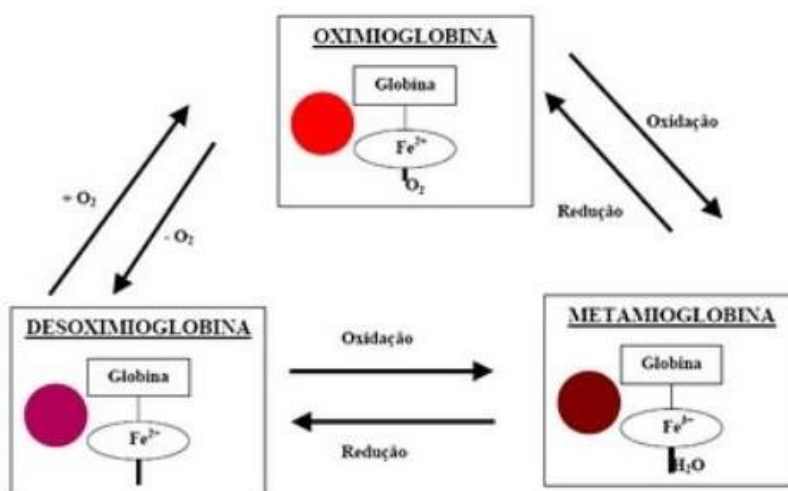


Figura 2: Comportamento da mioglobina em peças de carne fresca
Fonte: UESB 2010

A metamioglobina deriva tanto da desoximioglobina como da oximioglobina com a oxidação do ferro ferroso a ferro férrico (Fe^{2+} passa a Fe^{3+}) fazendo com que ocorra uma alteração da cor da carne para o vermelho-acastanhado, a qual é percebida pelo consumidor como uma característica negativa na avaliação deste parâmetro sensorial da carne. No entanto, a formação da metamioglobina está ligada a vários fatores, como o pH, temperatura, pressão parcial do oxigênio, e em alguns casos resulta da deterioração microbológica (Mancini and Hunt 2005).

De acordo com Faustman et al. (2010), as miofibrilas constituintes dos músculos podem ser classificadas como oxidativas, glicolíticas ou oxidativas/glicolíticas. As miofibrilas oxidativas possuem uma velocidade de contração mais lenta, metabolismo oxidativo e, de forma correspondente, maior concentração de mioglobina e mitocôndrias. As glicolíticas possuem por sua vez maior concentração de glicogênio, desta forma, baseia-se num metabolismo anaeróbio com menor teor de mioglobina e menor número de mitocôndrias, alcançando uma rápida velocidade de contração. Já as oxidativas/glicolíticas são compostas por elementos intermédios às fibras oxidativas e glicolíticas. Desta maneira, se compreende a variação significativa dos tons de vermelho em diferentes músculos de um mesmo animal, sendo o músculo com maior proporção de miofibrilas oxidativas de tons mais vermelhos (Faustman et al. 2010).

Segundo Carpenter (2001), existe uma relação entre a aparência da carne e a probabilidade de ser comprada, existindo uma preferência pelo vermelho vivo. Entretanto, estudos indicam que fatores intrínsecos (cor, gordura visível) e extrínsecos (preço, tipo de embalagem) influenciam os consumidores no momento da compra (Issanchou 1996).

Uma vez decidida a compra, a satisfação face à preparação e consumo encontra-se diretamente ligada às propriedades de ternura, suculência e *flavour* (Robbins et al. 2003).

Hood e Riordan (1973) mostraram nos seus estudos que valores de metamioglobina próximos dos 40% levaram os consumidores a uma discriminação dos bifés descorados mesmo com níveis baixos de metamioglobina, sendo que foi encontrada uma relação linear entre o aumento de metamioglobina e a diminuição do número de vendas totais. Carpenter et al. (2001) confirmaram em um dos seus estudos que o valor de 30 a 40% de metamioglobina no total de pigmentos da superfície da carne é apresentado como suficiente para os consumidores tomarem a decisão de não aquisição.

Segundo Jeremiah et al. (1972), a importância da cor que a carne apresenta é realçada quando resultados indicam que uma grande maioria das compras realizadas são feitas por impulso, sendo a aparência atrativa da carne o principal fator motivador.

Num estudo envolvendo consumidores de seis países europeus, a cor foi considerada o atributo intrínseco de qualidade mais importante, sendo considerado mais

útil na apreciação em todos os países (Irlanda, Itália, Suécia, Espanha e Reino Unido) com exceção da Alemanha, onde eram valorizados atributos extrínsecos como o país de origem e o local de compra (Glistch 2000).

2.7. Importância da escala de cor

A percepção da cor caracteriza-se como um fenômeno muito complexo, o qual depende da composição do objeto bem como da iluminação do ambiente no qual se encontra, das características do olho e do cérebro que percebe, e dos ângulos em que se encontram a iluminação e o campo de visão (Wu and Sun 2013).

De acordo com Rodríguez-Pulido et al (2013), a cor resulta de uma resposta mental ao espectro visível da luz, a qual é refletida ou emitida por um objeto. Dessa forma, o sinal de resposta interage no olho com a retina e é então transmitida ao cérebro pelo nervo óptico, que faz com que o ser humano atribua cores a esse sinal.

Kays (1999), afirma que a aparência é utilizada em toda a cadeia de produção, armazenamento e comercialização como principal meio de julgar a qualidade de unidades individuais do produto. Nos alimentos, a aparência tem um papel importante quando diz respeito a tomada de decisões de compra (Kays 1999).

Segundo Costa et al. (2011), a aparência das unidades dos produtos é avaliada considerando o seu tamanho, formato, cor, forma, estado de frescura e ausência de defeitos visuais.

Para a percepção humana, a cor é um atributo sensorial importante para fornecer informações básicas de qualidade como frescura, maturidade, variedade e desejabilidade e segurança dos alimentos, sendo assim, um importante fator de classificação para um grande grupo de produtos alimentícios (McCaig 2002).

De acordo com Philippe et al (2020), o consumidor julga primeiro um alimento pela cor e só depois por outros atributos como aroma e sabor, e desta forma, entende-se que a cor afeta a aceitação do consumidor e, portanto, deve ter um "padrão" quando adquirido.

2.7.1. Metodologias de avaliação da cor

Faustman et al. (2010), afirma que dos parâmetros de qualidade que mais influenciam a comercialização da carne de bovino, a cor é o mais importante visto que nos postos de venda os consumidores possuem o hábito de caracterizar a cor vermelho cereja brilhante, da carne fresca, e a cor vermelha arroxeada, da carne de bovino embalada a vácuo, como indicadores de salubridade.

A bioquímica da mioglobina e suas interações com pequenas biomoléculas numa

matriz alimentar muscular complexa governam a cor da carne e vários outros fatores que afetam a estabilidade da cor da carne de bovino (Suman and Joseph 2013).

Vários estudos têm sido efetuados com o objetivo de desenvolver métodos e técnicas para avaliação da cor pelas régua de cor de carne.

Nas indústrias e laboratórios os colorímetros são amplamente utilizados, sendo equipamentos comercializados com várias finalidades, como: controlo de qualidade de alimentos, análises clínicas de soluções corporais, análises de soluções químicas, medição de concentração de nutrientes em plantas, entre outros (Augusti e Corrêa 2018).

Todavia, no ramo da qualidade alimentar o colorímetro é um instrumento que pode ser aplicado para caracterizar amostras do ponto de vista das características de sua cor, ou seja, classifica algum espaço ou sistemas de cores (Augusti e Corrêa 2018).

Sánchez et al. (2023) mostram no seu estudo técnicas que são usadas numa abordagem dividida em 3 etapas, as quais consistem numa análise multivariada das mudanças de cor da carne de bovino utilizando um modelo preditivo de “*Learning machine white box*” ou seja um modelo preditivo de inteligência artificial com auto aprendizagem. O trabalho numa primeira fase consiste em utilizar um sistema de visão computacional para capturar a cor dos pedaços da carne de bovino, e desta forma implementar uma etapa de pré-processamento de correção de cor dentro de uma cabine. Posteriormente, a segunda fase consiste em avaliar a diferença entre três espaços de cores, sendo RGB (Vermelho, Verde e Azul), HSV (Matiz, Saturação e Brilho), e a CIELab* onde o L* se refere a luminosidade (do preto para o branco), o a* parâmetro para a cor vermelha (verde se valor negativo e vermelho se valor positivo), e o b* parâmetro da cor amarela (azul se valor negativo e amarelo se valor positivo). Por fim, na terceira fase avaliou-se o desempenho dos três classificadores de forma a prever cores em carne fresca e não fresca.

Salinas Labra et al (2020) apresentaram também técnicas utilizadas no seu estudo que teve como objetivo avaliar e desenvolver uma escala visual para avaliação da cor da carne de bovino, tendo analisado um total de 1165 lombos após 24 horas *post-mortem* em quatro matadouros no México. O artigo refere que para cada amostra em estudo foi determinada a cor usando um padrão visual com recolha de fotografias de cada lombo e um colorímetro (escala CIELAB); sete categorias foram identificadas usando o método visual (vermelho claro a vermelho muito escuro) e as variáveis instrumentais de cor (L*, a*, b*, c* e h*) foram utilizadas para criar modelos de previsão para as categorias visuais.

O L* foi utilizado na construção da escala como único preditor pois o modelo explicou 90% da variação observada. Desta forma, o padrão foi ilustrado com fotos das amostras com valor L* dentro do intervalo de confiança de 95%, sendo que para cada categoria se obteve o seguinte intervalo médio para vermelho muito claro de $48,1 < L^* < 48,8$ e para o vermelho muito escuro de $32,7 < L^* < 33,4$. A diferença total de cores entre as

categorias oscilou entre 2,8 e 5,5 o que sugere que estas são distintas a olho nu. Afim de confirmar o resultado, foi criado um painel sensorial treinado e um painel de consumidores que por meio de testes validaram a escala elaborada. Os meseiros treinados do painel em amostras com aparência de corte escuro tiveram 100% de acertos, enquanto os meseiros consumidores um acerto de 85,3%. Entretanto, o visual proposto no estudo foi apoiado por medições instrumentais e provou-se ser tecnicamente viável efetuar a avaliação da cor da carne de bovino por pessoal treinado e por um painel de consumidores.

Devido ao aumento das exigências de qualidade por parte dos consumidores, a indústria alimentar tem empreendido esforços de forma a medir e controlar a cor dos seus produtos. Mediante este facto, é necessário e fundamental desenvolver técnicas e sistemas eficazes de inspeção de cores para avaliar a cor de produtos alimentares de forma rápida e objetiva durante as operações de processamento, expedição e em períodos de armazenamento.

2.7.2. Importância da estabilização da cor em embalagens skinpack a vácuo

As embalagens a vácuo possuem como objetivo principal a proteção de alimentos, sendo utilizadas com o intuito de preservar as suas características sensoriais através da proteção do alimento do contato com o oxigénio presente no ar (Sarantópoulos e al. 2002). Contudo, o comprometimento de sua integridade é responsável pela anulação desta sua função de assegurar a qualidade e segurança dos alimentos (Otto et al. 2021).

No setor industrial de carne são utilizadas diversas formas de acondicionamento, entre elas as mais utilizadas são: skinpack a vácuo onde o termo skinpack se refere ao acondicionamento da carne em uma cuvette com ausência de oxigénio, ATM (atmosfera modificada) onde o artigo por sua vez é acondicionado em cuvette com mistura de gases, e por fim há a opção de peças embaladas apenas em vácuo sem o acondicionamento em cuvetes (Mendonça 2011)

Nos alimentos a aparência possui um papel fundamental na ação de decisão de compra, contudo, a cor é um atributo de carácter sensorial importante de forma a fornecer informações de qualidade em toda cadeia de produção, armazenamento e comercialização, sendo o principal meio utilizado para julgar a qualidade de produtos alimentares (Kays 1999; McCaig 2002).

Bandeira (2004) afirmou que a cor da carne é dinâmica e reversível em situações de não contaminação, enquanto que em carnes que são embaladas a vácuo, é normal observar um escurecimento devido à ausência de oxigénio em contacto com a carne. Face a esse impacto, conhecer o tempo de estabilização, tipologia do corte, forma de armazenamento, acondicionamento e transporte, faz com que o produto tenha uma melhor

aceitabilidade no mercado pelo consumidor.

Um estudo feito em três países escandinavos (Noruega, Dinamarca e Suécia) com o objetivo de compreender em que tipologia de embalagem a carne era mais aceita pelos consumidores, chegou à conclusão de que os consumidores avaliados no estudo apresentaram uma preferência por bifés embalados na ausência de oxigênio, tanto em termos de gosto geral quanto de ternura, suculência e sabor; em contrapartida, produtos embalados com misturas de dióxido de carbono (CO₂) e oxigênio com o intuito de reter a cor vermelha não influenciou a preferência de compra do consumidor (Aaslyng et al., 2010).

Adicionalmente, num estudo conduzido por Otto et al. (2021) foi identificado que a ausência de embalagem leva a um aumento do desperdício alimentar, mais precisamente devido a falta de proteção que as embalagens conferem aos alimentos

Tendo em consideração os estudos mencionados, visto que produtos embalados na ausência de oxigênio possuem uma maior preferência dos consumidores no momento de compra face às outras forma de embalamento e conhecendo a importância das embalagens na segurança dos alimentos, é muito importante estabelecer e entender a estabilização da cor neste tipo de embalagem de modo a reunir resultados que reforcem a utilização desse tipo de embalagem nas várias vertentes de qualidade, segurança alimentar, financeira e ambiental.

3. Trabalho experimental

Avaliação do tempo necessário para estabilização da cor da carne de bovino Angus embalada a vácuo skinpack sob condições de armazenamento em refrigeração.

3.1. Objetivos

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o tempo necessário para estabilização da cor de três tipos de cortes de carne de bovino (Lombo da Pá Angus, Fraldinha Angus, Posta Angus) embalados a vácuo, em cuvetes skinpack, sob condições de armazenamento em refrigeração.

3.2. Objetivos específicos

- Determinar o intervalo de tempo entre a produção e a expedição do produto ao cliente

necessário para a estabilização da cor;

- Determinar o número de devoluções e os motivos associados;
- Avaliar a temperatura da cadeia de frio, desde a receção da matéria prima, e zonas produtivas ao longo do processo produtivo e armazenamento.

4. Material e Métodos

4.1. Âmbito da empresa

O estudo foi desenvolvido numa empresa que desenvolve atividade de preparação de corte e desossa de ungulados domésticos, aves de capoeira e caça, bem como realiza o fabrico de preparados de carne e carnes picadas, transformados de carne e fatiagem e acondicionamento de transformados de carne. Realiza também o acondicionamento, embalagem e congelação de carne.

4.2. Seleção e caracterização da amostra

O presente estudo foi realizado durante os meses de Janeiro a Março de 2023 e teve como base a seleção de três artigos comerciais de carne de bovino da raça Angus, com características de corte distintas, sendo eles (Figura 3): Lombo da Pá Angus (peça correspondente a Pá localizada na região onde se encontram os músculos deltoíde, braquial e tríceps braquial do bovino), Posta Angus (peça correspondente a Alcatra localizada na região do glúteo médio do bovino), e Fraldinha Angus (peça correspondente a Aba localizada na região do diafragma do bovino abrangendo a face interna e anterior da coxa e as massas musculares de parte das costelas).

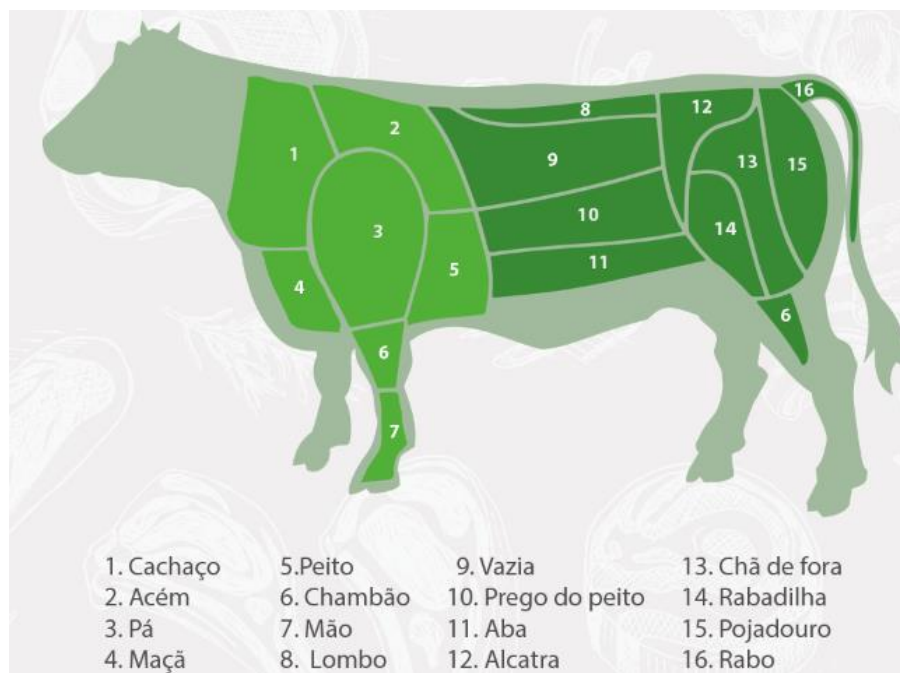


Figura 3: Cortes do quarto dianteiro e do quarto traseiro do bovino

Fonte: BifeLovers

Para a recolha de dados, foram selecionados 20 lotes de carcaças de bovino ANGUS, com 3 amostras por lote para cada artigo, os quais foram acompanhados durante toda a fase do processo produtivo.

A seleção destes artigos baseou-se no alto valor comercial agregado bem como o impacto das devoluções do mesmo na receita da empresa.

A avaliação das devoluções foi construída com base nos relatos feitos por parte dos clientes que realizavam encomenda dos artigos em questão, obtiveram informações de forma a contabilizar o número de devoluções bem como o motivo associado durante o período em estudo.

Estas peças foram acondicionadas em cuvettes PP/VOH/PE EOST (copolímero de álcool vinílico de etileno) de cor transparente com dimensões de 238,9 mm de comprimento por 165,2mm de largura (Tabelas 1 e 2, Figura 5) da marca Faerch® produzida na Dinamarca e seladas com películas de alta barreira multicamada de baixa permeabilidade ao oxigénio e vapor de água (Tabelas 3 e 4, Figura 6) da marca Sealed air® (Estados Unidos da América). A embalagem foi fechada a vácuo na máquina de vácuo Trave® (Figura 4) fabricada pela G. Mondini (Itália), a selagem da cuvette foi feita quando a temperatura atingia 90°C e um vácuo de 1000 bar.



Figura 4: Equipamento utilizado na selagem da embalagem (Trave®)
Fonte: G. Mondini

Tabela 1: Composição química da cuvette

| COMPOSIÇÃO QUÍMICA | |
|--------------------|-----------------------------------------------------------|
| MATERIAL | PP/VOH/PE EOST (Copolímero de álcool vinílico de etileno) |
| COR | E CLARA |
| NIR DETECTÁVEL | SIM |
| TEMPERATURA MÍNIMA | 0°C |
| TEMPERATURA MÁXIMA | 40°C |

Fonte: FAERCH

Tabela 2: Informação técnica da cuvete

| INFORMAÇÃO TÉCNICA | |
|----------------------------|------------|
| COMPRIMENTO | 238,9 mm |
| TOLERÂNCIA DE COMPRIMENTO | +/- 0,8 mm |
| LARGURA | 165,2 mm |
| TOLETRÂNCIA DE LARGURA | +/- 0,8 mm |
| CENTRO DE TOLERÂNCIA | +/- 0,7 mm |
| PROFUNDIDADE | 27,0 mm |
| TOLERÂNCIA DE PROFUNDIDADE | +/- 0,8 mm |
| ALTURA MAIS Densa | 5,0 mm |
| VOLUME | 735 ml |
| CALIBRE NOMINAL | 650 µm |
| PESO | 23,00 g |
| TOLERÂNCIA DE PESO | +/- 10% |

Fonte: FAERCH



Figura 5: Cuvete utilizada na embalagem

Fonte: FAERCH

Tabela 3: Composição química do filme

| TIPO DE CAMADA | COMPOSIÇÃO QUÍMICA |
|----------------|--------------------|
| | |

| | |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | ETILENO/INÔMERO ACRÍLICO (EAI) |
| 2 | ETILENO/COPOLÍMERO ACRÍLICO (EAC) |
| 3 | ACETATO DE VINIL ETILENO (EVA) |
| 4 | POLIETILENO (PE) |
| 5 | ÁLCOOL VINÍLICO ETILENO (EVOH) |
| 6 | POLIETILENO (PE) |
| 7 | ACETATO DE VINIL ETILENO (EVA) |
| 8 | ETILENO/INÔMERO ACRÍLICO (EAI) |
| 9 | POLIETILENO (PE) |
| COMPOSIÇÃO | EVA 38% ETILENO/INÔMERO ACRÍLICO 25% PE 15% ETILENO/COPOLÍMERO ACRÍLICO 11% EVOH 11% |

Fonte: SEALED AIR

Tabela 4: Condições de utilização

| DESCRIÇÃO | CONDIÇÕES DE CONTACTO | TIPO DE ALIMENTO |
|------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| CONGELAMENTO | ENTRE -25°C E -4°C | TODOS OS TIPOS DE ALIMENTOS |
| REFRIGERAÇÃO | ENTRE -4°C E 7°C | |
| TEMPERATURA AMBIENTE | TEMPERATURA AMBIENTE | |
| PASTEURIZAÇÃO | ATÉ 100°C | |
| REAQUECIMENTO EM MICROONDAS | ATÉ 100°C | |

Fonte: SEALED AIR



Figura 6: Filme utilizado na embalagem

Fonte: SEALED AIR

4.3. Medição de temperatura da matéria prima e do ambiente de produção

O processo de obtenção de dados de temperatura da matéria prima dos três itens comerciais em estudo foi seguido, recolhendo-se dados desde a receção até o momento da expedição ao cliente em seu formato de produto final. Esta medição foi realizada para cada um dos 20 lotes nas suas 3 amostras para cada artigo em estudo, obtendo-se a sua média para fins de formação de banco de dados.

A recolha de temperatura das câmaras de armazenamento foi obtida via sistema operacional modelo Memory 1000 Eliwell fabricado pela Eliwell by Schneider Electric localizado em Itália (Figura 7) instalado em fábrica e que realizou a monitorização da temperatura em contínuo (24 horas) fornecendo resultados da média diária.



Figura 7: Equipamento de registo e recolha de dados de temperatura da fábrica (Memory 1000 Eliwell)
(Fonte: Elaborado pelo autor)

A temperatura da matéria prima foi medida com um termómetro infravermelho Testo 104 IR fabricado pela Testo España (Espanha) (Figura 8). Estes dados foram recolhidos do momento da receção da matéria prima até a expedição ao cliente em seu formato de produto final, para os 20 lotes nas suas 3 amostras para cada artigo em estudo, obtendo a sua média para fins de formação de banco de dados.

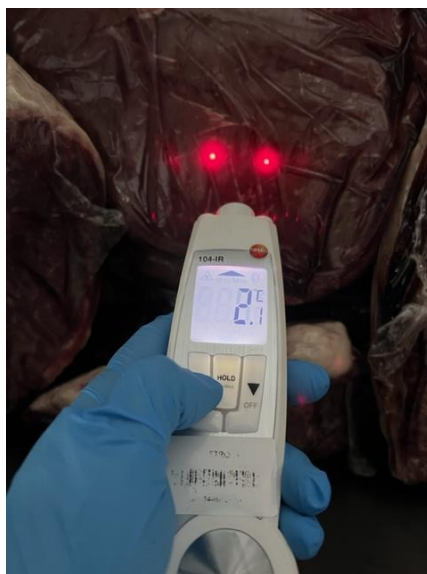


Figura 8: Equipamento de medição da temperatura da matéria prima (Termómetro Infravermelho Testo 104 IR)

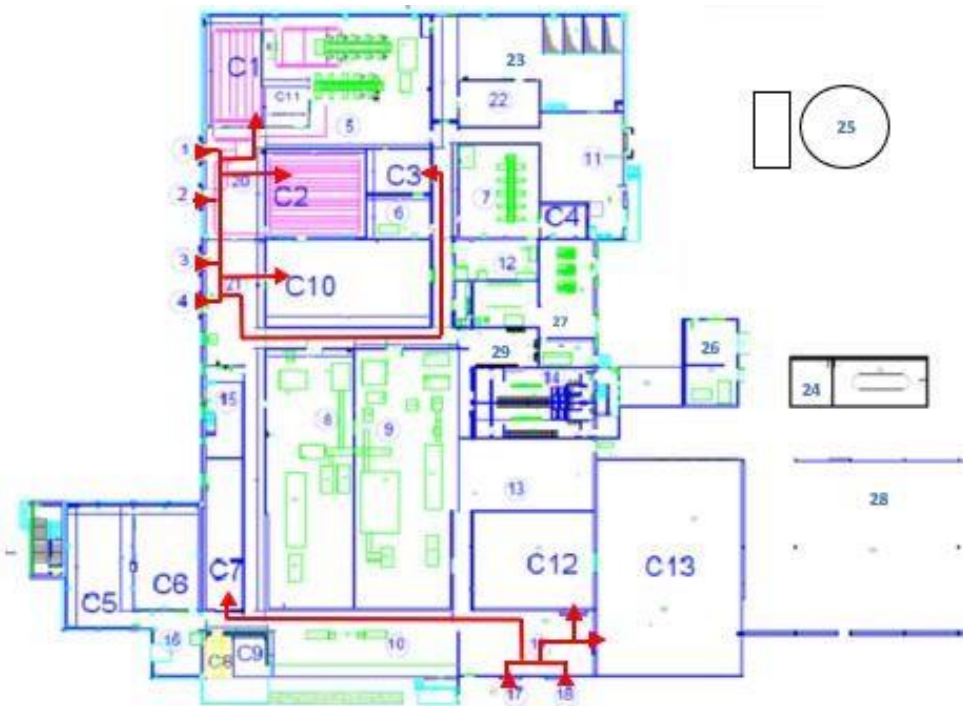
Fonte: Elaborado pelo autor

4.4. Descrição do processo tecnológico da carne embalada a vácuo

4.4.1. Recepção da matéria prima

A matéria prima é rececionada na zona de Receção e Expedição de Frescos (Figura 9, nº21), efetuando-se neste momento o controlo de peso e avaliação da qualidade, verificando se o produto cumpre os requisitos da ficha técnica do fornecedor, como: acondicionamento da peça, vácuo e integridade da embalagem, etiquetagem, data de validade, temperatura, pH, e cor. Posteriormente, a matéria prima é encaminhada para a câmara de armazenamento de matéria prima (C10). As matérias primas chegam em caixas de cartão com as peças embaladas a vácuo, identificadas com os seus respetivos cortes, em condições de temperatura de forma a cumprirem o requisito legal descrito no DL 207/2008.

Posteriormente à receção, conferência de peso e avaliação da qualidade, a matéria prima é identificada com lote, nome do produto e armazenada (de acordo com o modelo de gestão de stock FEFO - First expire, first out, ou seja, os primeiros lotes a terminar a sua validade são os primeiros a serem utilizados) em câmara de armazenamento de matéria prima (Figura 9, C10) com temperatura média de 2°C, até ao momento da sua utilização.



| | | | | |
|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1 Cais 1 Frescos | 8 Sala Fatiados | 15 Recepção/Barreira Sanitária | 22 Armazém de Aditivos/Ingredientes | 29 Barreira Sanitária |
| 2 Cais 2 Frescos | 9 Sala Picados | 16 Cais 5 | 23 Sala Nova Embalagem | 30 Fossa Séptica |
| 3 Cais 3 Frescos | 10 Pickling | 17 Cais 6 Congelados | 24 Manutenção | C1/C2/C3/C4/C5/C6/C10 Câmara de Refrigeração |
| 4 Cais 4 Frescos | 11 Sala de Lavagem | 18 Cais 7 Congelados | 25 Reservatório de água | |
| 5 Desmancha de Bovino/Suíno | 12 Sala de Encomendas | 19 Recepção/Expedição de Congelados | 26 Sala de Máquinas | C7/C11/C12/C13 Câmaras de Congelamento |
| 6 Desmancha de Aves | 13 Sala de Lavagem de Caixas | 20 Recepção/Expedição de Frescos | 27 Sala de Máquinas | |
| 7 Sala Corte Fino | 14 Balneários | 21 Recepção/Expedição de Frescos | 28 Telheiro | C8/C9 Túneis de Congelamento |

Figura 9: Fluxo da entrada/recepção de mercaderia

Fonte: Elaborado pelo autor

4.4.2. Processamento da carne

Nesta etapa, a matéria prima a ser utilizada é separada consoante o pedido das ordens de produções dos pedidos enviados pelos clientes. A separação é feita e imediatamente utilizada pelo responsável da produção que recebe a matéria prima embalada a vácuo na sala de fatiados (Figura 9, nº8) com equipamentos específicos para a produção. Neste momento a matéria prima é retirada da sua embalagem de origem e transformada no corte ao qual se destina conforme a sua aptidão e conforme a procura e exigência (ficha técnica) do cliente. Após o processamento, os cortes são acondicionados em cuvetes e encaminhadas para selagem e posterior armazenamento.

4.4.3. Armazenamento e Estabilização da carne

Após a produção a carne embalada em cuvetes skinpack a vácuo e acondicionada em caixas de plástico sobre paletes. Efetua-se o seu armazenamento em câmara de refrigeração (Figura 10, C5) com uma temperatura média de 3°C, onde irão permanecer para a estabilização da cor até ao momento de sua expedição.

4.4.4. Etiquetagem e Expedição

Após o período de estabilização da cor, os produtos são retirados da câmara de refrigeração (Figura 10, C5) conforme as ordens de produção e são encaminhados novamente para a Sala de Fatiados (Figura 10, nº 8) onde são etiquetados com o: nome do artigo, rastreabilidade, peso, data de embalagem e de validade, preço (se aplicável), código de barras, e instruções com a forma de armazenamento e preparação, e posteriormente são armazenados em caixas sobre paletes e encaminhados para a zona de expedição.



Figura 10: Fluxo do processo tecnológico da matéria prima

Fonte: Elaborado pelo autor

Todo o ambiente fabril foi mantido sob refrigeração através de ventilação forçada e distribuído ao longo da fábrica conforme demonstrado na figura 11.



| | | | | |
|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1 Cais 1 Frescos | 8 Sala Fatiados | 15 Recepção/Barreira Sanitária | 22 Armazém de Aditivos/Ingredientes | 29 Barreira Sanitária |
| 2 Cais 2 Frescos | 9 Sala Picados | 16 Cais 5 | 23 Sala Nova Embalagem | 30 Fossa Séptica |
| 3 Cais 3 Frescos | 10 Picking | 17 Cais 6 Congelados | 24 Manutenção | |
| 4 Cais 4 Frescos | 11 Sala de Lavagem | 18 Cais 7 Congelados | 25 Reservatório de água | C1/C2/C3/C4/C5/C6/C10 Câmara de Refrigeração |
| 5 Desmancha de Bovino/Suíno | 12 Sala de Encomendas | 19 Recepção/Expedição de Congelados | 26 Sala de Máquinas | |
| 6 Desmancha de Aves | 13 Sala de Lavagem de Caixas | 20 Recepção/Expedição de Frescos | 27 Sala de Máquinas | C7/C11/C12/C13 Câmaras de Congelação |
| 7 Sala Corte Fino | 14 Balneários | 21 Recepção/Expedição de Frescos | 28 Telheiro | C8/C9 Túneis de Congelação |

Figura 11: Pontos de refrigeração do ambiente fabril

Fonte: Elaborado pelo autor

4.5. Avaliação da cor com utilização de régua de cor

Neste estudo foi criada uma régua de cor de carne de bovino ANGUS de acordo com os requisitos específicos da empresa para satisfação dos clientes. A construção da régua ocorreu por fotografia diária da carne após embalagem a vácuo, de acordo com as condições anteriormente descritas, e submetidos às condições de operação e armazenamento, até que não foi observada qualquer diferença das características de cor da carne de bovino ANGUS e da sua aparência.

A partir da régua de cor de carne de bovino ANGUS foi determinado o tempo (em dias) necessário para que os produtos em análise atinjam a estabilização da cor antes de serem expedidos para o cliente. De forma a validar esta régua de cor versus a determinação de tempo para expedição, para cada artigo utilizaram 3 amostras e acompanhou-se as mesmas durante o período de 4 dias (96 horas) determinando-se o momento a partir do qual não foi identificada mais nenhuma alteração da cor. Existe assim para cada tempo uma fotografia correspondente que ilustra a cor. Cada tempo equivale a 24 horas, sendo assim:

Tempo 0 (zero) = Início da contagem, hora zero.

Tempo 1 = 24 horas após fecho da embalagem e armazenamento em refrigeração.

Tempo 2 = 48 horas após fecho da embalagem e armazenamento em refrigeração.

Tempo 3 = 72 horas após fecho da embalagem e armazenamento em refrigeração.

Tempo 4 = 96 horas após fecho da embalagem e armazenamento em refrigeração.

4.6. Avaliação das devoluções associadas à expedição de peças embaladas a vácuo Skinpack

Foi feita a avaliação das devoluções no quesito quantitativo e qualitativo, face aos reportes efetuados pelos clientes. A partir das reclamações, era verificado o lote bem como o motivo associado à respetiva devolução.

Desta forma foram levantados dados a níveis quantitativos e qualitativos e elaborados gráficos de forma a visualizar o ocorrido durante o período de janeiro a março de 2023.

4.7. Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análise estatística com auxílio do programa estatístico IBM SPSS Statistics 23 com cálculo da média e desvio padrão. Com os resultados obtidos a partir do programa estatístico IBM SPSS Statistics 23, os gráficos foram montados com auxílio do programa Excel® 2010, Microsoft, Redmond, WA, USA.

5. Resultados e Discussão

5.1. Criação da régua de cor de carne de bovino Angus

De forma a identificar e obter um ponto de referência do tempo ideal no intervalo entre o dia produzido e o momento de expedição para cada artigo, foi criada uma régua de cor. Desta forma, para cada artigo utilizaram 3 amostras e acompanharam as mesmas durante o período de 4 dias (96 horas), determinando-se o momento a partir do qual não foi identificada mais nenhuma alteração da cor.

Ao observar as réguas criadas e ao acompanhar as fotografias diárias, podem verificar-se alterações na cor da carne a partir do momento em que a mesma é embalada sob as condições de armazenamento.

É notório que com o passar dos dias as alterações vão ficando cada vez mais subtis e por vezes difíceis de visualizar e observou-se que a partir do tempo 3, ou seja, após 72 horas de produção, a carne embalada e mantida sob condições de refrigeração não apresentou mais qualquer alteração considerável da cor para os diferentes artigos em estudo.

Pelo acompanhamento diário para elaboração da régua de cor com o objetivo de identificar o tempo ideal do ponto de estabilidade da cor, elaborou-se uma instrução de trabalho para os artigos em estudo que se apresenta em anexo.

5.1.1. Lombo da Pá Angus

Apresentam-se as fotografias para o Lombo da Pá Angus (Figura 12) no tempo 0, verificando-se que a carne apresenta uma cor vermelha viva após realização do vácuo skinpack, decorrente da oxigenação da mioglobina.

Verifica-se pela fotografia da carne um escurecimento da mesma nos tempos 1, 2, 3 e 4. Dessa forma, considera-se a cor ideal para expedição sendo o tempo 4, visto não ser observada mais alteração na cor.
















| Tempo Estabilização | Descrição | Resultado Esperado | | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Tempo 0 | Produto acondicionado em cuvette fechada a vácuo skinpack logo após o corte |  |  |  |
| Tempo 1 | 24 horas após o fecho da embalagem e armazenada em refrigeração |  |  |  |
| Tempo 2 | 48 horas após o fecho da embalagem e armazenada em refrigeração |  |  |  |
| Tempo 3 | 72 horas após o fecho da embalagem e armazenada em refrigeração |  |  |  |
| Tempo 4 | 96 horas após o fecho da embalagem e armazenada em refrigeração |  |  |  |

Figura 12: Régua de cor da peça Lombo da pá Angus

Fonte: Elaborado pelo autor

5.1.2. Posta Angus

Também para a Posta Angus (Figura 13). No tempo 0, observa-se que a carne apresenta uma cor vermelha viva a qual se mantém após a realização do vácuo devido à oxigenação da mioglobina.

Nota-se que nos tempos 1, 2, 3 e 4 ocorre um escurecimento da cor da carne. Assim, podem considerar-se que o tempo ideal para a expedição da Posta Angus, seria entre o tempo 3 e 4 onde não se observam mais alterações consideráveis a nível de cor.
















| Tempo Estabilização | Descrição | Resultado Esperado | | |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Tempo 0 | Produto acondicionado em cuvete fechada a vácuo skinpack logo após o corte |  |  |  |
| Tempo 1 | 24 horas após o fecho da embalagem e armazenada em refrigeração |  |  |  |
| Tempo 2 | 48 horas após o fecho da embalagem e armazenada em refrigeração |  |  |  |
| Tempo 3 | 72 horas após o fecho da embalagem e armazenada em refrigeração |  |  |  |
| Tempo 4 | 96 horas após o fecho da embalagem e armazenada em refrigeração |  |  |  |

Figura 13: Régua de cor da peça Posta Angus

Fonte: Elaborado pelo autor

5.1.3. Fraldinha Angus

No caso da Fraldinha Angus temos fotografias após embalagem a vácuo skinpack (Figura 14), é possível observar que assim como para os outros artigos, a Fraldinha Angus apresenta uma cor vermelha viva a qual perpetua após a realização do vácuo, o que ocorre devido à oxigenação da mioglobina.

O comportamento no tempo 1, 2, 3 e 4 é similar ao Lombo da Pá Angus e Posta Angus, ou seja, observa-se um escurecimento com o passar do tempo. Para o artigo em questão, podem associar-se o intervalo de tempo entre 3 e 4 (Figura 14) como o tempo ideal para a expedição da Fraldinha Angus, ponto esse em que não se observam mais alterações de impactos consideráveis a nível de cor.
















| Tempo Estabilização | Descrição | Resultado Esperado | | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Tempo 0 | Produto acondicionado em cuvette fechada a vácuo skinpack logo após o corte |  |  |  |
| Tempo 1 | 24 horas após o fecho da embalagem e armazenada em refrigeração |  |  |  |
| Tempo 2 | 48 horas após o fecho da embalagem e armazenada em refrigeração |  |  |  |
| Tempo 3 | 72 horas após o fecho da embalagem e armazenada em refrigeração |  |  |  |
| Tempo 4 | 96 horas após o fecho da embalagem e armazenada em refrigeração |  |  |  |

Figura 14: Régua de cor da peça Fraldinha Angus

Fonte: Elaborado pelo autor

Para os artigos em estudo, Lombo da Pá Angus, Posta Angus e Fraldinha Angus, observam-se que após 24h, as peças embaladas adquirem uma cor vermelha mais escura visto que, como resultado da ausência de oxigênio, a mioglobina muda para o estado reduzido (Mancini and Hunt 2005).

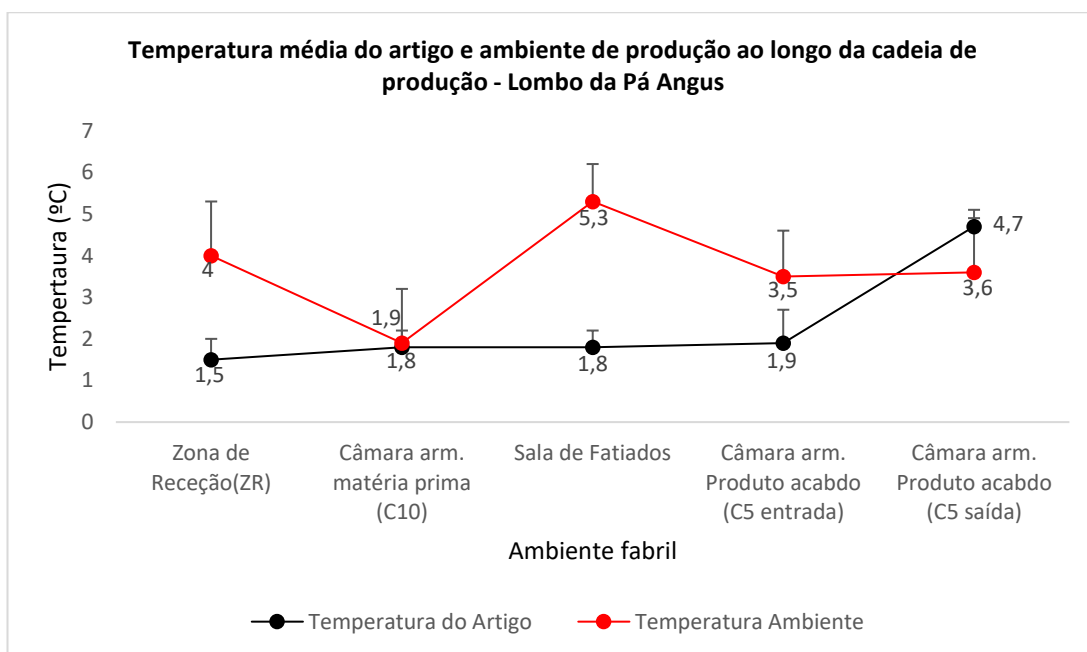
5.2. Temperaturas médias dos artigos e dos ambientes fabris durante o seu processo de fabrico e expedição com seus respetivos desvio padrão

Nos gráficos 5, 6 e 7 apresentam-se os resultados das médias das temperaturas, com seus respetivos desvios padrões, dos 20 lotes avaliados dos artigos em estudo e dos ambientes fabris que os três artigos percorreram ao longo de todo o processo de fabrico.

Ao analisar o gráfico 5, observa-se que o Lombo da Pá Angus passou por variações da temperatura ambiente. O local em que o artigo Lombo da Pá Angus ficou exposto a temperaturas médias mais elevadas foi a Sala de Fatiados, com uma temperatura média de 5,3°C com um desvio padrão de $\pm 0,9^\circ\text{C}$ mas em contrapartida a câmara de armazenamento de matéria prima (C10) foi o local com temperatura mais baixa com 1,9°C apresentando um desvio padrão de $\pm 1,3^\circ\text{C}$. As restantes zonas do ambiente fabril apresentaram temperaturas médias intermédias, com 4°C $\pm 1,3^\circ\text{C}$ para zona da receção (ZR), de 3,5°C $\pm 1,1^\circ\text{C}$ para câmara de armazenamento de produto acabado (C5) na entrada e de 3,6°C $\pm 1,3^\circ\text{C}$ para a câmara de armazenamento de produto acabado (C5) na saída.

Já para a temperatura do artigo, observa-se que houve um aumento na temperatura média consoante o avanço nas etapas do processo de produção. O artigo começa com uma temperatura média de 1,5°C $\pm 0,5^\circ\text{C}$ na zona de receção (ZR), passando a 1,8°C $\pm 0,4^\circ\text{C}$ na câmara de armazenamento de matéria prima (C10) e na sala de fatiados, seguido de 1,9°C $\pm 0,4^\circ\text{C}$ na câmara de armazenamento de produto acabado (C5) na entrada, sendo mais expressivo o aumento da temperatura na câmara de armazenamento de produto acabado (C5) no momento da saída com 4,7°C $\pm 0,4^\circ\text{C}$.

Gráfico 5: Temperatura média e desvio padrão do artigo e ambiente de produção ao longo da cadeia de produção – Lombo da Pá Angus



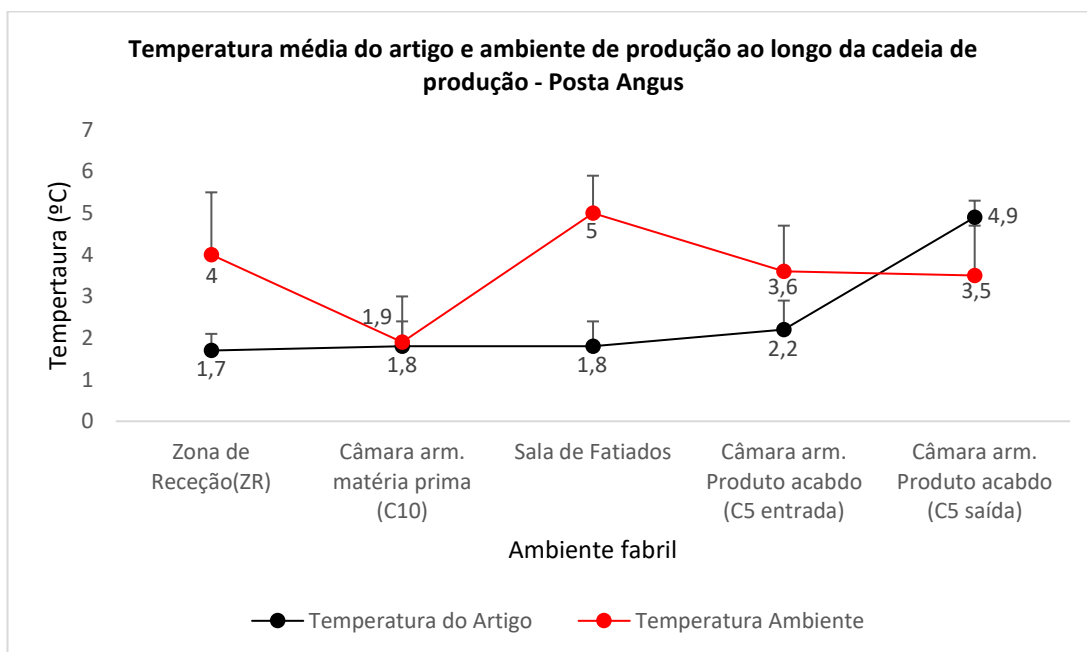
Fonte: Elaborado pelo autor

No gráfico 6 observa-se que o comportamento da temperatura ambiente é similar ao descrito anteriormente. Desta forma, observa-se que o local em que a Posta

Angus ficou exposta a temperaturas médias mais elevadas foi na Sala de Fatiados com $5^{\circ}\text{C} \pm 0,9^{\circ}\text{C}$ mas em contrapartida a câmara de armazenamento de matéria prima (C10) foi o local com temperatura mais baixa com $1,9^{\circ}\text{C} \pm 1,1^{\circ}\text{C}$. As restantes zonas do ambiente fabril apresentaram temperaturas médias intermédias, com $4^{\circ}\text{C} \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ para zona da receção (ZR), de $3,6^{\circ}\text{C} \pm 1,1^{\circ}\text{C}$ para câmara de armazenamento de produto acabado (C5) na entrada e de $3,5^{\circ}\text{C} \pm 1,2^{\circ}\text{C}$ para câmara de armazenamento de produto acabado (C5) na saída.

A temperatura da Posta Angus teve um aumento consoante o avanço nas etapas do processo de produção. A temperatura do artigo começa com $1,7^{\circ}\text{C} \pm 0,4^{\circ}\text{C}$ na zona de receção (ZR), passando a $1,8^{\circ}\text{C} \pm 0,6^{\circ}\text{C}$ na câmara de armazenamento de matéria prima (C10) e na sala de fatiados, seguido de $2,2^{\circ}\text{C} \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ na câmara de armazenamento de produto acabado (C5) na entrada sendo mais expressivo o aumento da temperatura na câmara de armazenamento de produto acabado (C5) no momento da saída com $4,9^{\circ}\text{C} \pm 0,4^{\circ}\text{C}$.

Gráfico 6: Temperatura média e desvio padrão do artigo e ambiente de produção ao longo da cadeia de produção – Posta Angus



Fonte: Elaborado pelo autor

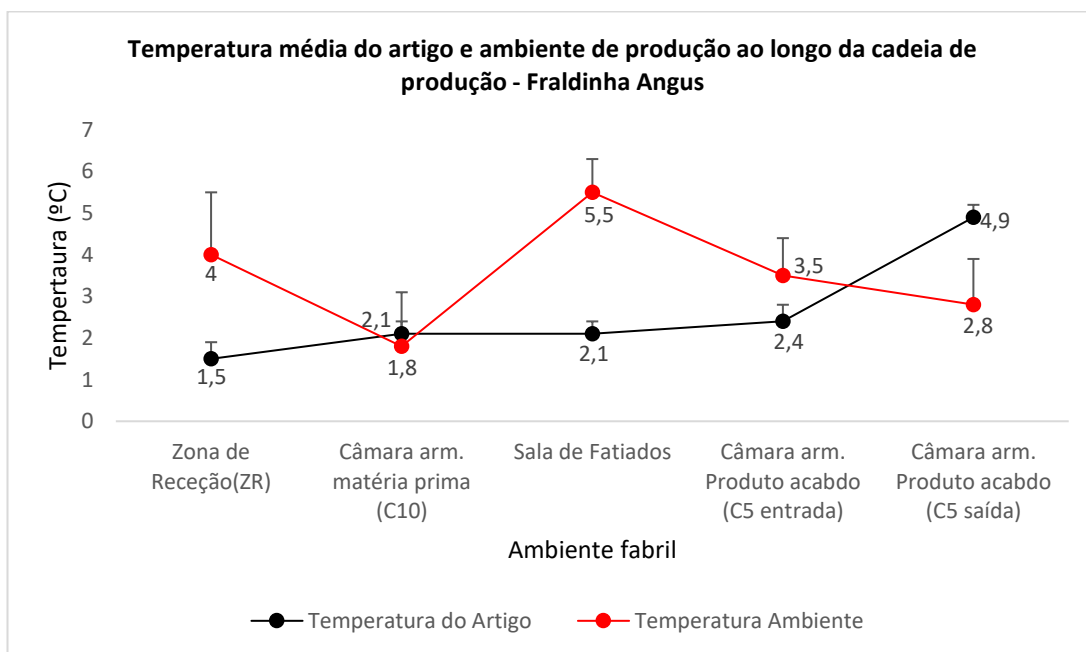
É possível observar no gráfico 7 que a temperatura ambiente passou por variações com um mínimo de $2,1^{\circ}\text{C}$ e um máximo de $5,5^{\circ}\text{C}$. Entretanto, no que diz respeito ao artigo Fraldinha Angus, foi possível observar que o local em que o artigo ficou exposto a temperaturas médias mais elevadas foi a Sala de Fatiados com $5,5^{\circ}\text{C} \pm 0,8^{\circ}\text{C}$, local esse onde ocorre todo o processo de limpeza, fatiagem e acondicionamento

da peça para embalagem. Em contrapartida, a câmara de armazenamento de matéria prima (C10) foi o local com temperatura mais baixa com $1,8^{\circ}\text{C} \pm 1,3^{\circ}\text{C}$.

As demais zonas apresentaram temperaturas médias intermédias, com $4^{\circ}\text{C} \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ para zona da receção (ZR), de $3,5^{\circ}\text{C} \pm 0,9^{\circ}\text{C}$ para câmara de armazenamento de produto acabado (C5) na entrada e de $2,8^{\circ}\text{C} \pm 1,1^{\circ}\text{C}$ para câmara de armazenamento de produto acabado (C5) na saída.

Já para a temperatura do artigo Fraldinha Angus notou-se que a medida que se avança com as etapas do processo de produção ocorreu um aumento da sua temperatura média. Pode observar-se que o artigo começou com $1,5^{\circ}\text{C} \pm 0,4^{\circ}\text{C}$ na zona de receção (ZR), passando á $2,1^{\circ}\text{C} \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ na câmara de armazenamento de matéria prima (C10) e na sala de fatiados, seguido de $2,4^{\circ}\text{C} \pm 0,4^{\circ}\text{C}$ na câmara de armazenamento de produto acabado (C5) na entrada, sendo mais expressivo o aumento da temperatura na câmara de armazenamento de produto acabado (C5) no momento da saída com $4,9^{\circ}\text{C} \pm 0,3^{\circ}\text{C}$.

Gráfico 7: Temperatura média e desvio padrão do artigo e ambiente de produção ao longo da cadeia de produção – Fraldinha Angus



Fonte: Elaborado pelo autor

O aumento da temperatura na câmara de armazenamento de produto acabado (C5) no momento da saída, ocorreu provavelmente devido à medição da temperatura ser realizada apenas no momento da etiquetagem. Entretanto, vale ressaltar que a temperatura apresentada pelos artigos na câmara de armazenamento de matéria prima (C10) e na sala de fatiados são idênticas devido ao facto da recolha da temperatura na

C10 ocorrer no momento em que os mesmos artigos seguiam para a sala de fatiados.

De acordo com o regulamento (CE) nº 853/2004, durante o processo de desmancha, a desossa, a aparagem, o corte em fatias, o corte em cubos, o acondicionamento e a embalagem, a temperatura da carne deve ser mantida a uma temperatura não superior a 4°C, com uma temperatura ambiente de 12°C.

Desta forma, visualiza-se que a temperatura ambiente referente às zonas produtivas se encontra em conformidade com o que exige o regulamento (CE) nº853/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de Abril de 2004; em contrapartida, observou-se um ligeiro aumento no momento da expedição para os artigos.

Perante os resultados apresentados dos artigos em estudo (Lombo da Pá Angus, Posta Angus e Fraldinha) no que diz respeito a temperatura ambiente e a temperatura do artigo, observa a existência de uma diferença entre as temperaturas sendo mais elevada em determinados momentos no ambiente e em outros momentos no artigo. Desta forma, o resultado do estudo apresentado corrobora com o resultado de Bankston jr. e Moody (2002) que relataram que as temperaturas do ambiente e do produto não tem que ser necessariamente as mesmas e que em algumas circunstâncias as medições de temperatura do ar tendem a ser inconstantes.

A temperatura do ar tende a ter uma oscilação mais rápida do que a do produto, sobretudo se as portas de zonas produtivas e equipamentos forem abertas com muita frequência (Miller et al. 1997).

Esteves et al. (2002) afirmam que as portas das câmaras e zonas produtivas devem permanecer o menor tempo possível abertas de forma a se evitar o aumento da temperatura dentro das zonas produtivas, para além de ter o cuidado de verificar regularmente o estado das borrachas e sua vedação.

Desta forma, um aumento da temperatura do ar por um curto período de tempo não terá como consequência uma mudança impactante da temperatura do produto.

Segundo Farias (2011), os produtos precisam manter-se sob refrigeração mesmo depois de processados, até ao momento da expedição, pois a monitorização ineficiente e a temperatura inadequada podem desequilibrar as características organoléticas da carne.

5.3. Número de lotes expedidos em relação ao intervalo de tempo entre produção e expedição e sua respetiva temperatura média

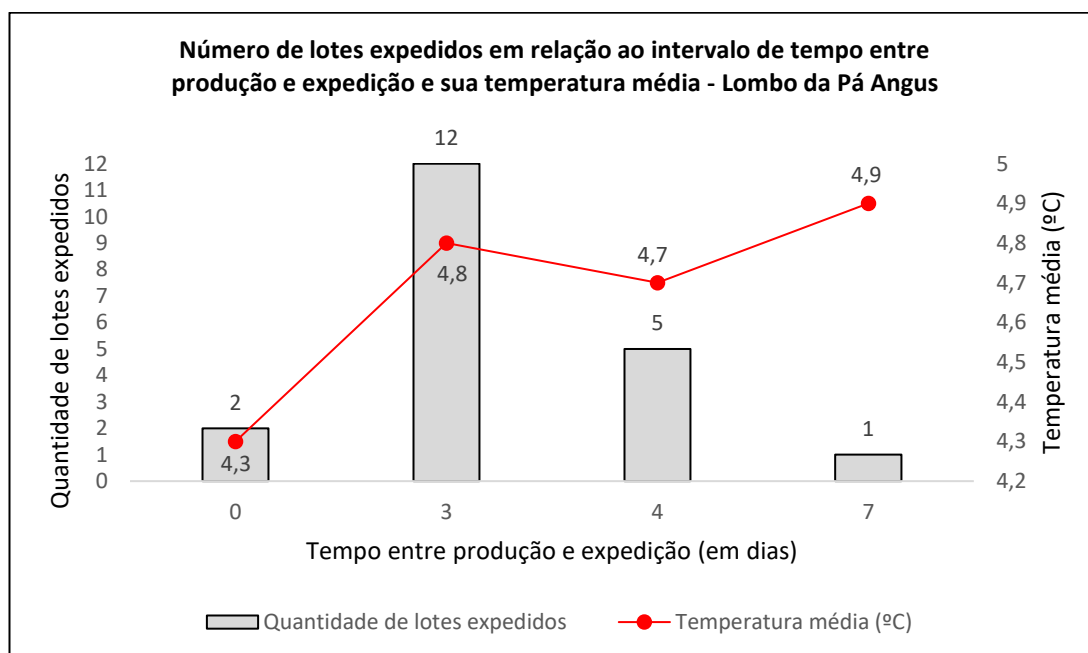
Os gráficos 8, 9 e 10 apresentam valores para cada artigo em estudo durante o período de janeiro a março, os quais demonstram o número de lotes que foram expedidos levando em consideração a relação do intervalo de tempo entre a produção

e o momento da expedição e a sua temperatura média.

Ao observar o gráfico 8 pode visualizar-se que 2 lotes de Lombo da Pá Angus foram expedidos no tempo 0 (zero) com uma temperatura média de expedição de 4,3°C. Esta expedição pode ser devido a motivos como o aumento da ordem de produção num espaço de tempo curto, bem como atraso na receção de matéria prima, o que faz com que após a receção da mesma seja imediatamente laborada e preparada para ser encaminhada para a expedição.

Dos 20 lotes analisados, observou-se também que uma quantidade superior a 50%, ou seja, que 12 lotes foram expedidos após 3 dias com temperatura média de expedição de 4,8°C, 5 após 4 dias com temperatura média de expedição de 4,7°C, e 1 após 7 dias com temperatura média de expedição de 4,9°C.

Gráfico 8: Número de lotes expedidos em relação ao intervalo de tempo entre produção e expedição e sua temperatura média – Lombo da Pá Angus



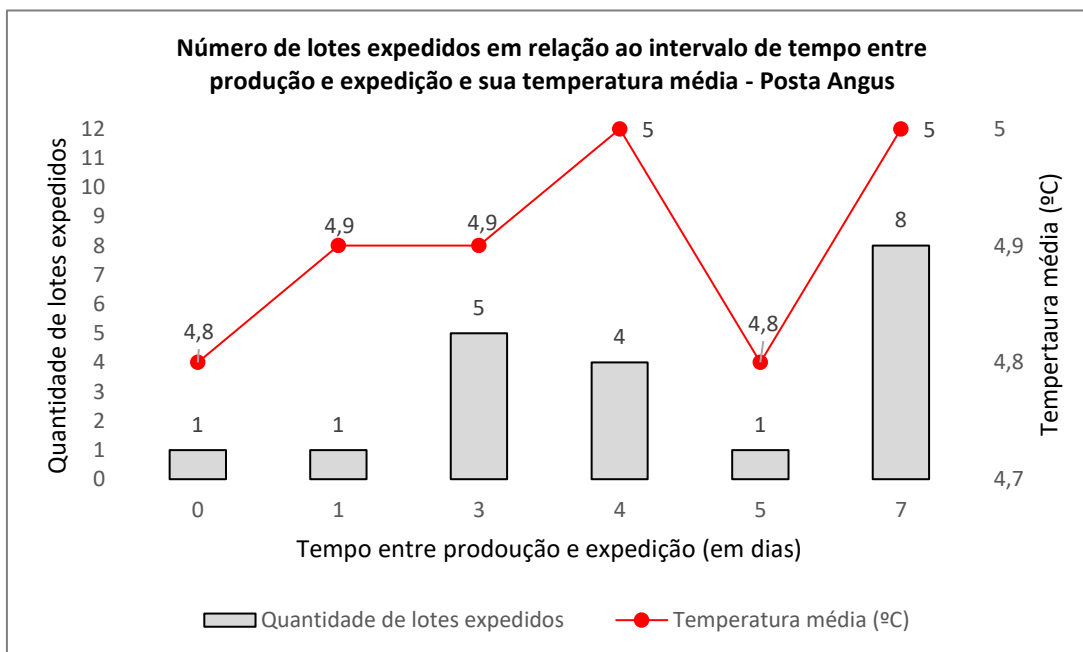
Fonte: Elaborado pelo autor

No gráfico 9 pode-se observar que foram expedidos lotes de Posta Angus no tempo 0 (zero) com temperatura média de 4,8°C e no tempo 1 com temperatura média de 4,9°C, ou seja, lotes que foram produzidos e expedidos no mesmo dia e um lote que ficou apenas 1 dia nas instalações após produzido. Lotes expedidos com tempo 0 (zero) e 1, tratam-se de situações adversas no planeamento, desta forma, por vezes devido ao um aumento no número de encomendas ou até mesmo atrasos por falta de matéria prima faz com que ao rececionar a matéria prima a mesma seja produzida e encaminhada para expedição no mesmo dia.

Os restantes lotes analisados foram expedidos com tempo de armazenamento

superiores, sendo 5 lotes expedidos após 3 dias com temperatura média de 4,9°C, 4 lotes expedidos após 4 dias com temperatura média de 5°C, 1 expedido aos 5 dias com temperatura média de 4,8°C, e 8 após 7 dias com temperatura média de 5°C.

Gráfico 9: Número de lotes expedidos em relação ao intervalo de tempo entre produção e expedição – Posta Angus

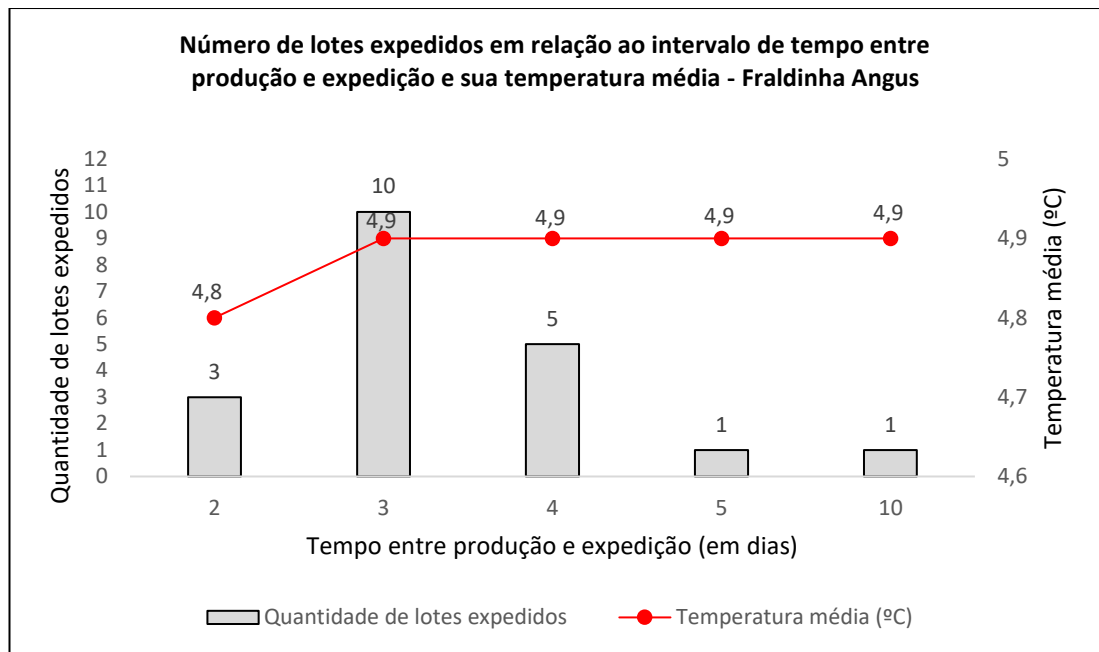


Fonte: Elaborado pelo autor

O gráfico 10 apresenta resultados onde podemos observar que 3 lotes de Fraldinha Angus foram expedidos com tempo de 2 dias após a produção com uma temperatura média de 4,8°C e que maioritariamente dos 20 lotes analisados todos os restantes foram expedidos a uma temperatura média de 4,9°C. Dos 17 lotes, 10 foram expedidos com 3 dias após a produção sendo que os restantes lotes foram expedidos com um tempo superior a 3 dias desde a sua produção sendo 5 com 4 dias, 1 com 5 dias, e 1 com 10 dias.

Os períodos para expedição após a produção superiores a 7 dias devem-se a alguma mudança ou alteração solicitada pelo cliente; desta forma, pode observar-se que durante o período de estudo apenas 1 lote foi expedido após 10 dias de ter sido produzido.

Gráfico 10: Número de lotes expedidos em relação ao intervalo de tempo entre produção e expedição – Fraldinha Angus



Fonte: Elaborado pelo autor

Farias (2011), destaca que mesmo depois de processados os produtos devem manter-se sob refrigeração até o momento de sua expedição.

Segundo Custódio (2017), a monitorização ineficiente concomitante com a temperatura inadequada podem levar a uma série de desequilíbrios nas características organolépticas e nutricionais da carne.

A cada 1°C que a temperatura é elevada, o produto cárneo finalizado e embalado apresenta uma diminuição de 10% da vida de prateleira (Andrade, 2014). Todavia, produtos prontos devem ser mantidos em câmaras de refrigeração, as quais devem manter e respeitar a sua temperatura (Farias, 2011).

Contudo, manter alimentos sob refrigeração adequada e respeitar os procedimentos bem como as boas práticas de fabrico e os respetivos regulamentos resultam numa diminuição da perda de qualidade e um aumento da segurança do alimento.

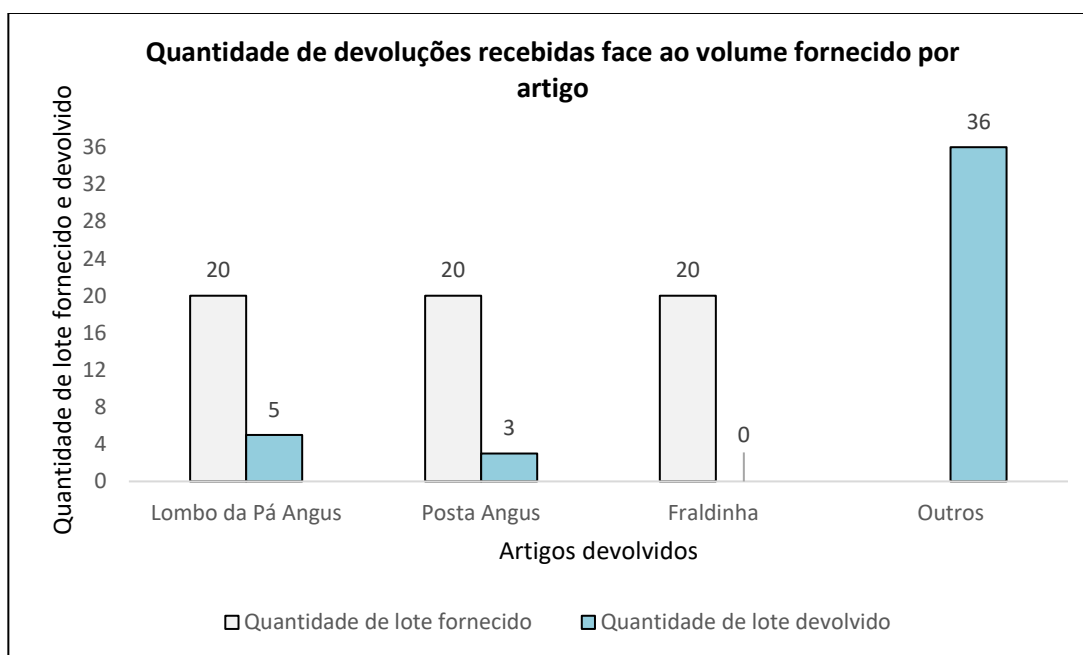
5.4. Número de devoluções e seus respetivos motivos

O gráfico 11 apresenta valores com o número de devoluções que foram relatadas durante o período de estudo que ocorreu de janeiro a março de 2023.

De acordo com o gráfico 11, pode observar-se que foram fornecidos 20 lotes para cada artigo em estudo totalizando 60 lotes, entre os meses de janeiro e março e foram reportadas um total de 44 devoluções no período em estudo. Destas 44 devoluções, 36 (81,8%) foram de outros artigos, sendo que, para o estudo em causa foram reportados 8 lotes com devoluções representando 18,2% de todas as devoluções

rececionadas. Assim, observou-se que para o Lombo da Pá Angus se obtiveram 5 lotes com devoluções representando 11,4% dos 18,2% e para a Posta Angus obtiveram-se 3 lotes com devoluções, representando 6,8% dos 18,2%; já para a Fraldinha Angus não foram contabilizadas devoluções (0%).

Gráfico 11: Número de devoluções reportadas face ao volume fornecido por artigo durante o período de Janeiro a Março de 2023

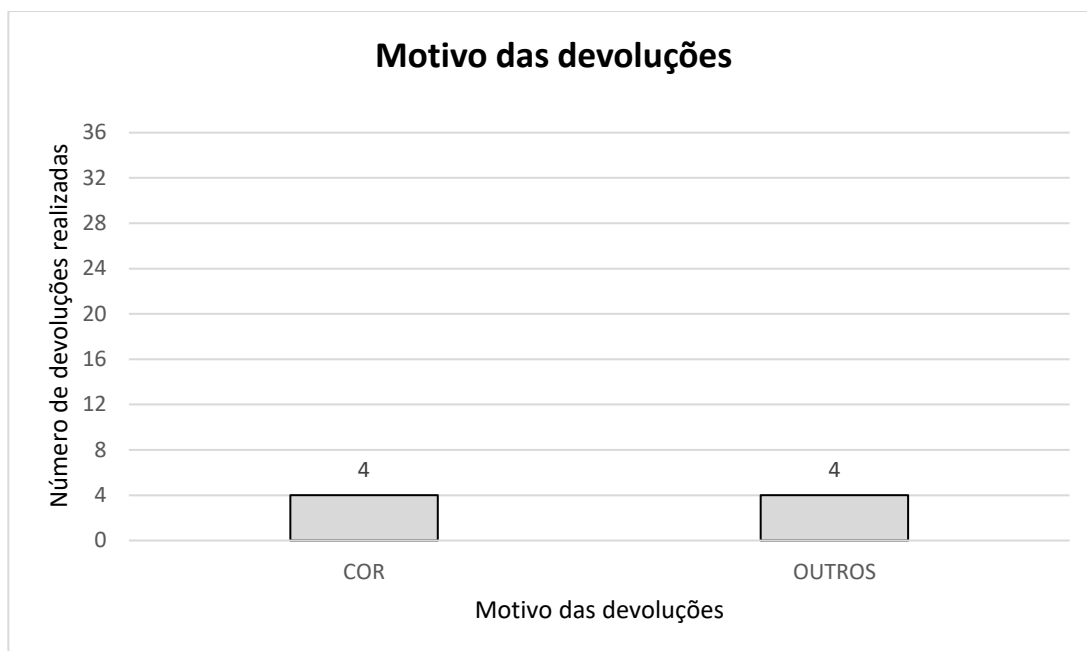


Fonte: Elaborado pelo autor

Segundo o gráfico 11, foram reportadas um total de 8 lotes com devoluções no que diz respeito aos artigos em estudo sendo 5 lotes para Lombo da Pá Angus e 3 lotes para Posta Angus. O gráfico 12 mostra que dos 8 lotes devolvidos, 4 devoluções ocorreram por motivos relacionados com a cor enquanto que para “outros” aplica-se aos outros 4 lotes devolvidos.

De acordo com os relatos feito pelos clientes, essas 4 devoluções aplicam-se 2 delas aos 2 lotes do Lombo da Pá Angus que foram expedidos no tempo 0 (zero) com uma temperatura média de 4,3°C (gráfico 8) e as outras 2 a Posta Angus com 1 lote com saída no tempo 0 (zero) com uma temperatura média de expedição de 4,8°C (gráfico 9) e outro com uma saída no tempo 1, com uma temperatura média de expedição de 4,9°C (gráfico 9).

Gráfico 12: Motivo das devoluções reportadas durante o período de Janeiro a Março de 2023



Fonte: Elaborado pelo autor

Um estudo elaborado por Zhang et al. (2020), demonstrou que elevados padrões de qualidade tendem a diminuir a taxa de rejeição e as devoluções de artigos não conformes, sendo os mesmo fatores também importantes para diminuir os custos da produção.

Swaison (2019), afirma que devoluções de mercadoria normalmente estão associadas à sua origem por falhas no processo produtivo que comprometem a qualidade e/ou a segurança dos artigos.

Desta forma, compreender as razões e aplicar medidas corretivas que visam diminuir e/ou eliminar as falhas que se encontram durante o processo produtivo que põe em causa a qualidade e segurança dos artigos são extremamente necessárias quando se planeia elevar os padrões de qualidade.

6. Conclusão

De acordo com a régua de cor, elaborada com o objetivo de auxiliar a operação e determinar o tempo ideal para expedição após produção, entende-se que uma expedição dos artigos produzidos no tempo igual ou superior a 3 dias, se caracteriza como o tempo ideal. Este entedimento é reforçado pela análises das devoluções que ocorreram nos 2 lotes do Lombo da Pá Angus que foram expedidos no tempo 0 (zero) e os outros 2 lotes da Posta Angus com 1 lote com saída no tempo 0 (zero) e 1 lote com saída no tempo 1, ou seja, artigos expedidos com tempo inferior a 3 dias tiveram os seus lotes devolvidos pelo cliente. A única exceção aconteceu para a Fraldinha que não foi devolvida após ser expedida apenas com 2 dias de produzida, o que pode estar relacionada com a espessura e tipologia do corte que pode ter favorecido a estabilização da cor.

Observou-se um comportamento similar nos três artigos em estudo no que diz respeito à temperatura ambiente e dos artigos. Nota-se um aumento da temperatura dos artigos ao longo do processo produtivo os quais foram expedidos com um aumento expressivo da sua temperatura comparado ao início de sua avaliação, sendo de 4,9°C para Fraldinha e Posta Angus e de 4,7°C para o Lombo da Pá Angus, contudo respeitando os limites legais

Entretanto, observa-se também um comportamento em comum nas diferentes zonas de processamento. A zona em que os artigos tiveram contato com a menor temperatura foi a câmara de armazenamento de matéria prima (C10) com uma temperatura média de 1,8°C, mas em contrapartida a Sala de Fatiados foi a zona onde os artigos tiveram contato com a temperatura ambiente mais elevada dentro da área fabril, com uma média de 5°C.

Foram reportadas um total de 44 devoluções sendo 8 referentes aos artigos em estudo. Das 8 devoluções reportadas, 4 relacionaram-se com o atributo cor/descoloração sendo as outras 4 não aplicáveis à causa em estudo.

A segurança sanitária da carne depende do controlo da temperatura ao longo de todas as fases da cadeia de frio, e desta forma, o processo de refrigeração continua a ser fonte de preocupação devido a não se realizarem armazenamentos da maneira correta. Todavia, alimentos embalados corretamente e com a aparência e estabilidade padronizada, têm uma melhor aceitação pelos consumidores com diminuição dos níveis de rejeição que trazem impactos financeiros e ambientais.

7. Bibliografia

Aaslyng MD, Tørngren MA, Madsen NT. 2010. Preferência do consumidor escandinavo por bifés embalados com ou sem oxigênio. *Ciência da Carne*. 85.3: 519-524.

Ajaykumar VJ, Mandal PK. 2020. Chapter 18 - Modern concept and detection of spoilage in meat and meat products.

Andrade PB. 2014. Avaliação Físico-Química de Meias-Carcaças Bovinas Resfriadas e de Cortes Desossados sob Emprego do Filme Stretch. 58 p. [Dissertação de Mestrado]. Brasil:- Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

Andrighetto C, Jorge A M, Nasser M D, Maestá S A, Rodrigues E, Francisco C L. 2010. Características químicas e sensoriais da carne de bovino. *PUBVET*, Londrina, v. 4, n. 11, Ed. 116, Art. 781, 11 p.

Agusti CAB, Corrêa LS. 2018. Instrumentação, A., Balbinot, P. D. A., & Bagesteiro, L. Colorímetro-Sensor de cores RGB e sistema selecionador de amostras.

Bandeira MTdePS. 2004. Qualidade Microbiológica da Carne Bovina. Brasília. 43 p. [Monografia]. Brasil: Universidade de Brasília.

Bankston Jr. JD, Moody MW. 2002. Temperature response of refrigerated foods to fluctuations in refrigerator ambient temperature with HACCP implications. Department of Food Science, Louisiana State. Annual Meeting AND Food Expo – Anaheim, Califórnia, Estados Unidos da América.

Becker T. 2000. Consumer perception of fresh meat quality: a framework for analysis. *British Food Journal*. 102(3):158-176.

Borges ACC, Souza SMO. 2019. Controle de Temperatura: importância e influência na qualidade da carne de bovino. *PUBVET*, [s. l.], ano 366, v. 13, n. 7, p. 1-14.

Carpenter CE, Cornforth DP, Whittier D. 2001. Consumer preferences for beef color and packaging did not affect eating satisfaction. *Meat Science*. 57(4):359-363.

Chesca AC, Peixoto CP, Costa DG, Nascimento HN, Pinto IRA, Cústodio LG. 2017. Influência do congelamento, temperatura e tempo de estocagem na qualidade da carne de bovino. 47 p..

Costa C, Antonucci F, Pallottino F, Aguzzi J, Sun DW, Menesatti P. (2011). Shape analysis of agricultural products: a review of recent research advances and potential application to computer vision. *Food and Bioprocess Technology*, 4(5), 673-692.

Custódio LG. 2017. Influência do congelamento, temperatura e tempo de estocagem na qualidade da carne de bovino. 47 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

Daley C, Abbott A., Doyle P, Nader G, Larson S. 2010. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutrition journal*. 9(1):10.

de Araújo PD, Araújo WMC, Patarata L, Fraqueza, MJ .2022. Compreender os principais factores que influenciam a percepção de qualidade e a atitude do

consumidor em relação à carne e aos produtos cárneos processados. *Ciência da carne*, 108952.

Decreto-Lei n.º 207/2008 de 23 de Outubro. Diário da República n.º 206/2008 – Série I. Presidência do Conselho de Ministros. Lisboa.

de Smet S, Raes K, Demeyer D. 2004. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. *Animal Research* 53:81-98.

Esteves P, Macedo S, Luz C, Soares P, Vaz de Almeida MD. 2002. Manual de Higiene e Segurança Alimentar. Inatel. Lisboa, Portugal.

Faustman C, Sun Q, Mancini RA, Suman SP. 2010. Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. *Meat Science*, 86, 86–94.

FAOSTAT (2022). Acedido em Mar. 26, 2014, disponível em: <http://faostat3.fao.org/home/E>

Farias JM. 2011. Processamento de Carnes. Escola Estadual de Educação Profissional - EEEP. Ensino Médio Integrado à Educação Profissional. Curso Técnico em Agroindústria, 131 p.

Felício PE, Pflanzler SB. 2018. Maturação da carne de bovino. *Revista Bovinos (Associação Brasileira do Tabanel, Campo Grande, MS)*, v.12, p.42-48.

Faustman C, Yin S, Tatiyaborworntham N, Naveena B. 2010. Oxidation and protection of red meat. In: Decker EA, Elias RJ, McClements DJ, editors. *Oxidation in Foods and Beverages and Antioxidant Applications: Management in different industry sectors*. Vol. 2. Elsevier. p. 3-49.

Glitsch K. 2000. Consumer perceptions of fresh meat quality: cross-national comparison. *British Food Journal*. 102(3):177-194.

[GPP] Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral. 2017. Informação de mercados: Produtos animais. Lisboa: MAFDRM

Guedes, JM. 2006. Análise da Qualidade da Carne de bovino em Mercados Varejistas no Município de Brasília -DF. 51 p. [Monografia]. Universidade de Brasília.

Guimarães JL, Adell EA, Flício PE. 1999. Estrutura e Composição do músculo e Tecidos Associados. UNICAMP, [s. l.], 14 p.

Hood D, Riordan E. 1973. Discolouration in pre-packaged beef: Measurement by reflectance spectrophotometry and shopper discrimination. *International Journal of Food Science & Technology*. 8(3):333- 343.

[INE] Instituto Nacional de Estatística. 2022. Consumo humano de carne per capita (kg/ hab.) por tipo de carnes. Acedido em Maio. 02, 2023, disponível em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=000211&contexto=bd&selTab=tab2

Issanchou S. 1996. Consumer expectations and perceptions of meat and meat product quality. *Meat Science*. 43:5-19.

Iulietto MF, Sechi P, Borgogni E, Cenci-Goga BT. 2015. Meat Spoilage: A Critical Review of a Neglected Alteration Due to Ropy Slime Producing Bacteria. *Italian*

Journal of Animal Science [internet]. Volume 14 (3).

Jeremiah L, Carpenter Z, Smith G. 1972. Beef color as related to consumer acceptance and palatability. *Journal of Food Science*. 37(3):476-479.

Kays, SJ. 1999. Preharvest factors affecting appearance. *Postharvest biology and technology*, 15(3), 233-247.

Lage JF, Oliveira IM, Paulino PVR, Ribbeiro F. 2009. Papel do sistema calpaína-calpastatina sobre a proteólise muscular e sua relação com a maciez da carne em bovinos de corte. *REDVET: Revista Eletrônica de Veterinária, Málaga, Espanha*, v. 10, n. 12, p. 1-19.

Mancini R, Hunt M. 2005. Current research in meat color. *Meat Science* 71:100-121.

Mantese FG. 2002. Transformação do músculo em carne. Seminário apresentado no curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, UFRGS. 15 p.

Mendonça CCT. 2011. Benefícios do uso da embalagem a vácuo em carnes e produtos cárneos. 7 p.

Miller T, Smethurst C, Clarke D, Rees N, Wadey C, Barnes J, Osner R, Stokell J, Val M, du Harrold D, et al. 1997. Industry Guide to Good Hygiene Practice: Catering Guide. Food Safety (General Food Hygiene) Regulations 1995. Food Safety (Temperature Control) Regulations 1995. Chadwick House Group LTD. Londres.

Monteiro ACSMG. 2012. Relationship between Portuguese consumer preferences and textural properties, chemical composition and nutritional value of beef. [tese de doutoramento]. Lisboa: Faculdade de Medicina Veterinária – Universidade Técnica de Lisboa.

McCaig, T. N. 2002. Extending the use of visible/near-infrared reflectance spectrophotometers to measure colour of food and agricultural products. *Food Research International*, 35(8), 731-736.

Mülhbauer E. 2022. Influência da temperatura na qualidade da carne de bovino na agroindústria.

Neves Filho LC. 2009. Refrigeração: uma cultura de respeito ao cliente, parceiro e produto. *Revista Nacional da Carne*, v. 33, n. 384, p. 74-86.

Oliveira WPS. 2015. Efeito da Temperatura da Sala de Desossa sobre a Qualidade Bacteriológica e a Temperatura de Cortes Cárneos Bovinos. [Dissertação de mestrado]. Goiânia: Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

Otto S, Strenger M, Maier-Nöth A, Schmind M. 2021. Food packaging and sustainability – Consumer perception vs. correlated scientific facts: A review. *Journal of Cleaner Production* [internet]. [acesso em 2023.11.11]. Volume 298. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126733>.

Pellissery AJ, Vinayamohan PG, Amalaradjou MAR, Venkitanarayanan K. 2020. Chapter 17 - Spoilage bacteria and meat quality. In: *Meat Quality Analysis* [internet]. Academic Press. Páginas 307-334. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819233-7.00017-3>.

- Pereira ASC. 2006. Manejo pré-abate e qualidade da carne. Carne Angus, [s. l.].
- Pereira P, Vicente A. 2013. Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat Science* 93(3):586-592.
- Philippe MG, Clementino FMM, Gadotti GA, Puel AC, Martins CEN, Moreira F, Peripolli V. 2020. Características da carcaça e da carne de bovinos de corte certificados. *Brazilian Journal of Development*, 6(7), 52942-52951.
- Picchi V. 2015. História, Ciência e Tecnologia da Carne de bovino/Vasco Picchi. Jundiaí, Paco Editorial: 452 p. Inclui bibliografia. ISBN: 978-85- 8148-894-3.
- Regulamento (CE) n.º 853/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de Abril de 2004.
- Robbins K, Jensen J, Ryan K, Homco-Ryan C, McKeith F, Brewer M. 2003. Consumer attitudes towards beef and acceptability of enhanced beef. *Meat Science* 65(2):721-729.
- Rodríguez-Pulido FJ, Gordillo B, González-Miret ML, Heredia FJ. 2013. Analysis of food appearance properties by computer vision applying ellipsoids to colour data. *Computers and Electronics in Agriculture*, 99, 108-115.
- Rossi GAM. 2019. Processamento Tecnológico e Inspeção Sanitária da Carne de bovino e Suína. In: SOUZA, Bruna Maria Salotti de (ed.). *Processamento Tecnológico e Inspeção Sanitária de Produtos de Origem Animal*. 1. ed. Curitiba: Medvep. cap. 02, p. 35-60. ISBN 978-85-66759-12-9.
- Ramos AT. 2019. Avaliação do tecido muscular e do glicogênio hepático de bovinos submetidos ao transporte por longas distâncias e submetidos ao abate de emergência. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 71, 1067-1075.
- Sarantópoulos CIGL, Oliveira LD, Padula M, Coltro L, Alves RM, Garcia EE. 2002. Embalagens plásticas flexíveis: principais polímeros e avaliação de propriedades. *Campinas: CETEA/ITAL*, 1, 267.
- Salinas Labra S, Rubio Lozano MS, Braña Varela D, Méndez Medina RD, Delgado Suárez EJ. 2020. Desenvolvimento e validação de um padrão visual para avaliação da cor da carne bovina no México. *Revista mexicana de ciências pecuárias*, 11 (2), 479-497.
- Sánchez CN, Orvañanos-Guerrero MT, Domínguez-Soberanes J, Álvarez-Cisneros YM. 2023. Analysis of beef quality according to color changes using computer vision and white-box machine learning techniques. *Heliyon*, 9(7).
- Sepúlveda W, Maza M, Mantecón A. 2008. Factors that affect and motivate the purchase of quality-labelled beef in Spain. *Meat Science* 80(4):1282-1289.
- Silva AA, Souza MN, Amorim BO, Garrido JNL, Oliveira TS, Narita IMP, Batista CA, Lanzarin M, Ritter DO. 2021. Quantificação de microrganismos mesófilos e psicrotróficos em carne moída comercializadas em Cuiabá- MT. In: *CIÊNCIA e Tecnologia de Alimentos: pesquisa e práticas contemporâneas*. [S. l.]: Editora Científica, cap. 37, p. 516-521.
- Souza MC, Teixeira LQ, Rocha CT, Ferreira GA, Lima Filho T. 2013. Emprego do frio na conservação de alimentos. *Enciclopédia Biosfera*, v. 9, n. 16, p. 1027-1046.

Suman SP, Joseph P. 2013. Myoglobin chemistry and meat color. *Annual Review of Food Science and Technology*, 4, 79–99.

Swainson M. 2019a. Nonconformity, recall and crisis management. In: Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Swainson's Handbook of Technical and Quality Management for the Food Manufacturing Sector [internet]. Woodhead Publishing. [acesso em 2023.11.11]. Páginas 267-290. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-275-4.00004-6>.

Trevisan, RM. 2020. Eficácia da Insensibilização de Bovinos em Dois Matadouros Frigoríficos no Estado de Santa Catarina. 2020. 41 p. [Monografia Graduação]. Brasil: Fundação Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

Wood J, Enser M, Fisher A, Nute G, Sheard P, Richardson R, Hughes S, Whittington F. 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat science* 78(4):343-358.

Wu D, Sun DW. 2013. Colour measurements by computer vision for food quality control—A review. *Trends in Food Science & Technology*, 29(1), 5-20.

Zhang Z, Liu S, Niu B. 2020. Coordination mechanism of dual-channel closed-loop supply chains considering product quality and return. *Journal of Cleaner Production* [internet]. [acesso em 2023.11.11]. Volume 248. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119273>.

8. ANEXOS

Anexo I: Instrução de trabalho – Estabilização da cor

| | | |
|---------------|------------------------------------------------------|----------|
| <u>CARNES</u> | ESTABILIZAÇÃO DA COR Instrução de Trabalho | IT.QA.12 |
|---------------|------------------------------------------------------|----------|

1. Objetivo

A presente instrução de trabalho tem por objetivo definir a sistemática para o processo de estabilização da cor de três tipos de cortes de carne de bovino (Lombo da Pá Angus, Fraldinha Angus, Posta Angus) embalados a vácuo, em cuvetes skinpack, sob condições de armazenamento refrigerado.

2. Documentos Relacionados

- P.QA.10_Controlo de temperatura das salas e câmaras;
- R.QA.21_Controlo de Estabilização;
- R.QA.15_Controlo de Expedição.

3. Responsabilidades

- Responsável de Produção: responsável por assegurar que são cumpridos os requisitos que garantem a estabilização da cor do produto desde o momento de sua produção até à expedição.
- Departamento de Qualidade: assegurar que sejam realizados os controlos de processo e temperatura das salas de produção e câmaras de refrigeração.
- Operadores de produção: responsáveis por realizar a monitorização e controlo dos produtos durante o processo de estabilização e reportar desvios quando aplicável.

4. Procedimento

4.1. Corte e Embalamento

- Após serem realizados os respetivos cortes nas carnes (Lombo da Pá

| | | |
|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|
| Elaborado por: TQSA (15.02.23) | Revisto por: SQSA (15.02.23) | Aprovado por: Diretor QSA (15.02.23) |
|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|

| | | |
|----------------------|------------------------------------------------------|----------|
| <u>CARNES</u> | ESTABILIZAÇÃO DA COR Instrução de Trabalho | IT.QA.12 |
|----------------------|------------------------------------------------------|----------|

Angus, Fraldinha Angus, Posta Angus), as peças devem ser acondicionadas em cuvette e posteriormente fechadas a vácuo skinpack. Esse processo de corte e embalagem decorre na sala de Fatiados onde existe um sistema de refrigeração e a temperatura é controlada conforme estabelecido no procedimento P.QA.10_Controlo de temperatura das salas e câmaras.

4.2. Estabilização

Após o embalamento as cuvetes devem ser acondicionadas em caixas de plástico sobre paletes e devem seguir para o armazenamento em câmara de refrigeração (C5) com temperatura média de 3°C, onde devem permanecer para a estabilização da cor.

Durante o processo de estabilização devem ser realizados os controlos diários para avaliação das alterações de cor do produto e registados no registo R.QA.21_Controlo de Estabilização. O produto somente deverá ser expedido para o cliente quando a cor do produto já estiver estável, ou seja, não apresentar variações em relação ao dia anterior da avaliação.
















4.2.1. Lombo da Pá Angus

Para o Lombo da Pá Angus, o produto deve permanecer em estabilização pelo período médio de 4 dias, conforme perfil de estabilização demonstrado na tabela 1. Entretanto, mediante as características da matéria-prima, esse período pode variar, desta forma é importante que sejam realizados os controlos diários de acompanhamento para que o produto atinja a sua estabilidade.

| | | |
|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|
| Elaborado por: TQSA (15.02.23) | Revisto por: SQSA (15.02.23) | Aprovado por: Diretor QSA (15.02.23) |
|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|

| | | |
|---------------|------------------------------------------------------|----------|
| CARNES | ESTABILIZAÇÃO DA COR Instrução de Trabalho | IT.QA.12 |
|---------------|------------------------------------------------------|----------|

Tabela 1 – Perfil de estabilização do Lombo da Pá Angus

| Tempo Estabilização | Descrição | Resultado Esperado | | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Tempo 0 | Produto acondicionado em cuvette fechada a vácuo skinpack logo após o corte |  |  |  |
| Tempo 1 | 24 horas após o fecho da embalagem e armazenada em refrigeração |  |  |  |
| Tempo 2 | 48 horas após o fecho da embalagem e armazenada em refrigeração |  |  |  |
| Tempo 3 | 72 horas após o fecho da embalagem e armazenada em refrigeração |  |  |  |
| Tempo 4 | 96 horas após o fecho da embalagem e armazenada em refrigeração |  |  |  |

| | | |
|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|
| Elaborado por: TQSA (15.02.23) | Revisto por: SQSA (15.02.23) | Aprovado por: Diretor QSA (15.02.23) |
|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|

| | | |
|----------------------|------------------------------------------------------|----------|
| <u>CARNES</u> | ESTABILIZAÇÃO DA COR Instrução de Trabalho | IT.QA.12 |
|----------------------|------------------------------------------------------|----------|
















4.2.2. Posta Angus

Para a Posta Angus, o produto deve permanecer em estabilização pelo período médio de 4 dias, conforme perfil de estabilização demonstrado na tabela 2. Entretanto, mediante as características da matéria-prima, esse período pode variar, desta forma é importante que sejam realizados os controlos diários de acompanhamento para que o produto atinja a sua estabilidade.

| | | |
|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|
| Elaborado por: TQSA (15.02.23) | Revisto por: SQSA (15.02.23) | Aprovado por: Diretor QSA (15.02.23) |
|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|

| | | |
|---------------|------------------------------------------------------|----------|
| CARNES | ESTABILIZAÇÃO DA COR Instrução de Trabalho | IT.QA.12 |
|---------------|------------------------------------------------------|----------|

Tabela 2 – Perfil de estabilização da Posta Angus

| Tempo Estabilização | Descrição | Resultado Esperado | | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Tempo 0 | Produto acondicionado em cuvette fechada a vácuo skinpack logo após o corte |  |  |  |
| Tempo 1 | 24 horas após o fecho da embalagem e armazenada em refrigeração |  |  |  |
| Tempo 2 | 48 horas após o fecho da embalagem e armazenada em refrigeração |  |  |  |
| Tempo 3 | 72 horas após o fecho da embalagem e armazenada em refrigeração |  |  |  |
| Tempo 4 | 96 horas após o fecho da embalagem e armazenada em refrigeração |  |  |  |

| | | |
|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|
| Elaborado por: TQSA (15.02.23) | Revisto por: SQSA (15.02.23) | Aprovado por: Diretor QSA (15.02.23) |
|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|

| | | |
|----------------------|------------------------------------------------------|----------|
| <u>CARNES</u> | ESTABILIZAÇÃO DA COR Instrução de Trabalho | IT.QA.12 |
|----------------------|------------------------------------------------------|----------|
















4.2.3. Fraldinha Angus

Para a Fraldinha Angus, o produto deve permanecer em estabilização pelo período médio de 4 dias, conforme perfil de estabilização demonstrado na tabela 3. Entretanto, mediante as características da matéria-prima, esse período pode variar, desta forma é importante que sejam realizados os controlos diários de acompanhamento para que o produto atinja a sua estabilidade.

| | | |
|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|
| Elaborado por: TQSA (15.02.23) | Revisto por: SQSA (15.02.23) | Aprovado por: Diretor QSA (15.02.23) |
|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|

| | | |
|---------------|------------------------------------------------------|----------|
| CARNES | ESTABILIZAÇÃO DA COR Instrução de Trabalho | IT.QA.12 |
|---------------|------------------------------------------------------|----------|

Tabela 3 – Perfil de estabilização da Fraldinha Angus

| Tempo Estabilização | Descrição | Resultado Esperado | | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Tempo 0 | Produto acondicionado em cuvette fechada a vácuo skinpack logo após o corte |  |  |  |
| Tempo 1 | 24 horas após o fecho da embalagem e armazenada em refrigeração |  |  |  |
| Tempo 2 | 48 horas após o fecho da embalagem e armazenada em refrigeração |  |  |  |
| Tempo 3 | 72 horas após o fecho da embalagem e armazenada em refrigeração |  |  |  |
| Tempo 4 | 96 horas após o fecho da embalagem e armazenada em refrigeração |  |  |  |

| | | |
|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|
| Elaborado por: TQSA (15.02.23) | Revisto por: SQSA (15.02.23) | Aprovado por: Diretor QSA (15.02.23) |
|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|

| | | |
|----------------------|------------------------------------------------------|----------|
| <u>CARNES</u> | ESTABILIZAÇÃO DA COR Instrução de Trabalho | IT.QA.12 |
|----------------------|------------------------------------------------------|----------|

4.3. Etiquetagem e Expedição

Após o período de estabilização da cor, os produtos devem ser retirados da câmara de refrigeração (C5) conforme as ordens de produção e encaminhados novamente para a Sala de Fatiados onde devem ser etiquetados com o nome do artigo, rastreabilidade, peso, data de embalagem e de validade, preço (se aplicável), código de barras, e instruções com a forma de armazenamento e preparação. Posteriormente são armazenados em caixas sobre paletes e encaminhados para a zona de expedição.

Durante o processo de etiquetagem e expedição devem ser realizados os controlos referentes às características do produto e etiquetagem, sendo registados no R.QA.15_Ccontrolo de Expedição.

5. Ações em caso de desvio

Se durante o processo de estabilização ou etiquetagem e expedição for identificada alguma anomalia, a mesma deve ser reportada para o Responsável de Produção e para o Departamento de Qualidade para que sejam realizadas as devidas ações de correção.

| | | |
|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|
| Elaborado por: TQSA (15.02.23) | Revisto por: SQSA (15.02.23) | Aprovado por: Diretor QSA (15.02.23) |
|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|