

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

CARACTERÍSTICAS DA CARNE BOVINA
MATURADA EM DIFERENTES EMBALAGENS A VÁCUO E
DIFERENTES FONTES DE LUZ

Caroline Regazini Soares Proença Borges

Bióloga

2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

CARACTERÍSTICAS DA CARNE BOVINA
MATURADA EM DIFERENTES EMBALAGENS A VÁCUO E
DIFERENTES FONTES DE LUZ

Caroline Regazini Soares Proença Borges
Orientadora: Profa. Dra. Cristiana Andrighetto
Co-Orientadora: Profa. Dra. Patrícia Aparecida Cardoso da Luz

Dissertação apresentada a Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – Câmpus de Dracena - Unesp, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

2019

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvida pela Seção Técnica de Biblioteca e Documentação
Campus de Dracena

B732c

Borges, Caroline Regazini Soares Proença.

Características da carne bovina maturada em diferentes embalagens a vácuo e diferentes fontes de luz / Caroline Regazini Soares Proença Borges. -- Dracena: [s.n.], 2019.
42 f. : il.

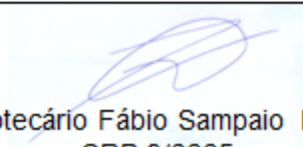
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp). Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena. Área do conhecimento: Produção Animal, 2019.

Orientadora: Cristiana Andrighetto

Co-orientadora: Patrícia Aparecida Cardoso da Luz

Inclui bibliografia.

1. Condições de iluminação. 2. Cor da carne. 3. Qualidade da carne. 4. Oxidação lipídica. 5. Vida de prateleira. I. Título.



Bibliotecário Fábio Sampaio Rosas
CRB 8/6665

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

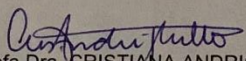
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Cor da carne bovina maturada acondicionada em dois tipos de embalagens e submetidas a diferentes fontes de luz

AUTORA: CAROLINE REGAZINI SOARES PROENÇA BORGES

ORIENTADORA: CRISTIANA ANDRIGHETTO

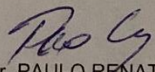
COORIENTADORA: PATRÍCIA APARECIDA CARDOSO DA LUZ

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em CIÊNCIA E TECNOLOGIA ANIMAL, área: Produção Animal pela Comissão Examinadora:



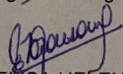
Profa.Dra. CRISTIANA ANDRIGHETTO

Curso de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena



Prof. Dr. PAULO RENATO MATOS LOPES

Curso de Engenharia Agrônoma / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena



Profa. Dra. ELISA HELENA GIGLIO PONSANO

Departamento de Apoio, Produção e Saúde Animal / Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba

Dracena, 28 de fevereiro de 2019

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Caroline Regazini Soares Proença Borges– nascida em 12 de abril de 1985, na cidade de Andradina/SP - Brasil, filha de Susy Mary Regazini e Almir de Sá Soares, casada com Rafael Henrique Proença Borges. Em dezembro de 2009, concluiu a graduação em Ciências Biológicas pela “Faculdades Integradas Adamantinenses” FAI - Campus Adamantina Brasil. Durante a graduação realizou experimentos na área de Fisiologia Vegetal. Profissionalmente atua em frigorífico desde 2008 na área de qualidade de carne. Em março de 2017, iniciou no Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Animal, em nível de mestrado, área de concentração Produção Animal na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Programa Interunidades da Faculdade de Ciências Agrárias – Câmpus Dracena e Tecnológicas e Câmpus de Ilha Solteira, realizando estudos na área de “Qualidade de carne bovina”.

“Faça o teu melhor, nas condições que você tem, até que tenha condições melhores, para fazer melhor ainda”.

Mario Sérgio Cortella

Dedico este trabalho a minha família, meus pais Susy e Almir e meu esposo Rafael por acreditarem que seria possível mesmo diante de tantos empecilhos.

Com Amor, dedico!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força interior pela graça derramada em todos os momentos, pelas estratégias concedidas em frente a tantos obstáculos, e principalmente pela riqueza maior da vida que é saúde que não me faltou neste processo.

A minha querida mãe que com bravura me sustentou durante toda minha existência, e nesse momento da minha vida demonstrou tanto cuidado, amor, disponibilidade ajudando em tudo que estava ao seu alcance e no que não estava também, obrigada pelas orações elas foram cruciais para mim.

Ao meu pai agradeço por sempre acreditar que sou capaz e por me ajudar a concretizar meus sonhos.

Sou imensamente agradecida ao meu esposo Rafael pelo suporte e por todos os momentos de compreensão.

Agradeço a meus avós Alaíde, Conceição, Dirceu e Ramiro (em memória), tia Marli e em especial a meu tio Fernando Regazini pelo suporte emocional, pela torcida e todo amor demonstrado nos cuidados e atenção.

As queridas amigas Luciana, Eliane e Katia que ofereceram sua ajuda incondicional, amigos verdadeiros encontramos nas horas difíceis. Aos queridos Larissa da Roça, Julia Nupee, Horblenda, Paulo e Leonardo Henrique Zanetti vocês são pessoas abençoadas que Deus enviou para tornar a jornada um pouco mais leve!

Agradeço à empresa que cedeu os insumos e matéria prima necessária para realização desse trabalho, aos meus líderes Klaus R. Zulke e Rogério C. Gama que deram todo suporte para que este trabalho fosse realizado. A toda equipe de Garantia de Qualidade especialmente a Jessica Lara Pereira Garcia, Izabela Nomiyama e Tatiani Nishimura, sem vocês não seria possível!

A querida Professora Cristiana Andrighetto, pela orientação maravilhosa. Desde a primeira vez que vi seu currículo Lattes na plataforma da UNESP me encantei pelo seu trabalho, quando te conheci me encantei mais ainda pela profissional e pelo ser humano que és. Serei eternamente grata por você ter me aceitado como sua orientanda, eu me sinto muito honrada por essa oportunidade.

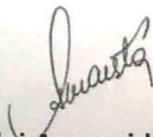
Meus sinceros agradecimentos a minha Co-Orientadora Patrícia Aparecida Cardoso da Luz que com sua delicadeza e humildade esteve presente ajudando prestativamente, você é uma pessoa iluminada e abençoada! Muito obrigada!

Comissão de Ética no Uso de Animais

Certificado

Certificamos que a proposta intitulada **"Cor da carne bovina maturada acondicionada em dois tipos de embalagens e submetidas a diferentes fontes de luz"** (**Color of bovine meat ageing conditioned in two packaging and submitted to different sources of light**), registrada com o nº **25/2017 - CEUA**, sob a responsabilidade do(a) Prof(a). Dr(a). **Cristiana Andrighetto** - que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de **pesquisa científica** - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS - CEUA da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da UNESP - Câmpus de Dracena, em reunião de **18/10/2017**.

Dracena, 18 de outubro de 2017.



Profa. Dra. Sirlei Aparecida Maestá
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais

CARACTERÍSTICAS DA CARNE BOVINA MATURADA EM DIFERENTES EMBALAGENS A VÁCUO E DIFERENTES FONTES DE LUZ

RESUMO - A cor da carne é um atributo considerado como dos mais relevantes para o consumidor no momento da compra. Os diversos fatores que causam a descoloração de carnes são importantes, podendo desvalorizar e depreciar os produtos cárneos. O tipo de embalagem e de iluminação influenciam na qualidade da carne, podendo gerar perdas para indústria e insatisfação para o consumidor. O objetivo do trabalho foi verificar a alteração dos atributos de qualidade da carne maturada em embalagens com alta barreira ao oxigênio e baixa barreira ao oxigênio submetidas a dois tipos de lâmpadas (LED e fluorescente). Quinze peças do músculo *Longissimus lumborum* foram avaliadas na desossa e aos 21 dias de maturação 0 min (P1) e 30 min (P2). Cada peça foi fatiada em quatro partes e cada parte submetida a um tipo de embalagem e iluminação (AB-LED: Embalagem de alta barreira exposição a luz LED; AB-FLUO: Embalagem alta barreira exposição luz fluorescente; BB-LED: Embalagem baixa barreira exposição luz LED; BB-FLUO: Embalagem baixa barreira exposição a luz fluorescente). Foram avaliados os seguintes atributos: cor da carne, pH e oxidação lipídica e presença de microrganismos. Para as bactérias mesófilas aeróbias e psicrotróficas, houve diferença significativa entre os valores da desossa e após 21 dias de maturação. O pH foi menor na carne desossada em relação aos tratamentos. Para o índice de H*, O/M e bactérias psicrotróficas, mesófilas e enterobactérias, ($P < 0,05$) entre a desossa e os tratamentos. Para H* e TBARS, maiores valores foram para BB. Maiores valores de psicrotróficos foram encontrados para embalagens BB e luz fluorescente. Dessa forma conclui-se que a maturação não altera os atributos de cor da carne após 30 minutos da abertura da embalagem, porém aumenta a contagem de bactérias na carne. A embalagem AB e a luz LED apresentaram melhores padrões microbiológicos da carne após o armazenamento. A combinação entre a luz LED e a embalagem AB demonstrou menor oxidação lipídica, proporcionando melhor qualidade da carne após o armazenamento.

Palavras Chave: Condições de iluminação, Cor da carne, Qualidade da carne, Oxidação lipídica, Vida de prateleira.

CHARACTERISTICS OF BEEF AGEING CONDITIONED IN TWO PACKAGING AND SUBMITTED TO DIFFERENT SOURCES OF LIGHT

ABSTRACT - The color of meat is one of the most important attributes to the consumer at the time of purchase. The various factors that cause the discoloration this are important being able to devalue and depreciate the meat products. The type of packaging and illumination influence the quality of the meat and can generate losses to industry and consumer dissatisfaction. The objective of this work was to verify the change of meat quality attributes matured packaging with high barrier to oxygen and low barrier to oxygen in two light sources (LED and fluorescent). Was utilized fifteen pieces of aging *Longissimus lumborum*. Each piece was sliced into four parts and each part subjected to a kind of packing and lighting (T1: High-barrier packaging exposed LED light; T2: Low- barrier packaging display in LED light; T3: High-barrier packaging exposed fluorescent light; T4: Low-barrier packaging display in fluorescent light). We evaluated the following attributes: flesh color, pH and lipid oxidation and presence of micro-organisms. For aerobic mesophilic bacteria and psicrótrólicas, there was no significant difference between the values of boning and after 21 days of aging. For the index of H *, OM and psychrotrophic bacteria, mesophilic and enterobacteria, ($P < 0.05$) between the boning and the treatments. To H * and TBARS, higher values were found for BB. Highest values of psicrótrólicas packaging and found BB fluorescent lights. Thus, it appears aging does not change the color attributes of the meat after 30 minutes of the opening of the packaging but increases the count of bacteria in meat. The packaging AB and the LED light presented best microbiological results of meat after the storage. The combination between the LED and the packaging AB demonstrated lower lipid oxidation, providing better quality of meat after storage.

Key words: Lighting Conditions, Meat color, Meat quality, Lipid Oxidation, Shelf life.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVO.....	14
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1 Importância Da Cor Da Carne	14
3.2 Maturação Da Carne	15
3.3 Influência Da Embalagem Na Cor Da Carne	17
3.4 Influência Da Luz Na Cor Da Carne	19
3.5 Microbiologia Da Carne	20
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
4.1 Cor.....	24
4.2 Oxidação Lipídica (TBARS).....	25
4.3 pH	25
4.4 Análises Microbiológicas	25
5 ANÁLISE DOS DADOS	25
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
7 CONCLUSÃO.....	34
8 REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

O rebanho bovino brasileiro em 2017 foi de 221,81 milhões de cabeças. O número de cabeças abatidas esteve em torno de 39,2 milhões e o volume de carne produzida chegou a 9,71 milhões de toneladas equivalente carcaça (TEC). Desse total de carne produzida, 20% foi exportada e 80% foi destinada ao mercado interno, garantindo um consumo de cerca de 37,5 quilos de carne bovina por habitante no Brasil em 2017 (ABIEC, 2017). O aumento na produção da pecuária nos últimos anos ocorreu pela alta tecnologia utilizada e pelas grandes inovações advindas tanto por um consumidor mais exigente, quanto por parte do produtor, que buscou melhorias nos processos de cria, recria e engorda do gado (MONTINI, 2005).

O maior nível de exigência dos consumidores fez com que o comércio varejista passasse a exigir dos frigoríficos o fornecimento de carnes e carcaças com características qualitativas adequadas como: cor, maciez e suculência (OLIVEIRA, 2000). Uma alternativa tecnológica muito difundida e utilizada pela indústria para melhorar as características qualitativas da carne é a maturação. O objetivo da maturação é promover suculência e sabor e este efeito proporciona melhor valor de mercado para os produtos, assim como melhora a qualidade para o consumidor (ANDRIGHETTO *et al.*, 2006).

A maturação dos cortes ocorre quando os mesmos são acondicionados a vácuo em temperatura em torno de 0°C. Dessa forma, ocorre a ação enzimática das proteases, que são responsáveis pelo aumento da maciez (SIMEONI, 2014). O processo de maturação de cortes cárneos em embalagem com barreira ao oxigênio é uma das alternativas tecnológicas mais utilizadas e difundidas encontradas nas indústrias nacionais (SIMEONI, 2014).

O tipo de material constituinte das embalagens para acondicionamento de cortes cárneos é determinante para definir o tempo de vida de prateleira dos cortes e é utilizado como alternativa para prevenir as descolorações, minimizar as quantidades de oxigênio e a intensidade da luz que entra em contato com o corte cárneo (MARCHESI, 2005).

A entrada do oxigênio é responsável por desencadear a oxidação dos pigmentos das carnes e sua deterioração. A taxa de permeabilidade ao oxigênio que o material da embalagem possui está diretamente relacionada a cor que este corte

apresentará. Embalagens com baixa permeabilidade ao oxigênio, apresentaram coloração mais escura em função da ausência de oxigênio e com alta permeabilidade ao oxigênio apresentam maior teor de oximioglobina, que é responsável pela coloração vermelho cereja brilhante da carne (OLIVEIRA, 2003).

Já que os consumidores precisam estar completamente satisfeitos com as propriedades sensoriais da carne antes de qualquer outra característica de qualidade, o modo de exposição dos cortes em gôndolas no varejo representa uma das estratégias capazes de aguçar os sentidos para a aquisição (CHAMBERS; BOWERS, 1993).

Os consumidores relacionam a coloração vermelha brilhante com o frescor, enquanto discriminam as carnes que apresentam cor marrom (HOOD; RIORDAN, 1973, MORRISSEY *et al.*, 1994; VERBEKE *et al.*, 2015). Devido ao tempo de armazenamento e aos efeitos da luz incidente e a distribuição dos comprimentos de onda emitidos pelo iluminador e pelos efeitos dos raios ultravioletas nos cortes expostos nas gôndolas, ocorre a aceleração da oxidação da mioglobina, com consequente degradação da cor da carne (ANDERSEN *et al.*, 1989). Por este motivo, há menor aceitação dos consumidores, os quais estão dispostos a pagar mais por carnes que apresentem coloração mais atrativa para eles (KILLINGER *et al.*, 2004).

Além dos fatores extrínsecos tais como embalagem e acondicionamento sob luz, a carne possui fatores intrínsecos tais como a atividade da água (a_w) acima de 0,85 e pH (5,0 a 7,0), que propiciam o desenvolvimento e o crescimento de microrganismos (JAYASENA; JO, 2013). São as bactérias os principais microrganismos que atuam para deterioração da carne, decompondo proteínas e lipídios e produzindo características indesejáveis, defeitos na textura e descoloração (BORCH *et al.*, 1996). Após o abate em condição higiênica satisfatória, a carne ainda possui aproximadamente $3 \log_{10}$ UFC/g a $4 \log_{10}$ UFC/g. O controle dos processos minimiza a contaminação assim como a aplicação de métodos de conservação que colaboram para o controle da quantidade e do crescimento desses microrganismos (CASTILLO, 2006).

2 OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos ocasionados sobre os atributos de qualidade, tais como: cor, oxidação lipídica, pH e microbiologia, em carne maturada congelada, embaladas com alta barreira e baixa barreira ao oxigênio e expostas em gôndola varejista sob exposição a lâmpadas LED e fluorescente.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Importância Da Cor Da Carne

Os consumidores de carne bovina não têm como prever maciez, suculência e o sabor desses cortes no momento da compra (STEELE *et al*, 2015). Portanto, a cor da carne é utilizada como critério de escolha para esse momento (KROPF, 1993).

A carne possui vários pigmentos que promovem a cor, sendo eles: hemoglobina, citocromos e mioglobina, que é responsável por 80% da pigmentação do músculo (KROPF, 1993). Espécie, idade do animal, localização do músculo e alimentação proporcionam variação do pigmento mioglobina, assim como as condições pré-abate, a pressão parcial de oxigênio e estado de oxidação do pigmento.

A mioglobina pode ser encontrada no músculo como oximioglobina, desoximioglobina e metamioglobina. Essa transformação é dependente do estado do íon ferro e as ligações que são feitas com oxigênio. A mioglobina reduzida é a forma nativa encontrada no músculo (desoximioglobina Mb), o íon ferro encontra-se no estado ferroso (Fe^{+2} , H_2O) proporcionando coloração arroxeada ao músculo. A oximioglobina (MbO_2) é a forma oxigenada da mioglobina reduzida de cor vermelho brilhante. Já a metamioglobina é formada quando o íon ferro apresenta-se na forma férrica Fe^{3+} (MetMb), pois o Fe^{3+} não permite a ligação do O_2 ocasionando a coloração marrom (MANCINI; HUNT, 2005; RAMOS; GOMIDE, 2007).

A oxigenação da mioglobina dá-se quando este pigmento entra em contato com oxigênio, caracterizando desenvolvimento de cor vermelha cereja brilhante. Em carnes não processadas comercializadas, essas formas da mioglobina coexistem e a coloração final do músculo dependerá da quantidade de mioglobina pré-existente assim como das condições de oxirredução do meio (MANCINI; HUNT, 2005).

Cada músculo possui maior ou menor susceptibilidade à formação de metamioglobina. Os diferentes tipos de tecidos podem possuir diferentes capacidades de redução da metamioglobina. Os músculos com maior capacidade de redução da metamioglobina possuem maior estabilidade da cor. Alguns cortes são mais susceptíveis e na ordem de classificação do mais para o menos susceptível, podemos elencar os cortes *Biceps femoris* (picanha), *Semimembranosus* (coxão mole), *Longissimos dorsi* (contrafilé) e *Semitendinosus* (lagarto) (LEDWARD, 1971). Para carnes estocadas à temperatura de 0 °C a 10 °C é verificada a seguinte ordem: *Longissimos dorsi* (contrafilé), *Semimembranosus* (coxão mole), *Gluteus medius* (alcatra), *Psoas major* (filé mignon), sendo o filé mignon o que apresenta maior instabilidade de cor (O'KEEFE; HOOD, 1980).

Gradualmente ocorre a descoloração da carne fresca durante períodos prolongados de estocagem refrigerada (GREER; JONES, 1991). O valor comercial da carne com problemas de coloração é reduzido em 15%, resultando em perdas anuais de um bilhão de dólares na receita da indústria americana (SMITH *et al.*, 2000).

Os consumidores associam a coloração marrom a carnes que estão envelhecendo, embora a formação de metamioglobina possa ocorrer em poucos minutos. Na carne fresca, substâncias redutoras evitam o acúmulo de metamioglobina (ROÇA, 2000). A coloração correspondente a 20% de metamioglobina na superfície da carne é suficiente para provocar sua rejeição nos açougues (MACDOUGALL, 1994).

Tanto a atividade enzimática quanto o teor de NADH (Dinucleótido de nicotinamida e adenina) decaem continuamente com o aumento do tempo *post mortem* (MANICINI; HUNT, 2005). Portanto, carne estocada durante longos períodos, poderia potencialmente acumular metamioglobina a uma taxa mais rápida, durante exposição em balcões e descolorir mais rapidamente.

3.2 Maturação Da Carne

A maturação tem como principal objetivo a melhoria das características organolépticas como, suculência, *flavor* e a maciez, sendo esta última o principal foco deste processo. O processo agrega valor aos produtos, melhorando a qualidade para consumidor final (ANDRIGHETTO *et al.*, 2006).

Após o processo de *rigor mortis*, a carne pode ser mantida sob refrigeração com temperaturas que variam de 0 °C a 1 °C quando embaladas a vácuo, por um período de 10 a 21 dias, estendendo o processo de maturação (ROÇA, 2000). A maturação é um dos principais processos que melhoram a maciez da carne, em virtude de prolongar a ação de enzimas endógenas responsáveis pelo aumento da maciez (ANDRIGHETTO *et al.*, 2006).

O processo de maturação comercial é resultado do *rigor mortis*. Este processo é iniciado pela atividade das enzimas calpaínas fatoradas pelo cálcio. As calpaínas atuam degradando a linha Z promovendo o amaciamento da carne (ROÇA, 2000). As calpaínas são divididas em três tipos: a calpaína tipo I ou μ -calpaína (enzima que requer baixos níveis de cálcio), que é ativada quando o pH cai de 6,8 para aproximadamente 5,7, já a calpaína tipo II ou m-calpaína (enzimas que requerem níveis mais elevados de cálcio), é ativada quando o pH está em torno de 5,7 e é responsável pela continuidade do processo de amaciamento, estando ativa em torno das 16 horas *post-mortem* e permanecendo por longos períodos; e, por último, a calpastatina, que tem como principal função inativar as calpaínas (VOLPELLI *et al.*, 2004).

As calpaínas são reguladoras do processo de amaciamento, pois degradam as proteínas miofibrilares em determinados pontos internos das moléculas melhorando a maciez da carne. As maiores mudanças ocasionadas por essas enzimas responsáveis pela maturação ocorrem entre 3 a 4 dias *post mortem* (MORAES; AZEVEDO, 2003). As calpaínas também degradam a linha Z e digerem as proteínas desmina, titina, nebulina, tropomiosina, troponina e proteína C (KUBOTA *et al.*, 1993). As catepsinas também são enzimas presentes na maturação, se localizam na fração lisossômica da célula.

Durante o processo de maturação ocorrem alterações que podem interferir e/ou modificar a microbiota inicial, da carne embalada a vácuo. Durante a maturação, a carne deve ser embalada a vácuo, para retardar o desenvolvimento de bactérias aeróbias putrefativas e favorecer o desenvolvimento de bactérias lácticas produtoras de substâncias antimicrobianas (PUGA *et al.*, 1999). Um aumento do tempo de maturação dos cortes pode ocasionar colorações de tons marrons, devido a formação de metamioglobina (MetMb) (LUZ *et al.*, 2013).

Alguns estudos sugerem que bifes, inicialmente com coloração vermelho brilhante, quando maturados por 45 dias em embalagens de PVC sofrem

descoloração mais rapidamente, quando comparados a bifes maturados por 30 dias (MANCINI; RAMANATHAN 2014; COLLE *et al.*, 2015).

O processo de maturação tem influência tanto na microbiologia final da carne como na coloração. A coloração da carne vermelha fresca deteriora gradualmente ao longo do tempo durante o período de estocagem refrigerada (GREER; JONES, 1991).

3.3 Influência Da Embalagem Na Cor Da Carne

A alteração na técnica de embalagem de carne é um dos métodos mais comuns para gerenciar os efeitos negativos que influenciam o tempo de vida de prateleira da carne. As condições de armazenamento e o tipo de embalagem, podem contribuir para alterações na cor da carne (YANG *et al.*, 2016).

Essa tecnologia proporciona que o ambiente no interior da embalagem seja modificado, permitindo o controle de reações químicas, enzimáticas e microbiológicas, minimizando as principais degradações que são ocasionadas pelo tempo de armazenamento (RODRÍGUEZ, 1994).

Em embalagens permeáveis aos gases atmosféricos, ou seja, que possuem alto teor de oxigênio no seu interior, o objetivo é a manutenção da cor vermelha brilhante encontrada em carnes frescas (GOKALP, 1991; LINARES *et al.*, 2007). A estabilidade da cor vermelha em carnes que foram embaladas com alta permeabilidade ao oxigênio é de até 14 dias (JOHN *et al.*, 2005). Embalagens com alta permeabilidade ao oxigênio têm sido amplamente empregadas nos últimos 20 (vinte) anos devido à manutenção da cor desejável das carnes, durante a estocagem e a distribuição por períodos que variam de 7 a 14 dias (SANTOS *et al.*, 2007).

Embora haja manutenção da cor em embalagens com alta permeabilidade ao oxigênio, quando a carne é exposta a atmosferas ricas em oxigênio, alguns fatores podem influenciar sua vida de prateleira como cor, crescimento microbiológico e oxidação lipídica. A oxidação lipídica é responsável pelo sabor e odor rançoso quando ocorre a cocção da carne. Embora a oxidação lipídica promova a deterioração da carne, a velocidade dessa reação é inferior à velocidade da descoloração da mioglobina e do crescimento microbiológico (LAUZURICA *et al.*, 2005; ZAKRYS *et al.*, 2009). Há uma relação direta entre atividade microbiana e a descoloração da carne (WILKINSON *et al.*, 2006). No interior da embalagem ocorre consumo de oxigênio por

bactérias aeróbias, especialmente *Pseudomonas*, o que resulta na rápida redução da mioglobina, devido à redução da pressão parcial de oxigênio.

Portanto, a alta permeabilidade ao oxigênio resulta em desenvolvimento de microrganismos aeróbios deteriorantes, estimulando a oxidação lipídica, que tem como resultado o desenvolvimento de odores indesejáveis para o consumidor (ZHAO *et al.*, 1994; ZAKRYS *et al.*, 2009).

Embalagens a vácuo que possuem alta barreira ao oxigênio são constituídas por material que não permite a entrada de gases, assim, quando o ar é removido do interior da embalagem, aumenta-se o tempo de vida de prateleira do produto (SARANTÓPOULOS, 1991).

A embalagem a vácuo com alta barreira ao oxigênio promove a inibição do crescimento de bactérias aeróbias e também constitui barreira ao vapor de água, prevenindo a perda por evaporação. É considerada por muitos autores como um tipo de atmosfera modificada (AM) e, apesar de amplamente utilizado, o sistema impossibilita a manutenção da coloração vermelha brilhante do corte fresco, o que torna a carne menos atrativa para o consumidor. Na ausência de oxigênio, a mioglobina é reduzida em dexamíoglobina ocasionando coloração arroxeada, indesejável ao consumidor, ainda que seja possível evidenciar a cor vermelha cereja no momento da abertura de carnes a vácuo, devido à exposição ao oxigênio. Isso ocorre pela oxidação da mioglobina pela presença do oxigênio atmosférico, o denominado “efeito blooming” que ocorre na superfície de carnes frescas 30 minutos após a abertura da embalagem (CORNFORTH, 1994).

Em embalagens a vácuo com alta barreira ao oxigênio, ocorrem dificuldades da retirada total deste gás, sendo os resíduos de oxigênio responsáveis pela formação de metamioglobina superficial na carne e o consequente desenvolvimento da coloração marrom (JOHN *et al.*, 2005). Também pode ocorrer o crescimento de microrganismos psicrotróficos e microaerófilos patogênicos em carnes embaladas a vácuo e mantidas sob refrigeração (GARCIA DE FERNANDO *et al.*, 1995).

A pressão de oxigênio incidente sobre o músculo e a presença de radicais livres determinam o estado de oxidação da molécula de mioglobina. No músculo cárneo fresco é possível a ocorrência de interconversão entre esses pigmentos até que a metamioglobina possa ser reduzida a oximioglobina, essa reação é denominada (Metamyoglobin reducing activity MRA) e ocorre devido a enzimas redutoras endógenas NADH dependentes que utilizam a glicose presente em carnes frescas.

Porém, quando há supressão dos substratos oxidáveis para que essas reações aconteçam, o tecido perde seu poder redutor e o pigmento é oxidado até se converter permanentemente e irreversivelmente em metamioglobina (LAWRIE, 2004). A enzima metamioglobina redutase (MRA) e o consumo de oxigênio são duas principais características que determinam a estabilidade da cor em carnes (LEDWARD, 1985; FAUSTMAN; CASSENS, 1990; SAMMEL *et al.*, 2002).

3.4 Influência Da Luz Na Cor Da Carne

O tipo de luz e a intensidade luminosa, aplicada sobre produtos expostos a venda, afeta a aparência dos produtos provocando descolorações. Nos EUA, a luz mais comumente utilizada é a fluorescente, porém a luz LED vem se tornando popular e, provavelmente, se tornará a mais prevalente (AMSA, 2012). A luz LED (diodos emissores de luz) possui uma característica peculiar se diferenciando da luz fluorescente. A energia consumida por ela não emite calor, ou seja, ela não esquenta durante o uso.

O acúmulo de metamioglobina na carne pode ser resultado da incidência da luz. Os comprimentos de ondas emitidos pela luz são potentes agentes oxidativos, podendo provocar deterioração dos cortes cárneos quando expostos a luz de gôndolas varejistas (KROPF, 1980).

Os efeitos da iluminação na cor da carne foram exaustivamente fomentados por Kropf (1980). A energia da iluminação catalisa a formação de metamioglobina em carnes frescas, congeladas e curadas (RENERRE, 1990).

Foram realizados estudos com a exposição de cortes cárneos frescos de diferentes espécies com a luz LED e fluorescente. Foi demonstrado que houve menor descoloração das carnes frescas quando as mesmas foram submetidas à iluminação de lâmpadas LED, do que os cortes que foram expostos à luz fluorescente. A luz LED melhora a eficiência do frio nas gôndolas de exposição em varejo, assim como foram observadas maior extensão da cor por pelo menos 0,5 a 1 dia em relação à iluminação fluorescente (STEELE *et al.*, 2015).

Quando pesquisada a correlação entre a iluminação e a microbiologia, a iluminação fluorescente aumentou as populações de bactérias psicrótróficas em salsichas de suínos armazenadas a 2°C. Com relação às amostras que não foram

expostas a nenhuma fonte luminosa ou que foram expostas a iluminação com filtro UV quando foram comparadas, para as amostras que sofreram exposição à luz fluorescente houve aumento da população de microrganismos *psicrotróficos* a partir do quarto dia de exposição à luz fluorescente (MARTÍNEZ *et al.*, 2007).

3.5 Microbiologia Da Carne

As características organolépticas da carne, são atributos que provocam aceitação ou rejeição por parte dos consumidores. A intensa multiplicação microbiana de deteriorantes provoca alterações nas características físicas e químicas da carne, acarretando problemas de coloração pela deterioração e afetando a aquisição de cortes cárneos alterados (JAY, 2005). A presença de microrganismos deteriorantes em carnes é inevitável, podendo-se controlar o seu número, enquanto os patogênicos devem ser evitados (CASTILLO, 2006). Quanto mais manipulada é a carne, maior é a sua susceptibilidade à contaminação (ALMEIDA *et al.*, 2010).

As principais fontes de microrganismos, que podem causar contaminação, são: pele (humano e dos animais), fezes, solo, ar, manipulações no abate, desossa. Entre os muitos microrganismos que são encontrados em carnes estão: bactérias aeróbias mesófilas, bactérias psicrotróficas e bactérias da família Enterobacteriaceae (ROÇA, 1995).

As bactérias mesófilas aeróbias enumeram o grupo de bactérias que se desenvolvem em temperaturas de 35°C a 37°C, essas bactérias não são diferenciadas quando analisadas em sua forma vegetativa, porém a pesquisa dessas fornece informações sobre as práticas de manipulação adotadas e também de matéria prima, quais foram as condições de processamento e vida útil do alimento (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

De acordo com Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, da agência nacional de vigilância sanitária (BRASIL, 2001) que aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, não há padrão para contagem total de bactérias mesófilas aeróbias, porém, contagens em torno de 10^7 UFC/g tornam o produto impróprio para o consumo devido às alterações sensoriais que provocam (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Bomar (1985) utilizou três níveis para a classificação de bactérias mesófilas sendo os valores expressos em $\log_{10}$ UFC/g, valores obtidos até 6,7 $\log_{10}$ UFC/g foram classificados como bom, 7,7 $\log_{10}$ UFC/g foram classificados como tolerável e maiores que 7,7 $\log_{10}$ UFC/g foram classificados como impróprio para consumo.

Os microrganismos psicrotróficos são importantes deteriorantes que se encontram em carnes refrigeradas, possuem capacidade de sobrevivência e atividade mesmo em temperaturas de refrigeração, e isso é independente da temperatura de crescimento desse grupo de bactérias (JAY, 2005; CASTILLO, 2006; FORSYTHE, 2013). A população de bactérias deteriorantes tem aumento durante o tempo de armazenamento, mesmo em condições de refrigeração, sendo os principais microrganismos envolvidos no processo de deterioração da carne, os psicrotróficos (FORSYTHE, 2013; JAY, 2005; ORDÓÑEZ, 2005).

As enterobactérias atuam na deterioração de carnes, pela sua habilidade em metabolizar aminoácidos em compostos voláteis tais como diaminas e compostos sulfídricos, o que provoca o odor característico de carne deteriorada (BAYLIS, 2006).

A família Enterobacteriaceae inclui bactérias patogênicas e deteriorantes que se desenvolvem em carnes cruas congeladas (ERCOLINI *et al.*, 2011). As condições de pH, embalagem e estocagem contribuem para desenvolvimento desses microrganismos na carne (DOULGERAKI *et al.*, 2012).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em frigorífico comercial. Na desossa foram colhidas quinze peças do contrafilé (*Longissimus lumborum*), a carne foi proveniente de animais machos da raça Nelore, por amostragem sistemática. A amostragem foi realizada da seguinte maneira: no frigorífico eram abatidos 250 animais por hora, o número de abates por hora foi dividido pelo número de amostras (15), obtendo-se o valor 17. Foi feito um sorteio de 1 a 17 e obteve-se o número 2, dessa forma, a primeira amostra coletada foi a do segundo animal abatido naquela hora, somando-se 17 ao segundo animal obtivemos o número do animal para a coleta da segunda amostra que foi a 19 (2+17), seguido do animal 36 (19+17), 53 (36+17), 70 (53+17), 87 (70+17) e assim sucessivamente, até completar 15 amostras.

As peças foram separadas, identificadas e embaladas a vácuo em sacos multicamadas com alta barreira ao oxigênio e acondicionados em caixas plásticas vazadas usualmente conhecidas como monobloco. Normalmente as carnes que serão maturadas são acondicionadas em caixas de papelão. Para o processamento, os cortes foram encaminhados para a outra fábrica do mesmo estabelecimento onde foram mantidos em câmara para maturação com temperatura de -2 °C a 2 °C durante 21 dias. Após o período de maturação os cortes foram desembalados em sala climatizada, amaciados mecanicamente, pré-congelados a -35°C até cristalização superficial (Figura 1).

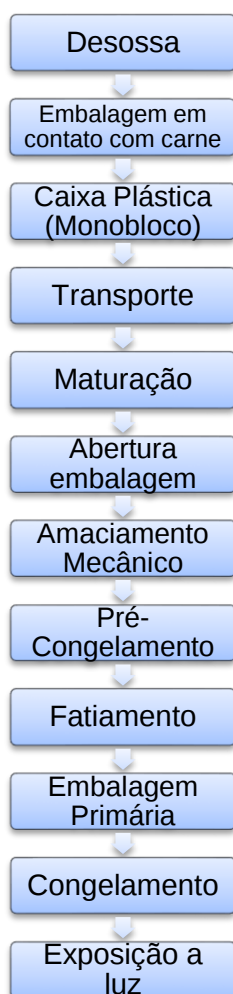


Figura 1. Fluxograma do processamento dos cortes de *Longissimus lumborum*.

O contrafilé (*Longissimus lumborum*) foi dividido em quatro partes, o tamanho dos pedaços variaram de 2 cm a 3 cm. Depois de cortados, os quatro pedaços obtidos foram embalados, sendo dois pedaços em embalagem com alta barreira ao oxigênio e dois pedaços em embalagem de baixa barreira ao oxigênio. Os pedaços foram congelados em freezer giratório por noventa minutos a temperatura de -35 °C.

As amostras foram acondicionadas em freezer sob dois tipos de iluminação diferentes: luz LED e fluorescente. O freezer utilizado foi horizontal, o mesmo utilizado em lojas do varejo do estabelecimento no qual a pesquisa foi realizada. As fatias foram expostas a diferentes tipos de lâmpadas por dois meses e submetidas a temperatura de -18°C, que simula o tempo e temperatura na qual a carne fica exposta nas gôndolas do mercado varejista até que seja comercializada. Foram avaliados os parâmetros de cor imediatamente após a abertura da embalagem, essa avaliação permite compreender como estava a coloração da carne na gôndola no momento da compra pelo consumidor.

Sendo assim os seguintes tratamentos foram obtidos:

- AB-FLUO - Embalagem com alta barreira ao oxigênio, submetida a luz fluorescente.
- BB-FLUO - Embalagem com baixa barreira ao oxigênio, submetida a luz fluorescente.
- AB-LED - Embalagem com alta barreira ao oxigênio, submetida a luz LED.
- BB-LED- Embalagem com baixa barreira ao oxigênio, submetida a luz LED.

As avaliações após a maturação foram realizadas no momento da abertura da embalagem e após 30 minutos de exposição ao oxigênio. Foi utilizado o tempo de 30 minutos para a oxigenação do pigmento mioglobina da carne bovina (ABULARACH *et al.*, 1998; SANTOS 2007). Após a exposição às luzes LED e FLUO, as avaliações foram realizadas somente no momento da abertura da embalagem, em virtude do seu aspecto visual determinar a compra do produto pelo consumidor.

**A****B**

Figura 2. Exposição em freezer horizontal dos cortes de *Longissimus lumborum*
 A: exposição a luz LED e B: exposição a luz Fluorescente.

4.1 Cor

A análise de cor foi realizada em três momentos: desossa, após o período de maturação e após sessenta dias de exposição a diferentes lâmpadas (LED e Fluorescente).

A cor da carne foi determinada mediante leitura em três pontos distintos no músculo *Longissimus lumborum*. Foi utilizado o colorímetro Minolta, modelo Chroma Meter CR-400 e foi considerado o sistema CIELAB, por meio de leituras de refletância da luz em três dimensões: L^* (luminosidade), a^* (vermelho) e b^* (amarelo), segundo metodologia descrita por Honikel (1998).

O ângulo de tonalidade (H^*) foi determinado de acordo com Macdougall (1994) e o teor de oximioglobina e de metamioglobina presentes na superfície da carne (O/M) determinado segundo Olivo e Shimokomaki (2001), usando as coordenadas de luminosidade (L^*), teor de vermelho (a^*) e intensidade de amarelo (b^*), obtidas nas determinações colorimétricas, com as seguintes fórmulas: $H^* = \tan^{-1}(b^*/a^*)$, $O/M = (a^*/b^*)$.

4.2 Oxidação Lipídica (TBARS)

A oxidação lipídica foi determinada de acordo com a metodologia descrita por Vyncke (1970), que analisa as substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), com resultados expressos em mg de malondialdeído/kg (MDA/kg) de amostra. A análise foi realizada no Laboratório de Bromatologia da Unesp/Campus Dracena.

4.3 pH

O pH foi determinado no músculo *Longissimus lumborum*, após 48 horas de resfriamento da carcaça nas amostras no dia da desossa do corte e após 21 dias de maturação, segundo o método descrito por Beltrán (1997).

4.4 Análises Microbiológicas

Foram realizadas as seguintes análises microbiológicas: contagem total de mesófilos aeróbios, Enterobactérias e Psicrotróficos, as análises foram realizadas de acordo com o *Compendium of methods for the microbiological examination of foods* (DOWNES; ITO, 2001).

5 ANÁLISE DOS DADOS

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, fatorial 2X2, sendo 2 tipos de embalagens (alta permeabilidade ao oxigênio e baixa permeabilidade ao oxigênio) e tipo 2, tipos de luz (LED e fluorescente).

Os dados foram analisados pelo programa estatístico SAS. Foi realizado o teste de normalidade, confirmado pelo teste de Shapiro-Wilk ($W \geq 0,90$). Em seguida, os dados foram submetidos a análises de variância e teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

A comparação entre a carne desossada de animais recém abatidos e após o processamento da carne, foi realizada com o intuito de constatar-se diferenças entre a matéria prima original, carne desossada, e a carne após passar por todo o processamento. Assim, os dados da desossa (controle) foram usados como contraste para comparação com os tratamentos (AB-LED, AB-FLUO, BB-LED e BB-FLUO) pelo teste de Dunnett ao nível de significância de 5%.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de avaliação da cor pH, TBARS e microbiologia da carne desossada e após 21 de maturação, para P1, a avaliação realizada no momento da abertura da embalagem e o P2 após 30 minutos da abertura da embalagem encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Avaliação dos parâmetros de cor, pH e TBARS em corte *L. lumbrorum* após desossa e maturação de 21 dias.

Variáveis	Desossa	Maturado-P1	Maturado-P2	EP	P-value
pH	5,74 a	5,83 a	5,83 a	0,021	0,115
L*	36,85 b	37,18 b	39,72 a	0,450	0,014
a*	18,46 a	16,26 b	18,28 a	0,327	0,007
b*	9,17 a	4,52 b	9,65 a	0,399	<0,0001
O/M ²	2,06 b	3,71 a	1,91 b	0,132	<0,0001
Hue ³	26,12 a	16,61 b	28,16 a	0,918	<0,0001
TBARS ⁴	0,247 b	-	0,440 a	0,029	<0,0001
Mesófilos ⁵	2,66 b	-	4,33 a	0,181	<0,0001
Psicrotróficos ⁵	1,81 b	-	3,80 a	0,275	<0,0001
Enterobactérias ⁵	0,23	-	0,68	0,152	0,153

L* = luminosidade; a* = intensidade da cor vermelha; b*= intensidade da cor amarela. ¹ Índice de Saturação= $(a^2+b^2)^{1/2}$. ² O/M= Relação Oximioglobina/Metamioglobina. ³ Ângulo Hue = $(b^*/a^* \tan^{-1})$. ⁴ Unidade TBARS = mg MDA/kg. ⁵Unidade bactérias = log UFC/g de carne. P1 = realizada análise imediatamente após a abertura do corte *L. lumbrorum* P2 = realizada análise após 30 minutos da abertura da embalagem do corte *L. lumbrorum*. EP= erro padrão. Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

Na desossa, o pH da carne foi igual ao da carne maturada, nos tempos P1 e P2 (P>0,05). Os valores de pH em P1 e P2 foram iguais, o que se deve ao fato de o pH ter sido mensurado da mesma peça, observando que não há alterações de pH após 30 minutos de exposição ao oxigênio. Valores semelhantes de pH foram

encontrados por Abularach, *et al.* (1998) que verificaram o pH de 5,44 a 5,83 em contra filé, após sete dias de maturação.

Os valores de pH estão de acordo com Mach *et al.* (2008), que afirmam que os valores de pH até 5,8 são considerados aceitáveis, valores superiores de pH, comprometem a durabilidade da carne. Os valores de pH abaixo de 6,0, que foram encontrados neste trabalho, indicam que a carne não possuía características DFD (Escura, Dura e Seca).

Para os parâmetros de cor da carne da desossa em relação a maturada, foi verificado que imediatamente após a abertura da embalagem, houve diferença significativa para os valores de a^* , b^* , O/M e H^* . Esses resultados já eram esperados pois a mioglobina estava reduzida no músculo (desoximioglobina Mb), o íon ferro encontra-se no estado ferroso (Fe^{+2} , H_2O) proporcionando coloração arroxeada ao músculo (MANCINI; HUNT, 2005; RAMOS; GOMIDE, 2007), portanto mais escura.

Abularach *et al.* (1998) classificaram carnes escuras quando $L \leq 29,68$, e carnes claras quando $L \geq 38,51$; em relação à intensidade de vermelho, consideraram $a \leq 14,83$ como baixa e $a \geq 29,27$ como alta; e para a intensidade de amarelo, $b \leq 3,40$ como baixa e $b \geq 8,28$ como alta. Os resultados encontrados neste trabalho encontram-se de acordo com a literatura pesquisada, tanto para os valores obtidos no momento da desossa do corte, quanto para os valores obtidos após a maturação.

Os valores de intensidade de vermelho (a^*), intensidade de amarelo (b^*), relação oximioglobina/ metamioglobina (O/M) e a descoloração da carne avaliada pelo ângulo de tonalidade (H^*) não diferiram significativamente ($P > 0,05$) na desossa e tampouco após 30 minutos da abertura da embalagem. Esses resultados corroboram com Manço (2006) que indicou estabilidade da cor durante todo o período de armazenamento de cortes cárneos.

Os valores de L^* foram maiores para P2 em relação a carne da desossa ($P < 0,05$), indicando que o acúmulo de líquido causado pela exsudação do corte armazenado por 21 dias provocou maior luminosidade, devido ao acondicionamento a vácuo que retira líquidos intra e extra muscular mobilizando vários componentes celulares, dentre eles a mioglobina, que é solúvel em água (MANÇO, 2006), maiores teores de L^* indicam coloração mais clara da carne. Farias *et al.* (2018), encontraram valores superiores de L^* (44,22), nos cortes maturados por 21 dias *Longissimus thoracic* e *L. lumborum*.

Os valores de TBARS encontrados na desossa e após 21 dias de maturação, encontram-se abaixo dos valores citados por Lee *et al.* (2002), que afirmam que a carne com TBARS superior a 1,2 mg kg⁻¹ indicam que a carne possui má qualidade.

Embora os valores obtidos estejam abaixo dos indicados pelos autores, houve diferença significativa entre os dados de TBARS da desossa e após 21 dias de maturação. Os valores encontrados após maturação são superiores, e demonstram que as características de qualidade são afetadas pelo tempo de estocagem, temperatura de armazenamento e presença de oxigênio (SUN *et al.*, 2002; POPOVA *et al.*, 2009). As alterações de qualidade da carne durante a armazenagem ocorrem devido a processos oxidativos, tanto da fração lipídica quanto nas proteínas da carne.

Para os microrganismos mesófilos aeróbios e psicotróficos, houve diferença significativa entre os valores da desossa e os encontrados após 21 dias de maturação em embalagem a vácuo. Durante o processo de maturação, ocorrem alterações que podem interferir e/ou modificar microbiota inicial da carne embalada a vácuo (LUZ *et al.*, 2013). Conforme os resultados encontrados, houve aumento significativo dos mesófilos aeróbicos após 21 dias de maturação do corte, porém os valores encontrados estão abaixo os valores citados por Bomar (1985), o qual cita que valores até 6,7 log₁₀ UFC/g são considerados bons para microbiologia da carne.

Os microrganismos psicotróficos apresentaram maiores valores após 21 dias de maturação que a carne no momento da desossa, quando comparados os valores da desossa ($P < 0,05$). É esperado o aumento desses microrganismos pois a população de bactérias deteriorantes aumenta durante o tempo de armazenamento, mesmo em condições de refrigeração, sendo os principais microrganismos envolvidos no processo de deterioração da carne, os psicotróficos (FORSYTHE, 2013; JAY, 2005; ORDÓÑEZ, 2005). O crescimento de microrganismos na carne contribui para deterioração, decompondo proteínas e lipídios e produzindo características organolépticas indesejáveis e consequentemente a descoloração da carne (BORCH *et al.*, 1996). Soares *et al.* (2015) ao pesquisarem os psicotróficos evidenciaram os valores de 4,32 log₁₀UFC/g a valores maiores que 7,4 log₁₀UFC/g. Segundo Bomar (1985) valores superiores a 7,7 log₁₀ UFC/g são considerados como toleráveis.

Quando analisados os valores para enterobactérias não houve diferença significativa entre a desossa e após 21 dias de maturação. Os resultados sugerem que a população de indicadores de patogênicos encontra-se controlada. A presença

de microrganismos deteriorantes em carnes é inevitável, podendo-se controlar o seu número, enquanto os patogênicos podem ser evitados (CASTILLO, 2006).

Os valores de avaliação da cor, pH, TBARS e microbiologia da carne desossada comparadas aos tratamentos encontram-se na Tabela 2.

O pH foi menor na carne desossada em relação aos tratamentos. Essa elevação do pH, em virtude do tempo de armazenagem também foi observada por outros autores. (PIERSON; FOX, 1976, KRUGGEL; FIELD, 1971, OLIVEIRA *et al.*, 1998). Durante a armazenagem, mesmo a baixas temperaturas, as enzimas da carne atuam degradando as proteínas em moléculas pequenas, esse processo aumenta a pressão osmótica. A reorganização intramolecular destas proteínas determinam as modificações nas cargas elétricas da molécula, provendo a elevação do pH (LAWRIE, 1977).

Tabela 2. Comparação dos parâmetros de pH, cor e TBARS do músculo *L. lumbarum* no momento da desossa e após exposição a diferentes fontes de luz em diferentes embalagens.

Variáveis	Controle ¹	AB-LED	AB-FLUO	BB-LED	BB-FLUO	EP	P-value
pH	5,74	5,91*	5,87*	5,85*	5,86*	0,016	0,005
L*	36,85	39,69*	37,65	38,12	37,83	0,317	0,044
a*	18,46	13,29 *	14,32 *	13,67 *	13,28*	0,184	<0,0001
b*	9,17	9,12	8,09	8,42	8,70	0,259	0,085
O/M ³	2,06	1,80	1,89	1,65*	1,55*	0,108	<0,0001
Hue ⁴	26,12	29,82*	28,00	31,89*	32,92*	0,870	<0,0001
TBARS ⁵	0,247	0,282	0,526*	0,705*	0,614*	0,041	0,001
Mesófilos ⁶	2,66	4,86*	4,69*	4,65*	4,92*	0,078	<0,0001
Psicrotróficos ⁶	1,81	3,39*	3,79*	3,65*	4,07*	0,123	<0,0001
Enterobactérias ⁶	0,23	1,33*	0,92*	0,44	0,56	0,103	<0,0001

¹ *L. lumbarum* no momento da desossa, L* = luminosidade; a* = intensidade da cor vermelha. b*= intensidade da cor amarela.² Índice de Saturação = $(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$.³ O/M = Relação Oximioglobina/Metamioglobina. ⁴ Ângulo Hue = $(b^{*}/a^{*} \tan^{-1})$. ⁵ Unidade TBARS = mg MDA/kg. ⁶Unidade bactérias = log UFC/g de carne. EP = erro padrão. Médias seguidas de asterisco, na mesma linha, diferem do controle pelo teste Dunnet (P<0,05).

A elevação do pH pode ter sido causada pela atividade proteolítica causada tanto pelas endopeptidases da própria carne, quanto por enzimas produzidas por microrganismos (FERNANDES *et.al*, 2012). Isso pode ser confirmado, pelo aumento dos microrganismos psicrotróficos e mesófilos para todos os tratamentos em relação a desossa.

Os resultados encontrados para o pH, não corroboram com Gokalp *et al.* (1978), os quais encontraram pH constante em 9 meses de estocagem a $-22,3^{\circ}\text{C}$ em carne bovina e de acordo com Monteiro *et al.* (2002), que realizou estudos com a carne de suíno, observou uma tendência de queda do pH durante os primeiros 90 dias de estocagem congelada, com tendência a estabilização após os 90 dias.

Quando comparada a carne após a desossa com os tratamentos para o valor de L^* (luminosidade), apenas o tratamento AB-LED diferiu significativamente. Entretanto, para intensidade de vermelho (a^*) os valores foram superiores na desossa em relação aos tratamentos avaliados. Valores superiores de a^* indicam maior intensidade da cor vermelha (MILTENBURG *et al.*, 1992, SAÑUDO, 1997), ou seja, a carne apresentava-se mais vermelha em relação aos tratamentos avaliados, portanto, mais atrativa ao consumidor. O tempo de armazenamento e os efeitos da luz incidente nos cortes que estão expostos nas gôndolas, aceleram a oxidação da mioglobina com consequente degradação da cor da carne (ANDERSEN *et al.*, 1989), diminuindo o teor de vermelho.

O índice H^* representa o processo de descoloração da carne sendo que, quanto maiores forem os índices, maior intensidade de descoloração. Observou-se diferença ($P < 0,05$) entre o controle e os tratamentos. Apenas o tratamento AB-FLUO não diferiu significativamente. O aumento da descoloração foi mais evidente na embalagem com baixa barreira. Lee *et al.* (2005) afirmam que, normalmente o processo de descoloração das carnes é acompanhado por aumento nos valores de H^* ao longo do tempo.

Para a relação O/M (a^*/b^*) também foi observada diferença entre os tratamentos e a carne da desossa, onde os tratamentos BB-LED, BB-FLUO, apresentaram menores valores e o AB-LED e AB-FLUO foram iguais ao da carne desossada. De acordo com Olivo e Shimokomaki (2001), maiores valores na relação a^*/b^* indicam maior teor de oximioglobina e valores com tendência a zero indicam maior teor de metamioglobina, ou seja, os valores encontrados indicam maiores teores de metamioglobina propiciando a coloração marrom (MANCINI; HUNT, 2005; RAMOS; GOMIDE, 2007), podendo provocar rejeição pelo consumidor (MACDOUGALL, 1994). Observou-se que as embalagens AB apresentaram maiores valores desse parâmetro, indicando melhor cor da carne em relação as embalagens BB. Os consumidores relacionam a coloração vermelha brilhante com o frescor,

enquanto discriminam carnes que apresentam cor marrom (HOOD; RIORDAN, 1973, MORRISSEY *et al.*, 1994, VERBEKE *et al.*, 2015).

Os valores encontrados para os parâmetros de oxidação lipídica (TBARS) foram maiores nos tratamentos AB-FLUO, BB-LED e BB-FLUO, do que, na carne na desossa, sendo a oxidação lipídica da carne desossada igual da carne AB-LED. O processo de oxidação em carnes acontece lentamente, ocorrendo perdas na qualidade da carne e seus produtos (HANSEN *et al.*, 2004) e é uma das causas de rejeição dos consumidores, favorecendo o aparecimento de sabores e odores característicos da rancificação (OSAWA *et al.*, 2005).

A contagem de bactérias mesófilas aeróbias exibiu diferença significativa entre os valores da desossa quando comparados aos quatro tratamentos, sendo o número de bactérias da desossa menor que o encontrado nos tratamentos.

Os microrganismos psicotróficos, diferiram significativamente nos valores da desossa, sendo que todos os tratamentos foram superiores aos da desossa. Os resultados encontrados sugerem que, as amostras submetidas a mesma fonte de luz, independente das embalagens utilizadas, apresentaram maiores contagens de microrganismos psicotróficos. A população de bactérias deteriorantes tem aumento durante o tempo de armazenamento, mesmo em condições de refrigeração, sendo os principais microrganismos envolvidos no processo de deterioração da carne, os psicotróficos (FORSYTHE, 2013; JAY, 2005; ORDÓÑEZ, 2005). As bactérias psicotróficas se desenvolvem em temperaturas baixas variando de -2°C a + 25°C (WARRISS, 2003). Em carnes refrigeradas ocorre a predominância de bactérias psicotróficas, a deterioração da carne refrigerada é causada predominantemente por esse tipo de microrganismo que são capazes de se desenvolver em baixas temperaturas (GILL, 1986).

Foram encontradas diferenças significativas para a contagem de enterobactérias (Tabela 2). Para os tratamentos AB-LED e AB-FLUO a contagem de enterobactéria foi superior à desossa, entretanto não foi observada diferença significativa entre a carne da desossa e os tratamentos BB-LED e BB-FLUO. Os resultados encontrados estão de acordo com o estabelecido por Sadler e Swan (1997), ao citarem que níveis iniciais de 2,0 log₁₀ UFC/g nas contagens de enterobactérias, são considerados satisfatórios.

Os valores de avaliação da cor pH, TBARS e microbiologia da carne após a exposição a luz em diferentes embalagens encontram-se na Tabela 3.

Foram encontradas diferenças estatísticas entre as embalagens para a^* , O/M, H^* e TBARS, sendo que, os maiores valores de a^* e O/M foram para a embalagem AB. Para H^* e TBARS, os maiores valores foram para a embalagem BB.

Como citado anteriormente, maiores valores na relação a^*/b^* indicam maior teor de oximioglobina e valores com tendência a zero indicam maior teor de metamioglobina (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2001), sugerindo que a carne embalada com a embalagem AB apresenta cor mais adequada que a BB, o que foi confirmado pelo teor de a^* , que foi maior também na carne embalada com AB.

Tabela 3. Avaliação dos parâmetros de cor, pH e TBARS em corte *L. lumorum* após exposição em diferentes fontes de luz em diferentes embalagens.

Embalagem	Luz	pH	L*	a^*	b^*	OM	H	TBARS
AB		5,89	38,75	15,52a	8,77	2,87a	20,98b	0,400b
BB		5,86	37,98	13,42b	8,40	1,64b	31,69a	0,660a
	LED	5,88	38,91	14,67	8,77	2,28	26,65	0,494
	FLUO	5,87	37,92	14,28	8,40	2,23	26,03	0,572
Embalagem		0,011	0,398	0,367	0,0001	0,0001	0,0001	0,0007
Luz		0,443	0,777	0,379	0,884	0,721	0,563	0,286
Embalagem*Luz		0,306	0,595	0,052	0,388	0,607	0,853	0,021
EP		0,016	0,305	0,184	0,259	0,108	0,870	0,040

Unidade TBARS = mg MDA/kg. L* - luminosidade; a^* - intensidade da cor vermelha; b^* - intensidade da cor amarela. AB: Embalagem alta barreira ao oxigênio. BB: Embalagem baixa barreira ao oxigênio. LED: luz LED. FLUO: luz Fluorescente. T0: realizada análise imediatamente após a abertura da embalagem do corte *L. lumorum*. EP: erro padrão. Médias seguidas de letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Em contrapartida, observa-se que, os melhores resultados de H^* e TBARS, foram encontrados para a embalagem AB, indicando menor grau de descoloração da carne e menor oxidação lipídica. Carnes estocadas durante longos períodos e expostas em balcões, possuem potencial para acumular metamioglobina a uma taxa mais rápida, e a descolorir mais rapidamente. (MANICINI; HUNT, 2005), observa-se que a embalagem BB, o grau de descoloração foi maior nas condições de armazenamento, além de maior oxidação lipídica. Embalagens com alta permeabilidade ao oxigênio, apresentam alguns fatores que podem influenciar na sua vida de prateleira como oxidação lipídica, que é responsável pelo sabor e odor rançoso quando ocorre a cocção da carne. (LAUZURICA *et al.*, 2005; ZAKRYS *et al.*, 2009).

Os resultados demonstram que, a embalagem AB é mais apropriada para o acondicionamento da carne e melhor apresentação para o consumidor em relação a BB. Não foram encontradas diferenças estatísticas entre as luzes, LED e FLUO, utilizadas na gôndola.

De acordo com os valores obtidos para Luz (Tabela 3) não houve diferença significativa para os parâmetros de cor analisados. Esses resultados não corroboram com Steele *et al.* (2015), os quais encontraram diferenças significativas, quando expuseram os cortes de *L. lumbrorum* sob lâmpadas LED e fluorescente. Os autores afirmam que, a iluminação com lâmpadas LED pode ajudar a minimizar a percepção de descoloração de cortes de *L. lumbrorum*.

Foi encontrada interação da embalagem com a fonte de luz para TBARS (Tabela 3), conforme apresentado na Figura 3. Menores valores de oxidação lipídica foram encontrados para embalagens AB submetidas a luz LED, indicando que produtos embalados a vácuo que são expostos sob a luz LED apresentam menos oxidação lipídica. Green e Cumuze (1981) determinaram que o limiar detectável para o sabor rançoso na carne bovina está entre 0,6 e 2,0 mg malondialdeído/kg.

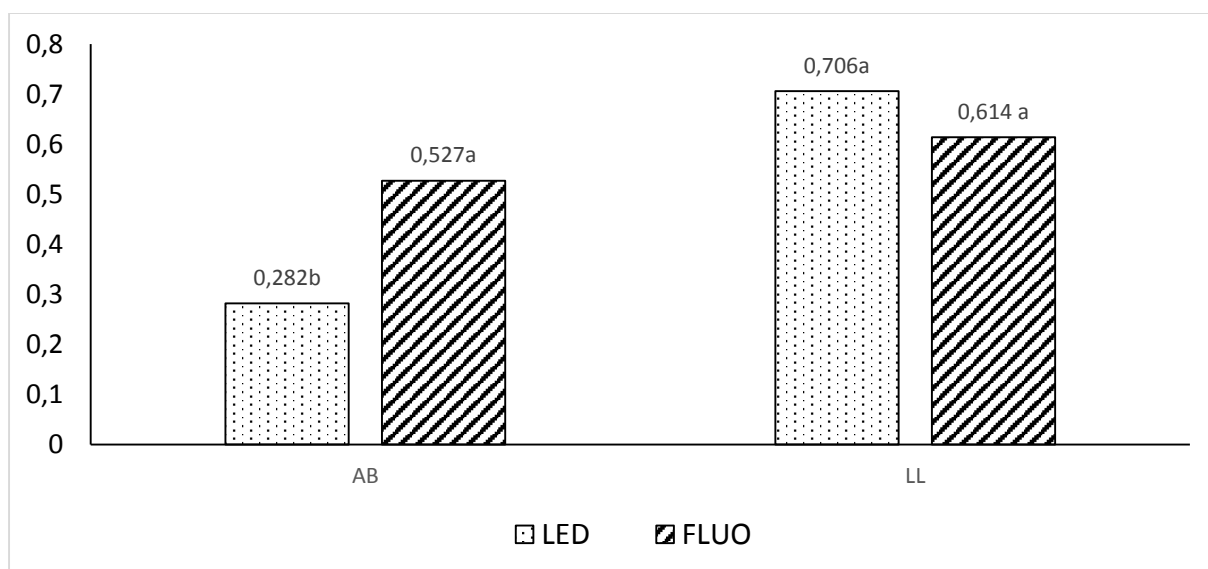


Figura 3. Oxidação lipídica da carne acondicionada em embalagens com diferentes barreiras ao oxigênio acondicionadas sob diferentes tipos de lâmpadas.

Para os parâmetros microbiológicos foram verificadas diferenças significativas entre as embalagens e luz. Valores maiores de psicrotróficos foram encontrados para embalagens BB e luz fluorescente. As bactérias psicrotróficas apresentam crescimento

a baixas temperatura, o que favoreceu maior crescimento em relação aos outros grupos de bactérias estudados. A deterioração por bactérias proteolíticas ocorre mais facilmente em carnes cujo pH encontram-se mais alto (ABERLE *et al.*, 2001). As bactérias psicrotróficas são responsáveis pela diminuição da validade comercial de alimentos e consequente deterioração (LIMA *et al.*, 2010).

Tabela 4. Avaliação dos parâmetros microbiológicos em corte *L. lumorum* após exposição em diferentes fontes de luz em diferentes embalagens, imediatamente após a abertura das embalagens

Embalagem	Luz	Mesófilas ¹	Psicrotróficas ¹	Enterobactérias ¹
AB		4,78	3,60b	3,60
BB		4,79	3,85a	3,85
	LED	4,76	3,53b	3,53
	FLUO	4,80	3,93a	3,93
<i>P value</i>				
Embalagem		0,928	0,0075	0,099
Luz		0,756	0,0001	0,415
Embalagem*Luz		0,166	0,921	0,155
EP		0,077	0,057	0,099

¹Unidade bactérias = log UFC/g de carne. AB = embalagem alta barreira ao oxigênio. SL = embalagem baixa barreira ao oxigênio. LED = luz LED. FLUO = luz fluorescente. EP = erro padrão. Médias seguidas de letras diferentes, na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

7 CONCLUSÃO

O processo de maturação por 21 dias do *L. lumorum*, não altera os atributos de cor da carne após 30 minutos da abertura da embalagem, entretanto aumenta a contagem de bactérias da carne.

Observa-se maiores descolorações das carnes embaladas a vácuo com filme de alta permeabilidade ao oxigênio, sendo que, a embalagem com alta barreira ao oxigênio demonstrou menores perdas dos atributos de cor da carne.

A embalagem com alta barreira ao oxigênio e a luz LED apresentaram melhores padrões microbiológicos da carne após o armazenamento, que a embalagem com alta permeabilidade ao oxigênio e a luz fluorescente.

A oxidação lipídica é menor quando é utilizada a combinação entre a luz LED e a embalagem com alta barreira ao oxigênio, proporcionando melhor qualidade da carne após o armazenamento.

8 REFERÊNCIAS

ABERLE, E. D.; FORREST, T. C.; GERARD, D. E.; MILLS, E. W. F. **Principles of meat science**. 4. ed. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing Company, 2001. 353 p.

ABULARACH, M. L. S.; ROCHA, C., E.; DE FELÍCIO, P. E. Características de qualidade do contrafilé (m. *L. dors*) de touros jovens da raça Nelore. **Food Science and Technology**, v. 18, n. 2, p. 205-210, 1998.

AMSA - AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. **Research guidelines for cookery sensory and instrumental tenderness measurement of fresh meat**. Chicago: AMSA, 1995.

ALMEIDA, A. C.; SOUZA, R. M.; PINHO, L.; SOBRINHO, E. M.; SILVA, B. C. M. Determinação de perigos microbiológicos em carnes bovinas resfriadas provenientes de abates clandestinos e comércio ilegal. **Acta Veterinária Brasília**, v. 4, n. 4, p. 278-285, 2010.

ANDRIGHETTO, C.; JORGE, A. M.; ROÇA, R. O. Maturação de Carne Bovina. **Revista Eletrônica Veterinária**, v. 7, n. 6, p. 1-6, 2006.

ANDERSEN, H. J.; BERTELSEN, G.; SKIBSTED, L. H. Color stability of minced beef. Ultraviolet barrier in packaging material reduces light-induced discoloration of frozen products during display. **Meat Science**, v. 25, p. 155-159, 1989.

BELTRÁN, J. A., JAIME, I., SANTOLARIA, P., SANUDO, C., ALBERTI, P., RONCALES, P. Effect of stress-induced high post-mortem pH on protease activity and tenderness of beef. **Meat Science**, v. 45, p. 201- 207, 1997.

BOMAR, M. T. Rapid method for the determination of bacterial surface contamination in carcasses. **Alimenta**, Zurich, v. 24, n. 3, p. 55-57, 1985.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. **Valor Bruto da Produção**. Brasília: MAPA, 2014.

BRASIL. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. **Aprova o “Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos”**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br>. Acesso em: 23 abr. 2019.

CASTILLO, C. J. C. (Ed.). **Qualidade da carne**. São Paulo: Livraria Varela, 2006. p. 153-172.

COLLE, M. J.; RICHARD, R. P.; KILLINGER, K. M., BOHLSCHEID, J. C.; GRAY A. R.; LOUCKS, W. I.; DAY R. N.; COCHRAN, A. A. S.; NASADOS, J. A.; DOUMIT, M. E. Influence of extended aging on beef quality characteristics and sensory perception of steaks from the gluteus medius and longissimus lumborum. **Meat Science**. v. 110, p. 32–39, 2015.

CORNFORTH, D. Color: its basis and importance. *In*: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. (Org.) **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products**. Glasgow: Chapman & Hall, 1994. cap. 2. p. 34-68.

CHAMBERS, I. V. E.; BOWERS, J. R. Consumer perception of sensory qualities in muscle foods. **Food Technology**, p.116-120, nov. 1993.

FARIAS, J. S.; MACEDO, F. D. A. F. D.; SANTOS, G. R. D. A.; BARBOSA, L. T.; BARBOSA, A. A. T.; ALMEIDA, F. L. A. D.; MORA, N. H. A. P. Qualitative characteristics of the *Longissimus thoracic lumborum* muscle of Nelore cattle during different maturation periods. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 39, n. 3, maio/jun. 2018.

FAUSTMAN, C.; R. G. CASSENS. The biochemical basis for discoloration in fresh meat: A review. **Journal of Muscle Foods**, v. 1, n. 3, p. 217–243, 1990.

FERNANDES, R. P. P.; FREIRE, M. T. A.; GUERRA, C. R.; CARRER, C. C.; CARVALHO BALIEIRO, J. C.; TRINDADE, M. A. Estabilidade físico-química, microbiológica e sensorial de carne ovina embalada a vácuo estocada sob refrigeração. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 4, p. 724-729, 2012.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. 2. ed. São Paulo: Artmed, 2013. 607 p.

FRANCO, B. D. G.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008.

GARCIA DE FERNANDO, G. D.; NYCHAS, G. J. E.; PECK, M. W.; ORDÓÑEZ, J. A. Growth/survival of psychotropic pathogens on meat packaged under modified atmospheres. **International Journal of Food Microbiology**, Madrid, v. 28, n. 2, p. 221-231, 1995.

GREER, G. G., JONES, S. D. M. Effects of lactic acid and vacuum packaging on beef processed in a research abattoir. **Canadian Institute Food Science and Technology Journal**, v. 24, p. 161–168, 1991.

GILL, C. O. Extending the storage life of meat: preservative atmospheres. Western Canada Research Group on extended storage of meat and meat products. **Technical Bulletin Department of Applied Microbiology and Food Science**, Saskatoon, n. 1, 1991.

GOKALP, H. Y.; OCKERMAN, H. W.; PLIMPTON, R. F.; CAHILL, V. R. Effect of different packaging on objective quality characteristics of frozen and stored cow beef. **Journal of Food Science**, v. 43, p. 297-300, 1978

GREEN, B. E.; CUMUZE, T. H. Relationship between TBA numbers and inexperienced panelists' assessments of oxidized flavor in cooked beef. **Journal of Food Science**, v. 47, n. 1, p. 52–54, 58, 1981.

HOOD, D. E.; RIORDAN, E. B. Discoloration in pre-packaged beef: measurement by reflectance spectrophotometry and shopper discrimination. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 8, p. 333-343, 1973.

IRURUETA, M.; CADOPPI, A.; LANGMAN, L.; GRIGIONI, G.; CARDUZA, F. Effect of aging on the characteristics of meat from water buffalo grown the in the Delta del Paraná region of Argentina. **Meat Science**, v. 79, p. 529-533, 2008.

JAY, J. **Microbiologia de alimentos**. 6. ed. São Paulo: Artmed. 2005. 711 p.

JAYASENA, D. D.; JO, C., Essential oils as potential antimicrobial agents in meat and meat products: A review, **Trends in Food Science & Technology**, v. 34, n. 2, p. 96-108, 2013. DOI 10.1016/j.tifs.2013.09.002.

JOHN, L.; CORNFORTH, D.; CARPENTER, C. E.; SORHEIM, O.; PETTEE, B. C.; WHITTIER, D. R. Color and thiobarbituric acid values of cooked top sirloin steaks packaged in modified atmospheres of 80% oxygen, or 0,4% carbon monoxide, or vacuum. **Meat Science**, v. 69, n. 3, p. 441-449, 2005.

KILLINGER, K. M.; CALKINS, C. R.; UMBERGER, W. J.; FEUZ D. M.; ESKRIDGE, K. M. Consumer sensory acceptance and value for beef steaks of similar tenderness but differing in marbling level. **American Society of Animal Science**, v. 82, p. 3294–3301, 2004.

KUBOTA, E. H.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Maturação da carne: um processo enzimático. **Revista Nacional da Carne**, v. 18, n. 200, p. 12-15, out. 1993.

KROPF, D. H. Effects of retail display conditions on meat color. **Proceedings of the reciprocal meat conference**, v. 33, p. 15–32, 1980.

KROPF, D. H. Color stability: factors affecting the color of fresh meat. **Meat Focus International**, v. 1, p. 269–275, 1993.

KRUGGEL, W. G.; FIELD, R. Soluble intramuscular collagen characteristics from stretched and aged muscle. **Journal Food Science**, v. 36, p. 1114-1117, 1971.

LAUZURICA, S., DE LA FUENTE, J.; DÍAZ, M. T.; ÁLVAREZ, I.; PÉREZ, C.; CAÑEQUE, V. Effect of dietary supplementation of vitamin E on characteristics of lamb meat packed under modified atmosphere. **Meat Science**, v. 70, n. 4, p. 639-646, 2005.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

LAWRIE, R. A. **Ciencia de la Carne**. Zaragoza: Acribia, 1977. 455 p.

LEWARD, D. A. Metmyoglobin formation in beef muscle as influence by content and anatomical location. **Journal of Food Science**, Champaign, v. 36, p. 138-40, 1971.

LEDWARD, D. A. Post-slaughter influences on the formation of metmyoglobin in beef muscles. **Meat Science**, v. 15, p. 149–171, 1985.

- LIMA, N. L. L.; SOBRINHO, A. G. S; MANZI, G. M.; ZEOLA, N. M. B. L. Z.; SALES, R. O.; ALMEIDA, F. A. Peso e Rendimento dos não-componentes da carcaça de ovinos alimentados com cana de açúcar associado a grãos de girassol e vitamina E. *In: 47a REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA: empreendedorismo e progresso científicos na zootecnia brasileira de vanguarda*, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: [s.n.], 2010. v. 1.
- LINARES, M. B.; BERRUGA, M. I.; BÓRNEZ, R.; VERGARA, H. Lipid oxidation in lamb meat: Effect of the weight, handling previous slaughter and modified atmospheres. **Meat Science**, v. 76, n. 4, p. 715-720, 2007.
- LUZ, P. A. C.; ANDRIGHETTO, C. Características da carne bubalina e benefícios da maturação sobre a sua qualidade. **Revista Acadêmica, Ciências Agrárias Ambiental Curitiba**, v. 11, n. 4, p. 413-420, 2013.
- MACDOUGALL, D. B.; Color meat: its basis and importance. *In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. (Ed.). Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish product: advances in meat research series*. [S.l.]: Black Academic & Professional, 1994. v. 9. cap. 2, p. 34 –78.
- MACH, N.; BACH, A.; VELARDE, A.; DEVANT, M. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. **Meat Science**, v. 78, n. 3, p. 232-238, 2008.
- MARCHESI, C.; CICHOSKI, A. J.; DARIVA, C. Influência da temperatura, oxigênio e luz na perda de cor vermelha em salame tipo italiano. **Revista nacional da Carne**, n. 342, p. 22-34, 2005.
- MANCINI, R. A.; RAMANATHAN, R. Effects of postmortem storage time on color and mitochondria in beef. **Meat science**, v. 98, p. 65–70, 2014.
- MANCINI, R. A.; HUNT, M. C. Current research in meat color. **Meat Science**, v. 71, p. 100–121, 2005.
- MARTÍNEZ, L.; CILLA, I.; BELTRÁN, J. A.; RONCALÉS, P. Effect of illumination on the display life of fresh pork sausages packaged in modified atmosphere. **Meat Science**, v. 75, p. 443–450, 2007.
- MILTENBURG, G. A. J.; WENSING, T. H.; SMULDERS, F. J. M.; BREUKINK, H. J. Relationship Between Blood Hemoglobin, Plasma and Tissue Iron, Muscle Heme Pigment, and Carcass Color of Veal. **Journal Animal Science**, v. 70, p. 2766-2772, 1992.
- MONTEIRO, A. F. F.; BRAGA, M. E. D.; MATA, M. E. R. M. C. Congelamento de carne suína a temperaturas criogênicas: alterações de algumas características físico-químicas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, n. 1, p. 51-62, 2002.
- MORAES, M. V. T.; AZEVEDO, P. R. A. Fatores extrínsecos que influenciam no amaciamento da carne. **Revista Nacional da Carne**, n. 321, 2003.

- MONTINI, A. L. Consumo de carne bovina: uma análise aplicada às redes varejistas, Londrina, Estado do Paraná. **Informações Econômicas**, SP, v. 35, n. 10, out. 2005.
- MORRISSEY, P. A.; BUCKLEY, D. J.; SHEEHY, P. J. A.; & MONAHAN, F. J. Vitamin E and meat quality. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 53, p. 289-295, 1994.
- ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos de origem animal**. v. 2. São Paulo: Artmed, 2005. 279 p.
- O'KEEFFE, M.; HOOD, D. E. Anoxic storage of fresh beef: color stability and weigh loss. **Meat Science**, v. 5, p. 267-81, 1981.
- OLIVEIRA, A. L. Qualidade da carne bovina. **Informe Agropecuário**. v. 21, n. 205, p.39-47, 2000.
- OLIVEIRA L. B.; SOARES, G. J. D.; ANTUNES, P. L. **Influência da maturação de carne bovina na solubilidade do colágeno e perdas de peso por cozimento**. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 4, n. 3, p. 166-171,1998.
- OLIVEIRA, L. M.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; CUNHA, D. G.; MOREIRA, C. Q.; LEMOS, A. B. **Diagnóstico da qualidade tecnológica de embalagens plásticas barreira a gases utilizadas para preservação de produtos cárneos**: relatório final FAPESP, processo 2000/09565-0. Campinas: CETEA – ITAL, 2003. 61 p.
- PUGA, D. M. U.; CONTRERAS, C. J. C.; TURNBULL, M. R.; Avaliação do amaciamento de carne bovina de dianteiro (*Triceps brachii*) pelos métodos de maturação, estimulação elétrica, injeção de ácidos e tenderização mecânica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 1, p. 1-10, 1999.
- RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes**: fundamentos e metodologias. Viçosa-MG: Editora UFV, 2007. p. 599.
- RENERRE, M. Review: factors involved in the discoloration of beef meat. **International Journal of food science and technology**, v. 25, p. 613–630, 1990.
- ROÇA, R. O.; SERRANO, A. M. Abate de bovinos: alterações microbianas da carcaça. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 9, n. 35, p. 8-13, 1995.
- ROÇA, R. O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 2000. p. 201-202.
- RODRÍGUEZ, G. M. Envasado bajo atmósfera protectora: aplicación a La indústria horto frutícola. **Alimentación, Equipos y Tecnologia, Bilbao**, v. 13, n. 1, p. 43-49, 1994.
- SANTOS, F.; ROJAS, M.; LOCKHORN, G.; BREWER, M. S. Effect of carbon monoxide in modified atmosphere packaging storage time and endpoint cooking temperature on the internal color of enhanced pork. **Meat Science**, v. 77, n. 4, p. 520-528, 2007.

SAÑUDO, R.; BUSTILLOS, R. J. A.; GARCIA, L. P. DE L.; MOLINA, E. B.; NUÑO, S. O.; ANGEL, D. N. **Manejo postcosecha del mango**. [S.l.]: EMEX, 1997. 92 p.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. Embalagem a vácuo e com atmosfera modificada para carnes frescas. *In*: EMBALAGENS para produtos cárneos. Campinas: ITAL, 1991.

SAMMEL, L. M.; HUNT, M. C.; KROPF, D. H.; HACHMEISTER, K. A.; JOHNSON, D. E. Comparison of assays for metmyoglobin reducing ability in beef inside and outside semimembranosus muscle. **Journal of Food Science**, v. 67, p. 978–98, 2002.

SADLER, D. N.; SWAN, J. E. Chilled storage life of hot boned, pre-rigor, salted minced beef. **Meat Science**, v. 45, p. 427-437, 1997.

SIMEONI, C. P.; FRUET, A. P. B.; MENEZES, M. F. C.; KIRINUS, J. K.; TEIXEIRA, C.; RITT, L. A. Fatores pós-abate que contribuem para a maciez da carne. **REGET**, edição especial, v. 18, p. 18-24, maio 2014.

SMITH, G. C.; BELK, K. E.; SOFOS, J. N.; TATUM, J. D.; WILLIAMS, S. N. Economic implications of improved color stability in beef. *In*: DECKER, E. A.; FAUSTMAN, C.; LOPEZ-BOTE, C. J. (Eds.). **Antioxidants in muscle foods: nutritional strategies to improve quality**, 2000. p. 397–426.

STEELE, K. S.; WEBER, M. J.; BOYLE, E. A. E.; HUNT, M. C.; LOBATON-SULABO, A. S.; CUNDITH, C.; HIEBERT, Y. H.; ABROLAT, K. A.; ATTEY, J. M.; CLARK, S. D.; JOHNSON, D. E.; ROENBAUGH, T. L. Shelf life of fresh meat products under LED or fluorescent lighting. **Meat Science**, v. 117 p. 75-84, 2015.

VERBEKE, W.; MARCU, A.; RUTSAERT, P.; GASPAR, R.; SEIBT, B.; FLETCHER, D.; BARNETT, J. Would you eat cultured meat? Consumers' reactions and attitude formation in Belgium, Portugal and the United Kingdom. **Meat Science**, v. 102, p. 49-58, 2015.

VYNCKE, B. W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette Seifen Anstrichm.**, Leinfelden, n. 72, p. 1084-1087, 1970.

VOLPELLI, L. A.; FAILLA, S.; SEPULCRI A, A; PIASENTIER, E. Calpain system in vitro active and miofibril fragmentation index, in fallow deer effects of age and supplementation. **Meat Science**, p. 1-4, 2004.

WILKINSON, B. H. P.; JANZ, J. A. M.; MOREL, P. C. H.; PURCHAS, R. W.; HENDRIKS, W. H. The effect of modified atmosphere packaging with carbon monoxide on the storage quality of master-packaged fresh pork. **Meat Science**, v. 73, n. 4, p. 605-610, 2006.

YANG, X.; WOERNER, D. R.; HASTY, J. D.; MCCULLOUGH, K. R.; GEORNARAS, I.; SOFOS, J. N.; BELK, K. E. An evaluation of the effectiveness of Fresh Case technology to extend the storage life of whole muscle beef and ground beef. **Journal Animal Science**, v. 94, p. 4911–4920, 2016.

ZAKRYS, P. I.; O'SULLIVAN, M. G.; ALLEN, P.; KERRY, J. P. Consumer acceptability and physiochemical characteristics of modified atmosphere packed beef steaks. **Meat Science**, v. 81, n. 4, p. 720-725, 2009.

ZHAO, Y.; WELLS, J. H.; MC MILLIN, K. W. Applications of dynamic modified atmosphere packaging systems for fresh red meat: review. **Journal of Muscle Food**, v. 5, n. 3, p. 299-328, 1994.

WARRISS, P. **Ciência de la carne**. Zaragoza: Acribia, 2003.