

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

AVALIAÇÃO DA VIDA-DE-PRATELEIRA E QUALIDADE DA CARNE BOVINA
SUBMETIDAS A EMBALAGENS SOB DIFERENTES ATMOSFERAS

Maurício Silva Fischmann

Porto Alegre

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

AVALIAÇÃO DA VIDA-DE-PRATELEIRA E QUALIDADE DA CARNE BOVINA
SUBMETIDA A EMBALAGENS SOB ATMOSFERA MODIFICADA OU VÁCUO

Autor: Maurício Silva Fischmann

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias na Especialidade de Inspeção de Produtos de Origem Animal e Tecnologia.

Orientador: Profa. Dra. Liris Kindlein

Porto Alegre

2016

CIP - Catalogação na Publicação

Fischmann, Maurício Silva
AVALIAÇÃO DA VIDA-DE-PRATELEIRA E QUALIDADE DA
CARNE BOVINA SUBMETIDAS A EMBALAGENS SOB DIFERENTES
ATMOSFERAS / Maurício Silva Fischmann. -- 2016.
74 f.

Orientador: Liris Kindlein.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária,
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias,
Porto Alegre, BR-RS, 2016.

1. vida-de-prateleira|. 2. carne bovina. 3.
atmosfera modificada. 4. qualidade de carne. I.
Kindlein, Liris, orient. II. Título.

MAURÍCIO SILVA FISCHMANN

AVALIAÇÃO DA VIDA-DE-PRATELEIRA E QUALIDADE DA CARNE BOVINA
SUBMETIDA A EMBALAGENS SOB ATMOSFERA MODIFICADA OU VÁCUO

Aprovado em:

APROVADO POR:

Profa. Dra. Liris Kindlein

Orientadora e Presidente da comissão

Prof. Dr. Alessandro de Oliveira Rios

Membro da Comissão

Profa. Dra. Márcia Monks Jaentzen

Membro da Comissão

Profa.Dra. Neila Sílvia Pereira dos Santos Richards

Membro da Comissão

“O começo de todas as ciências é o espanto de as coisas serem o que são”

Aristóteles

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Airton e Jane, e a minha irmã Daniela, que sempre demonstraram os verdadeiros valores de vida e o valor do conhecimento. Por sempre me ensinar que os valores não se medem por uma religião, uma camiseta ou uma crença, mas sim pelo respeito que dedicamos. Pelo apoio incondicional, amor e carinho, meu muito obrigado!

Agradeço a minha professora orientadora Liris Kindlein, pelos ensinamentos, dedicação, confiança e paciência durante esses longos anos.

Ao professor Guiomar Bergmann pelo incentivo constante e momentos de descontração.

As queridas amigas e colegas especiais de CEPETEC Ana Fossati, Tamara Ferreira e Victória Rosa pela grande amizade nesses anos todos e pela certeza que levo vocês para a vida toda. Aos queridos colegas e estagiários Francine Hergemoller e Vinícius Sasso pelo apoio e dedicação no trabalho.

A Deise, meu muito obrigado pelo amor, carinho e abraços dispendidos, por todos os momentos de ajuda, por todas as palavras de incentivo, por todos os ‘falta só mais um pouquinho’, por ser fundamental nesta caminhada e por ser um exemplo de vida. Ingrata seja a formalidade que me faz te dedicar apenas um parágrafo. Te amo!

Agradeço minha grande amiga Mariana Dreyer pela amizade e por todos os momentos de incentivo e palavras de apoio.

Ao meu grande amigo Leonardo Sobral pelo apoio e compreensão em todos os momentos!

Aos amigos e companheiros de time de futebol, obrigado por compreender alguns muitos ‘não posso jogar hoje’, valeu gurizada!

A CAPES pela bolsa de estudos

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, meu muito obrigado!

RESUMO

A indústria da carne é um setor de alimentos de grande importância para a economia do agronegócio mundial. Dentro deste contexto, as embalagens desempenham um papel fundamental para manter a qualidade das carnes por maior período, o que permite uma ampliação do alcance do sistema de distribuição destes produtos perecíveis. Com o intuito de evitar a deterioração do produto e aumentar a vida de prateleira podem ser utilizadas as embalagens com atmosfera modificada, que consiste na retirada total do ar (embalagens a vácuo) ou substituição do ar por uma composição específica de gases. Dessa maneira, este trabalho teve por objetivo determinar a qualidade sensorial, físico-química e microbiológica de carne bovina resfriada em diferentes formas de apresentação (bifes e moída) embaladas sob atmosfera modificada. O uso de embalagem em atmosfera modificada demonstrou-se mais atrativa ao consumidor, representando um nicho de mercado para ser explorado e agregar valor à indústria da carne bovina. Apesar de instrumentalmente o uso de atmosfera modificada ter demonstrado menor maciez no presente estudo, o mesmo fato não foi detectado através de análise sensorial com consumidores

Palavras-chave: atmosfera modificada, carne bovina, consumidores, vida-de-prateleira.

ABSTRACT

The meat industry is a major food industry to the economy of global agribusiness. In this context, packaging plays a key role in maintaining the quality of the meat for a longer period allowing for expansion of the scope of the distribution system of these perishable products. To prevent product spoilage and increase the shelf life may be used in modified atmosphere packaging may be used in, which is the total removal of the air (vacuum packaging) or replacing the air with a specific gas composition. This study aimed to determine the sensory quality physicochemical and microbiological chilled beef in different forms of presentation (steaks and ground) submitted to packaging under modified atmosphere and determine the shelf life submitted chilled beef packaging under modified atmosphere and assess the quality of meat through sensory analysis (sensory panel), physico-chemical analysis (colorimetry, shear force, pH) and microbiological, and also determine the perception of the consumer front organoleptic characteristics of beef cold stored in modified atmosphere package. The use of modified atmosphere packaging, although demonstrated a life slower shelf - life ($p < 0.05$) than the vacuum packaging, proved to be more attractive to consumers when assessing the buying decision of the above product in the consumer retail representing a niche market to be explored and add value to the beef industry. Although instrumentally using modified atmosphere have demonstrated less tenderness in this study ($p < 0.05$), the same was not detected by sensory analysis to consumers.

Key-words: beef, consumers, shelf life, modified atmosphere packaging.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-	Resultados painel sensorial para aparência geral de carne moída e cortes de alcatra resfriados embalados em atmosfera modificada.....	40
Figura 2 -	Resultados painel sensorial para aroma de carne moída e cortes de alcatra resfriados embalados em atmosfera modificada.....	41
Figura 3 -	Resultados painel sensorial para cor de carne moída e cortes de alcatra resfriados embalados em atmosfera modificada.....	42
Figura 4 -	Contagem de mesófilos aeróbios durante os períodos analisados.....	43
Figura 5 -	Contagem de coliformes totais durante os períodos analisados.....	44
Figura 6 -	Contagem de coliformes termotolerantes durante os períodos analisados.....	45

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Resultados de análises físico químicos nos períodos utilizados para carne bovina resfriada submetidas a embalagem sob atmosfera modificada ou a vácuo..... 37
- Tabela 2 - Escores médios dos atributos sensoriais pré cocção da carne bovina resfriada armazenada em embalagens a vácuo ou sob atmosfera modificada (ATM)..... 41
- Tabela 3 - Escores médios dos atributos sensoriais da carne bovina resfriada armazenada em embalagens a vácuo ou sob atmosfera modificada (ATM)..... 42
- Tabela 4 - Análise sensorial pré-cocção de cortes bovinos submetidas a atmosfera modificada e embalados a vácuo..... 46
- Tabela 5 - Análise sensorial de cortes bovinos submetidos a atmosfera modificada e embalados a vácuo..... 47
- Tabela 6 - Análises físico químicas e de qualidade de carne bovina embaladas a vácuo ou atmosfera modificada..... 48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Mercado de carne bovina	13
2.2 Sistemas de embalagem para carne fresca	13
2.2.1 Sistema convencional	14
2.2.2 Embalagem em atmosfera modificada	14
2.2.2.1 Sistemas de embalagem com altas concentrações de oxigênio	16
2.2.2.2 Sistema masterpack	17
2.2.2.3 Sistemas de embalagem contendo monóxido de carbono	18
2.3 Qualidade de carne	19
2.3.1 Vida de prateleira	20
2.3.2 Cor	21
2.3.3. Sabor ou flavour	22
2.3.4 Textura	24
2.3.5 Análise sensorial	25
2.3.6 Potencial hidrogeniônico (pH)	26
3 OBJETIVOS	28

3.1 Objetivos gerais	28
3.2 Objetivos específicos	28
4 ARTIGO CIENTÍFICO	29
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
ANEXO A	62

1 INTRODUÇÃO

A bovinocultura é um dos principais destaques do agronegócio brasileiro no cenário mundial. O Brasil possui o segundo maior rebanho efetivo do mundo com cerca de 200 milhões de cabeças o que representa 20% do rebanho mundial e abate anualmente 45 milhões de bovinos (BRASIL, 2015).

A produção brasileira anual é de aproximadamente 9 milhões de toneladas Eqc (Equivalente carcaça) e destes são exportados 2,5 milhões de toneladas Eqc, o que coloca o Brasil, desde 2004, na primeira posição no ranking de exportação mundial. Essa produção proporciona o desenvolvimento da cadeia produtiva da carne e cerca de 84% da carne bovina produzida no Brasil é direcionada para o mercado interno, onde são consumidos 37kg de carne bovina por habitante por ano (ABIEC, 2015; BRASIL, 2015).

Desta forma, a indústria da carne é um setor de alimentos de grande importância para a economia do país. Nesse contexto as embalagens são fundamentais para manter a qualidade das carnes por longos períodos, o que permite uma ampliação do alcance do sistema de distribuição destes produtos perecíveis (LIMA, 2009).

No Brasil, as carnes são vendidas em casas de carnes, açougues e supermercados e existe uma preocupação grande em manter a qualidade desses produtos, pois cada vez mais cresce a exigência dos consumidores que procuram alimentos de qualidade, frescos e menos processados. Outro fator importante a ser observado é a manutenção das características próprias do produto e que este se mantenha seguro para o consumidor até o consumo (TESSER, 2009).

No momento da compra, o consumidor usa como critério a aparência organoléptica dos produtos para sua aquisição. A cor desejada da carne bovina é a vermelho-brilhante, e esta deve manter-se estável pelo maior tempo possível ao longo da distribuição, estocagem e comercialização para garantir sua venda. O prolongamento da vida-de-prateleira ocorre através de uma proteção adequada contra fatores do meio ambiente, como oxigênio, luz, umidade e contaminação microbiológica. Nesse sentido, a seleção e aplicação de embalagens adequadas para cada alimento, assim como a atmosfera em que o mesmo é armazenado são fatores relevantes para retardar as reações de deterioração e, conseqüentemente, aumentar sua vida-de-prateleira.

A vida útil dos alimentos perecíveis conservados em atmosfera normal é limitada principalmente pelo efeito do oxigênio atmosférico e o crescimento de microrganismos

aeróbios produtores de alterações, que produzem mudanças de odor, sabor, cor e textura, o que conduz à perda da qualidade.

O armazenamento refrigerado retarda estes efeitos, mas não promove um incremento na vida útil do produto, suficiente para a distribuição e exposição nos locais de venda (PARRY, 1993). De acordo com os mesmos autores, a modificação da atmosfera prolonga, significativamente, a vida útil dos alimentos, quando comparados à refrigeração, podendo chegar a um aumento de três a quatro vezes. Além disso, atende à crescente demanda dos consumidores por alimentos frescos e de boa qualidade, porém sem conservantes e aditivos (SARANTOPÓULOS *et al.*, 1998).

Este método consiste em substituir a atmosfera que rodeia o produto no momento da embalagem por outra (um gás ou mistura otimizada de gases – CO₂, N₂ e O₂), especialmente preparada para cada tipo de alimento, o que torna possível controlar melhor as reações químicas, enzimáticas e microbiológicas, para evitar ou minimizar as principais degradações produzidas durante o período de armazenamento (BRODY *et al.*, 1993; JAYAS e JEYAKMONDAN, 2002)

As vantagens do uso desta tecnologia são inúmeras: aumento da vida útil do produto, que redundará em racionalização da produção, estocagem e distribuição; possibilidade de comercialização de produtos de alta qualidade, conservação da cor, do aroma e do frescor dos alimentos; redução de perdas na distribuição; possibilidade de economia devido à redução de manuseio e distribuição de produtos inadequados à venda; aumento da margem de lucro nos pontos de venda de produtos frescos e refrigerados, pois se tem menor perda de estoque atribuída à perda de qualidade e deterioração e redução dos custos de mão-de-obra na preparação para a venda; melhor apresentação, com maior aceitação pelo consumidor; maiores oportunidades para o desenvolvimento e diferenciação; eliminação ou redução de conservantes; possibilidade de maior margem de lucro, pois agrega valor; opção para implantação de centrais de acondicionamento, com linhas automáticas para grandes volumes de produção (PARRY, 1993; HOOD e MEAD, 1993)

Sendo assim, este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade organoléptica e físico-química da carne bovina resfriada, sob duas formas de apresentação (moída e bifês) embalada em atmosfera modificada e determinar a vida-de-prateleira destes produtos.

Para tanto, o trabalho está dividido em três sessões:

Na sessão I, apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre o assunto.

Na sessão II, apresenta-se um artigo científico

E, por fim, as considerações finais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Mercado de carne bovina

A bovinocultura é um dos principais destaques do agronegócio brasileiro no cenário mundial. O Brasil possui o segundo maior rebanho efetivo do mundo com cerca de 200 milhões de cabeças, o que representa 20% do rebanho mundial e abate anualmente 45 milhões de bovinos. As exportações mundiais cresceram cerca de 1,7% em 2015, sendo o Brasil, juntamente com a Índia, os responsáveis por compensarem o declínio nas exportações de Estados Unidos e Austrália (BRASIL, 2015).

A produção brasileira anual é de aproximadamente 9 milhões de toneladas Eqc (Equivalente carcaça) e destes são exportados 2,5 milhões de toneladas Eqc, o que coloca o Brasil desde 2004 na primeira posição no *ranking* de exportação mundial. Essa produção proporciona o desenvolvimento da cadeia produtiva da carne e cerca de 84% da carne bovina produzida no Brasil é direcionada para o mercado interno, onde são consumidos 37kg de carne bovina por habitante por ano. (ABIEC, 2015; BRASIL, 2015).

As projeções de carnes para o Brasil mostram que esse setor deve apresentar intenso crescimento nos próximos anos e a expectativa é que a produção de carne no Brasil continue seu rápido crescimento na próxima década. Ainda segundo essas instituições, os preços ao produtor devem crescer fortemente durante os próximos dez anos, especialmente para carne de porco, e carne bovina, enquanto os preços do frango devem crescer a taxas mais modestas (OECD-FAO, 2015). O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2015) classifica o Brasil em 2024 como segundo maior exportador de carne bovina, sendo a Índia o primeiro exportador.

Desta forma, a indústria da carne é um setor de alimentos de grande importância para a economia do país. Nesse contexto as embalagens podem servir de barreira e aumentar a vida-de-prateleira, para manter a qualidade das carnes por longo períodos, o que pode permitir uma ampliação do alcance do sistema de distribuição destes produtos perecíveis (LIMA, 2009).

2.2 Sistemas de embalagem para carne fresca

As principais características que devem ser consideradas na especificação da embalagem para produtos cárneos são: tipos de mercado e embalagem (flexível, rígida,

primária ou secundária), permeabilidade a gases e ao vapor d'água, termosoldabilidade (resistente ao manuseio, transporte e comercialização do produto) a fim de assegurar a hermeticidade até a utilização pelo consumidor, propriedades mecânicas (resistência a tração e ou perfuração), transparência/barreira a luz. Deve ser livre de odores estranhos e causar o menor dano possível ao ambiente. (SARANTOPÓULOS, 1998).

2.2.1 Sistema convencional

No Brasil, a Portaria 145/98 do Ministério da Agricultura (BRASIL,1998) tornou indispensável a distribuição refrigerada das peças desossadas de carne em embalagens a vácuo. A embalagem a vácuo efetivamente retarda o crescimento microbiano e a oxidação da mioglobina, estendendo a vida útil da carne fresca por várias semanas (GILL e JONES, 1994). Todavia, a grande desvantagem na aceitação da carne a vácuo é a alta rejeição da cor arroxeada da deoximioglobina devido à ausência de oxigênio.

Do mesmo modo, nos balcões de autoatendimento dos supermercados brasileiros é altamente difundido o processo convencional de acondicionamento da carne, que utiliza bandejas plásticas envoltas em filmes de alta permeabilidade ao oxigênio como o policloreto de vinila (PVC) (VENTURINI et al., 2009). Esse sistema combina alta permeabilidade ao oxigênio com baixa permeabilidade ao vapor de água, o que garante a cor vermelho-brilhante atrativa para o consumidor no momento da compra. No entanto, a microbiota deteriorante composta principalmente por *Pseudomonas* sp. e a oxidação da oximioglobina à metamioglobina limitam a vida útil da carne na bandeja em cerca de 1 a 2 dias, dependendo da temperatura de refrigeração e do tipo de corte (SARANTÓPOULOS, 1998).

Comercialmente, este período é muito curto para permitir a centralização das operações de embalagens em bandejas, uma vez que o tempo estimado entre a embalagem nas plantas processadoras e sua exposição ao varejo, considerando-se as flutuações de demanda, é cerca de três semanas, frequentemente, incluindo 7 dias para embalagem e distribuição, 7 dias para exposição ao varejo e 7 dias de estocagem na casa do consumidor (GILL & JONES, 1994; JAYASINGH et al., 2001).

2.2.2 Embalagem em atmosfera modificada

Atualmente, existem vários sistemas comerciais que utilizam atmosfera modificada para aumento da vida útil da carne fresca acondicionada em bandejas. O sucesso destes sistemas abrange a introdução de uma mistura gasosa capaz de retardar a oxidação da cor vermelha além de inibir o desenvolvimento da microbiota deteriorante ou patogênica, apesar dos fatores intrínsecos como pH, teor de gordura e composição de ácidos graxos (VENTURINI et al., 2009). Nas embalagens em atmosfera modificada normalmente são utilizadas misturas de oxigênio (O₂), dióxido de carbono (CO₂) e nitrogênio (N₂). Cada gás desempenha um papel específico na extensão da vida útil da carne e na manutenção de sua aparência (GILL, 1996; SØRHEIM et al., 1999):

- CO₂, inibição do crescimento de bactérias aeróbicas deteriorantes e seleção de bactérias lácticas;
- O₂, manutenção das características de cor da carne; e
- N₂, inertização.

A possibilidade de aumento da vida útil de carnes frescas pela utilização de atmosfera modificada pode permitir a centralização do processamento de moagem ou cortes em bifés e a distribuição em larga escala. A concentração destas operações promove a substituição da forma tradicional de distribuição de peças a vácuo pela comercialização de cortes previamente preparados e acondicionados em bandejas nas indústrias processadoras, sob inspeção federal, em uma embalagem padronizada e de melhor aparência que só será reaberta pelo próprio consumidor (VENTURINI et al., 2009).

As vantagens do uso desta tecnologia são inúmeras: aumento da vida útil do produto, que redundará em racionalização da produção, estocagem e distribuição; possibilidade de comercialização de produtos de alta qualidade, onde se conserva a cor, o aroma e o frescor dos alimentos; redução de perdas na distribuição; possibilidade de economia devido à redução de manuseio e distribuição de produtos inadequados à venda; aumento da margem de lucro nos pontos de venda de produtos frescos e refrigerados, pois se tem menor perda de estoque atribuída à perda de qualidade e deterioração e redução dos custos de mão-de-obra na preparação para a venda; melhor apresentação, com maior aceitação pelo consumidor; maiores oportunidades para o desenvolvimento e diferenciação de produtos; eliminação ou redução de conservantes (SARANTOPÓULOS, 1998).

A principal desvantagem dos sistemas em atmosfera modificada é o maior volume das embalagens ocupado pelo gás no espaço-livre e o aumento da probabilidade de furos na embalagem durante a distribuição, quando comparados com a embalagem a vácuo (JAYASINGH et al., 2001).

Nos Estados Unidos da América e na Europa, a comercialização tradicional da carne fresca em bandejas de poliestireno expandido envoltas por filme de alta permeabilidade ao oxigênio tem sido profundamente influenciada pela evolução dos métodos de embalagem em atmosfera modificada. Embora muitos varejistas estejam relutando em adotar essa nova tecnologia, 64% da carne fresca embalada nos Estados Unidos em 2007 utilizava atmosfera modificada na embalagem primária, comparada com 49% em 2002 (McMILLIN, 2008). Novos formatos estão sendo desenvolvidos especificamente para permitir a centralização das operações de embalagem para a distribuição da carne fresca porcionada na bandeja pela indústria da carne (BELCHER, 2006). A aprovação de uso de monóxido de carbono na embalagem primária de carne fresca nos Estados Unidos pelo FDA foi considerada uma ruptura de paradigma e a principal inovação em termos de embalagem para carne (VENTURINI et al., 2009).

2.2.2.1 Sistemas de embalagem com altas concentrações de oxigênio

Comercialmente, o sistema de embalagem em atmosfera modificada mais utilizado para embalagem da carne fresca emprega altas concentrações de O₂ em combinação com CO₂, normalmente 60-80% O₂/20-40% CO₂ (EILERT, 2005). Nestes sistemas com altos níveis de oxigênio, a carne é acondicionada em bandejas rígidas constituídas por uma estrutura laminada de alta barreira a gases, termosseladas com filme de baixa permeabilidade ao oxigênio, no interior da qual é feita a injeção da mistura gasosa.

Nas embalagens primárias, o oxigênio é importante, pois se combina com a mioglobina para manutenção da atrativa cor vermelha da carne fresca, tão apreciada pelo consumidor. Elevada concentração de oxigênio aumenta a profundidade de penetração do gás, aumentando a camada superficial de oximioglobina e, conseqüentemente, a distância da camada de metamioglobina da superfície da carne (HUNT et al., 2004).

No entanto, esses sistemas com altos níveis de oxigênio, somente devem ser praticados quando o tempo de vida útil necessário for, certamente, menor que duas semanas, uma vez que a oximioglobina se oxida a metamioglobina após doze dias de estocagem à temperatura de 2 °C (GILL e JONES, 1994). Em temperatura de 4 e 8 °C, a vida útil da carne em atmosferas com altos níveis de O₂ diminui para 10 e 7 dias, respectivamente, sendo limitada neste caso, tanto pela deterioração microbiológica quanto pela descoloração (SØRHEIM et al., 1999). No caso da carne moída, este período de tempo pode ser ainda menor (GILL e JONES, 1994, SØRHEIM et al., 1999;). Conceição (2002) observou uma significativa

redução da cor vermelha da carne moída bovina proveniente dos músculos *Quadriceps femoris* ou *Semimembranosus*, *Adductor femoris* e *Gracilis* embalados em 80% O₂/20% CO₂ a partir do 3º dia de estocagem tanto a 4 °C quanto a 6 °C.

2.2.2.2 Sistema masterpack

Um período de estocagem duas ou três vezes maior que o obtido com atmosferas com altos níveis de O₂ pode ser obtido, dependendo da temperatura de estocagem, com o sistema de embalagem de distribuição denominado comercialmente como *masterpack* com atmosferas de 100% N₂ ou 100% CO₂ (GILL e MCGINNIS, 1995, GILL e JONES, 1994a; GILL e JONES, 1994b, ISDELL et al. 1999, TEWARI et al., 2001; VENTURINI et al., 2003).

O *masterpack* é o sistema de embalagem comercial mais econômico disponível atualmente, mas seu uso deve ser combinado com um rigoroso controle de temperatura e a manutenção de uma atmosfera completamente livre de oxigênio para otimização da vida útil da carne (JEREMIAH, 2001). Este sistema consiste de um saco confeccionado com folha de alumínio laminada ou com filme plástico coextrusado com resina de alta barreira a gases (EVOH ou PVDC), onde um certo número de bandejas é agrupado e no interior do qual é feita a modificação da atmosfera. Neste sistema, a carne é acondicionada em uma atmosfera livre de oxigênio até a exposição ao varejo, quando então as bandejas são retiradas dos sacos e expostas ao ar atmosférico, readquirindo a coloração vermelha típica de carne fresca (*re-blooming*) através da reoxigenação da mioglobina (VENTURINI et al., 2009).

O tempo máximo de estocagem é alcançado quando a carne é acondicionada em atmosfera com 100% de dióxido de carbono e em temperatura de -1,5 °C (próxima do congelamento), pois o efeito inibitório do dióxido de carbono ao crescimento microbiano aumenta com a diminuição da temperatura da carne (GILL, 1996). Porém, na prática, é muito difícil obter uma atmosfera completamente livre de ar, utilizando-se os equipamentos comercialmente disponíveis para modificação da atmosfera. A manutenção de concentrações residuais de oxigênio favorece uma rápida formação de metamioglobina com cor marrom na superfície da carne (TEWARI et al., 2001). A formação de metamioglobina em baixíssimas concentrações de oxigênio é um problema que afeta a cor e a aparência da carne embalada sob CO₂, porque alguns músculos têm dificuldade em reduzir metamioglobina a deoximioglobina, bem como oxigenar a deoximioglobina após longos períodos de estocagem (HUNT et al., 2004).

Gill e McGinnis (1995) observaram que bifes de contrafilé estocados com oxigênio residual menor que 0,04% e a $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ apresentaram menores frações de metamioglobina do que quando estocados em temperaturas superiores. Em contrapartida, nos bifes de filé-mignon que possui baixa estabilidade de cor, a mioglobina oxidou-se irreversivelmente mesmo em concentrações de oxigênio relativamente menores ($<0,01\text{ ppm}$), independente da temperatura de estocagem. Em geral, recomenda-se um residual de oxigênio de no máximo 0,1% e, preferencialmente, não mais que 0,05% para prevenir a descoloração (GILL, 1996).

Uma possível solução para se evitar a rápida descoloração que ocorre na carne acondicionada em atmosferas anaeróbias é a inclusão de sachês absorvedores de oxigênio no interior das embalagens, secundárias ou primárias, com capacidade suficiente para manter a concentração de oxigênio abaixo de 0,05%, considerado o limite crítico para a oxidação da mioglobina (VENTURINI, 2003; TEWARI et al., 2001; GILL, 1996).

2.2.2.3 Sistemas de embalagem contendo monóxido de carbono

A principal função do CO em baixas concentrações é estabilizar a cor vermelha da carne através da formação da carboximioglobina (HUNT et al., 2004; KROPF et al., 1985; SØRHEIM et al., 1999). A adição de altas concentrações (5-100%) tem como objetivos tanto a estabilização da cor como o efeito antimicrobiano (SØRHEIM et al., 1997).

A carboximioglobina possui espectro de reflectância muito semelhante ao da oximioglobina formada durante a exposição da carne fresca ao oxigênio atmosférico (RAMOS et al., 2001). A aplicação de concentrações residuais de CO ($<0,4\%$) na embalagem primária promove a formação de carboximioglobina na superfície da carne que é mais estável à oxidação do que a oximioglobina formada nos produtos expostos ao oxigênio atmosférico HUNT et al., 2004) ou a altos teores de oxigênio (70-80% O_2 e 20-30% CO_2 ; GILL e JONES, 1994a,b; SØRHEIM et al., 1999). O uso de CO na atmosfera modificada torna dispensável a adição de oxigênio (SØRHEIM et al., 1999). Segundo Seyfert et al. (2007) a inclusão de 20 ou 80% de oxigênio não tem nenhum impacto sobre a cor da carne embalada com 0,4% CO.

O CO em baixas concentrações tem pouco ou nenhum efeito sobre as condições microbiológicas da carne (SØRHEIM et al., 1999). Portanto, a combinação de baixos níveis de CO com um gás bacteriostático como o CO_2 é fundamenta para conservação microbiológica da carne.

Quando a quantidade de CO_2 adicionada for suficiente para saturar a carne à pressão atmosférica, as bactérias lácticas tornam-se os microrganismos predominantes (GILL e

PENNEY, 1988), e uma extensa fase *lag* e um aumento no tempo de geração são impostos aos fungos e outras bactérias (GILL e PENNEY, 1988). Em concentrações entre 5 e 20% CO₂, o principal efeito é sobre a fase *lag*. Em concentrações superiores, o grau da inibição aumenta com a diminuição da temperatura (SØRHEIM et al., 1999).

Em uma revisão sobre os aspectos tecnológicos, higiênicos e toxicológicos do uso de CO em atmosfera modificada para carne, no qual se concluiu que o CO, em concentrações até 0,5%, além de conferir uma série de vantagens como o aumento da vida útil, estabilidade da cor e redução de custos, não representa nenhuma ameaça toxicológica para os consumidores (SØRHEIM et al., 1997). Os autores desta publicação concluíram também que em níveis abaixo de 1% o CO não representa nenhum perigo para o consumidor, porque o consumo do gás pela carne em tais concentrações de CO resulta em níveis desprezíveis de carboximioglobina na corrente sanguínea dos consumidores.

Apesar da recente oposição em relação ao uso do CO, estima-se que o mercado de carne fresca pré-embalada em atmosfera modificada continuará crescendo, prometendo revolucionar a comercialização da carne fresca (EILERT, 2005). A embalagem da carne em atmosfera modificada pode representar uma estratégia para o desenvolvimento de uma marca comercial e uma ferramenta para promover a diferenciação tanto de origem como de qualidade.

2.3 Qualidade de carne

Segundo o Codex Alimentarius (WHO,2016), a carne é definida como todas as partes de um animal que foi destinado ou que foi julgado como seguro e adequado para o consumo humano. De acordo com o Art. 17 do RIISPOA por "carne de açougue" entendem-se as massas musculares maturadas e demais tecidos que as acompanham, incluindo ou não a base óssea correspondente, procedentes de animais abatidos sob inspeção veterinária (BRASIL,1952).

A carne magra é composta aproximadamente por 75% de água, 21 a 22% de proteína, 1 a 2% de gordura, 1% de minerais e menos de 1% de carboidratos (ROÇA, 2008). Nutricionalmente a carne é importante por sua grande quantidade de proteína que contém todos os aminoácidos essenciais e é rica em vitamina B12 e ferro, os quais não são prontamente disponíveis em uma dieta vegetariana (FAO, 2015).

De acordo com a organização das nações unidas para a agricultura e desenvolvimento (FAO,2015), a carne pode ser parte de uma dieta balanceada contribuindo com nutrientes

valiosos que são benéficos a saúde. A carne e seus derivados contém importantes níveis de proteína, vitaminas, minerais e micronutrientes os quais são essenciais para o crescimento e desenvolvimento. O tratamento da carne oferece a oportunidade de agregar valor, reduzir preços, melhorar a segurança alimentar e estender a vida de prateleira.

2.3.1 Vida de prateleira

A vida de prateleira da carne e seus derivados é definido como o tempo de armazenamento até sua deterioração. O ponto de deterioração pode ser definido como um nível máximo aceitável de bactérias ou off-odour e off-flavour ou aparência inaceitáveis. A vida de prateleira depende do número e tipo de microorganismos, principalmente bactérias, inicialmente presentes e seu crescimento subsequente (BORCH, KANT-MUEMANSB e BLIX, 1996). O crescimento de bactérias deteriorantes limita o tempo de estocagem de carnes frescas armazenadas em contato com o ar em temperatura de resfriamento (GILL, 1990).

As propriedades que conferem qualidade ao produto e que se procura manter para aceitação do consumidor são aparência, textura, sabor, cor e valores nutricionais (MCMILLIAN, 2008).

Ho et al. (2003), avaliando diferentes temperaturas e embalagens em carne bovina moída, encontraram menor crescimento de microrganismos patogênicos em amostras embaladas com atmosfera modificada a uma temperatura de 7^oC, quando comparadas a temperaturas de 15^oC, estendendo a vida de prateleira do produto. Amostras embaladas com 80% de O₂ demonstraram melhores valores instrumentais de cor do que amostras com embalagem permeáveis ao ar.

Feijó (2006), em um trabalho com carne de avestruz, com diferentes embalagens submetidas a atmosfera modificada, variando os níveis de O₂, CO₂ e N₂, concluiu que ao aumentar a porcentagem de CO₂ na atmosfera, prolonga – se a fase de latência e reduz – se a velocidade do crescimento microbiano. A mistura contendo O₂ mostrou – se importante na manutenção da coloração vermelho vivo da carne durante o período de estocagem, em virtude do retardo da formação de metamioglobina e manutenção da oximioglobina. O autor sugere que outros estudos sejam realizados para otimizar as concentrações CO₂/O₂.

Saucier et al (2000), trabalhando com carne de frango moída, em duas diferentes embalagens (62% CO₂, 8% O₂ e 30% N₂; 20%CO₂ e 80% N₂), verificaram que a mistura com maior porcentagem de CO₂ demonstrou menor crescimento microbiológico, porém cor indesejável ao longo dos dias analisados.

Com relação ao aumento da vida útil da carne, deve-se levar em conta as propriedades oxidativas da mesma, o crescimento de microbiota extrínseca e as condições de armazenamento. A maior parte da microbiota da carne *in natura* encontra-se em sua superfície (GILL, 1979) e o tecido interno do músculo é considerado estéril até o momento do corte, e a união de todos esses fatores determinará a vida de prateleira do produto.

Limbo et al (2010), visando prever a vida de prateleira em carne bovina moída e armazenada sob diferentes temperaturas, verificaram que a correlação entre a presença de CO₂ na embalagem e crescimento microbiano estabeleceu um limite aceitável de até 10⁷ UFC/g, em acordo com outros estudos realizados anteriormente.

Diferentes microrganismos estão associados a enfermidades transmitidas por alimentos, dentre os quais se destacam os gêneros *Salmonella*, *Escherichia*, *Staphylococcus*, *Shigella* e *Vibrio*. O gênero *Escherichia*, juntamente com os gêneros *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella* constituem o grupo denominado coliformes. Na contagem de coliformes pode-se diferenciar dois grupos: os coliformes totais, utilizados para avaliar as condições higiênicas, limpeza e sanificação, e os coliformes termotolerantes que são indicadores de contaminação fecal (SIQUEIRA et al., 1995)

Coliformes termotolerantes constituem um grupo de enterobactérias capazes de fermentar a lactose a 45°C com produção de gás e ácido. Altas contagens de coliformes termotolerantes indicam falhas higiênicas ao longo do processamento e possibilidade da presença de microrganismos patogênicos (FRANCO & LANDGRAF, 2003).

2.3.2 Cor

A cor é um atributo criticamente avaliado pelos consumidores, capaz de determinar a aceitação ou rejeição do alimento. O consumidor aprende a associar a boa qualidade de um alimento com uma determinada cor que lhe é característica (SGARBIERI, 1996). A cor mais aceita pelos consumidores é a vermelha cereja brilhante, entretanto essa cor não se mantém por muito tempo (COSTA, 2006).

Vários são fatores que alteram a cor da carne durante todo seu ciclo de produção. Entre eles, pode-se citar a raça animal, o tipo de dieta que o mesmo consome e sua respectiva idade, bem como o manejo pré-abate e o decorrer das ações pós-abate, como variações no resfriamento de carcaças, tempo e temperatura de maturação, embalagem e distribuição (INSASUTI et al., 1999).

Cor é o resultado da presença de diferentes pigmentos e sua interação com fatores intrínsecos, como pH muscular, temperatura, umidade relativa, luz e raios ultravioletas, além da presença de microrganismos (CICHOSKI e TERRA, 1996). Os principais pigmentos presentes são: hemoglobina (sangue) e mioglobina (músculo). A mioglobina é a principal determinante da cor da carne e o teor de hemoglobina só influenciará a cor se o processo de sangria for mal executado. Estes pigmentos podem reagir com diversos substratos resultando em alterações na sua cor (FORREST et al., 1979; FRANCO, 2002).

Os diferentes músculos da carcaça possuem diferentes colorações que são decorrentes das concentrações variáveis de mioglobina no sarcoplasma das fibras musculares (LUCHIARI, 2000). A concentração de mioglobina varia de acordo com a espécie, idade, sexo, músculo e sua atividade física. Os animais jovens possuem menos mioglobina que os mais adultos e, conseqüentemente, carne mais clara; da mesma forma, os machos inteiros possuem músculos com maior quantidade de mioglobina que os castrados e fêmeas e assim musculatura mais escura (PARDI et al.2001).

Com o intuito de manter uma cor vermelho-cereja atraente da carne, é fundamental que ela esteja em contato com o oxigênio. Esse gás fará a oxigenação das hemeproteínas e a cor se manterá (SGARBIERI, 1996), pois a mesma é produzida pela oxigenação da mioglobina a oximioglobina. Na ausência de oxigênio, o pigmento mioglobina mantém a forma reduzida e a coloração vermelho-púrpura ou amarronzada, característica das carnes embaladas a vácuo.

O momento em que a cor do alimento começa a alterar – se pode ser um indício que a decomposição do produto está iniciando. Esse fato pode ocorrer por alterações físicas, químicas ou microbiológicas. A cor é um dos fatores, determinantes na seleção dos alimentos pelo consumidor, especialmente quando se trata de produtos cárneos.

Rogers et al. (2014), em um estudo com carne moída resfriada sob atmosfera modificada com alto ou baixo teor de oxigênio, encontraram valores menores (valor) de L (luminosidade)* nas amostras controle com uso de embalagem a vácuo. Mancini e Hunt (2004), trabalhando com carne moída sob atmosfera modifica ou vácuo, encontraram maiores valores de a*(teor de vermelho) nas amostras sob atmosfera modifica, provavelmente devido ao fato do O₂ utilizado na embalagem se dissipar melhor pela carne moída devido a superfície de contato disponível.

2.3.3. Sabor ou flavour

Odores são produzidos por misturas extremamente complexas de moléculas voláteis odoríferas. O odor é um dos elementos mais complexos, proveniente das substâncias voláteis dos alimentos. Enquanto o alimento é mastigado, seu aroma característico é liberado na boca, passando às narinas pela nasofaringe até o epitélio olfatório, que possui receptores onde as diferentes moléculas odoríferas se ligam gerando a percepção consciente do odor. As propriedades funcionais do odor incluem a sensibilidade, a discriminação da intensidade e qualidade, a tendência à adaptação e as inibições que ocorrem nas misturas (DUTCOSKY, 2013).

São reconhecidos cinco gostos por certas regiões da mucosa da boca e da língua: doce, salgado, ácido, amargo e umami. A percepção do gosto ocorre por meio de células receptoras localizadas na língua, no palato, nas bochechas e no esôfago que criam um sinal nervoso. As características de um alimento dependem mais do aroma do que apenas do gosto, e ambos, juntos constituem o sabor ou flavor. Sabor ou flavor pode ser definido como uma sensação mista, porém unitária, que envolve os sentidos do olfato e gosto, e ainda um conjunto de elementos que influem na percepção do sabor, tais como: sensações de temperatura, pressão, adstringência, pungência, picância, refrescância, dormência entre outros. Aroma é a percepção dos componentes voláteis do alimento na boca, esse aroma referente às propriedades olfativas, somado às gustatórias e aos estímulos trigeminais e de temperatura, é chamado de sabor (DUTCOSKY, 2013).

O sabor é um importante atributo que está associado a percepção de palatabilidade da carne influenciando na decisão do consumidor de adquirir o produto novamente ou não.

Existem centenas de componentes na carne que contribuem para o sabor e o aroma e muitos são alterados durante o armazenamento e o cozimento (CALKINS e HODGEN, 2007). De acordo com Zakrys et al. (2009), o sabor tem uma correlação negativa com o tempo de armazenamento, com o passar dos dias, menos aceita é a carne pelos consumidores.

O sabor da carne deriva da temperatura, pois a carne crua tem pouco ou nenhum aroma e um gosto de sangue. Durante o cozimento o calor induz reações entre os componentes não voláteis de tecidos magros e gordos resultando em vários produtos de reação que contribuem para o gosto, mas são os componentes voláteis formados durante o cozimento que determinam o aroma e contribuem em maior parte para o sabor característico da carne. A maioria dos precursores do sabor podem ser divididos em duas categorias: os solúveis em água e os lipídios. As principais reações durante o cozimento que resultam em aromas voláteis são a reação de Maillard, entre aminoácidos e açúcares reduzidos e a degradação térmica dos lipídios. Centenas de componentes voláteis derivados de lipídios

foram encontrados na carne cozida que em geral resultam da oxidação dos ácidos graxos. Durante um longo tempo de armazenamento essas reações podem resultar em sabor de rancificação, mas na carne cozida essas reações ocorrem rapidamente e resultam em diferentes componentes voláteis que proporcionam um sabor desejado. Os fosfolipídios contêm uma proporção muito maior de gorduras insaturadas, as quais oxidam mais rapidamente que as saturadas em relação aos triglicerídios, e em virtude disso durante o cozimento são uma fonte importante de produtos voláteis (MOTTRAM, 1998). Uma alta concentração de oxigênio está associada ao aumento do sabor desagradável da carne que ocorre principalmente pela oxidação lipídica acarretando em menor aceitação pelo consumidor (GEESINK, ROBERTSON e BALL, 2015), mas, segundo dados literários, a população consumidora de carnes em geral não consegue detectar o sabor de oxidação antes dessa atingir níveis de pelo menos 2 mg/kg de tecido (ZAKRYS et al., 2009).

2.3.4 Textura

A textura pode ser definida como um parâmetro que somente humanos podem perceber, descrever e quantificar. A textura na carne bovina depende na sua maior parte das características zootécnicas do animal como raça, idade e sexo, características anatômicas como tipo de músculo, fatores externos ao animal como manejo e alimentação e características tecnológicas como estimulação elétrica ou método de cozimento. Ainda inclui características como dureza, elasticidade, mastigação, suculência e oleosidade sendo a dureza o fator principal para os consumidores ao decidir o valor comercial da carne (HUIDOBRO, 2005).

A textura, para os vários tipos de carnes, é o critério de qualidade mais importante. Embora seja ampla a faixa de aceitação de maciez pelos consumidores, é certo que há vantagens para a carne mais macia quando os outros fatores são constantes (BRESSAN e BERAQUET, 2002).

A maciez pode ser definida como a facilidade com de mastigar a carne, sendo mensurada através da força de cisalhamento. Pode estar composta por três sensações percebidas pelo consumidor: uma inicial, descrita como a facilidade de penetração com os dentes; outra mais prolongada, que seria a resistência que oferece a carne à ruptura ao longo da mastigação e a final, que se refere à sensação de resíduo na boca (MATURANO, 2003).

O método objetivo para determinação da textura utiliza equipamento, como o texturômetro, que mede a força necessária para o cisalhamento de uma seção transversal de

carne, quanto maior a força dispensada, menor é a maciez apresentada pelo corte de carne (ALVES e MANCIO, 2007).

De acordo com o estudo realizado por Zakrys et al. (2009) a dureza da carne embalada em diferentes concentrações de oxigênio está associada diretamente com o aumento da concentração de O₂ bem como o tempo de armazenamento. A concentração mais utilizada é de aproximadamente 80% de oxigênio em embalagens com atmosfera modificada (MCMILLIN, 2008), mas resultados mostram que diminuir a concentração de oxigênio de 80% para 50-60% pode reduzir a oxidação de proteínas da carne e dessa forma aumentar a maciez (GEESINK, ROBERTSON & BALL, 2015)

Santos et al. (2015) encontraram valores de força de cisalhamento significativamente menores, possivelmente devido ao fato das proteases naturalmente presentes na carne responsáveis pelo amaciamento serem afetadas diretamente pelo teor de oxigênio. A diminuição da maciez já foi correlacionada com aumentos dos níveis de oxigênio em ATM após 15 dias de armazenamento (LUND et al., 2007).

2.3.5 Análise sensorial

A análise sensorial é definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993) como a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição.

A análise sensorial normalmente é realizada por uma equipe treinada para analisar as características sensoriais de um produto para um determinado fim. Pode se avaliar a seleção da matéria prima a ser utilizada em um novo produto, o efeito de processamento, a qualidade da textura, o sabor, a estabilidade de armazenamento, a reação do consumidor, entre outros. Para alcançar o objetivo específico de cada análise, são elaborados métodos de avaliação diferenciados, visando a obtenção de respostas mais adequadas ao perfil pesquisado do produto. Esses métodos apresentam características que se moldam com o objetivo da análise. O resultado, que deve ser expresso de forma específica conforme o teste aplicado, é estudado estatisticamente concluindo assim a viabilidade do produto. (TEIXEIRA, 2009).

Os atributos de um produto, como sabor, textura e aparência precisam ser monitoradas através de análise sensorial. A aceitabilidade é caracterizada por uma atitude positiva e/ou pela utilização atual do produto. A escala hedônica, de sete ou nove pontos (classificada como

teste de aceitação) é a mais utilizada nos estudos de preferência com alimentos. (DUTCOSKY, 2013; TEIXEIRA, 2009)

A análise sensorial é composta pelos sistemas sensoriais: olfativo, gustativo, tátil, auditivo e visual. Esses sistemas avaliam os atributos dos alimentos, ou seja, suas propriedades sensoriais (ANZALDÚA - MORALES, 1994), que são: cor, odor, sabor, e textura.

Em um estudo realizado por Jayasingh et al. (2001), foi verificado que os provadores conseguiram detectar diferença entre a carne embalada com CO e a carne embalada a vácuo. Neste trabalho foram utilizados os seguintes tratamentos: bifes em 5% de CO em ATM por 24h e então embalados a vácuo; bifes em 100% CO em ATM por 1h e então embalados a vácuo; bifes e 0,5% de CO em ATM; bifes envoltos com filme de policloreto de vinila permeável ao oxigênio; carne moída (15% de gordura) em 0,5% de CO em ATM e carne moída envolta em filme de policloreto de vinila. O resultado obtido foi que somente 11,2% dos 56 provadores foram capazes de identificar a amostra com tratamento de CO.

Com relação ao atributo odor, o mesmo demonstra ser mais desagradável em carnes bovinas embaladas a vácuo. Este fato pode ser atribuído a substâncias de aroma desagradável como sulfeto de hidrogênio, indol, escatol, putrescina, cadaverina, entre outros que são produzidos pela putrefação, que é precedida de proteólise causada pelas bactérias acumulando ácidos orgânicos como fórmico, acético e propiônico nas embalagens a vácuo (TESSER, 2009).

2.3.6 Potencial hidrogeniônico (pH)

A medida de pH é uma importante medida para a qualidade de carne, com uma escala que varia de 1 a 14. Após a morte o pH sofre uma queda devido ao acúmulo de ácido láctico, que deve ser gradual até o *rigor mortis*, quando alcança aproximadamente 5,5 (ROÇA, 2001).

O declínio o pH ao longo do processo de transformação do músculo em carne é dependente de diferentes fatores, como a quantidade de glicogênio pré abate, temperatura do músculo, temperatura de resfriamento da carcaça. A queda do pH tem relação direta com a temperatura, sendo mínima quando a carcaça está a 10°C e máxima a 0°C. A queda lenta de temperatura causa uma redução rápida do pH, já a diminuição brusca da temperatura acarretará a lenta queda de pH. Isso ocorre devido ao fato de que a queda brusca de temperatura impede as reações bioquímicas que produzem o ácido láctico, diminuindo a velocidade de declínio do pH (ALVES e MANCIO, 2007).

Com períodos de armazenamentos prolongados, inicia – se a multiplicação bacteriana que degradará o produto cárneo, aumentando o valor de pH devido a formação de substâncias básicas e atingindo valores de pH superiores a 6,5, tornando, assim, o produto inapto para o consumo. A manutenção do pH da carne durante o armazenamento é influenciada por diversos fatores, como temperatura, flora microbiana presente, atmosfera no interior da embalagem (ar atmosférico, CO₂, vácuo) (BORGES e FREITAS,2002).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivos gerais

Determinar a qualidade sensorial, físico-química e microbiológica de carne bovina resfriada em diferentes formas de apresentação (bifes e moída) submetidas a embalagens sob atmosfera modificada.

3.2 Objetivos específicos

Determinar a vida-de-prateleira de carnes bovinas resfriadas submetidas a embalagens sob atmosfera modificada e avaliar a qualidade de carne através de análise sensorial (painel sensorial), análises físico-química (colorimetria, força de cisalhamento, pH) e microbiológica.

Determinar a percepção do consumidor frente as características organolépticas de carne bovina resfriada armazenada em embalagem sob atmosfera modificada.

4 ARTIGO CIENTÍFICO

AVALIAÇÃO DA VIDA-DE-PRATELEIRA E QUALIDADE DA CARNE BOVINA
RESFRIADA SUBMETIDAS A EMBALAGENS SOB DIFERENTES ATMOSFERAS

Maurício Silva Fischmann; Francine Hergemoller.; Vinícius Sasso Nickel; Guiomar Pedro
Bergmann; Liris Kindlein.

Artigo a ser submetido ao periódico Meat Science (instrução aos autores em anexo)

ABSTRACT

The meat industry is a major food industry to the economy of global agribusiness. In this context, packaging plays a key role in maintaining the quality of the meat for a longer period allowing for expansion of the scope of the distribution system of these perishable products. To prevent product spoilage and increase the shelf life may be used in modified atmosphere packaging may be used in, which is the total removal of the air (vacuum packaging) or replacing the air with a specific gas composition. This study aimed to determine the sensory quality physicochemical and microbiological chilled beef in different forms of presentation (steaks and ground) submitted to packaging under modified atmosphere and determine the shelf life submitted chilled beef packaging under modified atmosphere and assess the quality of meat through sensory analysis (sensory panel), physico-chemical analysis (colorimetry, shear force, pH) and microbiological, and also determine the perception of the consumer front organoleptic characteristics of beef cold stored in modified atmosphere package. The use of modified atmosphere packaging, although demonstrated a life slower shelf - life ($p < 0.05$) than the vacuum packaging, proved to be more attractive to consumers when assessing the buying decision of the above product in the consumer retail representing a niche market to be explored and add value to the beef industry. Although instrumentally using modified atmosphere have demonstrated less tenderness in this study ($p < 0.05$), the same was not detected by sensory analysis to consumers.

Key-words: beef, consumers, shelf life, modified atmosphere packaging.

RESUMO

A indústria da carne é um setor de alimentos de grande importância para a economia do agronegócio mundial. Nesse contexto, as embalagens desempenham um papel fundamental para manter a qualidade das carnes por maior período, o que permite uma ampliação do alcance do sistema de distribuição destes produtos perecíveis. Para evitar a deterioração do produto e aumentar a vida de prateleira podem ser utilizadas as embalagens com atmosfera modificada, que consiste na retirada total do ar (embalagens a vácuo) ou substituição do ar por uma composição específica de gases. Este trabalho teve por objetivo determinar a qualidade sensorial, físico-química e microbiológica de carne bovina resfriada em diferentes formas de apresentação (bifes e moída) submetidas a embalagens sob atmosfera modificada. O uso de embalagem em atmosfera modificada demonstrou-se mais atrativa ao consumidor, representando um nicho de mercado para ser explorado e agregar valor à indústria da carne bovina. Apesar de instrumentalmente o uso de atmosfera modificada ter demonstrado menor maciez no presente estudo ($p < 0,05$), o mesmo fato não foi detectado através de análise sensorial com consumidores.

Palavras-chave: atmosfera modificada, carne bovina, consumidores, vida-de-prateleira.

1. INTRODUÇÃO

A indústria da carne é um setor de alimentos de grande importância para a economia do agronegócio mundial. Nesse contexto, as embalagens desempenham um papel fundamental para manter a qualidade das carnes por maior período permitindo uma ampliação do alcance do sistema de distribuição destes produtos perecíveis (LIMA, 2009).

De acordo com Djenane et al. (2003), a cor da carne é um atributo de importância no momento da decisão de compra pelo consumidor, fato este que contribuiu para o desenvolvimento de embalagens que mantenham a coloração original do produto sem a diminuição da qualidade.

A decisão do consumidor em comprar a carne bovina é feita através de outras características sensoriais além da cor, como a aparência, maciez, suculência, aroma e sabor (ZAKRYS et al., 2009). Assim, para evitar a alterações nos atributos de qualidade e deterioração do produto, com aumento de sua vida de prateleira, pode-se fazer o uso de embalagens com atmosfera modificada, que consiste na retirada total do ar (embalagens a vácuo) ou substituição do ar por uma composição específica de gases (McMillin, 2008).

O desenvolvimento de embalagens com atmosfera modificada e a vácuo resultou da necessidade de ajustar as tecnologias de embalagens as propriedades da carne de diferentes espécies e atender requisitos específicos de diferentes mercados (Rao e Schindra, 2002). O princípio primário da embalagem com atmosfera modificada é a exclusão ou limitação do oxigênio, o qual causa deterioração dos alimentos por rancidez oxidativa e/ou favorece o crescimento de microrganismos deteriorantes, através de uma modificação dos gases envolvendo a carne (O'Grady et al., 2000)

Embalagens em atmosfera modificada com alto teor de oxigênio reduzem a vida de prateleira comparado com embalagens a vácuo, visto que a presença de oxigênio produz 'off-flavours' e permite o crescimento de microrganismos aeróbicos. Entretanto, a cor resultante da formação da desoximioglobina da carne na embalagem a vácuo, e a visível exsudação no armazenamento a torna pouca atrativa para os consumidores (Lagerstedt et al., 2011). Carpenter, Confort & Whittier (2001) demonstraram que escores visuais de aparência variando da cor vermelha, roxa e marrom estão correlacionados com a tendência dos consumidores em comprar carne vermelha.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade físico-química, microbiológica e sensorial de dois cortes comerciais de carne bovina (carne moída e bife de alcatra) resfriadas e embaladas a vácuo ou sob atmosfera modificada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para o presente estudo, foram conduzidos dois experimentos, amostrados e conduzidos da seguinte forma:

2.1 Experimento 1

As amostras de carne bovina foram coletadas em um Matadouro – Frigorífico com Serviço de Inspeção Federal (SIF), localizado na cidade de Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, e transportadas em caminhão frigorífico até o Centro de Ensino, Pesquisa e Tecnologia de Carnes, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, onde foram armazenadas e processadas.

Foram coletadas 40 amostras de carne bovina resfriada embaladas sob atmosfera modificada (80% CO₂; 20% O₂), sendo 20 de alcatra (AATM) e 20 de carne moída (MATM). Os mesmos cortes embalados a vácuo foram utilizados como controle, alcatra (AC) e carne moída (MC), sendo todas as análises realizadas em cinco períodos (0, 3, 6, 9 e 12 dias de armazenamento).

2.1.2 Análises microbiológicas

Foram realizadas análises de contagem padrão de mesófilos aeróbios, coliformes totais e termotolerantes através das metodologias preconizadas pela Instrução Normativa 62 (Brasil, 1999).

2.1.2.1 Mesófilos aeróbios

Foram pesadas 25±0,2g de cada amostra e diluídas, adicionadas 225mL de solução salina peptonada 0,1% e homogeneizado por cerca de 01 minuto em equipamento do tipo *stomacher*. Foram realizadas diluições decimais até 10⁻⁴ com uso de solução salina peptonada 0,1%, semeadas uma alíquota da diluição em placas de petry estéreis. Após, foi adicionado 15mL de *Plate Count Agar (PCA)*, incubado a 36^oC por 48 horas.

2.1.2.2 Coliformes totais e termotolerantes

Foram pesadas 25±0,2g da amostra e diluídas, adicionadas 225mL de solução salina peptonada 0,1% e homogeneizado por cerca de 01 minuto em equipamento do tipo *stomacher*. Após a realização de diluição seriadas, uma alíquota foi aplicada sobre meio de cultura *Chromocult*, e incubado por 36^oC por 48 horas, e feitas a leitura de colônias típicas.

2.1.3 Análises físico químicas

As análises físico químicas foram realizadas nos dias 0,3,6,9 e 12 após embaladas as amostras, com o objetivo de analisar a qualidade organoléptica da carne bovina resfriada embalada sob atmosfera modificada. Para tanto, foram realizadas análises de colorimetria, pH, capacidade de retenção de água e análise sensorial.

2.1.3.1 Análise de colorimetria

Para a determinação da coloração da carne foi utilizado um colorímetro Minolta Chroma Meter (Modelo CR-400), sendo medidas através do sistema CIELAB (CIE,1976) os parâmetros de luminosidade (L*), vermelho (a*) e amarelo (b*). Para realização da análise, embalagens foram abertas e deixadas 30 minutos sob temperatura ambiente, sendo realizadas três medições em três locais diferentes na parte central dos cortes.

2.1.3.2 Análise de pH

A análise de pH foi realizada com o uso do peagâmetro modelo pH300 (Color-Parmer) e o equipamento foi calibrado com soluções tampões para os pHs 4,0 (ácido) e 7,0 (neutro), conforme métodos oficiais. A determinação do pH foi realizada com eletrodo de penetração em três diferentes pontos.

2.1.3.3 Capacidade de retenção de água (CRA)

A capacidade de retenção de água foi realizada através do método de Hamm (1960), adaptado por Wihelm *et al* (2010). Pesou-se 2,0g \pm 0,10 de amostra a qual foi colocada entre dois papéis filtros e posteriormente entre duas placas de acrílico. O sistema foi deixado sob um peso de 10kg por cinco minutos e a CRA determinada pela porcentagem de água exsudada por meio da equação:

$$100 - \left[\left(P_i - \frac{P_f}{P_i} \right) \times 100 \right]$$

Onde

Pi = peso inicial

Pf = peso final

2.1.5 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada em duas etapas com 33 provadores semi-treinados em cabines individuais. A primeira parte consistiu em avaliar a aparência geral dos cortes embalados e mantidos sob refrigeração para simular a aparência encontrada nas gôndolas do varejo. Posteriormente, foi solicitado aos avaliadores que analisassem os atributos aroma e cor nos cortes cárneos crus com a embalagem aberta. A segunda parte consistiu em avaliar os atributos cor, aroma, sabor, textura, suculência e aceitação geral do produto após o cozimento.

A cocção das amostras foi realizada em forno elétrico a temperatura de 220°C até os cortes atingirem uma temperatura de 72°C na parte mais interna, aferida através de termômetro do tipo espeto. As amostras foram cortadas em pedaços de 2x2 cm.

Os atributos foram classificados pelos provadores através de uma escala hedônica de 1 a 9, sendo o grau 1 desgostei muitíssimo e o grau 9 gostei muitíssimo, como apresentado na ficha de avaliação (Apêndice 01) (LORENZO e GOMES, 2012).

2.1.6 Análise estatística

A Análise estatística utilizada foi de ANOVA ONE – WAY com interação casualizada entre os blocos, com posterior teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$) comparação dos resultados entre os tratamentos. O Software estatístico utilizado foi o SPSS 20.0.

2.2 Experimento 2

Foram utilizadas 20 amostras de carne bovina (bifes de alcatra) adquiridas em redes do varejo da cidade de Porto Alegre/RS (Brasil) submetidas à embalagem com atmosfera modificada na concentração de 80% de oxigênio (O_2) com 20% de gás carbônico (CO_2) e 20 amostras de alcatra bovino embaladas a vácuo, ambas com data de fabricação do dia anterior.

Posteriormente, as amostras foram transportadas sob refrigeração em recipientes isotérmicos até o Centro de Ensino, Pesquisa e Tecnologia de Carnes (CEPETEC/UFRGS). As amostras embaladas a vácuo foram cortadas em bifes de 2 cm de altura e posteriormente embalados a vácuo em pacotes contendo 4 bifes cada, para a realização de análises sensoriais e físico-químicas.

2.2.1 Força de cisalhamento

As amostras de carne bovina foram cozidas em forno elétrico pré-aquecido a 220°C até atingirem a temperatura interna de 72°C, aferida através de termômetro digital do tipo espeto. Após cozidas, as amostras foram resfriadas 'overnight' a uma temperatura de 2°C.

Para realização da análise, 6 a 10 cilindros foram cortados (1,27 cm de diâmetro) na direção da fibra muscular e cisalhados em sentido perpendicular à fibra usando a lâmina de Warner – Bratzler, usando uma célula de carga de 50kg e velocidade de 5.0mm/s. A metodologia utilizada foi a de Shackelford et al (1991).

2.2.2 Perda por cocção

A perda por cocção foi obtida conforme metodologia descrita por Felicio (1999). As amostras foram pesadas, colocadas em forno elétrico pré-aquecido pré aquecido a 150⁰C, e cozidas até atingirem a temperatura interna de 72⁰C, aferido na parte mais interna do músculo. A perda de peso foi calculada pela diferença de peso das amostras antes e após o cozimento.

2.2.3 Análise de cor

Para a determinação da coloração da carne foi utilizado um colorímetro Minolta Chroma Meter (Modelo CR-400), sendo medidas através do sistema CIELAB (CIE,1976) os parâmetros de luminosidade (L*), vermelho (a*) e amarelo (b*). Para realização da análise, embalagens foram abertas e deixadas 30 minutos sob temperatura ambiente. Os valores médios de cada parâmetro forma calculados a partir de três medições em três locais diferentes na parte central dos cortes.

2.2.4 Capacidade de retenção de água

A capacidade de retenção de água foi realizada através do método de Hamm (1960), adaptado por Wihelm *et al* (2010), onde uma fração de 2,0g ±0,10 foi retirada da amostra. Em seguida, a amostra foi colocada entre dois papéis filtros e posteriormente entre duas placas de acrílico. O sistema então foi deixado sob um peso de 10kg por cinco minutos e a CRA foi determinada pela porcentagem de água exsudada por meio da equação:

$$100 - \left[\left(P_i - \frac{P_f}{P_i} \right) \times 100 \right]$$

Onde

Pi = peso inicial

Pf = peso final

2.2.5 Análise sensorial

Foi realizada de acordo com a mesma metodologia descrita para o Experimento 1, no item 2.1.5.*

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 01

3.1 Cor

Para a luminosidade dos corte de alcatra, medida através do parâmetro L*, os valores foram significativamente maiores para o tratamento AC nos dias 0 e 3, não sendo significativamente maior nos demais dias de análises em comparação ao tratamento AATM (p=0,004) (Tabela 1). Não foi verificada diferença significativa nos demais períodos analisados.

Tabela 1 - Resultados de análises físico químicos para carne bovina resfriada moída e corte de alcatra, submetidas a embalagem sob atmosfera modificada ou vácuo durante 12 dias de armazenamento.

DIA 0					
	L	a*	b*	CRA	pH
MC	47,07 ± 0,43 ^b	26,81±0,78 ^b	15,11±0,45 ^b	70,67±1,08 ^b	5,4±0,02 ^b
MATM	46,47±0,61 ^b	29,33±0,82 ^a	16,51±0,56 ^a	74,87±2,77 ^b	5,5±0,01 ^b
AC	56,04±0,47 ^a	10,25±0,10 ^d	7,06±0,02 ^c	88,12±5,65 ^a	5,29±0,04 ^a
AATM	40,41±0,31 ^c	24,02±0,43 ^c	11,22±0,41 ^b	84,23±7,85 ^a	5,33±0,01 ^a
P	0,004	0,022	0,012	0,0010	0,001
DIA 03					
	L	a*	b*	CRA	pH
MC	50,66±0,24 ^a	29,48±0,09 ^b	16,60±0,09 ^a	67,23±5,70	5,61±0,01
MATM	47±0,88 ^b	24,34±0,56 ^a	13,97±0,43 ^b	71,18±1,09	5,7±0,02
AC	42,91±1,71 ^d	20,14±0,46 ^c	8,58±0,36 ^c	70,24±0,78	5,6±0,02
AATM	38,52±0,15 ^c	18,25±0,15 ^d	6,25±0,03 ^d	70,22±3,19	5,53±0,06
P	0,001	0,001	0,001	0,7	0,812
DIA 06					
	L	a*	b*	CRA	pH
MC	47,31±0,16 ^a	22,08±0,51 ^a	9,16±0,43 ^b	71,48±3,98	5,65±0,01
MATM	43,80±1,65 ^b	25,32±1,09 ^b	13,52±0,71 ^a	79,10±4,24	5,8±0,02
AC	39,40±0,55 ^c	19,66±0,10 ^c	5,98±0,19 ^d	77,73±4,84	5,81±0,015
AATM	39,98±0,93 ^c	13,55±0,47 ^d	7,37±0,30 ^c	79,04±9,22	5,83±0,08

p	0,001	0,001	0,001	0,67	0,692
DIA 9					
	L	a*	b*	CRA	pH
MC	43,98±0,35 ^a	26,29±0,30 ^a	13,63±0,31 ^a	64,91±6,11	5,57±0,02 ^b
MATM	42,81±1,33 ^b	22,41±0,08 ^b	12,18±0,33 ^b	65,23±7,85	5,74±0,03 ^a
AC	42,49±0,28 ^b	21,88±0,15 ^b	9,34±0,14 ^c	73,24±3,39	5,32±0,11 ^b
AATM	42,23±0,55 ^b	13,05±0,64 ^c	8,42±0,10 ^c	70,78±13,90	5,45±0,04 ^b
p	0,001	0,001	0,001	0,592	0,03
DIA 12					
	L	a*	b*	CRA	pH
MC	49,60±0,55 ^a	21,26±0,31 ^a	12,51±0,27 ^a	73,65±7,76 ^b	6,39±0,05 ^a
MATM	47,84±0,47 ^b	19,66±0,30 ^b	12,29±0,23 ^a	62,81±2,81 ^c	5,73±0,03 ^b
AC	41,27±0,49 ^c	12,16±0,25 ^c	7,41±0,19 ^b	71,10±4,64 ^b	5,94±0,03 ^b
AATM	38,53±0,28 ^c	8,02±0,08 ^d	5,84±0,10 ^c	78,07±3,47 ^a	5,37±0,05 ^b
P	0,001	0,001	0,001	0,03	0,02

MC= moída controle; MATM = moída atmosfera modificada ; AC = alcatra controle ; AATM = alcatra atmosfera modificada

** letras diferentes na mesma coluna indicam valores estatisticamente diferentes (p<0,05)

Para a carne moída, o tratamento com utilização de embalagem sob atmosfera modificada (MATM) apresentou valores significativamente inferiores ao seu grupo controle (MC) nos períodos analisados (p<0,001), exceto no dia 0 do experimento (p>0,05).

Em todos os tratamentos, o valor de L* diminuiu aos longos dos períodos analisados. Rogers et al. (2014), em um estudo com carne moída sob atmosfera modificada com alto ou baixo teor de oxigênio, encontraram menores valores de L* nas amostras armazenadas em embalagem a vácuo. Os valores decrescentes de L* ao longo do tempo podem ser explicados devido ao fato da formação da desoximioglobina formado pela mioglobina em seu estado oxidado em decorrência de insuficientes concentrações de oxigênio.

Para o parâmetro a* o tratamento com utilização de carne moída embalada em atmosfera modificada obteve valores superiores significativamente nos dia 0 e 6 em relação a amostra embalada a vácuo, ao passo que nos dias 3, 9 e 12 os valores foram significativamente menores. (p<0,05). Em relação aos cortes com utilização de alcatra, o tratamento com utilização de embalagem em atmosfera modificada obteve valores superiores significativamente no dia 0, enquanto nos períodos este parâmetro foi menor em relação a amostra controle (AC) (p>0,05).

As amostras de carne moída (MC e MATM) apresentaram os maiores valores de a e b* durante os cinco dias analisados, sendo o grupo controle diferente estatisticamente

($p < 0,001$) e os tratamentos com o uso de alcatra (AC e AATM) obtiveram os menores valores, sendo o tratamento alcatra com atmosfera modificada com o menor valor com diferença significativa ao longo dos dias analisados ($p < 0,001$). Os maiores valores do índice a^* verificados nas amostras de carne moída sob atmosfera modificada pode ser devido ao fato do O_2 injetado ter uma maior superfície de contato para e difundir, formando mais moléculas de oximioglobina, resultados que vão de acordo aos achados de Mancini e Hunt (2004) e Rogers et al. (2014). Os resultados de todas as amostras foram semelhantes durante o período analisado, apresentando uma linha de tendência de diminuição dos valores ao longo do tempo, entretanto os cortes de alcatra apresentaram valores menores de a^* no decorrer do período analisado.

3.2 Cra

Para a análise de CRA, o tratamento com MATM obteve valores significativamente menores em comparação com o tratamento MC para todos os dias analisados.

A capacidade de retenção de água foi significativamente maior no primeiro dia de análise no tratamento AC em relação ao tratamento AATM ($p < 0,05$), enquanto que nos dias 3, 6 e 9 não apresentaram diferença significativa. Entretanto, no dia 12, as amostras armazenadas sob atmosfera modificada (AATM) apresentaram um valor significativamente superior em relação ao controle ($p = 0,03$).

A capacidade de retenção de água do tratamento AATM decaiu ao longo dos períodos analisados, indo de encontro aos relatados de Jin *et al.* (2013).

Entretanto, no mesmo trabalho, o tratamento com o uso de atmosfera modificada teve uma capacidade de retenção de água significativamente maior que os grupos controles. Nos dias 04, 07 e 10 não foi detectada diferença significativa entre os tratamentos analisados.

No dia 13, o tratamento AATM apresentou diferença significativa para os demais amostras ($p < 0,03$) embaladas a vácuo.

Segundo Payne *et al* (1998), a perda de água da carne embalada a vácuo pode ocorrer devido a pressões e conseqüente perda de água.

3.3 pH

No primeiro dia de análises (Dia 0), os tratamentos com utilização de embalagem sob atmosfera modificada (AATM e MATM) não diferiram estatisticamente dos tratamentos controles (AC e MC). O tratamento com carne moída e atmosfera modificada (MATM) apresentou valores significativamente superior de pH no dia 09 em relação ao tratamento MC ($p=0,03$), entretanto no dia 12 o produto embalado sob vácuo apresentou um valor de pH significativamente superior em relação ao embalado sob ATM ($p=0,02$).

MC e MATM apresentaram os maiores valores de pH desde o primeiro dia de análises, sendo significativamente maior nos dias 0, 9 e 12. No dia 12, o tratamento MC apresentou o maior valor de pH ($p < 0,02$). Os valores mais baixos de pH no tratamento com uso de atmosfera modificada podem ser em virtude do CO_2 dissolvido. Segundo Dixon e Kell (1989), uma baixa do pH da carne é resultado da absorção de CO_2 , porque o ácido carbônico resultante dissocia em bicarbonato e íons hidrogênio.

3.4 Análise Sensorial

A tabela 2 apresenta os resultados de análise sensorial dos cortes cárneos bovinos embalados sob atmosfera modificada ou vácuo. Os resultados (Figuras 1, 2 e 3 e Tabela 2) demonstram estatisticamente a preferência dos consumidores pela carne moída em atmosfera modificada quanto a aparência geral e uma tendência nos outros quesitos como aroma e cor, entretanto sem diferença significativa detectada. Esses resultados discordam dos achados de Lorenzo e Gomez (2012), que não detectaram diferença significativa para tratamentos a vácuo ou com uso de atmosfera modificada com alto ou baixo teor de O_2 no quesito aparência geral.

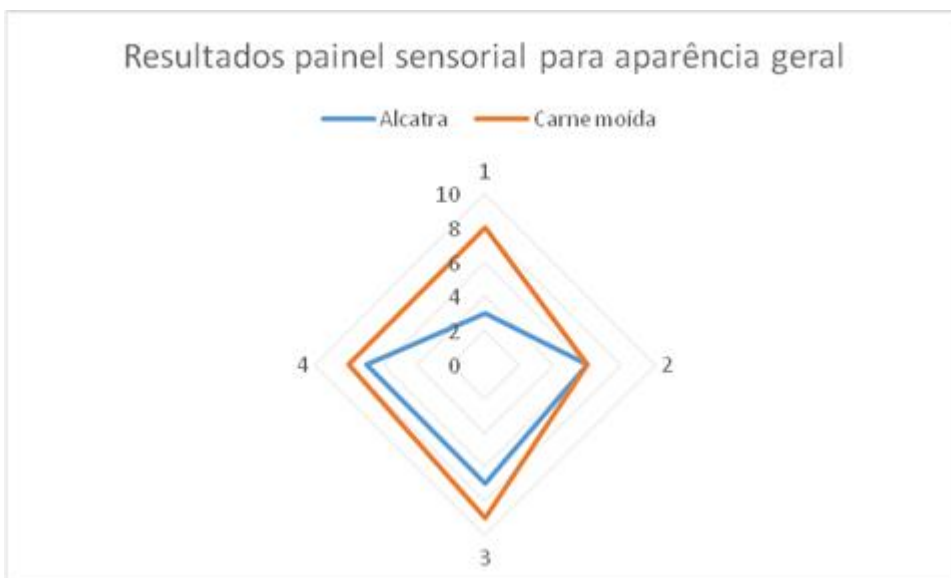


Figura 1 - Resultados painel sensorial para aparência geral de carne moída e cortes de alcatra resfriados embalados em atmosfera modificada.

Analisando o quesito cor, foi possível detectar uma tendência (p) de os tratamentos com atmosfera modificada apresentarem maiores valores.

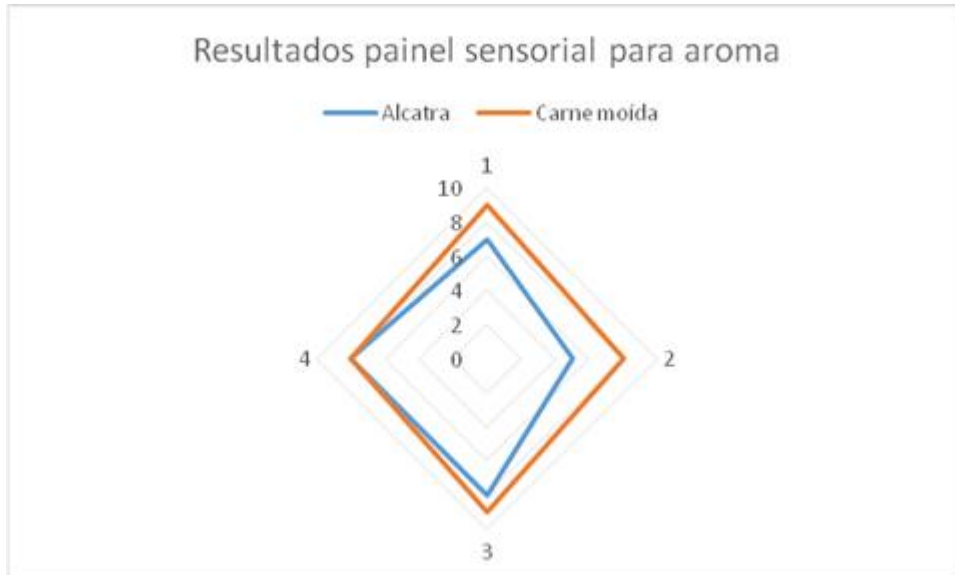


Figura 2- Resultados painel sensorial para aroma de carne moída e cortes de alcatra resfriados embalados em atmosfera indicada

Luño, Bertran & Roncáles (1998) demonstraram que a presença do oxigênio no processo de embalagem da carne é necessária para preservar a característica de cor vermelha da mesma, devido ao pigmento de oximioglobina formado pela ligação do O₂ ao componente heme da molécula de mioglobina.

Fernando – López et al (2008), observaram que as amostras sob atmosfera modificada com maior teor de CO₂ demonstraram os melhores escores para cor, ao contrário de Bingol & Ergun (2011), que obtiveram os melhores resultados para cor com tratamentos com alto teor de O₂ durante todo o armazenamento.

Tabela 2 -. Escores médios dos atributos sensoriais pré cocção da carne bovina moída e de alcatra resfriadas e embaladas a vácuo ou sob atmosfera modificada (ATM)*

	Forma de apresentação			
	Moída		Alcatra	
	Controle (vácuo)	ATM	Controle (Vácuo)	ATM
Aparência Geral	2,7±2,0 ^a	7,5±1,2 ^a	3,2±1,7 ^a	5,7±1,8 ^a

Aroma	6,7±0,5 ^a	8,5±0,5 ^a	5,2±2,7 ^a	7,0±1,4 ^a
Cor	6,2±1,7 ^a	8,0±0,8 ^a	6,0±3,16 ^a	6,7±1,2 ^a

*letras iguais na mesma coluna não indicam diferença estatística significativa (p>0,05)



Figura 3 - Resultados painel sensorial para cor de carne moída e cortes de alcatra resfriados embalados em atmosfera indicada

Etapa 02

Na segunda etapa da análise sensorial, estão demonstrados (Tabela 3) os resultados com as amostras pós cocção, onde foram analisados os quesitos cor, aroma, sabor, textura, suculência e aparência geral.

Tabela 3 - Escores médios dos atributos sensoriais da carne bovina resfriada armazenada em embalagens a vácuo ou sob atmosfera modificada (ATM)*

	Forma de apresentação			
	Moída		Alcatra	
	Controle (vácuo)	ATM	Controle (vácuo)	ATM
Cor	7,0±1,0 ^a	4,7±3,2 ^a	7,6±0,5 ^a	6,6±2,5 ^a
Aroma	7,0±1,7 ^a	4,3±2,8 ^a	6,0±3,4 ^a	6,0±2,0 ^a
Sabor	7,3±2,0 ^a	3,0±2,6 ^a	5,0±3,6 ^a	7,3±0,5 ^a
Textura	7,3±2,0 ^a	4,6±3,5 ^a	7,3±0,5 ^a	7,3±0,5 ^a
Suculência	7,0±2,6 ^a	5,0±4,0 ^a	7,3±0,5 ^a	6,6±2,5 ^a
Aparência Geral	5,6±4,1 ^a	4,3±2,8 ^a	8,0±1,0 ^a	7,6±0,5 ^a

*letras iguais na mesma coluna não indicam diferença estatística significativa (p>0,05)

Não foi detectada diferença estatística significativa entre os tratamentos na análise sensorial, contudo foi possível observar tendência de maiores escores para a embalagem de

alcatra sob atmosfera modificada, indicando que o método de conservação com gases não influenciou no sabor do corte. Rubio *et al* (2007) verificou que as características sensoriais são apenas levemente afetadas pelo sistema de embalagem em atmosfera modificada. Luño *et al* (2000) relataram que a presença de 50% de CO₂ em embalagens em atmosfera modificada teve importância para diminuição dos odores, através de um menor crescimento de microrganismos. Todavia, essa diferença não foi observada no presente estudo com relação a análise sensorial pós cocção, indicando que as características sensoriais não foram afetadas pelo tipo de embalagem ou de corte cárneo utilizado no estudo, levando a crer que o tipo de embalagem tem pouco efeito na percepção do consumidor através de análise sensorial pós cocção.

3.5 Análise Microbiológica

Com relação a análise microbiológica de vida de prateleira, resultados (Figura 4) sugeriram tanto na carne moída quanto na alcatra (bifes), manutenção da contagem de mesófilos aeróbios até o dia 06 (após fabricação), com uma maior contagem para o alcatra.

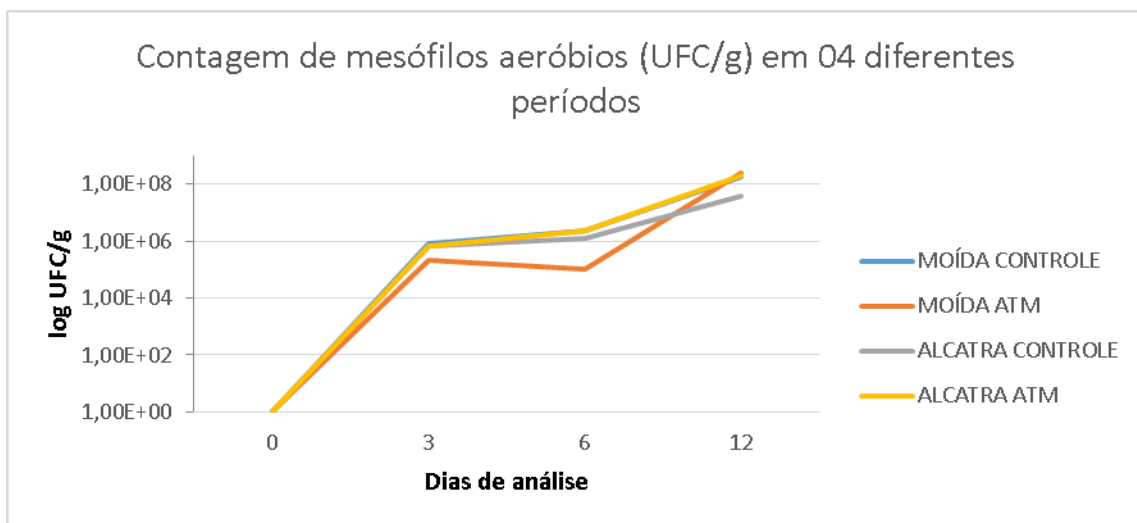


Figura 4 - Contagem de mesófilos aeróbios durante os períodos analisados.

Obs.: Resultados transformados para log 10 para melhor visualização.

A contagem de mesófilos aeróbios é indicativa, não havendo valores previstos em legislação. A contagem de todos os tratamentos demonstrou-se satisfatório, indo de encontro aos valores encontrados por Mano *et al* (2002), que trabalhando com carne moída embalada sob atmosfera modificada (80% O₂, 20% CO₂), obteve 10³ UFC/g no quarto dia de análise.

A contagem de coliformes totais (Figura 5) apresentou-se satisfatória (< 1x10⁻³ UFC/g) para os cortes de alcatra e carne moída até o dia 06. Após o sétimo dia, a alcatra

apresentou crescimento da contagem de coliformes totais, ao passo que a carne moída apresentou este crescimento apenas a partir do nono dia.

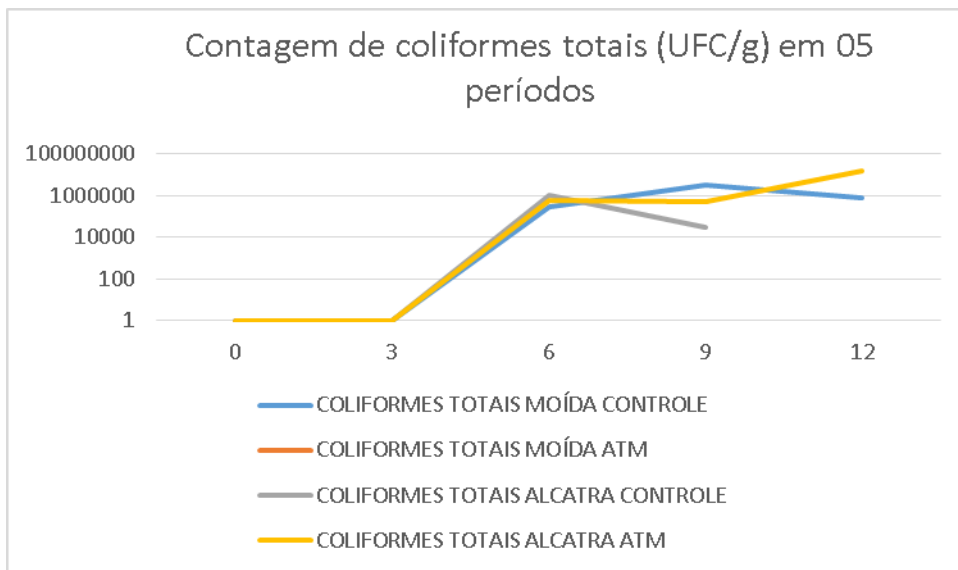


Figura 5- Contagem de coliformes totais durante os períodos analisados.

Obs.: Resultados transformados para log 10 para melhor visualização

A Figura 6 ilustra a contagem de coliformes termotolerantes na carne moída e alcatra resfriadas embaladas em atmosfera modificada e à vácuo (tratamento controle). O único tratamento que apresentou contagem para coliformes termotolerantes foi o corte de alcatra resfriada embalada em atmosfera modificada.

Um aumento de 10^6 UFC/g para 10^8 foi demonstrado como associado a deterioração da carne bovina e o aparecimento de limo (SEYDIM *et al.*, 2006). Ambientes anóxicos retardam o crescimento microbiológico e a deterioração devido à baixa capacidade de proliferação de bactérias que podem tolerar ambientes anaeróbicos. Jakobsen e Bertelsen (2002) relataram que elevados níveis de CO_2 (10 a 80%) são desejáveis para carnes bovina e de frango para inibir o crescimento microbiano superficial e aumentar a vida de prateleira.

O crescimento significativo de mesófilos aeróbios estão de acordo com os relatados por Venturini *et al* (2010) e Brooks *et al* (2008) que observaram um crescimento em bactérias mesófilas aeróbias durante o armazenamento em embalagens em atmosfera modificada durante 21 dias a $2^\circ C$. M D' Agata *et al* (2010), trabalhando com amostras de carne bovina embaladas a vácuo ou ATM, teve os níveis de bactérias mesófilas aeróbias maiores para os tratamentos a vácuo, e similares para ATM ao longo de 21 dias de análises.

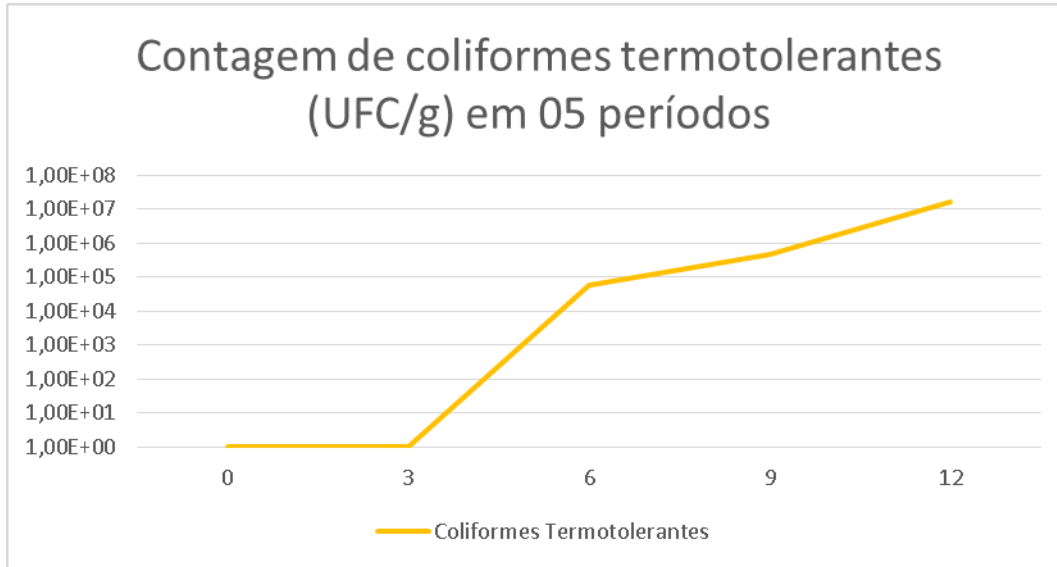


Figura 6 - Contagem de coliformes termotolerantes durante os períodos analisados.

Obs.: Resultados transformados para \log_{10} para melhor visualização.

Experimento 02

Os resultados da análise sensorial são mostrados na Tabela 4 e na Tabela 5. Em relação ao tratamento com embalagens de carne bovina submetidas a atmosfera modificada, os atributos aparência, cor e aroma foram significativamente maiores em relação as amostras embaladas a vácuo.

Um estudo realizado por Oreskovich *et al* (1986), obtiveram resultados semelhantes quando comparada a aparência geral e a cor de carne suína embalada em bandejas de poliestireno envoltas em filme de policloreto de vinila e em embalagens a vácuo, onde menos de 20% dos consumidores preferiram a carne embalada a vácuo.

Scholtz *et al* (1992), em um estudo com carne suína embalada sob diferentes atmosferas (25% CO₂ e 75% O₂; Vácuo e 100% CO₂), obtiveram como resultado na análise sensorial uma menor aceitação da carne suína embalada a vácuo para os atributos cor, odor e aceitabilidade, indo de encontro aos resultados encontrados no presente estudo. NBG A maior preferência pela cor dos bifos embalados em atmosfera modificada pode ser atribuída a sua alta concentração de oxigênio (80%) que mantém a mioglobina da carne na forma de oximioglobina (ZAKRYS *et al.*, 2009; O'GRADY *et al.*, 2000) que é responsável pela cor vermelho brilhante, cor preferida pelos consumidores (LUÑO, BELTRÉN & RONCALÉS, 1998) Na carne embalada a vácuo, o oxigênio é reduzido a menos de 1% sendo rapidamente consumido e substituído por CO₂ causando a conversão da mioglobina em metamioglobina, que torna a cor vermelho em marrom, que não é bem aceita pelo consumidor

(BLAKISTONE, 1998).

O atributo odor se mostrou menos aceitável na carne embalada a vácuo. Este fato pode ser atribuído a substâncias de aroma desagradável como sulfeto de hidrogênio, indol, escatol, putrescina, cadaverina, entre outros que são produzidos pela putrefação, que é precedida de proteólise, causada pelas bactérias acumulando ácidos orgânicos como fórmico, acético e propiônico nas embalagens a vácuo (FRANCO e LANDGRAF, 2002).

Com relação as análises sensoriais pós cocção para as variáveis cor, aroma, sabor, textura, suculência e aparência geral, não foi detectada diferença significativa entre as amostras ($P > 0,05$), exceto para o parâmetro de cor ($p < 0,04$) que para o produto mantido sob vácuo obteve um escore maior que em atmosfera modificada.

Em um estudo realizado por Jayasingh et al (2001), os pesquisadores estudaram se os provadores conseguiam detectar diferença entre a amostra tratadas com CO e a amostra controle. Os tratamentos analisados foram os seguintes: bifes em 5% de CO em ATM por 24h e então embalados a vácuo; bifes em 100% CO em ATM por 1h e então embalados a vácuo; bifes e 0,5% de CO em ATM; bifes envoltos com filme de policloreto de vinila permeável ao oxigênio; carne moída (15% de gordura) em 0,5% de CO em ATM e carne moída envolta em filme de policloreto de vinila. O resultado obtido foi que somente 11,2% dos 56 provadores foram capazes de identificar a amostra com tratamento de CO. Esses dados vão de encontro ao presente trabalho, onde foram avaliados vários atributos e os provadores semi-treinados não foram aptos a detectar diferença significativa para a maioria dos atributos entre os tratamentos. Este trabalho apresentou uma descrição completa.

Hur *et al* (2013) analisaram a influência de diferentes embalagens na análise sensorial de carne bovina, onde os tratamentos foram ziplock, vácuo e atmosfera modificada (30% CO₂/70% N₂). Os atributos analisados foram cor, dureza, sabor, odor, maciez, suculência e aceitação geral. Os atributos cor, dureza, sabor e suculência não apresentaram diferença significativa, mas os atributos odor, maciez e aceitação geral apresentaram diferença significativa. Os autores concluíram que diferentes embalagens podem influenciar nas características sensoriais, assim como no presente estudo, apesar da diferença ter se apresentado significativa para apenas um dos atributos avaliados, a cor.

Tabela 4 - Análise sensorial pré-cocção de cortes bovinos submetidas a atmosfera modificada e embalados a vácuo.

Atributos	Embalagem	Significância
-----------	-----------	---------------

	Atmosfera modificada	Vácuo	
Aparência geral	7,0±1,5 ^a	4,0±1,84 ^b	p = 0,000
Cor	6,8±1,8 ^a	4,4±2,2 ^b	p = 0,000
Aroma	6,8±1,6 ^a	5,7±1,7 ^b	p = 0,019

** letras diferentes na mesma coluna indicam valores estatisticamente diferentes (p<0,05)

Tabela 5 - Análise sensorial de cortes bovinos submetidos a atmosfera modificada e embalados a vácuo.

Atributos	Embalagem		Significância
	Atmosfera modificada	Vácuo	
Cor	6,09±1,83 ^b	6,91±1,31 ^a	0,04
Aroma	6,79±1,73	7,18±1,31	ns
Sabor	6,29±2,13	6,54±2,19	ns
Textura	6,5±1,88	6,88±2,07	ns
Suculência	5,58±2,14	6,12±2,04	ns
Aceitação geral	6,27±1,82	6,45±2,09	ns

Ns: não significativo

** letras diferentes na mesma coluna indicam valores estatisticamente diferentes (p<0,05)

Em relação a capacidade de retenção de água, o tratamento a vácuo apresentou um maior valor (p<0,005). Jin *et al* (2013), ao contrário do presente estudo, encontraram maior capacidade de retenção de água no tratamento com uso de embalagem com atmosfera modificada, em relação ao tratamento com uso de embalagem a vácuo. Uma maior capacidade de retenção de água está diretamente relacionada com a textura da carne, pois a mesma consiste na habilidade de retenção de água durante a aplicação de força ou tratamento externos. As proteínas miofibrilares são os principais ligadores de água na carne, o que sugere que mudanças na capacidade de retenção são causadas pelo espaçamento entre os filamentos (Offer & Trinick, 1983).

O tratamento vácuo obteve valores para textura e “firmness” significativamente menores (p<0,001), indo de acordo aos relatados por Santos *et al.* (2015). E o que Santos e co-autores relataram?

Tal fenômeno ocorre possivelmente devido ao fato das proteases naturalmente presentes na carne responsáveis pelo amaciamento serem afetadas diretamente pelo teor de oxigênio (LUND *et al.*, 2007). Os resultados do presente trabalho concordam também com estudos prévios que demonstram uma maciez menor em cortes de carne bovina embalados em

atmosfera modificada contendo O₂ (Lagerstedt et al., 2011; Zakrys et al., 2009). A diminuição da maciez já foi correlacionada com aumentos dos níveis de oxigênio em ATM após 15 dias de armazenamento, apesar da força de cisalhamento ser significativamente maior no tratamento com ATM, seu baixo valor, comparado com outros trabalhos (Zakrys et al., 2009), pode ser devido ao fato da mistura de gases utilizada (30% CO₂; 70% O₂).

Ainda de acordo com os mesmos autores, altos níveis de CO₂ foram relatados como sendo potencializadores da maciez, devido a menor oxidação das proteínas, e promovendo a ação de enzimas responsáveis pelo amaciamento da carne, como u – calpaínas e catepsinas.

Em relação a cor, foi verificada diferença significativa para os valores de L* e b*, sendo o tratamento com uso de embalagem em atmosfera modificada significativamente maior para os valores de luminosidade L* (p<0,001) e o tratamento com uso de embalagem a vácuo maior para os valores de b* (teor de amarelo). O teor de vermelho a* apresentou diferença significativa detectada.

Os resultados para os valores de L* estão de acordo com Lavieri & Williams (2014), em um estudo comparativo com amostras de carne bovina a vácuo ou atmosfera modificada. Os mesmos autores discutem que o teor de gordura presente na carne bovina pode influenciar na medida de L*. Segundo MacDougall (2002), um decréscimo no valor de b* é indicativo da formação do pigmento metamioglobina marrom.

Tabela 6 – Análises físico químicas e de qualidade de carne bovina embaladas a vácuo ou atmosfera modificada

	COR CRU			TEXTURA				
	L	a*	b*	Perda cocção	CRA	Cisalhamento	Firmness	
Vácuo	37,41±0,69	18,39±1,04	9,95±1,56	35,76±4,28	80,27±3,65	19,24±6,60	2,31±0,55	
ATM	40,62±1,69	18,60±4,23	8,68±1,73	38,30±4,51	75,9±5,46	23,39±10,15	3,30±1,34	
p		0,001	0,711	0,001	0,075	0,005	0,001	0,001

CONCLUSÕES

O uso de embalagem em atmosfera modificada, embora tenha uma vida-de-prateleira menor que a embalagem a vácuo.

O uso de embalagem com atmosfera modificada demonstrou-se mais atrativa ao consumidor quando avaliada a decisão de compra do produto exposto no varejo ao consumidor, representando um nicho de mercado para ser explorado e agregar valor à indústria da carne bovina. Apesar de instrumentalmente o uso de atmosfera modificada ter demonstrado menor maciez no presente estudo, o mesmo fato não foi detectado através de análise sensorial com consumidores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGATA, D'M et al. Effect of packaging and storage time on beef qualitative and microbial traits. **Journal of Food Quality**, v. 33, p. 352-366, 2010

Brasil. |Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária (dispoa). Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. Diário oficial da união, Brasília, 26 de agosto de 2003. Seção 1

BINGOL, E.B; ERGUN, O. Effects of modified atmosphere packaging (MAP) on the microbiological quality and shelf life of ostrich meat. **Meat science**, v. 88, n. 4, p. 774-785,

2011.

BLAKISTONE, B. A. Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Foods. 2ed. New York: Chapman & Hall, 1998. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=78sOfd9OgXYC&pg=PA1&dq#v=onepage&q&f=false>> . Acesso em: 12 dez. 2015.

BROOKS et al. Spoilage and safety characteristics of ground beef packaged in traditional and modified atmosphere packages. **Journal of Food Protection**.v 71,p. 293–301, 2008

CARPENTER, C.E.; CONFORTH, P.D.; WHITTIER, D. Consumer preferences for beef color and packaging did not affect eating satisfaction. **Meat Science**, v.57, p-359-363, 2001.

CIE. International Commission on Illumination, Colorimetry. **Official Recommendations of the International Commission on Illumination. Publication** CIE No. 15 (E-1.3.1). Paris, France: Bureau Central de la CIE. (1976)

DJENANE et al. Extension of the shelf life of beef steaks packaged in a modified atmosphere by treatment with rosemary and displayed under UV – free lightning. **Meat Science**, Barking, v.64,n.4, p.417-426, 2003

DIXON, N. M.; KELL, D B. The inhibition by CO₂ of the growth and metabolism of micro-organisms. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 67, n. 2, p. 109-136, 1989.

FRANCO, B.G; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, 2002

HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advanced Food Research**, v.10, p.335-362, 1960

HUR et al. Effect of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on quality characteristics of low grade beef during cold storage. **Asian Australian Journal of Animal Science**, v.26, n.12, p.1781-1789, 2013

JAKOBSEN, M.; BERTELSEN, G The use of CO₂ in packaging of fresh red meats and its effect on chemical quality changes in the meat: A review. **Journal of Muscle Foods**, v. 13, n. 2, p. 143-168, 2002

JIN et al. Efeito de métodos de embalagem na qualidade de carne bovina durante o envelhecimento a 16°C. **Journal of Food Processing and Preservation**. v. 37, p.1111-1118, 2013.

LAGERSTEDT, A et al. Influence of vacuum or high – oxygen modified atmosphere packaging on quality of beef *M.Longissimus dorsi* steaks after different ageing times. **Meat Science**, Barking, v.87, p.101-106,2011.

LAVIERI, N.; WILLIAMS, S. K. Effects of packaging systems and fat concentrations on microbiology, sensory and physical properties of ground beef stored at 4±1° C for 25days. **Meat science**, v. 97, n. 4, p. 534-541, 2014.

- LIMA, M.B. Conservação de carne bovina resfriada exposta à venda em supermercados da cidade do Recife. 29f. **Monografia (Especialização em Gestão da Qualidade e Vigilância Sanitária em Alimentos)-Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2009**
- LORENZO, M.J.; GOMÉZ, M. Shelf life of fresh foal meat under MAP, overwrap and vacuum packaging conditions. **Meat Science**, Barking, v.92, p.610-618, 2012.
- LUÑO, M. et al. Beef shelf life in low O₂ and high CO₂ atmospheres containing different low CO concentrations. **Meat Science**, Barking, v. 55, p 413-419, 2000.
- LUÑO, M., BELTRÉN, J. A. & RONCALÉS, P. Shelf-life extension and colour stabilisation of beef packaged in a low O₂ atmosphere containing CO: loin steaks and ground meat. **Meat Science**, Barking, v.48, p. 71-84, 1998
- MACDOUGALL, Douglas B. (Ed.). **Colour in food: improving quality**. Woodhead Publishing, 2002.
- MANCINI, R. A.; HUNT, M. C. Current research in meat color. **Meat Science**, Barking ,v. 71, p. 100–121, 2005.
- MANO, B et al. Aumento da vida útil e microbiológica da carne suína embalada em atmosfera modificada. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 22(1): 1-10, jan.-abr. 2002
- MCMILLIN, K. W. Where is MAP Going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. **Meat Science**, Barking v. 80, p. 43–65, 2008
- OFFER, G.; TRINICK, J. On the mechanism of water holding in meat: the swelling and shrinking of myofibrils. **Meat science**, v. 8, n. 4, p. 245-281, 1983.
- O'GRADY, M. N et al. The effect of oxygen level and exogenous a-tocopherol on the oxidative stability of minced beef in modified atmosphere packs. **Meat Science**, Barking v.55, p.39–45, 2000.
- ORESKOVICH, D.C. et al. Consumer acceptability of vacuum packaged pork. **Journal of Food Distribution Research**, v. 17, n. 2, p. 68-76, 1986.
- PAYNE, S.R et al. The effects of non-vacuum packaging systems on drip loss from chilled beef. **Meat Science**, Barking, v.49, 277–287, 1998
- RAO, D.N; SACHINDRA, N.M. Modified atmosphere and vacuum packaging of meat and poultry products. **Food Reviews International**, v, 18, n.4, p.263-293, 2002.
- RUBIO, B et al. Effect of modified atmosphere packaging on the microbiological and sensory quality on a dry cured beef product: “Cecina de león”. **Meat Science**, Barking. v75, p 515–522. 2007
- ROGERS, H.B. The impact of packaging system and temperature abuse on the shelf life characteristics of ground beef. **Meat Science**, Barking, v.97, p.1-10, 2010.

SHACKELFORD, S. D et al; Predictors of beef tenderness: Development and verification. **Journal of Food Science**, 56, 1130–1135,1991.

SEYDIM, A. C. et al. Effects of packaging atmospheres on shelf-life quality of ground ostrich meat. **Meat Science**, v. 73, n. 3, p. 503-510, 2006.

SCHOLTZ, E. M. et al. The influence of different centralised pre-packaging systems on the shelf-life of fresh pork. **Meat science**, v. 32, n. 1, p. 11-29, 1992.

SIERRA, V., *et al.* Relationship between consumer scores and oxidation status of beef. **Proceedings 52nd international congress of meat science and technology**, p. 581–582, 2006

VENTURINI et al. Microbiological, colour and sensory properties of fresh beef steaks in low carbon monoxide concentration. **Packaging Technology and Science**. v.23, p.327-338, 2010.

WILHELM, A. E et al. Protease activity and the ultrastructure of broiler chicken PSE (Pale, Soft, Exudative) meat. **Food Chemistry**, v. 119, n.3, p.1201- 1204, 2010.

ZAKRYS, P. I. *et al.* Consumer acceptability and physiochemical characteristics of modified atmosphere packed beef steaks. **Meat Science**, Barking v. 81, p. 720–725, 2009.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados deste trabalho, pode – se concluir que:

1. A carne bovina resfriada embalada sob atmosfera modificada apresentou-se mais atrativa ao consumidor no painel sensorial em relação a carne bovina resfriada embalada a vácuo.
2. A menor textura da carne bovina embalada sob atmosfera modificada apresentada instrumentalmente não foi detectada através do painel sensorial com consumidores.
3. Microbiologicamente, a carne bovina resfriada embalada a vácuo (ambos formas de apresentação) obteve maior vida-de-prateleira quando comparada a embalada em atmosfera modificada.
4. A carne bovina resfriada sob a forma de apresentação de moída obteve uma vida-de-prateleira maior quando embalada sob atmosfera modificada, demonstrando um forma positiva de agregar valor ao produto.
5. São necessárias novas pesquisas comparando embalagens com atmosfera modificada com outras embalagens disponíveis no mercado, visto que a tecnologia tende cada vez mais a se fazer presente nas gondolas do varejo. É necessário também informação da indústria a respeito da tecnologia utilizada para esclarecimento dos consumidores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGATA, D'M et al. Effect of packaging and storage time on beef qualitative and microbial traits. **Journal of Food Quality**, v. 33, p. 352-366, 2010

ANZALDÚA-MORALES, A. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica**. Zaragoza: Acribia SA, 1994. 198 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia**. 1993. 8 p.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. Perfil da Produção Bovina no Brasil. Disponível em: <
<http://www.abiec.com.br/download/Sustentabilidade%20e%20frigorificos%20associados.pdf>
>. Acesso em: 20 jan 2016.

ALVES, D; MANCIO, A. Maciez da carne bovina-uma revisão. **Revista da FZVA**, v. 14, n. 1, 2007.

BELCHER, J. N. Industrial packaging developments for the global meat market. **Meat Science**, Barking, v. 74, n. 1, p. 143-148, 2006

BINGOL, E.B; ERGUN, O. Effects of modified atmosphere packaging (MAP) on the microbiological quality and shelf life of ostrich meat. **Meat science**, v. 88, n. 4, p. 774-785, 2011.

BLAKISTONE, B. A. Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Foods. 2ed. New York: Chapman & Hall, 1998. Disponível em:
<<https://books.google.com.br/books?id=78sOfd9OgXYC&pg=PA1&dq#v=onepage&q&f=false>
>. Acesso em: 12 dez. 2015.

Brasil. |Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária (dispoa). Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. Diário oficial da união, Brasília, 26 de agosto de 2003. Seção 1

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em:
<<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

BORCH E., KANT-MUEMANSB M., BLIXT. Bacterial spoilage of meat and cured meat products. **International Journal of Food Microbiology**, v. 33, p 103-120, 1996.

BORGES, J.; FREITAS, A.L. Aplicação do sistema hazard analysis and critical control points (HACCP) no processamento de carne bovina fresca. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 20. n.1, 2002

BRESSAN, M C.; BERAQUET, N. J. Efeito de fatores pré-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango. **Ciência Agrotécnica**, v. 26, n. 5, p. 1049-1059, 2002.

BROOKS et al. Spoilage and safety characteristics of ground beef packaged in traditional and modified atmosphere packages. **Journal of Food Protection**.v 71,p. 293–301, 2008

BRODY, A.L. Introduction. *In*: PARRY, R.T. (ed) **Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Food**. Londres: Blackie Academic & Professional, 1993. p.19-40

CALKINS, C. R.; HODGEN, J. M. A fresh look at meat flavor. **Meat Science**, Barking v. 77, p. 63–80, 2007.

CARPENTER, C.E.; CONFORTH, P.D.; WHITTIER, D. Consumer preferences for beef color and packaging did not affect eating satisfaction. **Meat Science**, v.57, p-359-363, 2001

CIE. International Commission on Illumination, Colorimetry. **Official Recommendations of the International Commission on Illumination. Publication** CIE No. 15 (E-1.3.1). Paris, France: Bureau Central de la CIE. (1976)

CLAUSEN, I et al. **Modified atmosphere packaging affects lipid oxidation**. Packaging Technology and Science, 22, 85–96, 2009.

CODEX ALIMENTARIUS, 2015. Disponível em:
<<http://www.codexalimentarius.org/standards/list-of-standards/en/?provide=standards&orderField=fullReference&sort=asc&num1=CAC/RCP>>
Acesso em: 21 jan. 2016.

CICHOSKY, A.J; TERRA, A.N. Características sensoriais em carne. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.10, n.46, p. 32-43, 1996.

CONCEIÇÃO, M. P. J. **Avaliação de sistemas de embalagem e condições de comercialização de carne bovina moída em atmosfera modificada**. 2002. 116 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

DJENANE et al. Extension of the shelf life of beef steaks packaged in a modified atmosphere by treatment with rosemary and displayed under UV – free lightning. **Meat Science**, Barking, v.64, n.4, p.417-426, 2003.

DIXON, N. M.; KELL, D B. The inhibition by CO₂ of the growth and metabolism of micro-organisms. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 67, n. 2, p. 109-136, 1989

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de alimentos**. 4ed. Curitiba: Champagnat, 2013.

EILERT, S. J. New packaging technologies for the 21st century. **Meat Science**, Barking, v. 71, n. 1, p. 122-127, 2005.

FEIJÓ, M. **Proposta de padronização dos cortes, avaliação nutricional, parâmetros de qualidade e efeito da embalagem em atmosfera modificada na conservação da carne de avestruz (*Struthio Camellus*) obtida em abate experimental**. Tese de doutorado – Programa de pós graduação em vigilância sanitária, Fundação Osvaldo Cruz, São Paulo, 2006

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Animal Production and health. Disponível em

<http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/backgr_composition.html>. Acesso em: 21 nov. 2015.

FORSYTHE S. J. Microbiologia da segurança dos alimentos. 2ª Ed. Artmed: 2013 602p.

FORREST, JC et al. **Fundamentos de ciência de la carne**. Zaragoza: Editora Acribia, 1979.

FRANCO, B.G; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, 2002

HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advanced Food Research**, v.10, p.335-362, 1960

JIN et al. Efect of packaging methods on quality characteristics of low-grade beef during during aging at 16C. **Journal of Food Processing and Preservation**. v. 37, p.1111-1118, 2013.

LUND, M. N et al. High-oxygen packaging atmosphere influences protein oxidation and tenderness of porcine longissimus dorsi during chill storage. **Meat Science**, Barking, 77, 295–303, 2007

GEESINK, G., ROBERTSON, J.; BALL, A. The effect of retail packaging method on objective and consumer assessment of beef quality traits. **Meat Science**, Barking, v. 104 p. 85-89, 2015.

GILL, C.O. A review: intrinsic bacteria in meat. **Journal of Applied Bacteriology**, Hoboken v.47, n.2, p. 367-378, 1979

GILL C. O. Controlled atmosphere packaging of chilled meat. **Food Control**, p. 74-78, 1990.

GILL, C. O. Extending the storage life of raw chilled meats. **Meat Science**, Barking, v. 43, n. 2, p. 99-109, 1996.

GILL, C. O.; JONES, T. The display of retail packs of ground beef after their storage in master packages under various atmospheres. **Meat Science**, Barking, v. 37, n. 2, p. 281-295, 1994a.

GILL, C. O.; JONES, T. The display of retail-packaged beef steaks after their storage in master packages under various atmospheres. **Meat Science**, Barking, v. 38, n. 3, p. 385-396, 1994b.

GILL, C. O.; MCGINNIS, J. C. The effects of residual oxygen concentration and temperature on the degradation of the colour of beef packaged under oxygen-depleted atmospheres. **Meat Science**, Barking, v. 39, n. 3, p. 387-394, 1995.

GILL, C. O.; PENNEY, N. The effect of the initial gas volume of meat weight ratio on the storage life of chilled beef packaged under carbon dioxide. **Meat Science**, Barking, v. 22, n. 1, p. 53-63, 1988.

HUR et al. Effect of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on quality characteristics of low grade beef during cold storage. **Asian Australian Journal of Animal Science**, v.26, n.12, p.1781-1789, 2013

ISDELL, E.; ALLEN, P.; DOHEERTY, A. M.; BUTLER, F. Colour stability of six beef muscles stored in a modified atmosphere mother pack system with oxygen scavengers. **International Journal of Food Science and Technology**, New York, v. 34, n. 1, p. 71-80, 1999.

INSAUSTI, K et al. Colour stability of beef from diferente Spanish native cattle breeds stored under vacum and modified atmosphere. **Meat Science**, Barking, v.53, n.4, p.241-249, 1999.

JAKOBSEN, M.; BERTELSEN, G The use of CO₂ in packaging of fresh red meats and its effect on chemical quality changes in the meat: A review. **Journal of Muscle Foods**, v. 13, n. 2, p. 143-168, 2002.

JAYASINGH, P. et al. Evaluation of carbon monoxide treatment in modified atmosphere packaging or vaccum packaging to increase color stability of fresh beef. **Meat Science**, Barking, v. 59, n. 3, p. 317-324, 2001

JEREMIAH, L. E. Packaging alternatives to deliver fresh meats using short- or long-term distribution. **Food Research International**, Amsterdam, v. 34, n. 9, p. 749-772, 2001.

KROPF, D. H.; HUNT, M. C.; PISKE, D. Color formation and retetion in fresh meat. In: MEAT INDUSTRY RESEARCH CONFERENCE, 21. 1985, Chicago. **Proceedings...** Chicago: American Meat Institute Foundation, 1985. p. 62-66

LUCHIARI FILHO, A. **A pecuária de corte bovina**. São Paulo: A.Luchiari Filho, 2000. 134p.

LUND, M. N et al. High-oxygen packaging atmosphere influences protein oxidation and tenderness of porcine longissimus dorsi during chill storage. **Meat Science**, Barking, 77, 295–303, 2007

HOOD, D.E; MEAD, G.C. Introduction. In: PARRY, R.T. (ed) **Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Food**. Londres: Blackie Academic & Professional, 1993. p.269-268

HUIDOBRO, F. R. A comparison between two methods (Warner–Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat. **Meat Science**, Barking v. 69, p. 527–536, 2005.

INSAUSTI, K *et al.* Colour stability of beef from different Spanish native cattle breeds stored under vacuum and modified atmosphere. **Meat Science**, v. 53, p. 241-249, 1999.

JAYAS, D.S; JEYAMKONDAN, S Modified atmosphere storage of grains, meats, fruits, and vegetables. **Biosystems Engineering**, v.82, n.3, 235-251. 2002.

JAYASINGH, P. et al. Evaluation of carbon monoxide treatment in modified atmosphere packaging or vacuum packaging to increase color stability of fresh beef. **Meat Science**, Barking, v. 59, n. 3, p. 317-324, 2001

LAGERSTEDT, A et al. Influence of vacuum or high – oxygen modified atmosphere packaging on quality of beef *M. Longissimus dorsi* steaks after different ageing times. **Meat Science**, Barking, v.87, p.101-106,2011.

LABADIE, J. Consequences of packaging on bacterial growth. Meat is an ecological niche. **Meat Science**, v.52, p. 299-305, 1999.

LAVIERI, N.; WILLIAMS, S. K. Effects of packaging systems and fat concentrations on microbiology, sensory and physical properties of ground beef stored at 4±1° C for 25days. **Meat science**, v. 97, n. 4, p. 534-541, 2014.

LIMA, M.B. Conservação de carne bovina resfriada exposta à venda em supermercados da cidade do Recife. 2009. 29f. **Monografia (Especialização em Gestão da Qualidade e Vigilância Sanitária em Alimentos)-Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2009**

LIMBO et al. Evaluation and predictive modeling and shelf life modeling of shelf life of minced beef stored in high-oxygen modified atmosphere packaging at different temperatures. **Meat Science**, Barking, v.84, p. 129-136, 2010.

LORENZO, M.J.; GOMÉZ, M. Shelf life of fresh foal meat under MAP, overwrap and vacuum packaging conditions. **Meat Science**, Barking, v.92, p.610-618, 2012.

LUÑO, M. et al. Beef shelf life in low O₂ and high CO₂ atmospheres containing different low CO concentrations. **Meat Science**, Barking, v. 55, p 413-419, 2000.

LUÑO, M., BELTRÉN, J. A. & RONCALÉS, P. Shelf-life extension and colour stabilisation of beef packaged in a low O₂ atmosphere containing CO: loin steaks and ground meat. **Meat Science**, Barking, v.48, p. 71-84, 1998.

MACDOUGALL, Douglas B. (Ed.). **Colour in food: improving quality**. Woodhead Publishing, 2002.

MANCINI, R. A.; HUNT, M. C. Current research in meat color. **Meat Science**, Barking ,v. 71, p. 100–121, 2005.

MANO, B et al. Aumento da vida útil e microbiológica da carne suína embalada em atmosfera modificada. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 22(1): 1-10, jan.-abr. 2002

MATURANO A.M.P. 2003. 93 f **Estudo do efeito do peso de abate na qualidade da carne de cordeiros da raça Merino Australiano e Ile de France x Merino**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

MCMILLIN, K. W. Where is MAP Going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. **Meat Science**, Barking v. 80, p. 43–65, 2008

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Portaria nº 145, de 1 de setembro de 1998. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1274>>. Acesso em: 21 de Fevereiro de 2016

MOTTRAM, D. S. Flavour formation in meat and meat products: a review. **Food Chemistry**, v. 62, No. 4, p. 415-424, 1998.

NASSU, R. T. Análise sensorial de carne: conceitos e recomendações. **Embrapa Pecuária Sudeste**, 1ed on line. Sao Carlos, SP, dez, 2007.

OFFER, G.; TRINICK, J. On the mechanism of water holding in meat: the swelling and shrinking of myofibrils. **Meat science**, v. 8, n. 4, p. 245-281, 1983.

O'GRADY, M. N. *et al.* The effect of oxygen level and exogenous a-tocopherol on the oxidative stability of minced beef in modified atmosphere packs. **Meat Science**, v. 55, p. 39-45, 2000.

ORESKOVICH, D.C. *et al.* Consumer acceptability of vacuum packaged pork. **Journal of Food Distribution Research**, v. 17, n. 2, p. 68-76, 1986.

PARRY, R.T. Introduction. *In*: PARRY, R.T. (ed) **Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Food**. Londres: Blackie Academic & Professional, 1993. p.1-31

PARDI, M.C *et al.* **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. 2.ed. Goiânia: Editora UFG. 2001, v.2

PAYNE, S.R *et al.* The effects of non-vacuum packaging systems on drip loss from chilled beef. **Meat Science**, Barking, v.49, 277–287, 1998

RAO, D.N; SACHINDRA, N.M. Modified atmosphere and vacuum packaging of meat and poultry products. **Food Reviews International**, v, 18, n.4, p.263-293, 2002.

REGULAMENTO DA INSPEÇÃO INDUSTRIAL E SANITÁRIA DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/MercadoInterno/Requisitos/RegulamentoInspecaoIndustrial.pdf>. Acesso em: 11 de set. de 2015.

ROÇA R. O. Composição Química Da Carne. F.C.A. - UNESP - Campus de Botucatu.

ROGERS, H.B *et al.* The impact of packaging system and temperature abuse on the shelf life characteristics of ground beef. **Meat Science**, Barking, v. 97, p. 1 – 10, 2014.

RUBIO, B *et al.* Effect of modified atmosphere packaging on the microbiological and sensory quality on a dry cured beef product: “Cecina de león”. **Meat Science**, Barking. v75, p 515–522. 2007

SAUCIER,L.; GENDRON,C.; GARIÉPY,C. Shelf life of ground poultry meat under modified atmosphere. **Poultry Science**, Oxford, 79, p. 1851-1856, 2000.

SANTOS et al. Tenderness and oxidative stability of Nellore bulls steaks packaged under vacuum or modified atmosphere during storage at 2⁰C. **Food Packaging and Shelf Life**, Melbourne, v.4, p.10-18, 2015

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; ALVES, R.M.V.; OLIVEIRA, L.M.; GOMES, T.C. *Embalagens com atmosfera modificada*. 2 ed. Campinas: CETEA/ITAL, 1998. 114p.

SCHOLTZ, E. M. et al. The influence of different centralised pre-packaging systems on the shelf-life of fresh pork. **Meat science**, v. 32, n. 1, p. 11-29, 1992.

SEYDIM, A. C. et al. Effects of packaging atmospheres on shelf-life quality of ground ostrich meat. **Meat Science**, v. 73, n. 3, p. 503-510, 2006.

SEYFERT, M et al. Influence of carbon monoxide in package atmospheres containing oxygen on colour, reducing activity, and oxygen consumption of five bovine muscles. **Meat Science**, Barking, v. 75, n. 3, p. 432-442, 2007

SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos proteicos**. São Paulo: Editora Varela, 1996.

SIERRA, V., *et al.* Relationship between consumer scores and oxidation status of beef. **Proceedings 52nd international congress of meat science and technology**, p. 581–582, 2006.

SIQUEIRA, R.S. **Manual de microbiologia de alimentos**. Brasília: EMBRAPA, 1995. 159p

SIVERTSVIK, M., JEKSRUD, W. K. & ROSNES, J. T. A review of modified atmosphere packaging of fish and fishery products – significance of microbial growth, activities and safety. **International Journal of Food Science and Technology**, v.37, p. 107-127, 2002.

Souza, J. P.; Jong E. V.; Goulart, H. H. R. Aumente o tempo de conservação dos alimentos e obtenha maiores lucros. 1. ed. Porto Alegre: Imprensa Livre, 2001. 112p.

SØRHEIM, O.; AUNE, T.; NESBAKKEN, T. **Technological, hygienic and toxicological aspects of carbon monoxide used in modified atmosphere packaging of meat**. Trends in Food Science and Technology, London, v. 8, n. 9, p. 307-312, 1997

SØRHEIM, O.; NISSEN, H.; NESBAKKEN, T. The storage life of beef and pork packaged in an atmosphere with low carbon monoxide and high carbon dioxide. **Meat Science**, Barking, v. 52, n. 2, p. 157-164, 1999

TEIXEIRA, L.V. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”**, v.64, n;366, p.12-21, 2009

TESSER, E.S. O uso de diferentes tipos de embalagem na conservação de carnes bovinas. Monografia (Graduação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária. 2009.

TEWARI, G.; JAYAS, D. S.; JEREMIAH, L. E.; HOLLEY, R. A. Prevention of transient discoloration of beef. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 66, n. 3, p. 506-510, 2001

- VIANA, E. S., GOMIDE L. A. M. & VANETTI, M. C. D. Effect of modified atmospheres on microbiological, color and sensory properties of refrigerated pork. **Meat Science**, v. 71, p. 696 - 705, 2005.
- VITALE, M., *et al.* Effect of aging time in vacuum on tenderness, and color and lipid stability of beef from mature cows during display in high oxygen atmosphere package. **Meat Science**, v. 96, p. 270-277, 2014.
- SARANTÓPOULOS C. I. G. L. *et al.* Equipamentos para acondicionamento em atmosfera modificada. Embalagem com atmosfera modificada. Campinas: Centro de tecnologia de embalagem, 1996. 114p.
- SARANTÓPOULOS C., SOLER R.M. Embalagens com atmosfera modificada/controlada. SERAGINI, L. *et al.* *In: Novas tecnologias de acondicionamento de alimento.* Campinas, SP: ITAL, 1988. 162p.
- SHACKELFORD, S. D *et al.*; Predictors of beef tenderness: Development and verification. **Journal of Food Science**, 56, 1130–1135, 1991.
- VENTURINI A. C. Revisão: sistemas de embalagem para carne bovina fresca em atmosfera modificada. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 2, p. 128-137, abr./jun. 2009.
- VENTURINI *et al.* Microbiological, colour and sensory properties of fresh beef steaks in low carbon monoxide concentration. **Packaging Technology and Science**. v.23, p.327-338, 2010.
- The Display of Retail Packs of Ground Beef after their Storage in Master Packages under Various Atmospheres (Gill & Jones 1994) (Allen, 1989),
- ZAKRYS, P. I. *et al.* Consumer acceptability and physiochemical characteristics of modified atmosphere packed beef steaks. **Meat Science**, Barking v. 81, p. 720–725, 2009.
- WILHELM, A. E *et al.* Protease activity and the ultrastructure of broiler chicken PSE (Pale, Soft, Exudative) meat. **Food Chemistry**, v. 119, n.3, p.1201- 1204, 2010.

ANEXO A

Cópia da instrução aos autores do periódico Meat Science



MEAT SCIENCE

AUTHOR INFORMATION PACK

TABLE OF CONTENTS

• Description	p.1
• Audience	p.1
• Impact Factor	p.1
• Abstracting and Indexing	p.2
• Editorial Board	p.2
• Guide for Authors	p.3



ISSN: 0306-1740

DESCRIPTION

The qualities of meat – its composition, nutritional value, wholesomeness and consumer acceptability – are largely determined by the events and conditions encountered by the embryo, the live animal and the postmortem musculature. The control of these qualities, and their further enhancement, are thus dependent on a fuller understanding of the commodity at all stages of its existence – from the initial conception, growth and development of the organism to the time of slaughter and to the ultimate processing, preparation, distribution, cooking and consumption of its meat.

It is the purpose of *Meat Science* to provide an appropriate medium for the dissemination of interdisciplinary and international knowledge on all the factors which influence the properties of meat. The journal is predominantly concerned with the flesh of mammals; however, contributions on poultry will only be considered, if they demonstrate that they would increase the overall understanding of the relationship between the nature of muscle and the quality of the meat which muscles become post mortem. Papers on large birds (e.g. emus, ostriches) and wild capture mammals and crocodiles will be considered. **Benefits to authors**

We also provide many author benefits, such as free PDFs, a liberal copyright policy, special discounts on Elsevier publications and much more. Please click here for more information on our [author services](#).

Please see our [Guide for Authors](#) for information on article submission. If you require any further information or help, please visit our support pages: <http://support.elsevier.com>

AUDIENCE

Meat scientists, food technologists, food manufacturers, agricultural chemists and research workers.

IMPACT FACTOR

2014: 2.615 © Thomson Reuters Journal Citation Reports 2015

ABSTRACTING AND INDEXING

AGRICOLA
 BIOSIS
 Chemical Abstracts
 Current Contents
 FSTA (Food Science and Technology Abstracts)
 SCISEARCH
 Science Citation Index
 Scopus
 EMBiology

EDITORIAL BOARD

Editor

D.L. Hopkins, Senior Principal Research Scientist (Meat Science), NSW DPI, Centre for Red Meat and Sheep Development, PO Box 129, Cowra, NSW 2794, New South Wales, Australia; Adjunct Professor (CSU & UNE)

Associate Editors

J.P. Kerry, Dept. of Food and Nutritional Sciences, University College Cork, Cork, Ireland
 K. W. McMillin, School of Animal Sciences, Louisiana State University, AgCenter, South Campus Drive, Franciosi Hall, Baton Rouge, LA 70803-4210, Louisiana, USA
 P. Purslow, Departamento de Tecnología de los Alimentos, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional Del Centro de La Provincia de Buenos Aires, Campus Universitario, Paraje Arroyo Seco, Tandil, 7000, Buenos Aires, Argentina
 F. Toldrá, Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA), Avd/ Agustín Escardino, 7., 46980, Paterna (Valencia), Spain
 J.D. Wood, School of Veterinary Science, University of Bristol, Bristol, BS40 5DU, UK, Langford House
 W.G. Zhang, College of Food Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu, China

Editorial Board Members

D. Ansorena Artieda, Universidad de Navarra, Pamplona, Spain
 K. Arihara, Kitasato University, Aomori, Japan
 J. Arnau, Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries (IRTA), Monells, Spain
 T. Astruc, INRA de Clermont-Ferrand/Theix, France
 G. Brightwell, AgResearch, Hamilton, New Zealand
 J.R. Claus, University of Wisconsin at Madison, West Madison, Wisconsin, USA
 C.N. Cutter, Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania, USA
 M.E.R. Dugan, Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC), Lacombe, Alberta, Canada
 M. Estevez, University of Extremadura, Caceres, Spain
 C. Faustman, University of Connecticut, Storrs, Connecticut, USA
 M.L. Greaser, University of Wisconsin at Madison, Madison, Wisconsin, USA
 L. Hoffman, University of Stellenbosch, Matieland, South Africa
 M.C. Hunt, Kansas State University, Manhattan, Kansas, USA
 S.-T. Joo, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam, Korea
 M.P. Lanza, University of Catania, Catania, Italy
 R.T. Naudé, Nelson Mandela Metropolitan University, Port Elizabeth, South Africa
 P. Paulsen, Veterinärmedizinische Universität Wien, Vienna, Austria
 E. Ponnampalam, Agriculture Productivity, Werribee, Victoria, Australia
 E. Puolanne, University of Helsinki, Helsinki, Finland
 J.W. Savell, Texas A&M University, College Station, Texas, USA
 F. Schwägelé, Max Rubner-Institut (MRI), Kulmbach, Germany
 M. Serdaroglu, Ege University, Bornova Izmir, Turkey
 P. Strydom, The Agricultural Research Council (ARC), Pretoria, South Africa
 S.P. Suman, University of Kentucky, Lexington, Kentucky, USA
 E. Tornberg, Lund University, Lund, Sweden
 G.H. Zhou, Nanjing Agricultural University, Nanjing, China

GUIDE FOR AUTHORS

INTRODUCTION

The qualities of meat - its composition, nutritional value, wholesomeness and consumer acceptability - are largely determined by the events and conditions encountered by the embryo, the live animal and the postmortem musculature. The control of these qualities, and their further enhancement, are thus dependent on a fuller understanding of the commodity at all stages of its existence - from the initial conception, growth and development of the organism to the time of slaughter and to the ultimate processing, preparation, distribution, cooking and consumption of its meat.

It is the purpose of *Meat Science* to provide an appropriate medium for the dissemination of interdisciplinary and international knowledge on all the factors which influence the properties of meat. The journal is predominantly concerned with the flesh of mammals; however, contributions on poultry meat may be published, especially if these have relevance to our overall understanding of the relationship between the nature of muscle and the quality of the meat which muscles become post mortem.

Types of paper

Research papers reporting original work; reviews by authorities on specific topics in the field of muscle/meat; short communications; reviews of books, conferences and meetings; letters to the editor arising from aspects of published papers. In general papers should not exceed 8000 words inclusive of tables and illustrations.

Short communication papers will also be considered. They must not exceed 2,500 words excluding tables and figures. You are allowed to include a maximum of either 2 tables or figures of one of each. All papers must be formatted in Times New Roman, 12 font, be double or one and half (1.5) spaced, with line continuous numbering. Probability should indicated as P (eg caps and italics).

Contact details for submission

Submission for all types of manuscripts to *Meat Science* proceeds totally online. Via the Elsevier Editorial System (EES) website for this journal, <http://ees.elsevier.com/meatsci>, you will be guided step-by-step through the creation and uploading of the various files.

Questions regarding content of a proposed submission can be directed to the Editor:

Dr David Hopkins
Senior Principal Research Scientist (Meat Science), NSW DPI
Adjunct Professor (CSU & UNE)
Centre for Red Meat and Sheep Development
PO Box 129
Cowsra
NSW 2794
E-mail: David.Hopkins@dpi.nsw.gov.au

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <https://www.elsevier.com/publishingethics> and <https://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Human and animal rights

If the work involves the use of human subjects, the author should ensure that the work described has been carried out in accordance with The Code of Ethics of the World Medical Association (Declaration of Helsinki) for experiments involving humans, <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/index.html>; Uniform Requirements for manuscripts submitted to Biomedical journals, <http://www.icmje.org>. Authors should include a statement in the manuscript that informed consent was obtained for experimentation with human subjects. The privacy rights of human subjects must always be observed.

All animal experiments should be carried out in accordance with the U.K. Animals (Scientific Procedures) Act, 1986 and associated guidelines, EU Directive 2010/63/EU for animal experiments, or the National Institutes of Health guide for the care and use of Laboratory animals (NIH Publications

No. 8023, revised 1978) and the authors should clearly indicate in the manuscript that such guidelines have been followed. **All animal studies need to ensure they comply with the ARRIVE guidelines.** More information can be found at <http://www.nc3rs.org.uk/page.asp?id=1357>.

Ethical Statement

Experiments involving slaughtering, transport, or invasive procedures on live animals must include a statement indicating approval by the appropriate ethics/welfare committee confirming compliance with all requirements of the country in which the experiments were conducted. If no such committee exists, a letter from the department head confirming compliance will suffice.

Conflict of interest

All authors are expected to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work. See also <https://www.elsevier.com/conflictsofinterest>. Further information and an example of a Conflict of Interest form can be found at: http://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/286/supporthub/publishing.

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <https://www.elsevier.com/sharingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service CrossCheck <https://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

Changes to authorship

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors **before** submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only **before** the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the **corresponding author**: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors **after** the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (for more information on this and copyright, see <https://www.elsevier.com/copyright>). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations (please consult <https://www.elsevier.com/permissions>). If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases: please consult <https://www.elsevier.com/permissions>.

For open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' (for more information see <https://www.elsevier.com/OAauthoragreement>). Permitted third party reuse of open access articles is determined by the author's choice of user license (see <https://www.elsevier.com/openaccesslicenses>).

Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. For more information see <https://www.elsevier.com/copyright>.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established a number of agreements with funding bodies which allow authors to comply with their funder's open access policies. Some authors may also be reimbursed for associated publication fees. To learn more about existing agreements please visit <https://www.elsevier.com/fundingbodies>.

Open access

This journal offers authors a choice in publishing their research:

Open access

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse.
- An open access publication fee is payable by authors or on their behalf (e.g. by their research funder or institution).

Subscription

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our universal access programs (<https://www.elsevier.com/access>).
- No open access publication fee payable by authors.

Regardless of how you choose to publish your article, the journal will apply the same peer review criteria and acceptance standards.

For open access articles, permitted third party (re)use is defined by the following Creative Commons user licenses:

Creative Commons Attribution (CC BY)

Lets others distribute and copy the article, create extracts, abstracts, and other revised versions, adaptations or derivative works of or from an article (such as a translation), include in a collective work (such as an anthology), text or data mine the article, even for commercial purposes, as long as they credit the author(s), do not represent the author as endorsing their adaptation of the article, and do not modify the article in such a way as to damage the author's honor or reputation.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND)

For non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

The open access publication fee for this journal is **USD 3300**, excluding taxes. Learn more about Elsevier's pricing policy: <https://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

Green open access

Authors can share their research in a variety of different ways and Elsevier has a number of green open access options available. We recommend authors see our green open access page for further information (<http://elsevier.com/greenopenaccess>). Authors can also self-archive their manuscripts immediately and enable public access from their institution's repository after an embargo period. This is the version that has been accepted for publication and which typically includes author-incorporated changes suggested during submission, peer review and in editor-author communications. Embargo period: For subscription articles, an appropriate amount of time is needed for journals to deliver value to subscribing customers before an article becomes freely available to the public. This is the embargo period and it begins from the date the article is formally published online in its final and fully citable form.

This journal has an embargo period of 12 months.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the English Language Editing service available from Elsevier's WebShop (<http://webshop.elsevier.com/languageediting/>) or visit our customer support site (<http://support.elsevier.com>) for more information.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

Authors must provide and use an email address unique to themselves and not shared with another author registered in EES, or a department.

Referees

Please submit the names and institutional e-mail addresses of several potential referees. For more details, visit our Support site. Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

Additional information

Meat Science is a refereed journal. Papers cannot be accepted without an independent review. In cases where a manuscript is returned to an author for revision, it must be resubmitted within 90 days; otherwise it will be assumed to be withdrawn.

PREPARATION

Use of word processing software

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier: <https://www.elsevier.com/guidepublication>). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

All pages must be numbered, and all lines must be numbered consecutively throughout the manuscript.

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

Statistical Analysis

Prior to conducting an experiment, due consideration needs to be given to the design of the experiment. This is so that after analysis of the data, some confidence can be given to the conclusions. For example if a study is designed to compare different breeds of cattle it is important that the animals

selected are representative of the breed, not from a small number of sires and that individual animals sampled in the study can be linked back to their sire. If this condition isn't applied then the results may well reflect sire effects more than breed effects and the difference impossible to determine.

Another common problem in meat and food science is the lack of replication and also confounding. This is illustrated with two examples below taken from submitted papers:

Example 1

A total of thirty crossbred male lambs, single born in June were used in an experiment to compare three production systems (12 lambs allocated per system) and the subsequent effects not only on growth and carcass traits, but also meat quality traits. Lambs of the three production systems were weighed fortnightly. When a 35kg live weight target was achieved the lambs weighing >35kg were transported to an abattoir. Lambs were slaughtered after an overnight lairage without feed, but free access to water.

There are a number of issues with the design.

No mention was included in the paper as to whether the 36 lambs used in the study (a) were randomly selected from a population; or (b) were randomly assigned to the three treatment groups. It was assumed by the reviewer that they were randomly selected and assigned. The animals within each group were run together, but separately from the other two groups. Hence there is no replication of treatment group. Each lamb in a treatment group in the study is subjected to a specific production system and this may not be representative of other lambs grown under that specific treatment at a different establishment. Thus treatment group is not replicated which is necessary to assess the variability of a particular production system under different conditions. The other major issue with the design is that, at fortnightly intervals, lambs were weighed and lambs exceeding 35 kg were slaughtered. Hence not only were the treatment groups not replicated, they were also confounded with slaughter age/day and for meat quality traits like pH and colour it meant slaughter day effects could arise. With such small numbers per treatment group slaughter day could not be effectively accounted for in the analysis.

Example 2

Hams were produced with five decreasing levels of phosphate in combination with 5 increasing levels of thyme. All formulations were applied to a **single batch** of pig meat. Each formulation produced one mixture which was vacuum stuffed into plastic casings to produce four ham 'replicates'. These were cooked in a water bath.

This method produced pseudo replicates (Hurlbert 1984, 2009; Maindonald 1992). The cooked hams are subsamples of the pig mixtures of each formulation. The ham to ham (sub-sample) variability does not represent the mixture to mixture (treatment) variability. To get the correct measure of variability to compare treatments the mixing process for each formulation would need to be replicated. The hams produced from each mixing of the formulation would give true replication of that formulation.

Relevant references:

Granato, D., Calado, V., & Jarvis, B. (2013). Observations on the use of statistical methods in Food Science and Technology. *Food Research International*, 55, 137-145. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996913005723>

Experimental

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.

- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.

- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**

- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Each paper should be provided with an abstract of about 100-160 words, reporting concisely on the purpose and results of the paper.

Highlights

Highlights are a short collection of bullet points that convey the core findings of the article. Highlights are optional and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). See <https://www.elsevier.com/highlights> for examples.

Note: Highlights are mandatory for Book Review and Special Issues.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Chemical compounds

You can enrich your article by providing a list of chemical compounds studied in the article. The list of compounds will be used to extract relevant information from the NCBI PubChem Compound database and display it next to the online version of the article on ScienceDirect. You can include up to 10 names of chemical compounds in the article. For each compound, please provide the PubChem CID of the most relevant record as in the following example: Glutamic acid (PubChem CID:611). The PubChem CIDs can be found via <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pccompound>. Please position the list of compounds immediately below the 'Keywords' section. It is strongly recommended to follow the exact text formatting as in the example below:

Chemical compounds studied in this article

Ethylene glycol (PubChem CID: 174); Plitidepsin (PubChem CID: 44152164); Benzalkonium chloride (PubChem CID: 15865)

More information is available at: <https://www.elsevier.com/PubChem>.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.

Please note that "shear force and compression data must be reported in Newtons"

Longissimus dorsi (LD) is redundant the correct latin for this muscle is "longissimus thoracis or lumborum" (for the whole muscle use Longissimus thoracis et lumborum (LTL) or refer to either of its two parts, Longissimus thoracis (LT) or longissimus lumborum (LL), depending on which is referenced). See paper in Meat Science (1990) (Volume 28, Issue 3, P 259-265; Recommended terminology for the muscle commonly designated as 'longissimus dorsi').

Please note that the journal will be converting from -calpain to Calpain-1 and from m-calpain to Calpain-2, calpastatin would remain unchanged. More detail about this nomenclature for the rest of the calpain family can be found in Campbell, R. L. and P. L. Davies. 2012. Structure-function relationships in calpains. *Biochem J.* 447:335-351 or at <http://calpain.org/>.

Artwork*Electronic artwork**General points*

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website:

<https://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <https://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support Citation Style Language styles (<http://citationstyles.org>), such as Mendeley (<http://www.mendeley.com/features/reference-manager>) and Zotero (<https://www.zotero.org/>), as well as EndNote (<http://endnote.com/downloads/styles>). Using the word processor plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide.

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/meat-science>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice.

Text: Citations in the text should follow the referencing style used by the American Psychological Association. You are referred to the Publication Manual of the American Psychological Association, Sixth Edition, ISBN 978-1-4338-0561-5, copies of which may be ordered from <http://books.apa.org/books.cfm?id=4200067> or APA Order Dept., P.O.B. 2710, Hyattsville, MD 20784, USA or APA, 3 Henrietta Street, London, WC3E 8LU, UK.

List: references should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication. All the authors of an article must be listed in the reference.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J. A. J., & Lupton, R. A. (2010). The art of writing a scientific article. *Journal of Scientific Communications*, 163, 51–59.

Reference to a book:

Strunk, W., Jr., & White, E. B. (2000). *The elements of style*. (4th ed.). New York: Longman, (Chapter 4).

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G. R., & Adams, L. B. (2009). How to prepare an electronic version of your article. In B. S. Jones, & R. Z. Smith (Eds.), *Introduction to the electronic age* (pp. 281–304). New York: E-Publishing Inc.

Supplementary material

Supplementary material can support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Please note that such items are published online exactly as they are submitted; there is no typesetting involved (supplementary data supplied as an Excel file or as a PowerPoint slide will appear as such online). Please submit the material together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. If you wish to make any changes to supplementary data during any stage of the process, then please make sure to provide an updated file, and do not annotate any corrections on a previous version. Please also make sure to switch off the 'Track Changes' option in any Microsoft Office files as these will appear in the published supplementary file(s). For more detailed instructions please visit our artwork instruction pages at <https://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Database linking

Elsevier encourages authors to connect articles with external databases, giving readers access to relevant databases that help to build a better understanding of the described research. Please refer to relevant database identifiers using the following format in your article: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN). See <https://www.elsevier.com/databaselinking> for more information and a full list of supported databases.

AudioSlides

The journal encourages authors to create an AudioSlides presentation with their published article. AudioSlides are brief, webinar-style presentations that are shown next to the online article on ScienceDirect. This gives authors the opportunity to summarize their research in their own words and to help readers understand what the paper is about. More information and examples are available at <https://www.elsevier.com/audioslides>. Authors of this journal will automatically receive an invitation e-mail to create an AudioSlides presentation after acceptance of their paper.

Submission checklist

The following list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded, and contain:

- Keywords
- All figure captions
- All tables (including title, description, footnotes)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell-checked' and 'grammar-checked'
- References are in the correct format for this journal
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)

Printed version of figures (if applicable) in color or black-and-white

- Indicate clearly whether or not color or black-and-white in print is required.

For any further information please visit our customer support site at <http://support.elsevier.com>.

AFTER ACCEPTANCE

Online proof correction

Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

Offprints

The corresponding author will, at no cost, receive a customized Share Link providing 50 days free access to the final published version of the article on ScienceDirect. The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's Webshop. Corresponding authors who have published their article open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

AUTHOR INQUIRIES

You can track your submitted article at <https://www.elsevier.com/track-submission>. You can track your accepted article at <https://www.elsevier.com/trackarticle>. You are also welcome to contact Customer Support via <http://support.elsevier.com>.

© Copyright 2014 Elsevier | <http://www.elsevier.com>