



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
DOUTORADO EM CIÊNCIA ANIMAL

MARIA CARLA DA SILVA CAMPÊLO

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA ELABORAÇÃO DE CARNE DE SOL

MOSSORÓ-RN

2019

MARIA CARLA DA SILVA CAMPÊLO

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA ELABORAÇÃO DE CARNE DE SOL

Tese apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), como exigência final para a obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: Sanidade Animal

Orientador: Profa. Dr. Jean Berg Alves da Silva –
UFERSA

Coorientadora: Profa. Dra. Patrícia de Oliveira Lima
- UFERSA

MOSSORÓ-RN

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C193i Campelo, Maria Carla da Silva .
INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA ELABORAÇÃO DE CARNE DE
SOL / Maria Carla da Silva Campelo. - 2019.
109 f. : il.

Orientador: Jean Berg Alves da Silva.
Coorientadora: Patrícia de Oliveira Lima.
- Universidade Federal Rural do Semi-árido, --
Selecione um Curso ou Programa--, 2019.

1. Conservantes naturais. 2. Carne Salgada. 3.
Perfil sensorial. 4. Qualidade microbiológica . 5.
Filmes ativos. I. Silva, Jean Berg Alves da,
orient. II. Lima, Patrícia de Oliveira, co-orient.
III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MARIA CARLA DA SILVA CAMPÊLO

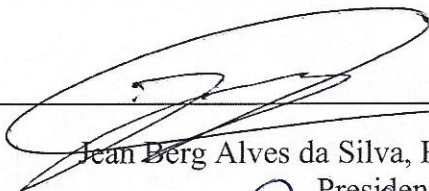
INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA ELABORAÇÃO DE CARNE DE SOL

Tese apresentada à Universidade Federal Rural do
Semiárido – UFERSA, como exigência final para a
obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

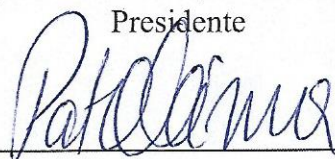
Linha de Pesquisa: Sanidade Animal

Defendida em 05 de setembro de 2019.

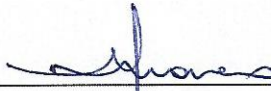
BANCA EXAMINADORA



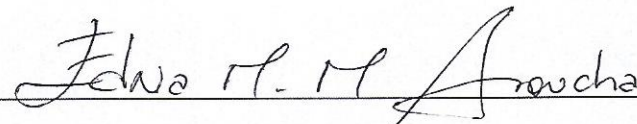
Jean Berg Alves da Silva, Profº Dr. (UFERSA)
Presidente



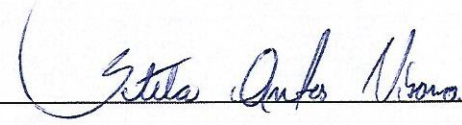
Patrícia de Oliveira Lima, Profª Dra. (UFERSA)
Primeiro Membro (Interno)



Moacir Franco de Oliveira, Profº Dr. (UFERSA)
Segundo Membro (Interno)



Edna Maria Mendes Aroucha, Profª Dra. (UFERSA)
Terceiro Membro (Externo)



Stela Antas Urbano, Profª Dra. (UFRN)
Quarto Membro (Externo)

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Maria Carla da Silva Campêlo, ingressou na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) no ano de 2010 no curso de Biotecnologia, finalizando no ano de 2014. Durante o curso participou ativamente na formação e desenvolvimento de atividades no Laboratório **de Inspeção de Produtos de Origem Animal – LIPOA**, com atividades na área de qualidade de alimentos, especificamente nas análises microbiológicas e físico-químicas de alimentos de origem animal. Mestre em Ciência Animal pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal no ano de 2016. Durante o mestrado trabalhou no projeto “**Uso de conservadores naturais na elaboração de carne de sol com teores reduzidos de cloreto de sódio**”. No Ano de 2016 iniciou o doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, no qual deu continuidade as pesquisas desenvolvidas durante o mestrado, para avaliar as inovações tecnológicas na elaboração de carne de sol.

À minha mãe que sempre esteve ao meu lado,
não medindo esforços para que eu pudesse
alcançar os meus objetivos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus e Nossa Senhora, por me fazer firme na fé, guiando sempre o meu caminho e me dando discernimento e sabedoria para levar a vida da melhor forma possível.

Aos meus amados pais, João Eudes e Maria Zulene, por todo amor, por todas as renúncias feitas por vocês para que eu pudesse realizar os meus sonhos. Saber que podia contar com vocês, mesmo que a quilômetros de distância, me encorajaram a alçar novos voos. Obrigada por tudo!

Aos meus avós, José Ubaldo e Francisca, meus segundos pais. Obrigada por todos os conselhos, todas as orações!

Ao meu esposo, Lázaro Lima, com quem pude dividir todas as angustias, todos os medos, mas também todas as conquistas, as alegrias. Obrigada por toda e paciência, por sempre estar ao meu lado, me apoiando, me dando força.

Ao meu irmão, Ricardo Campêlo, por todo apoio ao longo desses anos, me incentivando sempre.

Ao meu orientador, Prof^o Dr. Jean Berg Alves da Silva. Obrigada pela oportunidade e confiança em mim depositada, por todos os ensinamentos, pela paciência, por acreditar em mim!

A minha Co-orientadora Prof^a Dra. Patrícia de Oliveira Lima. Obrigada por confiar e acreditar em mim, seu apoio foi de suma importância para a realização deste sonho!

Ao Prof^o Dr. Moacir Franco de Oliveira, por abrir as portas do laboratório para que pudesse ser realizado parte dos experimentos, por todas as horas dedicadas ao meu experimento, todas as suas contribuições foram de grande importância para o engrandecimento do trabalho.

A Lucas de Oliveira Rebouças, companheiro de laboratório. Obrigada por toda a paciência e ajuda nas análises. Pela parceria em todos os projetos. Não tenho palavras para descrever a minha gratidão a você!

A Jovilma Maria Soares de Medeiros, companheira de laboratório. Muito obrigada por todos os dias dedicados aos meus experimentos.

A toda família LIPOA, em especial a Carol, Jovilma, Lara, Manuella e Maria Gabriela. Com vocês aprendi a dividir as dores e somar as alegrias. Obrigada por todos os ensinamentos, pela parceria em todos os projetos, por todos os momentos de distração, com vocês meus dias são mais alegres!

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro de grande importância para a realização deste trabalho.

A todos os professores e profissionais da UFERSA, os quais tive a oportunidade de aprender e que contribuíram diretamente ou indiretamente para o meu crescimento profissional. Muito Obrigada!

EPÍGRAFE

“ A persistência é o caminho do êxito!”

Charles Chaplin

CAMPELO, M. C. S. **Inovações tecnológicas na elaboração de carne de sol**. 2019. 109f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2019.

RESUMO: Carnes e produtos cárneos ocupam lugar de destaque na alimentação dos seres humanos, devido aos elevados níveis de proteínas, aminoácidos essenciais e nutrientes que enriquecem a dieta dos consumidores. A carne de sol, produto característico do nordeste brasileiro, é conhecido por ser um alimento levemente salgado, parcialmente desidratado e semi preservado pela salga. No entanto, este alimento não possui regulamentação técnica que padronize a sua produção, sobretudo o percentual de adição de sal, sendo fabricado exclusivamente de forma artesanal, com grande divergência nas características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais. Desta forma, objetivou-se avaliar a interferência da variação do teor de NaCl no uso de embalagens ativas e atmosferas modificadas na qualidade de carne de sol. Para tanto, o presente estudo foi constituído de quatro experimentos distintos e complementares, sendo eles: Experimento I: Vida útil e preferência do consumidor por carne de sol produzida com diferentes níveis de NaCl; Experimento II: Extensão da vida útil de carne de sol embalada em diferentes atmosferas; Experimento III: Perfil sensorial de carne de sol com sal de ervas e Experimento IV: Carne de sol embalada com revestimentos ativos. A carne de sol com 2,5% de NaCl apresentou mudanças positivas nas características físico-químicas, maior aceitação e intenção de compra pelos provadores. A alteração da atmosfera das embalagens da carne de sol com CO₂ e N₂ promoveu o incremento da vida de prateleira. Os revestimentos ativos elaborados com extratos de manjerição e alecrim proporcionaram melhor conservação dos parâmetros de qualidade, além de promover melhorias no comprimento e espaçamento das fibras da carne de sol. A redução do teor de NaCl associado a introdução de conservantes naturais, revestimentos ativos e atmosfera modificada podem agregar benefícios econômicos a carne de sol.

Palavras-chave: Conservantes naturais. Carne salgada. Perfil sensorial. Qualidade microbiológica. Filmes Ativos.

CAMPELO, M. C. S. Technological innovations in the production of sun-dried meat. 2019. 109f. Thesis (Doctorate in Animal Science) - Federal Rural University of Semi-Arid (UFERSA), Mossoró-RN, 2019.

ABSTRACT: Meat and meat products have a prominent place in human nutrition because of the high levels of protein, essential amino acids and nutrients that enrich the diet of consumers. Sun-dried meat, a characteristic product of the Brazilian northeast, is known to be a lightly salted food, partially dehydrated and semi preserved by salting. However, this food does not have technical regulations that standardize its production, especially the percentage of addition of salt, being manufactured exclusively by hand, with great divergence in microbiological, physical-chemical and sensory characteristics. In this way, the objective was to evaluate the interference of the NaCl content variation in the use of active packaging and modified atmospheres in the quality of sun-dried meat. Therefore, the present study consisted of four distinct and complementary experiments, being them: Experiment I: Useful life and consumer preference for sun-dried meat produced with different levels of NaCl; Experiment II: Extension of the useful life of sun-dried meat packed in different atmospheres; Experiment III: Sensory profile of sun-dried meat with herbal salt and Experiment IV: Sun-dried meat packed with active coatings. Sun-dried meat with 2.5% NaCl showed positive changes in physical-chemical characteristics, greater acceptance and purchase intention by tasters. The alteration of the atmosphere of the sun meat packaging with CO₂ and N₂ promoted the increase of the shelf life. The active coatings made with basil and rosemary extracts provided better conservation of the quality parameters, in addition to promoting improvements in the length and spacing of the sun-dried meat fibers. The reduction in NaCl content associated with the introduction of natural preservatives, active coatings and modified atmosphere may add economic benefits to sunflower meat.

Keywords: Natural preservatives. Salted meat. Sensory profile. Microbiological quality. Active Films.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 1 - Análise de TBARS em carne de sol preparada com diferentes concentrações de sal.....50

Figura 2 - Ensaio sensorial realizado em amostras de carne de sol preparadas com diferentes concentrações de sal, onde foram avaliados os seguintes parâmetros: Aroma, suave (0) à forte (9); Cor, carnes claras (0) à carnes escuras (9); Dureza, macia (0) à muito dura (9); Suculência, carnes pouco suculentas (0) à muito suculentas (9); Sabor, sabor suave (0) à sabor forte (9); Escala do ideal, extremamente menos salgado que o ideal (0) e extremamente mais salgado que o ideal (9); Aceitação global: gostei muitíssimo a desgostei muitíssimo; Intenção de compra, certamente compraria (5) á certamente não compraria(1).....51

CAPÍTULO III

Figura 1 - Resultados das contagens de bactérias mesófilas aeróbias, psicotróficas e halofílicas em carne de sol embaladas em diferentes atmosferas.....65

Figura 2 - Ensaio para substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico - TBARS em carne de sol embaladas em diferentes atmosferas.....70

CAPÍTULO V

Figura 1 - Carnes de sol embaladas com filmes ativos no dia 0 de armazenamento; A – CE-FC - carne de sol embalada com filme controle; B - CE-FO - carne de sol embalada com filme ativo de orégano; C - CE-FM – carne de sol embalada com filme ativo de manjerição; D - CE-FA - carne de sol embalada com filme ativo de alecrim.....92

Figura 2 –Microscopia de luz da análise histológica das carnes de sol embaladas com filmes ativos. Fotos da microscopia de luz das carnes de sol com aumento de 40X. A1 e A2 - CE-FC nos dias 0 e 7 de armazenamento respectivamente; B1 e B2 - CE-FO nos dias 0 e 7 de armazenamento respectivamente; C1 e C2 - CE-FM nos dias 0 e 7 de armazenamento respectivamente; D1 e D2 - CE-FA nos dias 0 e 7 de armazenamento respectivamente.....100

Figura 3 - Microscopia eletrônica de varredura das carnes de sol embaladas com filmes ativos, 20µm. A1 e A2 - CE-FC nos dias 0 e 7 de armazenamento respectivamente; B1 e B2 - CE-FO nos dias 0 e 7 de armazenamento respectivamente; C - CE-FM nos dias 0 e

7 de armazenamento respectivamente; D1 e D2 - CE-FA nos dias 0 e 7 de armazenamento respectivamente.....103

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1 - Classificação dos produtos naturais oriundos de plantas.....	29
---	----

CAPÍTULO II

Tabela 1 - pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda de cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) em carne de sol preparados com diferentes concentrações de sal.....	45
--	----

Tabela 2 - Resultados para análise de cor em carne de sol preparada com diferentes concentrações de sal.....	48
--	----

Tabela 3 - Contagem de bactérias aeróbicas mesófilas em amostras de carne de sol preparadas com diferentes concentrações de sal.....	53
--	----

Tabela 4 - Contagem de bactérias aeróbicas psicrotróficas em amostras de carne de sol com diferentes níveis de cloreto de sódio.....	54
--	----

CAPÍTULO III

Tabela 1 - Análise de cor da carne do sol embalada em diferentes atmosferas ao longo de 15 dias de armazenamento refrigerado.....	67
---	----

Tabela 2 - Ensaios de pH, capacidade de retenção de água, perda de cozimento e força de cisalhamento em carne de sol embalados em diferentes atmosferas.....	69
--	----

CAPÍTULO IV

Tabela 1: Ensaio sensorial realizado em amostras de carne de sol produzidas com diferentes concentrações de sal e ervas.....	80
--	----

Tabela 2: Resultados das contagens de bactérias mesófilas aeróbicas, psicrotróficas e halófilas em carne de sol embaladas em diferentes atmosferas.....	81
---	----

Tabela 3: Ensaios de pH, capacidade de retenção de água, perda de cozimento, força de cisalhamento e cor em carne de sol com adição de ervas.....	82
---	----

CAPÍTULO V

Tabela 1: Quantificação de bactérias aeróbias mesófilas, psicrotólicas e halófilas em carne de sol embalada com filmes ativos.....	96
Tabela 2: Resultados dos parâmetros de pH e TBARS em carne de sol embalada com filmes ativos.....	98
Tabela 3: Resultado da cor das carnes de sol embaladas com filmes ativos.....	99
Tabela 4: Resultados das medições do comprimento das fibras e distância entre as fibras das amostras de carne de sol embaladas com filmes ativos submetidas a microscopia de luz.....	100
Tabela 5 – Resultados das medições do comprimento das fibras e a distância entre as fibras das carnes de sol embaladas com filmes ativos e submetidas a microscopia eletrônica de varredura (MEV).....	102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BHA	Butil-hidroxianisol
BHT	Butil-hidroxitolueno
CRA	Capacidade de Retenção de Água
FC	Força de Cisalhamento
GRAS	Geralmente Reconhecidos como Seguros
Kgf	Quilograma força
LAB	Bactérias ácido lácticas
MAP	Embalagem em Atmosfera Modificada
MDA	Malonaldeído
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
Mm	Milímetros
NMP	Número Mais Provável
pH	Potencial hidrogeniônico
PPC	Perda de Peso por cocção
TBARS	Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico
UFC	Unidade Formadora de Colônias

SUMÁRIO

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	18
2 OBJETIVOS	22
2.1 Geral.....	22
2.2 Específicos	22
REFERÊNCIAS	23
3 CAPÍTULO I - REFERENCIAL TEÓRICO	26
3.1 CLASSIFICAÇÃO DE CONSERVANTES NATURAIS	29
3.2 PRINCIPAIS CONSTITUINTES	31
3.3 MODO DE AÇÃO DOS CONSERVANTES NATURAIS.....	31
3.4 APLICAÇÃO DE PRODUTOS NATURAIS EM ALIMENTOS.....	33
REFERÊNCIAS	35
4 CAPÍTULO II - VIDA ÚTIL E PREFERÊNCIA DO CONSUMIDOR DE CARNE DE SOL PRODUZIDA COM DIFERENTES NÍVEIS DE NaCl	40
4.1. INTRODUÇÃO.....	40
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	41
4.2.1. Análises físico-químicas da carne de sol com diferentes níveis de NaCl.....	42
4.2.2. Perfil sensorial da carne de sol com diferentes níveis de NaCl	43
4.2.3. Ensaios microbiológicos da carne de sol com diferentes níveis de NaCl.....	44
4.2.4. Análise estatística.....	44
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
4.3.1. Ensaios físico-químicos	44
4.3.2. Ensaio sensorial	51
4.3.3. Ensaios microbiológicos	53
4.4. CONCLUSÃO.....	55
5 CAPÍTULO III - EMBALAGEM DE ATMOSFERA MODIFICADA NA EXTENSÃO DA VIDA ÚTIL DE CARNE DE SOL	61
5.1. INTRODUÇÃO.....	61
5.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	63
5.2.1. Análises microbiológicas.....	64
5.2.2. Ensaios físico-químicos	64
5.2.3. Análise estatística.....	64
5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
5.4. CONCLUSÃO.....	72

REFERÊNCIAS	72
6 CAPÍTULO IV: PERFIL SENSORIAL DE CARNE DE SOL COM REDUZIDO TEOR DE SAL E ERVAS.	76
6.1. INTRODUÇÃO.....	76
6.2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	77
6.2.1. Preparação das amostras	77
6.2.2. Análise sensorial	78
6.2.3. Análises microbiológicas	79
6.2.4. Análises físico-químicas	79
6.2.5. Análises estatística	80
6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	80
6.4 CONCLUSÃO.....	86
REFERÊNCIAS	86
7 CAPÍTULO V - CARNE DE SOL EMBALADA COM REVESTIMENTOS ATIVOS.	908
7.1. INTRODUÇÃO.....	90
7.2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	92
7.2.1. Preparação dos extratos.....	92
7.2.2. Preparação do revestimento de base biológica	92
7.2.3. Preparação da carne de sol.....	92
7.2.4. Análises físico-químicas	94
7.2.5. Ensaios microbiológicos	94
7.2.6. Processamento histológico das amostras	95
7.2.7. Microscopia de luz, medição de diâmetro de fibra e espaçamento entre as fibras	95
7.2.8. Microscopia eletrônica de Varredura das carnes de sol.....	96
7.2.9. Análise estatística.....	96
7.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	96
7.4. CONCLUSÃO.....	105
REFERÊNCIAS	106
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	109

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A conservação de carnes através da salga e dessecação surgiu desde 1880, e vem sendo utilizada até os dias atuais, principalmente em produtos considerados regionais. No Brasil, destacam-se entre os produtos cárneos tradicionalmente salgados o Charque, o *jerked beef* e a carne de sol (Ishihara; Madruga, 2013).

A carne de sol é um produto considerado regional, bastante consumido no nordeste brasileiro, no entanto, muito apreciado em todo o país. É caracterizada como um produto cárneo levemente salgado, parcialmente desidratado e semi preservado pela salga (Lira, 1998; Lira & Shimokomaki, 1998). Apesar do nome “carne de sol”, a carne não passa por exposição direta ao sol em seu processo produtivo, sua elaboração baseia-se no corte da carne com posterior salga, fazendo com que o produto desidrate e, conseqüentemente, diminua o desenvolvimento dos microrganismos que, por ventura, venham a deteriorar o produto, reduzindo a sua vida de prateleira. O processo de salga de alimentos representa um obstáculo efetivo no desenvolvimento de microrganismos. Contudo, quando o sal não consegue penetrar nos tecidos dos alimentos, os microrganismos responsáveis pela deterioração conseguem facilmente crescer, deixando o alimento com características sensoriais indesejáveis (Costa; Silva, 2001). Portanto, os produtores de carne de sol utilizam quantidades exacerbadas de sal, para garantir a vida comercial do produto.

O cloreto de sódio tem importante papel no processamento de carnes e produtos cárneos, sendo capaz de promover benefícios como o incremento do sabor, redução da atividade de água, melhoria da cor e, conseqüentemente, impede ou retarda o crescimento e desenvolvimento de microrganismos patogênicos e deteriorantes, fazendo com que os produtos tenham uma maior vida útil comercial, além de aumentar a segurança para o consumidor (Arganosa; Marrioltt, 1989).

Segundo a Organização Mundial da Saúde, o consumo máximo recomendado de cloreto de sódio (NaCl) não deve ultrapassar 5 gramas/dia/pessoa. Muito embora estudos tenham demonstrado que o valor consumido por pessoa varia de 9 a 12 gramas por dia, cerca de duas vezes o teor máximo recomendado. O consumo excessivo de NaCl pode causar problemas graves de saúde, como a hipertensão arterial a qual, por conseguinte, está associada diretamente com o desenvolvimento de doenças cardiovasculares secundárias (Hes et al., 2012; WHO, 2012).

No Brasil, não há legislação que determine parâmetros de produção da carne de sol. Este fato leva a que haja variação no teor de cloreto de sódio adicionado neste alimento, o que pode ser observado em estudos que apontam valores de 2,9 a 11,9% de NaCl adicionados à carne, o que dependendo da quantidade pode gerar riscos à saúde do consumidor (Nascimento, 2011).

O cloreto de sódio utilizado para produção da carne de sol auxilia na preservação deste alimento, como também pode aumentar a velocidade de reações indesejáveis no produto final, como o desenvolvimento acelerado da oxidação lipídica (Lima Jr. et al., 2013).

A utilização de produtos químicos para preservar a qualidade microbiológica, físico-química e sensorial de carnes tem sido cada vez mais difundida. Entretanto, os consumidores esperam que estes compostos sejam gradativamente substituídos por produtos naturais, os quais detenham além da ação de preservação do alimento, propriedades funcionais e bioativas, acarretando benefícios ao consumidor. Ervas e especiarias com propriedades antimicrobianas e antioxidantes podem eficientemente substituir produtos químicos na preservação da vida de prateleira de carnes e produtos cárneos. Dentre os vários benefícios, o retardo da oxidação lipídica, a estabilidade microbiológica e o incremento das características organolépticas do alimento podem ser atrativos para o consumidor cada vez mais preocupado com uma melhor qualidade de vida (Hygreeva et al., 2014).

O uso de conservantes naturais em alimentos tem sido amplamente aceito pelos consumidores, que cada vez mais procuram por produtos naturais e saudáveis, livres de aditivos sintéticos (Viuda-Martos et al., 2010). Segundo Militello et al., (2011) as ervas e especiarias são bastante usadas e aceitas pelos consumidores de carnes e produtos cárneos, com o objetivo de aromatizar tais alimentos.

Dentre os processos que determinam a vida útil de um alimento, o crescimento microbiano e a oxidação lipídica são os principais responsáveis pela deterioração do alimento, o que podem determinar seu tempo em prateleira e, conseqüentemente, a aceitação do produto pelos consumidores, uma vez que, estes processos modificam as características organolépticas, principalmente de carnes e produtos cárneos (Karabagias et al., 2011).

A oxidação lipídica, reação que resulta na deterioração de alimentos, sendo mais evidente em produtos ricos em lipídios e ácidos graxos poliinsaturados, caracteriza-se

como uma reação química, responsável pelo desenvolvimento de sabor de ranço no alimento, tornando-o intragável e com odor desagradável, além disso, esta reação pode proporcionar a formação de compostos nocivos a saúde do consumidor, como os peróxidos lipídicos e o malonaldeído, podendo resultar em danos ao organismo vivo, como a mutagênese e carcinogênese. A rancidez oxidativa é uma das principais causas da deterioração da qualidade alimentar, determinando a rejeição do produto (Decker et al., 2010).

Além da perda de qualidade do produto devido ao desenvolvimento do sabor rançoso, também ocorrem alterações significativas na cor, na textura e na qualidade nutricional do alimento em consequência da degradação dos ácidos graxos e vitaminas, deixando o produto impróprio para o consumo. Outro fator de grande importância para o desenvolvimento de reações oxidativas no alimento é a formação de compostos tóxicos (Embuscado, 2015).

Estudos demonstram que estes parâmetros podem ser controlados com a utilização de tecnologias de embalagens com atmosfera modificada – EAM. Esta tecnologia, embora não seja tão atual, tem sido bastante estudada quando empregada em associação a outros métodos de conservação de alimentos (Kirkin et al., 2014). A embalagem com atmosfera modificada tem demonstrado grande importância na manutenção dos padrões de qualidade e na extensão da vida de prateleira de carnes frescas (Esmer et al., 2011).

A técnica de embalagem com atmosfera modificada baseia-se na substituição da atmosfera existente no alimento por uma mistura de gases com concentrações otimizadas. Essa mistura de gases proporciona a melhoria na qualidade dos alimentos, procurando, simultaneamente, reduzir o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, retardando as reações químicas e enzimáticas, e estender assim a validade comercial dos alimentos (Cunha et al., 2013).

Pesquisas demonstram que utilização de embalagem com atmosfera modificada ativa com uso de substâncias antimicrobianas e antioxidantes pode triplicar a vida comercial de produtos frescos, incluindo carnes (Karabagias et al., 2011). Compostos bioativos ou extratos de produtos naturais aplicados diretamente na superfície de alimentos podem melhorar de forma significativa a qualidade dos alimentos. No entanto, existem também sistemas de embalagens antimicrobianas que envolvem formas diretas de contato entre a embalagem e a superfície do produto, potencializando seu efeito (Sirocchi et al., 2017). Filmes renováveis e biodegradáveis podem ser preparados a partir de misturas de polissacarídeos e proteínas. Os efeitos sinérgicos resultantes da mistura

destes biopolímeros é de grande importância para criar novas estruturas funcionais e promover novas aplicações (Rodríguez Patino & Pilosof, 2011).

A substituição parcial do NaCl, na produção de carne de sol, por ervas e bem como as embalagens com atmosfera modificada, pode ser uma alternativa viável ao incremento da vida de prateleira desse alimento, tornando possível a sua produção e comercialização em larga escala. Com base nas considerações apresentadas, buscou-se avaliar o efeito de diferentes teores de cloreto de sódio, associado o uso de ervas e embalagens com atmosferas modificadas na qualidade e vida útil de prateleira da carne de sol.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o efeito de diferentes teores de cloreto de sódio, associado o uso de ervas e embalagens com atmosferas modificadas na qualidade e vida útil de prateleira da carne de sol.

2.2 Específicos

- Determinar o melhor teor de cloreto de sódio utilizado para produção de carne de sol.
- Verificar a extensão da vida de prateleira da carne de sol com teor de NaCl padronizado, quando embalada em diferentes atmosferas modificadas.
- Verificar a ação antimicrobiana e antioxidante de alecrim (*Rosmarinus officinalis*), manjerição (*Ocimum basilicum*), orégano (*Origanum vulgare*) e coentro (*Coriandrum sativum*).
- Avaliar a vida de prateleira da carne de sol produzida com alecrim, manjerição, orégano, coentro e reduzido teor de cloreto de sódio.
- Conferir a influência do revestimento ativo e salga no incremento da vida útil, qualidade microbiológica e alterações na estrutura das fibras da carne de sol.

REFERÊNCIAS

- Arganosa, G.C & Marrioltt, N. G. (1989). Organic Acids as Tenderizers of Collagen in Restructured Beef. **Journal of Food Science**, 54.
- Chouliara, E., Karatapanis, A., Savvaidis, I. N., & Kontominas, M. G. Combined effect of oregano essential oil and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of fresh chicken breast meat, stored at 4 °C. **Food Microbiology**, v. 24, p. 607–617. 2007.
- Costa, E. L. & Silva, J. A. Avaliação microbiológica da carne-de-sol elaborada com baixos teores de cloreto de sódio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 21, 149- 153, 2001.
- Cunha, F.L., Monteiro, M.L.G., Conte Jr, C.A., La Torre, C.A.L., Santos, E.B., Vital, H.C., et al., Determinação e monitoramento de animas biogênicas por cromatografia líquida de alta eficiência em files de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) resfriados, embalados em atmosfera modificada e irradiados. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**. 35: 275-282, 2013.
- Decker, E. A., Elias, R.J., Mcclements D.J. Oxidation in foods and beverages and antioxidant applications. **Woodhead Publishing**, Oxford (2010).
- Embuscado, M. E., Spices and herbs: Natural sources of antioxidants – a mini review. **Journal of Functional Foods**. v. 18, p. 811–819. 2015.
- Esmer, O.K., Irkin, R., Degirmencioglu, N., Degirmencioglu, A. The effects of modified atmosphere gas composition on microbiological criteria, color and oxidation values of minced beef meat. **Meat Science**. 88: 221–226, 2011.
- Hes, M., Waszkowiak, K., Szymandera-Buszk, K. The effect of iodine salts on lipid oxidation and changes in nutritive value of protein in stored processed meats. **Meat Science**. 92: 139–143. 2012.
- Hygreeva, D., Pandey, M.C., Radhakrishna, K. Potential applications of plant based derivatives as fat replacers, antioxidants and antimicrobials in fresh and processed meat products. **Meat Science**. v. 98 (1). p. 47-57, 2014.

Ishihara, Y. M., Madruga, M. S. Indicadores de maciez em carnes salgadas e dessecadas: uma revisão. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 2, p. 3721-3738, 2013.

Karabagias, J., Badeka, A., Kontominas, M. G. Shelf life extension of lamb meat using thyme or oregano essential oils and modified atmosphere packaging. **Meat Science**, 88, 109–116. 2011.

Kirkin, C., Mitrevski, B., Gunes, G., Marriott, P. J. Combined effects of gamma-irradiation and modified atmosphere packaging on quality of some spices. **Food Chemistry**, 154, 255–261, 2014.

Krishnan, R., K., Babuskina, S., Babu, P.A.S., Sasikala, M., Sabina K., Archana, G., Sivarajan, M., Sukumar, M. Antimicrobial and antioxidant effects of spice extracts on the shelf life extension of raw chicken meat. **International Journal Of Food Microbiology**, Índia, v. 171, p.32-40, 2014.

Lima Junior, D. M., Rangel, A. H. N, Urbano, S. A. & Moreno, G. M. B. Oxidação lipídica e qualidade da carne ovina. **Acta Veterinária Brasilica**, 7, 14-28, 2013.

Lira, G. M. Avaliação de parâmetros de qualidade da Carne de sol. São Paulo, 1998. 82p. **Tese de Doutorado**. (Ciências dos alimentos). Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. 1998.

Lira, G. M.; Shimokomaki, M. Parâmetros de qualidade da carne-de-sol e dos charques. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 12, n. 58, p. 33-35, 1998.

Militello, M., Settanni, L., Aleo, A., Mammina, C., Moschetti, G., Giammanco, G. M., et al. Chemical composition and antibacterial potential of *Artemisia arborescens* L. essential oil. **Current Microbiology**, v. 62, p. 1274 – 1281. 2011.

Nascimento, E. P.S. Efeito do ácido lático sobre as características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais na carne de sol. 2011. 104p. **Dissertação Mestrado** (Engenharia Química). Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN. 2011.

Rodríguez Patino, J.M., & Pilosof, A.M.R. (2011). Protein-polysaccharide interactions at fluid interfaces. **Food Hydrocolloids**, 25, 1925-1937.

Sirocchi, V., Devlieghere, F., Peelman, V., Sagratini, G., Maggi, F., Vittori, S., Ragaert, P., Effect of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil combined with different packaging conditions to extend the shelf life of refrigerated beef meat . **Food Chemistry**, v. 221, p. 1069–1076. 2017.

Viuda-Martos, M., El Gendy, N. G. S., Sendra, E., Fernandez-Lopez, J., El- Razik, K. A. A., El-Sayed, A., Perez-Alvarez, J. A. Chemical composition and antioxidant and anti-listeria activities of essential oils obtained from some Egyptian plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.58, p. 9063 -9070. 2010.

WHO. **Guideline: Sodium intake for adults and children**. Geneva, World Health Organization (WHO), 2012.

3 CAPÍTULO I - REFERENCIAL TEÓRICO
PRODUTOS NATURAIS NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

3 CAPÍTULO I - PRODUTOS NATURAIS NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

Frutas, verduras, frutos do mar, carnes, entre outros alimentos, têm um prazo de validade muito curto, exigindo tecnologias de preservação adequadas para prolongar sua vida útil (Krishnan et al., 2015; Martínez-Graciá et al., 2015). Em vista disso, a indústria alimentícia investiu cada vez mais em métodos de preservação. Muitos deles fizeram uso de conservantes químicos e sintéticos porque têm baixo custo e são fáceis de obter. No entanto, atualmente, a exigência dos consumidores é que esses conservantes sejam substituídos por produtos tão próximos dos naturais quanto possível, devido aos efeitos adversos que os conservantes químicos sintéticos podem causar à saúde dos consumidores, mesmo que esses produtos tenham seu uso permitido em alguns países (Govaris et al., 2010).

Atualmente, pesquisadores buscam intensamente agentes conservadores considerados naturais, derivados preferencialmente de plantas. Tais conservadores devem agir prolongando a vida útil e garantindo a segurança, além do benefício de substituir os conservantes sintéticos, tradicionalmente utilizados pelas indústrias (Thielmann et al., 2017).

Entre os conservantes sintéticos mais utilizados estão os nitratos, benzoatos, sulfitos, sorbatos, formaldeídos e outros que, apesar dos benefícios conferidos à alimentação, como a garantia da qualidade microbiológica e características físico-químicas dos alimentos, apresentam riscos à saúde dos consumidores devido aos efeitos adversos que o consumo em excesso destes compostos químicos podem causar (Sultana et al., 2014). Muitos conservantes químicos, como o butil-hidroxianisol (BHA) e o butil-hidroxitolueno (BHT) têm sido usados com sucesso para evitar a deterioração dos alimentos causada pela oxidação lipídica. Em contraste, os compostos sintéticos têm desvantagens significativas, tais como os riscos de manipulação e aumento de resíduos químicos dispostos nos alimentos e no meio ambiente.

Além disso, esses preservativos podem ter consequências negativas para a saúde dos consumidores, estando associados a possíveis efeitos carcinogênicos (Kim et al., 2013). Portanto, a percepção dos consumidores em relação à ingestão de alimentos contendo altos níveis de compostos químicos, juntamente com o desenvolvimento de

doenças, como câncer e doenças cardiovasculares, promoveu a busca por conservantes naturais, dentre eles, os derivados de plantas (Krishnan et al., 2014).

O uso de ervas, especiarias e óleos essenciais em alimentos tem sido documentado ao longo dos anos. No setor de alimentos, as ervas e especiarias passaram a ser utilizadas para aromatizar bebidas e alimentos, além de mascarar propriedades indesejáveis, principalmente em produtos cárneos (Cattelan et al., 2012).

Desta forma, foi verificado que, além de mascarar as características organolépticas, as ervas, especiarias e óleos essenciais também conseguiam conservar os alimentos. Portanto, os produtos vegetais e seus derivados passaram a ser utilizados e estudados em alimentos, principalmente, devido as suas propriedades antimicrobianas e antioxidantes, passando a substituir os conservantes sintéticos (Cattelan et al., 2012). A exemplo de extratos de orégano na preparação de hambúrgues, para reduzir a ação oxidativa. (Fernandes et al., 2017), extratos e compostos derivados de *Olea (O.) europaea* Linné (L.) como potencial antimicrobiano em matrizes alimentares (Thielmann et al., 2017), óleos essenciais de coentro (*Coriandrum sativum* L.) e hysopo (*Hyssopus officinalis* L.) na vida de prateleira da carne moída (Michalczyk et al., 2012).

Assim, antimicrobianos naturais derivados de plantas têm sido usados há séculos, mas sua ação só foi confirmada cientificamente nos últimos 30 anos (Saeed et al., 2013). Segundo Tajkarimi et al. (2010), os primeiros relatos de estudos científicos com ervas e especiarias sobre a conservação de alimentos ocorreram na década de 1880, quando a atividade antimicrobiana do óleo de canela foi verificada contra esporos de *Bacillus anthracis*.

Produtos naturais têm sido usados para prevenir mudanças nos alimentos, especialmente aqueles relacionados ao desenvolvimento microbiano e à ocorrência de reações oxidativas (Krishnan et al., 2014). As plantas têm a capacidade de sintetizar através do metabolismo secundário diversos compostos que possuem, entre outras funções, ação antimicrobiana e antioxidante, variando de acordo com seus constituintes, que possuem estruturas complexas. Esses componentes são produzidos naturalmente, estimulando o sistema de defesa de uma planta durante condições adversas (Gracia et al., 2015).

3.1 CLASSIFICAÇÃO DE CONSERVANTES NATURAIS

Segundo Graciá et al. (2015), antimicrobianos naturais e antioxidantes podem ser definidos como toda e qualquer substância obtida naturalmente ou diretamente de um sistema biológico, sem qualquer alteração ou modificação em um ambiente de laboratório. Estes podem ser obtidos de diferentes fontes, incluindo plantas, animais, bactérias, algas e fungos.

Extratos vegetais têm a vantagem de serem consumidos por humanos há milhares de anos e, além da ação antimicrobiana, várias plantas estão sendo usadas em diferentes áreas da saúde humana, como medicina tradicional, alimentos funcionais, suplementos alimentares e produção de proteína recombinante. Entretanto, o desenvolvimento de novas estratégias e sistemas antimicrobianos requer um conhecimento profundo da resposta fisiológica expressa pelos microrganismos a serem controlados (Negi, 2012; Graciá et al., 2015).

Produtos naturais obtidos de plantas, como ervas, especiarias e óleos essenciais, são amplamente utilizados em alimentos como conservantes de suas características sensoriais, garantindo qualidade e segurança durante toda a vida de prateleira (Negi, 2012). As especiarias são caracterizadas como produtos de diferentes partes da planta, com exceção das folhas, enquanto as ervas são aquelas extraídas das folhas da planta (Tabela 1). Ervas e especiarias podem ser classificadas com base no sabor, taxonomia ou parte da planta da qual foram extraídas. Com base no sabor, as especiarias e ervas podem ser classificadas em 4 grupos: especiarias quentes (pimenta preta e branca, pimenta caiena, mostarda), especiarias suaves (colorau, coentro), especiarias aromáticas (cravo, cominho, canela) e especiarias e vegetais (tomilho, manjeriço, louro, manjerona, cebolinha, cebola, alho) (Embuscado, 2015).

Tabela 1: Classificação dos produtos naturais oriundos de plantas.

Tipo de produto natural	Definição	Exemplos de produtos
Ervas	Extraídas das folhas das plantas.	Alecrim, orégano, manjeriço, coentro, louro, manjerona.
Especiarias	Oriundas de diversas partes das plantas, como frutos,	Canela, romã, tomilho, cravo, noz moscada.

Óleos essenciais	sementes, raízes, cascas e brotos.	Substâncias produzidas pelo metabolismo secundário das plantas. Óleo essencial de semente de coentro, Thyme, Clove (bud), Sage, Rosemary, Oregano, Cinnamon, Coriander.
------------------	------------------------------------	---

(Fonte: Bassolé & Juliani, 2012; Silva *et al.*, 2013; Embuscado, 2015).

Os óleos essenciais ou essências de plantas aromáticas são compostos bioativos, voláteis e aromáticos formados por uma mistura de substâncias com uma consistência oleosa, tipicamente produzida pelo metabolismo secundário das plantas. Eles podem ser líquidos à temperatura ambiente, embora alguns deles sejam sólidos ou resinosos, e exibam cores diferentes que variam do amarelo claro ao verde esmeralda e do azul ao marrom avermelhado escuro. Eles são sintetizados por todas as partes da planta: brotos, flores, folhas, caules, galhos, sementes, frutos, raízes, madeira ou casca, e são armazenados em células secretoras, cavidades, canais, células epidérmicas ou tricomas glandulares (Bassolé & Juliani 2012, Silva *et al.*, 2013).

Muitos fatores afetam a composição química dos óleos essenciais. Os vários componentes presentes na constituição dos óleos essenciais podem alterar significativamente sua ação biológica, causando efeitos sinérgicos ou antagônicos entre seus constituintes (Settanni *et al.*, 2014). Assim, as propriedades antimicrobianas e antioxidantes desses aditivos naturais são estudadas considerando a composição como um todo e não uma mistura de componentes isolados (Militello *et al.*, 2011).

Além de serem conhecidos por suas propriedades de saúde multifuncionais e benéficas, os conservantes naturais estão ganhando reconhecimento pelo seu potencial como conservantes de alimentos com ação antimicrobiana e antioxidante. (Viuda-Martos *et al.*, 2010; Elaissi *et al.*, 2011; Prakash, 2012). Os efeitos antimicrobianos e antioxidantes encontrados em produtos naturais, sejam eles na forma de ervas, especiarias ou óleos essenciais, podem ser variáveis, não sendo detectados com a mesma eficiência em todas as plantas, podendo mudar dentro da mesma espécie. Isso ocorre porque a eficiência do conservante natural depende de sua composição química, que varia de

acordo com o genótipo da planta, bem como das condições ambientais e agronômicas nas quais são produzidos (Carović-Stanko et al., 2010).

3.2 PRINCIPAIS CONSTITUINTES DOS CONSERVANTES NATURAIS

Os metabólitos secundários, assim como os subprodutos obtidos das plantas, possuem em sua constituição diversos componentes que determinam sua funcionalidade. Sua composição pode ser variável de acordo com o tipo de solo, as condições climáticas e o ambiente em que são produzidos. Além disso, a eficácia antimicrobiana e antioxidante dos componentes de produtos naturais também depende da estrutura química dos componentes ativos, do método de concentração e extração (Vilela et al., 2016).

Diversos compostos químicos presentes nas plantas têm a capacidade de substituir os conservantes sintéticos que ajudam a conservar os alimentos, dentre eles estão saponina, flavonóides, tiosulfinaos, glucosinolatos, fenólicos e ácidos orgânicos. No entanto, os principais componentes das plantas com ação antimicrobiana são os compostos fenólicos, como terpenos, álcoois alifáticos, aldeídos, cetonas, ácidos e isoflavonóides (Hayek et al., 2013).

Os compostos fenólicos, quando adicionados aos alimentos, atuam como agentes redutores, doando hidrogênio e supressores de oxigênio, causando um efeito antioxidante no produto. Alguns compostos fenólicos têm também a capacidade de quelar íons metálicos que atuam como catalisadores em reações de oxidação. Os flavonóides são compostos aromáticos polihidroxilados naturais que são amplamente distribuídos em plantas (frutas, legumes, ervas e especiarias). Os flavonóides têm a capacidade de eliminar os radicais livres, incluindo os radicais hidroxila, peroxila e superóxido, e podem formar complexos com íons de metais catalíticos, tornando-os inativos. Também foi descoberto que os flavonóides podem inibir as enzimas lipoxigenase e ciclooxigenase, as enzimas responsáveis pelo desenvolvimento de rancidez oxidativa em alimentos (Embuscado, 2015).

3.3 MODO DE AÇÃO DOS CONSERVANTES NATURAIS

Os mecanismos de ação dos conservantes naturais ainda não são bem compreendidos, no entanto, alguns estudos tentam explicar como ocorre a inibição ou o retardamento do desenvolvimento microbiano (Viuda-Martos et al., 2011; Xing et al.,

2012). De acordo com Carović-Stanko et al., (2010), a atividade antimicrobiana pode ser causada pelos principais compostos dos produtos naturais ou pode ser também devido ao efeito sinérgico entre os compostos principais e aqueles que estão em menor quantidade.

Acredita-se que o mecanismo antimicrobiano dos conservantes naturais esteja relacionado ao ataque da bicamada fosfolipídica da membrana celular, a ruptura dos sistemas enzimáticos, que leva ao comprometimento do material genético da bactéria ou levedura causando a formação de hidroperoxidase de ácidos graxos pela oxigenação de ácidos graxos insaturados, coagulação do citoplasma, que causam danos a lipídios e proteínas, distorção da força motora de prótons (FMP), fluxo de elétrons e / ou transporte ativo (Viuda-Martos et al., 2011) . Eles também podem inibir a atividade de enzimas protetoras e, conseqüentemente, bloquear uma ou mais vias bioquímicas (Xing et al., 2012).

Em relação aos óleos essenciais, seus constituintes são hidrofóbicos, característica que permite sua ação sobre os lipídios presentes na membrana celular bacteriana e mitocondrial, distorcendo a estrutura e tornando os microrganismos mais suscetíveis à ação antimicrobiana, levando à liberação de conteúdo celular. Assim, acredita-se que a estrutura química dos componentes dos óleos essenciais pode afetar significativamente a ação e a atividade antimicrobiana (Viuda-Martos et al., 2011).

O uso de substâncias com ação antioxidante nos alimentos provoca redução ou inibição da peroxidação lipídica devido à capacidade desses produtos de sequestrar cadeias de radicais livres, decompor peróxidos, reduzir a concentração de oxigênio e também sua capacidade de catalisar íons metálicos (Karre et al., 2013). Além disso, seu mecanismo de ação está relacionado à capacidade do produto natural de neutralizar os radicais livres presentes nos alimentos (Krishnan et al., 2014).

A atividade antioxidante pode estar relacionada à quantidade de compostos fenólicos presentes na constituição de produtos naturais, uma vez que os compostos fenólicos possuem alto potencial redox, permitindo que atuem como agentes redutores de hidrogênio e doadores de oxigênio. Portanto, o conteúdo de compostos fenólicos poderia ser usado como um indicador devido à presença de capacidade antioxidante (Miguel, 2010).

3.4 APLICAÇÃO DE PRODUTOS NATURAIS EM ALIMENTOS

Entre os alimentos com maior probabilidade de deterioração, os de origem animal são mais suscetíveis aos processos de degradação oxidativa e microbiana, mesmo sob condições normais de armazenamento. A deterioração desses alimentos provoca o desenvolvimento de odores indesejáveis, alteração do valor nutricional e pode, conseqüentemente, influenciar a aceitação do produto pelo consumidor (Krishnan et al., 2014).

O uso de conservantes naturais em alimentos tem sido amplamente aceito por consumidores que buscam cada vez mais produtos naturais e saudáveis, livres de aditivos sintéticos (Viuda-Martos et al., 2010). Segundo Militello et al. (2011), ervas e especiarias são amplamente utilizados e aceitos pelos consumidores de carnes e derivados com o objetivo de aromatizá-los.

O óleo essencial de limão, utilizado como microemulsão em sardinhas salgadas, apresentou efeito biopreservador, apresentando redução na contagem microbiana de *Staphylococcus* spp., Enterobacteria e bactérias ácido láctico (LAB) durante todo o período de monitoramento. Além disso, quando comparado ao controle, também foi notada a diminuição do acúmulo de histamina na sardinha (Alfonzo et al., 2017).

Algas e cogumelos têm atividade antioxidante relevante e podem ser considerados excelentes aditivos naturais, substituindo eficientemente conservantes sintéticos (Caleja et al., 2016). Derivados de plantas que possuem em sua constituição vitaminas, polifenóis e carotenóides são considerados bons aditivos naturais (Carocho e Ferreira, 2013; Carocho et al., 2015).

O potencial antioxidante e antimicrobiano da camomila (*Matricaria recutita* L.) já foi verificado, mostrando-se eficiente na conservação natural de produtos lácteos funcionais (Caleja et al., 2015a). Outra planta que mostrou grande potencial na conservação do queijo cottage foi o Funcho (*Foeniculum vulgare* Mill.) Devido às altas proporções de compostos fenólicos em sua constituição, manifestando alta capacidade antioxidante, podendo substituir os conservantes sintéticos (Caleja et al., 2015b).

Quando avaliado o potencial antioxidante e antimicrobiano de extratos polifenólicos de folhas de cerejeira e groselha preta como conservantes naturais em produtos cárneos, houve uma vida útil estendida de salsichas embaladas a vácuo inibindo o desenvolvimento de quase todos os microrganismos estudados. Além de proporcionar

uma diminuição significativa na quantidade de malonaldeído gerado no produto, indicando efeito antioxidante (Nowak et al., 2016).

Óleo essencial de *Allium cepa*, popularmente conhecido como cebola, segundo Chun-Lin Ye et al. (2013) mostraram ação antioxidante e antimicrobiana contra vários microrganismos patogênicos e deteriorantes, como *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* e *Staphylococcus aureus*, demonstrando grande potencial para uso como conservante em alimentos. Por isso, vários alimentos já foram estudados e comprovam a ação benéfica de produtos naturais em matrizes de alimentos, promovendo o aumento da vida útil comercial, qualidade e segurança.

A globalização possibilitou a dissipação, para outros países, de ervas e especiarias nativas de determinadas regiões, devido suas propriedades antimicrobianas e antioxidantes, embora sejam obtidas e características de regiões específicas, como o açafrão na Índia, o manjerição, alho e orégano típicos da culinária italiana e grega, pó de pimenta oriunda da cozinha húngara (Szucs et al., 2017).

Na China, podem ser encontradas mais de 400 especiarias nativas que são usadas como ingredientes valiosos na culinária do país. Algumas especiarias comuns, como canela, anis estrelado, pimenta e gengibre, são amplamente utilizados na indústria alimentícia chinesa (Lu et al., 2011). Na União Europeia (UE), o consumo de ervas e especiarias cresce 1,7% ao ano, entre 2010 e 2013, chegando a atingir 385 mil toneladas de especiarias consumidas em 2012. Atualmente, a China é o principal fornecedor destes produtos, embora exista uma grande variedade de países que produzem as ervas e especiarias (CBI Market Intelligence, 2015).

Na Europa Central e América do Norte as ervas utilizadas são, muitas vezes, nativas do país em questão. Além do uso como flavorizante e para alterar a aparência e sabor dos alimentos, seu papel como antioxidantes e antimicrobianos naturais também são de grande importância no prolongamento da vida de prateleira e na segurança para os consumidores (POKORNÝ; PÁNEK 2012).

Estudos durante 45 anos perceberam que o uso de ervas tem crescido constantemente nos Estados Unidos (EUA), o que tem sido motivado pelo aumento da imigração no país, popularidade dos alimentos étnicos, a necessidade de melhora no sabor dos alimentos, além da preocupação dos consumidores com a redução dos teores de sal e gordura na alimentação (PRESSE et al., 2015).

Em pesquisas e na indústria alimentícia, as ervas e especiarias têm despertado interesse devido a grande variedade de compostos bioativos, como os polifenóis, mentol,

retinol, carotenóides e curcumina, conhecidos por seus efeitos antimicrobiano, antioxidante e benefícios antiinflamatórios para a saúde. Tais produtos são encontrados principalmente em produtos prontos para consumo e alimentos processados (Jungbauer; Medjakovic, 2012; Viuda-Martos et al., 2011; Presse et al., 2015; Asselt et al., 2016).

Com todas as vantagens relacionadas ao uso de ervas e especiarias em alimentos, algumas desvantagens são listadas. Quando utilizados em matrizes alimentares, a quantidade necessária para obter a ação desejada nem sempre é sensorialmente aceitável. Além disso, os óleos essenciais, ervas e especiarias possuem forte aroma mesmo quando apresentados em baixas concentrações o que pode tornar o produto pouco aceito pelos consumidores (Martínez-Graciá et al., 2015).

A demanda dos consumidores por alimentos cada vez mais saudáveis e estáveis levou a busca de conservantes que podem ser usados em alimentos e não representam riscos potenciais à saúde. Em função disso, plantas e seus derivados têm sido alternativas viáveis no processo de conservação de alimentos, pois garantem a estabilidade das características organolépticas e nutricionais desses produtos, bem como sua qualidade e segurança.

REFERÊNCIAS

- Alfonzo, A., Martorana, A., Guarrasi, V., Barbera, M., Gaglio, R., Santulli, A., Settanni, L., Galati, A., Moschetti, G. and Francesca, N. 2017. Effect of the lemon essential oils on the safety and sensory quality of salted sardines (*Sardina pilchardus* Walbaum 1792). **Food Control**. 73: 1265- 1274.
- Caleja, C., Barros, L., Antonio, A. L., Ciric, A., Barreira, J. C. M., Sokovic´ , M. and Oliveira, M. B. P. P. 2015b. Development of a functional dairy food: exploring bioactive and preservation effects of chamomile (*Matricaria recutita* L.). **Journal Of Functional Foods**. 16: 114–124.
- Caleja, C., Barros, L., Antonio, A. L., Ciric, A., Sokovic´ , M., Oliveira, M. B. P. P. and Santos- Buelga, C. 2015a. *Foeniculum vulgare* Mill. as natural conservation enhancer and health promoter by incorporation in cottage cheese. **Journal of Functional Foods** 12: 428–438.
- Caleja, C., Barros, L., Antonio, A.L., Carocho, M., Oliveira, M.B.P.P. and Ferreira, I. C. R.F. 2016. Fortification of yogurts with different antioxidant preservatives: A

comparative study between natural and synthetic additives. **Food Chemistry**. 210: 262–268.

Carocho, M. and Ferreira, I. C. F. R. 2013. A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. **Food and Chemical Toxicology** 51: 15–25.

Carocho, M., Morales, P. and Ferreira, I. C. F. R. 2015. Natural food additives: Quo vadis? Trends. **Food Science and Technology** 45: 284–295.

Chun-Lin Ye, De-Hui Dai and Wei-Lian Hu. 2013. Antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil from onion (*Allium cepa* L.). **Food Control** 30: 48 – 53.

Decker, E. A., Elias, R.J. and McClements D.J. 2010. **Oxidation in foods and beverages and antioxidant applications**. Volume 2: Management in different industry sectors. India: Woodhead Publishing.

Elaissi, A., Salah, K. H., Mabrouk, S., Larbi, K. M., Chemli, R. and Harzallah-Skhiri, F. 2011. Antibacterial activity and chemical composition of 20 Eucalyptus species essential oils. **Food Chemistry** 129: 1427-1434.

Embuscado, M. E. 2015. Spices and herbs: Natural sources of antioxidants – a mini review. **Journal of Functional Foods** 18: 811–819.

Gracia, C.M, Gonzalez-Bermudez, C. A., Cabellero-Valcarcel, A. M., Santaella-Pascual, M. and Frontela-Saseta, C. 2015. Use of herbs and spices for food preservation: advantages and limitations. **Food Science** 6: 38–43.

Gyawali, R. and Ibrahim, S. A. 2014. Natural products as antimicrobial agentes. **Food Control**. 46: 412-429.

Hayek, S. A., Gyawali R. and Ibrahim, S. A. 2013. **Antimicrobial Natural Products. In: Microbial pathogens and strategies for combating them: science, technology and education**. Volume 2. Ed. A. Méndez-Vilas.

Krishnan, K. R., Babuskin, S., Babu, P. A. S., Sasikala, M., Sabina, K., Archana, G., Sivarajan, M. and Sukumar, M. 2014. Antimicrobial and antioxidant effects of spice

extracts on the shelf life extension of raw chicken meat. **International Journal Of Food Microbiology**. 171: 32-40.

Miguel, M.G. 2010. Antioxidant activity of medicinal and aromatic plants. A review. **Flavour and Fragrance Journal** 25: 291–312.

Militello, M., Settanni, L., Aleo, A., Mammina, C., Moschetti, G., Giammanco, G. M., Blázquez, M. A. and Carrubba, A. 2011. Chemical composition and antibacterial potential of *Artemisia arborescens* L. essential oil. **Current Microbiology**. 62: 1274-1281.

Negi, P. S. 2012 Plants extracts for the control of bacterial growth: efficacy, stability and safety issues for food application. **International Journal Food Microbiology** 156: 7–17.

Nowak, A., Czyzowska, A., Efenberger, M. and Krala, L. 2016. Polyphenolic extracts of cherry (*Prunus cerasus* L.) and blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) leaves as natural preservatives in meat products. **Food Microbiology** 59: 142 -49.

Settanni, L., Randazzo, W., Palazzolo, E., Moschetti, M., Aleo, A., Guarrasi, V., Mammina, C., San Biagio, P. L., Marra, F. P., Moschetti, G. and Germanà, M. A. 2014. Seasonal variations of antimicrobial activity and chemical composition of essential oils extracted from three Citrus limon L. Burm. cultivars. **Natural Product Research** 28: 383-391.

Silva, J. M.A, Santos, S.M.D., Pintado, M. E., Pérez-Álvarez, J. A., Fernández-López and J. Viuda-Martos, M. 2013. Chemical composition and in vitro antimicrobial, antifungal and antioxidant properties of essential oils obtained from some herbs widely used in Portugal. **Food Control** 32: 371-378.

Sultana, T., Rana, J., Chakraborty, S. R., Kanta Das, K., Rahman, T. and Noor, R. 2014. Microbiological analysis of common preservatives used in food items and demonstration of their in vitro anti-bacterial activity. **Asian Pacific Journal of Tropical Disease** 4 (6): 452-456.

Tajkarimi, M. M., Ibrahim, S. A. and Cliver, D. O. 2010. Antimicrobial herb and spice compounds in food. **Food Control** 21: 1199–1218.

Vilela, J., Martins, D., Monteiro-Silva, F., González-Aguilar, G., Almeida, J.M.M.M. and Saraiva, C. 2016. Antimicrobial effect of essential oils of *Laurus nobilis* L. and *Rosmarinus officinalis* L. on shelf-life of minced “Maronesa” beef stored under different packaging conditions. **Food Packaging and Shelf Life** 8: 71–80.

Viuda-Martos, M., El Gendy, N. G. S., Sendra, E., Fernandez-Lopez, J., El- Razik, K. A. A., El-Sayed, A. and Perez-Alvarez, J. A. 2010. Chemical composition and antioxidant and anti-listeria activities of essential oils obtained from some Egyptian plants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 58: 9063 -9070.

Viuda-Martos, M., Mohamady, M. A., Fernández-López, J., Abd Elrazik, K. A., Omer, E. A., Pérez-Álvarez, J. A. and Sendra, E. 2011. In vitro antioxidant and antibacterial activities of essential oils obtained from Egyptian aromatic plants. **Food Control** 22.

**4 CAPÍTULO II - VIDA ÚTIL E PREFERÊNCIA DO CONSUMIDOR DE
CARNE DE SOL PRODUZIDA COM DIFERENTES NÍVEIS DE CLORETO
DE SÓDIO**

4 CAPÍTULO II - VIDA ÚTIL E PREFERÊNCIA DO CONSUMIDOR DE CARNE DE SOL PRODUZIDA COM DIFERENTES NÍVEIS DE CLORETO DE SÓDIO

RESUMO - Objetivou-se avaliar a variação do teor de sal na carne de sol e seus impactos sobre a vida de prateleira e a preferência do consumidor. Para isso, bifes de carne bovina tipo coxão duro (*Bíceps femoris*) foram cortados e depois salgados com 2,5, 5, 7,5 e 10% de cloreto de sódio. Foram realizadas análises microbiológicas e físico-químicas nos dias 0, 24hrs após a salga, e novamente após 3,6,9,12 e 14 dias de armazenamento refrigerado, além do perfil sensorial. Observou-se que o aumento do teor de cloreto de sódio nas carnes proporcionou maior estabilidade microbiológica durante o período de armazenamento. Porém, as características de capacidade de retenção de água, perda de peso por cocção e força de cisalhamento da carne variaram negativamente, com o aumento do teor de sal, apresentando maior perda de peso após o cozimento e menor capacidade de retenção de água, resultando em uma carne com textura mais dura, maior perda de suculência e de maciez. Em relação à análise sensorial, os diferentes teores de sal não interferiram nos atributos visuais de qualidade analisados, no entanto, o nível de 2,5% de sal apresentou boa aceitação e intenção de compra, sendo a concentração de sal o ideal para garantir atributos qualitativos e segurança alimentar para a elaboração da carne da carne de sol.

Palavras-chave: Qualidade; Carne; Análise sensorial.

4.1. INTRODUÇÃO

A conservação de carnes por meio de salga e secagem, é uma técnica antiga e até hoje utilizada principalmente em produtos considerados locais. No Brasil, entre os produtos tradicionais de carne salgada, como por exemplo a carne seca, charque e carne de sol (Ishihara & Madruga, 2013).

Carne de sol é amplamente consumida no Brasil e caracterizada como sendo um produto levemente salgado, parcialmente desidratado e semi-preservado pela salmoura (Lira & Shimokomaki, 1998). Apesar do nome “carne do sol”, o produto não é exposto diretamente ao sol durante sua produção, sua fabricação baseia-se na salga, que faz com que o produto desidrate parcialmente com atividade de água podendo variar entre 0,94 a 0,96, e portanto, o desenvolvimento microbiano é retardado (Salviano et al., 2015).

O processo de salgar alimentos representa um obstáculo ao crescimento de microrganismos deteriorantes. No entanto, quando o sal não penetra eficazmente nos

tecidos do produto, os microrganismos em deterioração podem facilmente crescer (Costa & Silva, 2001). Dessa maneira, os produtores de carne de sol fazem uso de altas concentrações de sal para garantir uma vida comercial mais longa ao produto.

Por sua vez, o consumo de grandes quantidades de cloreto de sódio tem sido muito discutido e preocupações foram levantadas quanto aos problemas de saúde que podem causar. Segundo a Organização Mundial da Saúde, o consumo máximo de cloreto de sódio não deve exceder 5 g / dia / pessoa. Ainda, estudos mostraram que a quantidade consumida varia de 9 a 12 g / dia / pessoa (Hes et al., 2012; WHO, 2012). O alto consumo de NaCl pode causar sérios problemas de saúde e tem influência direta no desenvolvimento da hipertensão arterial, que é o principal fator de risco para doenças cardiovasculares (Lim et al., 2012; He et al., 2013).

Não existe legislação que determine os parâmetros de produção da carne de sol, portanto, há variação no teor de cloreto de sódio adicionado na sua produção. Isso pode ser comprovado por estudos que indicam valores de NaCl variando de 2,9 a 11,9% p/p (Costa & Silva, 2001). Dada esta ampla gama de concentrações de cloreto de sódio usadas na produção de carne de sol, variações em suas características sensoriais, nutricionais e principalmente microbiológicas são facilmente observadas. O objetivo deste estudo foi avaliar o impacto do teor de sal na vida útil de carne de sol e na preferência do consumidor.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a produção de carne de sol, carne tipo coxão duro (*Biceps femoris*) foi adquirida no comércio local, embaladas a vácuo, com selo de inspeção federal. A carne foi cortada em pedaços com aproximadamente 4 centímetros de espessura e salgada com sal fino nas concentrações de 2,5, 5, 7,5 e 10% (p/p) de NaCl. Após a salga, as amostras foram armazenadas em temperatura de refrigeração a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Todo o processamento e preparação das carnes fez uso das boas práticas de manipulação de alimentos. Para os ensaios microbiológicos e físico-químicos, a carne *in natura*, que não foi submetida ao processo de salga, foi utilizada como grupo controle.

4.2.1. Análises físico-químicas da carne de sol com diferentes níveis de NaCl

Os ensaios físico-químicos foram realizados em triplicata, no tempo de armazenamento zero, 24 horas após o processo de salga e novamente após 3, 6, 9, 12 e 15 dias de armazenamento refrigerado a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

pH

O pH das amostras foi determinado de acordo com a metodologia estabelecida pela AOAC, 2005, onde utilizou-se o pHmetro digital HANNA® modelo HI 99163, acoplado a um eletrodo de penetração. O pH foi mensurado diretamente no músculo (AOAC, 2005).

Cor

A cor foi avaliada através do colorímetro Konica Minolta, CM-700d/600d (Sistema CIE $L^*a^*b^*$), cujo sistema considera as coordenadas L^* luminosidade (preto/branco), a^* teor de vermelho (verde/vermelho) e b^* teor de amarelo (azul/amarelo).

Capacidade de Retenção de água

A determinação da capacidade de retenção de água (CRA) foi baseada na medição de perda de água liberada quando aplicada uma pressão sobre o tecido muscular. Através da diferença dos pesos (inicial – final) determinou-se a capacidade de retenção de água, expressa em porcentagem de peso perdido da amostra inicial (HAMM, 1960).

Força de Cisalhamento

A força de cisalhamento foi mensurada por meio de um TEXTURE ANALYZER TA-XT-125, acoplado ao dispositivo Warner-Bratzler, o qual expressa a força em kgf/cm^2 (HAMM, 1960).

Perda de Peso por Cocção

Para a análise de perda de peso por cocção (PPC), foi realizada uma pesagem e em seguida a cocção das amostras através da utilização de um *grill*, onde a temperatura interna do músculo atingiu de 71 a 75°C . Posteriormente as amostras foram retiradas do

grill e pesadas novamente para o cálculo da percentagem de perda de água durante o processo térmico (OSÓRIO; OSÓRIO 1998).

Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)

Para o teste das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), foi utilizado 0,5g de carne de carne de sol, com adição da solução estoque (ácido tiobarbitúrico a 0,375%, ácido tricloroacético a 15% e HCL a 0,25M), em que as amostras positivas desenvolvem a cor rosa durante o aquecimento. A absorbância da solução foi determinada em 532nm contra o branco. A quantidade de TBARS foi expressa como miligramas de malonaldeído por kg de carne de sol (AMSA, 2012).

4.2.2. Perfil sensorial da carne de sol com diferentes níveis de NaCl

Para o ensaio sensorial, o projeto foi submetido ao comitê de ética em pesquisa e aprovado sob o protocolo nº. 62765816.5.0000.5294. A análise sensorial foi realizada 96 horas após a salga das carnes. Para este ensaio, 62 provadores não treinados de ambos os sexos, com idades entre 18 e 50 anos, foram recrutados. Eles alegaram ser consumidores regulares de carne e produtos cárneos e de não serem alérgicos a qualquer um dos ingredientes presentes nos produtos conforme assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os provadores receberam amostras de cada tratamento com as diferentes concentrações de sal, pesando aproximadamente 25g, cozida até atingir a temperatura interna de aproximadamente 73°C, onde foram solicitados a tomar notas de suas impressões com base em uma escala hedônica de preferência.

Para avaliar as características sensoriais das amostras de carne de sol, utilizou-se um teste quantitativo descritivo com escala estruturada de 9 pontos, avaliando os seguintes atributos: aroma, avaliando o aroma característico de carne variando de suave (0) à forte (9); cor, indicando 0 para carnes claras a 9 para carnes escuras; dureza, indicando macia (0) à muito dura (9); suculência, variando de carnes pouco suculentas (0) à muito suculentas (9); sabor, indicando como carnes com sabor suave (0) à carnes com sabor forte (9) e escala do ideal, que avaliou quanto ao sabor salgado na carne indicando extremamente menos salgado que o ideal (0) e extremamente mais salgado que o ideal (9). A aceitação geral, baseou-se em nove pontos que variavam de gostei muitíssimo a desgostei muitíssimo. A “intenção de compra” para as amostras foi avaliada

através de uma escala de atitudes variando de 5 (certamente compraria) a 1 (certamente não compraria) de acordo com metodologia descrita por Dutcosky (2013).

4.2.3. Ensaio microbiológicos da carne de sol com diferentes níveis de NaCl

Os ensaios microbiológicos realizados nas amostras de carne de sol foram realizados no dia zero, 24 horas após a salga, e novamente após 3, 6, 9, 12 e 15 dias de armazenamento refrigerado a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. As amostras de carne de sol foram pesadas (25g) de forma asséptica e transferidas para sacos plásticos estéreis, onde foram acrescidos 225 mL de água peptonada tamponada estéril para posterior homogeneização em “Stomacher” durante 2 minutos, obtendo-se assim a diluição 10-1, a partir da qual foram obtidas as demais diluições decimais até 10^{-4} . Após a diluição, as amostras foram submetidas às técnicas para determinação do Número Mais Provável (NMP) de Coliformes a 35 e 45° C, contagem total de psicotróficas, bactérias aeróbias mesófilas, quantificação de coliformes a 35 ° C e 45 ° C, contagem de *Staphylococcus* coagulase-positivos e presença de *Salmonella* sp., utilizando a metodologia descrita por Downes & Ito (2001).

4.2.4. Análise estatística

A homocedasticidade e normalidade dos dados foram calculadas, no caso de nenhum outliers observado, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as diferenças significativas foram observadas utilizado o teste de Tukey a 5% de significância, todos os dados foram trabalhados através do software estatístico SISVAR 5.6.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1. Ensaio físico-químicos

A carne de sol com adição de cloreto de sódio e a carne controle apresentaram valores de pH (Tabela 1) dentro dos padrões estabelecidos para carne bovina, serem considerados ideais para consumo, com valores médios variando de 5,26 a 6,17 (Tabela 1). No entanto, pode-se observar que quanto maior a concentração de cloreto de sódio adicionada à carne, menores os valores de pH, o NaCl influencia diretamente os valores de pH das carnes salgadas (Leistner, 2000).

Tabela 1: pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda de cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) em carne de sol preparadas com diferentes concentrações de sal.

Dias de estocagem	Variáveis	NaCl					CV (%)
		Controle	2.5%	5%	7.5%	10%	
0	pH	6.17 Aa	5.97 Aab	5.86 Abc	5.72 Ac	5.64 Ac	1.6
3		5.96 Aba	5.92 Aa	5.89 Ab	5.73 Ac	5.48 Ad	
6		6.02 Aa	5.90 Aab	5.73 Bb	5.44 Bc	5.40 Ac	
9		6.06 Aa	5.93 Aab	5.56 Cbc	5.52 Bc	5.49 Ac	
12		6.07 Aa	5.75 Bb	5.50 Cc	5.50 Bb	5.47 Ac	
15		5.73 Ba	5.64 Bab	5.63 CBab	5.43 Bbc	5.26 Bc	
0	Capacidade de retenção de água (%)	70.33 Aa	72.37 Aa	66.08 Ab	65.18 Ab	65.08 Ab	3.36
3		64.52 Bb	69.23 Aa	64.44 Ab	63.99 Ab	61.7 Bc	
6		65.78 Ba	68.85 Aa	67.27 Aa	67.23 Aa	62.47 Bb	
9		69.64 Aa	70.73 Aa	67.92 Aa	65.45 Aab	63.6ABb	
12		68.43Aa	71.11 Aa	68.02 Aa	64.45 Ab	60.44 Bc	
15		67.44 Aa	69.98 Aa	68.32 Aa	65.44 Aa	58.33 Bb	
0	Perda de peso por cocção (%)	28.44 Cb	26.77ABb	30.44 Bb	34.55 Ba	36.77 Ca	4.44
3		26.23 Cbc	24.66 Bc	31.22 Bb	33.32 Bb	37.45 Ca	
6		28.89 Cbc	25.75 Bc	32.43 Bb	35.67 Aab	40.22Ba	
9		32.35BCb	30.32 Ab	31.11 Bb	35.44 Aab	44.53 Ba	
12		36.74ABb	33.98 Ac	36.77 Abc	39.21 Ab	48.77 Aa	
15		39.91 Ab	34.01 Ab	37.87 Ab	39.69 Ab	49.22 Aa	
0	Força de cisalhamento (kgf/cm ²)	3.66 Ac	3.33 Ac	4.56 Abc	5.77 Ab	7.44 Aa	2.58
3		3.12 Abc	2.98 Ac	4.44 Abc	5.98 Aa	6.99 Aa	
6		2.99 Ac	3.78 Abc	4.1 Ab	5.04 Ab	7.02Aa	
9		3.45 Ac	4.01 Ac	4.98 Abc	6.22 Ab	7.99 Aa	
12		3.67 Ac	4.11 Ac	4.75 Abc	5.99 Ab	8.01 Aa	
15		3.33 Ab	3.73 Ab	4.93 Ab	6.15 Aa	7.3 Aa	

^{A,B,C} Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre os tratamentos de acordo com o teste de Tukey a 5%.

^{a, b, c} Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os dias de armazenamento de acordo com o teste de Tukey a 5%.

Quanto aos resultados para capacidade de retenção de água, os menores valores foram observados nas amostras tratadas com 10% de sal ($p < 0,05$) (Tabela 1). Portanto, pode-se presumir que o alto teor de sal reduz a capacidade da amostra de carne de reter a água. De acordo com Puolanne e Peltonen (2013), o efeito do sal na retenção de água em carnes pode estar relacionado à ligação seletiva de íons de cloreto caotrópico sobre os íons hidrofóbicos, que atuam nos filamentos de miosina. Em concentrações de aproximadamente 2% de sal e pH 6,0, existe uma capacidade máxima de retenção de água. Segundo Puolanne e Peltonen (2013), quando os valores de pH são mais baixos, ou seja, ácidos, há uma redução na atividade de ligação dos íons Cl^- e Na^+ e, conseqüentemente, a capacidade de reter água diminui, o que pode explicar os resultados encontrados neste estudo.

Os ensaios de perda de peso por cocção mostraram que as amostras contendo as maiores concentrações de sal, 7,5% e 10%, também apresentaram maiores perdas de peso durante o cozimento e, conseqüentemente, menor capacidade de retenção de água (Tabela 1), ou seja, quanto maior o tempo de armazenamento maior foi a perda de peso por cocção.

A força de cisalhamento foi diretamente proporcional ao aumento do teor de NaCl adicionado nas carnes, ou seja, quanto maior a quantidade de sal utilizado para preparar a carne de sol maior a força necessária para cortar uma porção da carne. Carnes de maciez intermediária são consideradas aquelas que apresentam valores de força de cisalhamento entre 3,9 kgf / cm^2 e 4,6 kgf / cm^2 e carnes duras são aquelas que obtêm valores de força de cisalhamento acima de 4,6 kgf / cm^2 (Bellew et al., 2003). Neste estudo, as amostras de carne de sol salgadas com NaCl a 2,5% foram consideradas macias ou de maciez intermediária. Já as carnes com 5%, 7,5% e 10% de cloreto de sódio apresentaram valores de resistência ao cisalhamento superiores a 4,6 kgf / cm^2 , o que significa que podem ser classificadas como carnes duras. Estes resultados mostram que o sal interfere diretamente na textura da carne, um dos atributos mais importantes para a aceitação e satisfação do consumidor, sendo um fator decisivo na compra do alimento (Ishihara et al., 2016).

Sais como o Cloreto de Sódio, em pequenas proporções, influenciam na hidratação das proteínas, aumentando a capacidade de retenção de água e, conseqüentemente, suavizando a textura da carne e aumentando o rendimento nas etapas de produção. Altas concentrações de cloreto de sódio podem interferir diretamente na qualidade da carne, deixando-as mais duras, com menor capacidade de retenção de água e rendimento (Shimokomaki et al., 2006; Rocha Garcia et al., 2010), como pode-se verificar nos resultados obtidos neste estudo.

Quando analisados conjuntamente os parâmetros de pH, capacidade de retenção de água, perda de peso por cocção e força de cisalhamento, podemos observar que altas concentrações usadas de cloreto de sódio não favoreceram as características físico-químicas preferidas pelos consumidores. Portanto, embora a carne de sol não possua legislação especial para orientar sua produção, estabelecendo padrões tecnológicos para a fabricação, observou-se que a concentração de 2,5% de sal na carne de sol oferece um produto com maior capacidade de retenção de água, o que, por sua vez, garante menores perdas de cozimento e menor força necessária para o cisalhamento, preservando os atributos de qualidade de suculência e textura exigidos pelos consumidores.

Assim como o aumento do cloreto de sódio proporcionou uma redução nas características de qualidade da carne atribuídas aos consumidores, o tempo de armazenamento também impulsionou a redução do pH, da capacidade de retenção de água e aumento na perda de peso por cocção.

Tabela 2: Resultados para análise de cor em carne de sol preparada com diferentes concentrações de sal.

Dias de estocagem	Cor	NaCl					CV (%)
		Controle	2.5%	5%	7.5%	10%	
0	L*	33.47 Ab	37.55 Aa	38.81 Aa	41.24 Aa	42.85 Aa	16.48
3		33.09 Ab	34.89 Bb	35.09Aba	37.07 Aa	39.38 Aa	
6		30.51 Ab	32.25 Bb	33.28 Bb	37.28 Aa	41.19 Aa	
9		32.11 Ab	33.99 Ab	34.09 Ba	37.74 Aa	38.09 Aa	
12		33.11 Ab	34.55 Ab	33.22 Bb	36.11ABb	40.09 Aa	
15		31.04 Ab	32.14 Bb	33.22Bab	35.33 Ba	38.99 Aa	
0	a*	13.04 Aa	7.37 Ab	7.10 Ab	4.56 Ac	3.89 Ac	9.33

3		10.99 Ba	7.44 Ab	6.90 Ab	4.02 Ac	3.99 Ac	
6		9.87 Ba	7.98Aab	7.02 Ab	4.33 Ac	4.01 Ac	
9		7.45 Bca	7.02 Aa	7.22 Aa	3.99 Ab	3.60 Ab	
12		6.99 Cb	7.55 Ab	7.09 Ab	4.15 Ab	3.55 Ab	
15		6.8 Ca	7.12 Aa	6.89 Aa	3.73 Ab	3.32 Ab	
0		10.67 Ca	10.67 Aa	9.34 Aa	7.45Ab	6.03 Ab	
3		11.54 Ca	12.33 Aa	8.99 Ab	7.88 Abc	6.11 Ac	
6	b*	14.55 Ba	10.98 Ab	8.65 Abc	8.02 Ac	6.32 Ac	8.75
9		16.76 Aba	11.98 Ab	8.98 Abc	7.44 Ac	5.97 Ac	
12		16.44 Aba	12.33 Ab	7.88 Ac	7.88 Ac	6.05 Ac	
15		18.98 Aa	10.56 Ab	7.65 Ab	7.23 Abc	6.23 Ac	

L* = Luminosidade; a* = coordenada vermelho/verde; b* = coordenada amarelo / azul.

^{A,B,C} Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre os tratamentos de acordo com o teste de Tukey a 5%.

^{a, b, c} Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os tempos de armazenamento de acordo com o teste de Tukey a 5%.

Na análise de cor, amostras de carne de sol com 7,5% e 10% de cloreto de sódio, apresentaram valores maiores de L* (mede a luminosidade das amostras) quando comparados com os demais grupos de tratamento em todos os dias amostrais (Tabela 2). Quando comparado as carnes com adição de sal e a carne controle, sem adição de sal, foi possível observar que as carnes salgadas apresentaram maiores valores de luminosidade quando comparadas com a carne sem o sal.

Ao analisar os resultados para os parâmetros a* e b*, que medem a variação dos conteúdos de verde para vermelho e de azul para amarelo, respectivamente, foi possível observar uma relação inversamente proporcional entre esses resultados e os obtidos para a variável L*.

Todas as amostras de carne salgadas apresentaram valores de a* e b* menores quando comparadas com o controle, em todos os dias amostrais. O tempo de armazenamento não teve efeito significativo sobre a cor das carnes. A redução da cor vermelha brilhante foi gradativamente acentuada à medida que a quantidade de sal usada para produzir a carne de sol aumentou. A cor vermelha nas carnes depende do estado químico da mioglobina do pigmento muscular. A presença de oxigênio e o período de contato com o sal podem influenciar diretamente na perda de coloração vermelha

brilhante na carne, devido ao fato de que tais aspectos interferem nas reações de oxidação da mioglobina à metamoglobina (Ferrocino et al., 2002; Salviano et al., 2015), o que é esperado na produção de carne de sol.

Na carne, o sal interage como um agente pró-oxidante, tendendo a aumentar a concentração, deixando uma coloração marrom, portanto, espera-se que uma maior introdução de sal nas carnes intensifique a oxidação da mioglobina, justificando a diminuição da cor vermelho brilhante, bem como o escurecimento das amostras (King & Whyte, 2006; Bower et al., 2017).

Os valores de TBARS (Figura 1) aumentaram consideravelmente quando a carne foi exposta a maiores valores de cloreto de sódio, 7,5% e 10%. Tratamentos com 2,5% e 5% de cloreto de sódio apresentaram quantidades de malonaldeído semelhantes aos valores encontrados nas amostras controle, o que significa que tais concentrações não alteram significativamente a oxidação lipídica gerada nas carnes durante o armazenamento refrigerado. No entanto, a incorporação de altos níveis de cloreto de sódio causou alterações bioquímicas na carne, fazendo com que a associação dos lipídios presentes nas amostras com o sal proporcionasse o aparecimento da rancidez, prematuramente, quando em contato com o oxigênio, causando alterações na cor, sabor, aroma e consistência. O mecanismo pelo qual o sal inicia ou catalisa a oxidação lipídica ainda não está totalmente elucidado, no entanto, acredita-se que o sal tenha a capacidade de danificar a integridade das membranas celulares, o que possibilita aos agentes oxidantes um acesso mais fácil aos lipídios presentes no alimento (Mariutti & Bragagnolo, 2017).

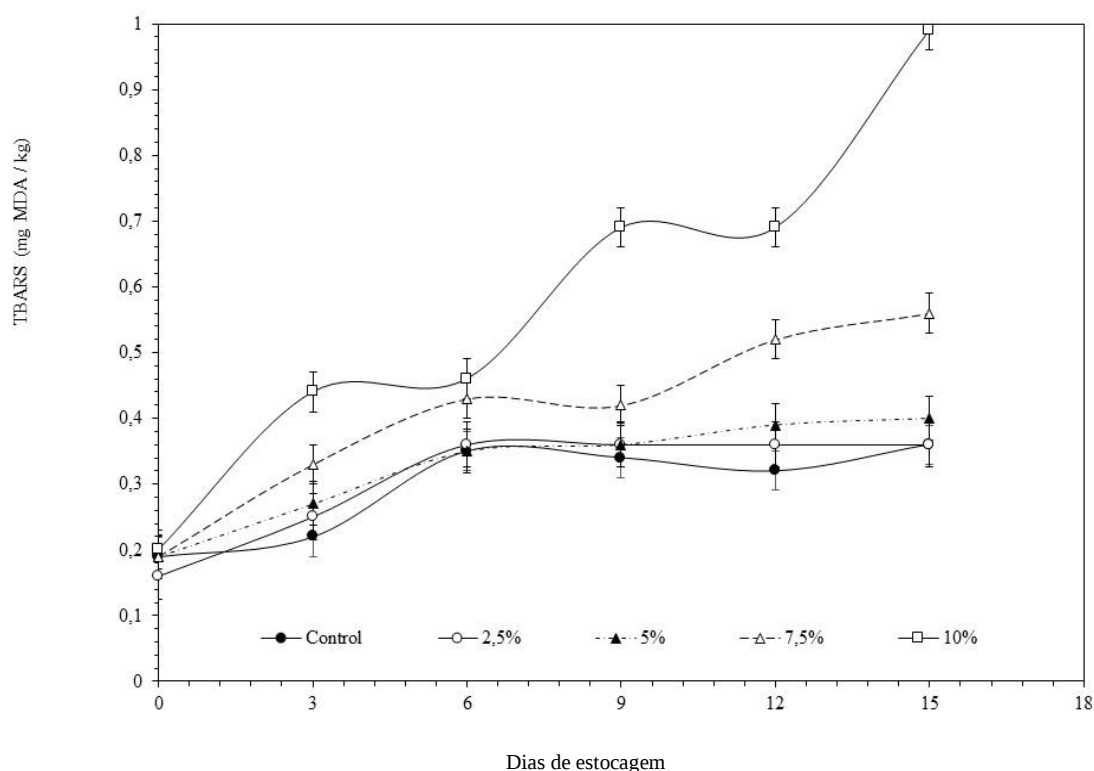
Segundo Campos et al. (2006) valores de TBARS de até 2 mg MDA / kg são os limites máximos considerados aceitáveis de oxidação lipídica em carnes, estando as amostras analisadas neste experimento todas abaixo desse limite.

A oxidação lipídica em carnes começa imediatamente após o abate e continua durante o processamento e armazenamento post-mortem. Diversos fatores podem intensificar o processo de oxidação lipídica, dentre eles, o uso de aditivos, como o sal (Mariutti & Bragagnolo, 2017).

O sal fornece propriedades conservantes e antimicrobianas à carne e aos produtos cárneos, devido à sua capacidade de reduzir a atividade da água nos alimentos, além de aumentar o sabor e a capacidade de retenção de água. No entanto, acelera a oxidação lipídica, alterando a cor e o odor da carne de forma negativa, promovendo a ocorrência de rancidez, que obviamente não é apreciada pelos consumidores. Consequentemente,

altas concentrações influenciem na vida útil comercial dos produtos cárneos (Jin et al, 2012).

Figura 1: Análise de TBARS em carne de sol preparada com diferentes concentrações de sal.



Fonte: Autoria própria.

4.3.2. Ensaio sensorial

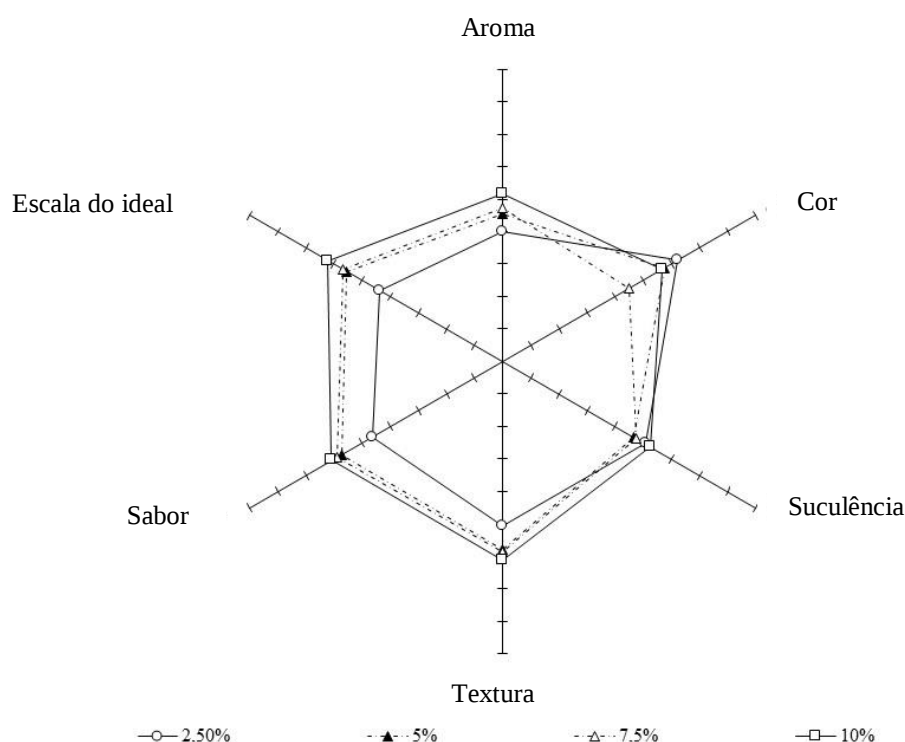
Amostras de carne de sol tratadas com diferentes concentrações de cloreto de sódio foram submetidas a um ensaio sensorial para registrar a percepção dos provadores quanto às diferenças entre cada grupo de tratamento nos seguintes parâmetros: aroma, cor, suculência, sabor, textura, escala ideal, intenção de compra e aceitação global (Figura 2).

Quanto ao atributo aroma, a carne preparada com 2,5% de cloreto de sódio apresentou, segundo os provadores, um aroma mais suave quando comparado com as demais amostras. Quanto à avaliação da cor, os provadores indicaram que a carne com 7,5% de sal possuía de coloração mais clara que os demais grupos amostrais, dentre os quais não houve diferença significativa ($p < 0,05$).

Quando os atributos de textura e suculência foram avaliados, não foi observada diferença significativa ($p < 0,05$) entre os grupos amostrais, o que demonstra que o teor

de sal não influenciou essas características. A textura da carne de sol é um dos parâmetros mais importantes para os consumidores. Este atributo também pode ser avaliado instrumentalmente, através do ensaio de força de cisalhamento usando uma lâmina de Warner Bratzler, o que significa que, neste caso, é possível correlacionar os dados de ambos os ensaios. No presente estudo, amostras de carne de sol com 5%, 7,5% e 10% de sal apresentaram-se como carnes duras, de acordo com Bellew et al. (2003), no ensaio de força de cisalhamento. No entanto, na percepção dos provadores, quando solicitados a atribuir notas de 0 a 9 às amostras, consideraram essas carnes como de maciez intermediária, com valores médios de notas que variaram de 5,08 a 6,11.

Figura 2 - Ensaio sensorial realizado em amostras de carne de sol preparadas com diferentes concentrações de sal, onde foram avaliados os seguintes parâmetros: Aroma, suave (0) à forte (9); Cor, carnes claras (0) à carnes escuras (9); Dureza, macia (0) à muito dura (9); Suculência, carnes pouco suculentas (0) à muito suculentas (9); Sabor, sabor suave (0) à sabor forte (9); Escala do ideal, extremamente menos salgado que o ideal (0) e extremamente mais salgado que o ideal (9); Aceitação global: gostei muitíssimo a desgostei muitíssimo; Intenção de compra, certamente compraria (5) á certamente não compraria(1).



Fonte: Autoria própria.

Em termos de sabor, que variou de suave(0) à forte (9), a carne de sol com 2,5% apresentou, segundo os avaliadores, sabor suave, quando comparada com os demais grupos amostrais, assemelhando-se à carne in natura, provavelmente devido à baixa concentração de cloreto de sódio que não influenciou diretamente no sabor do alimento. Tais resultados podem ser confirmados na avaliação da escala do ideal quanto ao sabor salgado, o qual foi registrado de acordo com a preferência dos provadores. A partir dos resultados destes atributos, pode-se apontar que as amostras tratadas com cloreto de sódio a 2,5% foram consideradas menos salgadas do que o ideal para uma carne de sol, de acordo com o paladar dos provadores, obtendo nota média 4,37 em uma escala de 0 a 9. Os demais grupos amostrais com 5%, 7,5% e 10% de cloreto de sódio não apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os resultados.

A intenção de compra e atributos gerais de aceitação também foram avaliados nas amostras de carne de sol preparadas com diferentes níveis de cloreto de sódio. Na aceitação global, em uma escala de 9 pontos, 13,11% dos consumidores relataram “gostei extremamente” da carne de sol com 2,5% de NaCl, correlacionando-a positivamente com a intenção de compra, em que 34,42% dos provadores relataram que certamente comprar “a carne com baixo teor de sódio. A segunda melhor amostra na percepção dos provadores foi a carne de sol tratada com 5% de cloreto de sódio, uma vez que 29,50% deles relataram que “certamente comprariam” o produto.

4.3.3. Ensaio microbiológicos

Analisando as contagens obtidas para bactérias aeróbicas mesófilas e psicrotróficas (Tabela 3 e 4), foi possível observar uma tendência crescente no número desses microrganismos ao longo do armazenamento refrigerado. Observou-se também que, quanto maior a concentração de sal na produção de carne de sol, menor é a contagem dessas bactérias. As amostras preparadas com 7,5% e 10% de sal apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) quando comparadas às demais, nos dias 3, 6, 9, 12 e 15 dias de armazenamanto, e devido a alta concentração de sal, apresentaram menor contaminação. No entanto, para bactérias mesófilas, houve diferença significativa entre os grupos amostrais tratados com 7,5% e 10% maior que 2log no dia 12 de armazenamento refrigerado.

Para a quantificação de bactérias psicrotróficas, observou-se que as amostras com 7,5% e 10% apresentaram crescimento microbiano a partir do dia 6 e 15, respectivamente.

A carne controle e com 2,5% assemelharam-se nas contagens bacterianas, chegando ao decimoquinto dia de análise com valores superiores a 7logUFC/g.

A conservação da carne através do uso do sal pode ser atribuída, em parte, à redução da atividade da água causando o retardo do crescimento bacteriano, com isso, o aumento da concentração de sal na carne diminui linearmente o desenvolvimento microbiano (Bower et al., 2017).

Tabela 3 - Contagem de bactérias aeróbicas mesofílicas em amostras de carne de sol preparadas com diferentes concentrações de sal.

NaCl	Dias de estocagem						CV (%)
	0	3	6	9	12	15	
Controle	3.42 Ac	5.18 Ab	5.4 Ab	6.4 Aab	6.4 Aab	7.4 Aa	
2.5%	3.43 Ab	3.77 Bb	4.87 Ab	6.4 Aa	6.4 Aa	7.4 Aa	
5%	2.98 Ac	2.72 Bc	4.53 Ab	5.72 Aab	6.4 Aa	7.4 Aa	0.69
7.5%	3.77 Ab	2.8 Bb	2.36 Bb	2.54 Bb	5.73 Aa	5.01 Ba	
10%	3.11 Aa	2.9 Ba	2.51 Ba	2.78 Ba	3.27 Ba	3.18 Ca	

^{A,B,C} Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre os tratamentos de acordo com o teste de Tukey a 5%.

^{a, b, c} Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os tempos de armazenamento de acordo com o teste de Tukey a 5%.

Segundo García-Lomillo e Gonzalez-SanJosé (2017), a quantificação de bactérias aeróbias mesófilas é geralmente utilizada como indicador de deterioração microbiana. Quando valores iguais ou superiores a 7 logUFC/g são encontrados, as alterações na qualidade da carne são evidentes para os consumidores, indicando o fim da vida útil daquele produto. Assim, dentre as concentrações de sal estudadas, apenas as carnes com 7,5% e 10% de cloreto de sódio apresentaram prazo de validade superior a 15 dias, conforme as contagens de microrganismos nas amostras.

A presença de microrganismos deteriorantes em carnes e produtos cárneos pode resultar em mudanças de cor, presença de odores indesejáveis e, conseqüentemente, menor prazo de validade, levando à rejeição do produto e perdas econômicas. Além disso, altas cargas microbianas podem representar riscos para a saúde dos consumidores (Mann et al., 2016).

A quantidade de sal adicionada à carne influencia o crescimento de microrganismos de deterioração. A adição de íons sódio tem efeito sobre a membrana semipermeável das bactérias, causando perda de água na célula bacteriana, levando ao

choque osmótico, que pode resultar em morte celular ou no surgimento de lesões que reduzem significativamente a taxa de crescimento de microrganismos (Ingluglia et al., 2017). Isso corrobora com os resultados encontrados no presente estudo, uma vez que altas concentrações de sal reduziram significativamente o crescimento microbiano.

Tabela 4: Contagem de bactérias aeróbias psicrotróficas em amostras de carne de sol com diferentes níveis de cloreto de sódio.

NaCl	Dias de estocagem						CV (%)
	0	3	6	9	12	15	
Controle	0	2.02 Ce	5.39 Ac	6.39 Ab	3.91 Ad	7.39 Aa	
2.5%	0	3.66 Bd	5.39 Ac	6.39 Ab	3.00 Bd	7.39 Aa	
5%	0	4.43 Ab	3.86 Bb	6.31 Aa	2.17 Cc	4.83 Bb	0,34
7.5%	0	0	2.17 Cb	0	0	3.00 Ca	
10%	0	0	0	0	0	0.2	

^{A,B,C} Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre os tratamentos de acordo com o teste de Tukey a 5%.

^{a, b, c} Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os tempos de armazenamento de acordo com o teste de Tukey a 5%.

Na pesquisa de coliformes a 35°C e a 45°C, todas as amostras apresentaram valores baixos (<3 NMP / g). Com relação ao *Staphylococcus* coagulase positiva e *Salmonella* sp. em carne de sol preparada com diferentes concentrações de sal e no grupo controle, a presença desses microrganismos não foi detectada em nenhuma das amostras durante o armazenamento refrigerado.

Para carne de sol não existe legislação que estabeleça padrões de preparação ou parâmetros de qualidade, o que significa que muitas vezes este produto é fabricado sem condições higiênico-sanitárias adequadas ou uso de boas práticas de manipulação. Além disso, não há padrões para os níveis de NaCl, de modo que eles geralmente são amplos. Consequentemente, um produto sem padronização de características sensoriais, nutricionais e, em particular, microbiológicas, é colocado no mercado, o que pode colocar em risco a saúde dos consumidores.

4.4. CONCLUSÃO

O aumento do teor de cloreto de sódio nas amostras fez com que as carnes de sol tivessem maior estabilidade microbiológica durante o período de armazenamento. No entanto, em relação aos atributos físico-químicos, verificou-se que o aumento da

concentração de sal proporcionou uma menor suculência e textura mais firme as carnes. Quanto à análise sensorial, a carne de sol com 2,5% de sal apresentou boa aceitação e alta intenção de compra. Portanto, apesar de não conseguir aumentar a vida de prateleira a concentração de sal a 2,5% apresentou características físico-químicas e sensoriais ideais para garantir atributos de qualidade de carne de sol, podendo ser uma alternativa viável para a produção de um alimento mais saudável e atrativo ao consumidor.

REFERÊNCIAS

AMSA. (2012). Meat color measurement guidelines. **American Meat Science Association**. USA, 2, 100-101.

Association of Official Analytical Chemists - AOAC. **Official methods of analysis of the Association**. 18 ed. Gaithersburg: Maryland; 2005.

Bower, C. G., Stanley, R. E., Fernando, S. C., Sullivan, G. A. (2017). The effect of salt reduction on the microbial community structure and quality characteristics of sliced roast beef and turkey breast. *LWT - Food Science and Technology*, 90, 583–591. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.067>

Costa, E. L. & Silva, J. A. (2001). Avaliação microbiológica da carne de sol elaborada com baixos teores de cloreto de sódio. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 21, 149-153.

Downes, F. P. & Ito, H. (2001). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4 ed. Washington: American Public Health Association, 676.

Doyle, M. E., & Glass, K. A. (2010). Sodium reduction and its effect on food safety, food quality, and human health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(1), 44e56. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00096.x>.

Dutcosky, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. (2013). 4. ed. Curitiba: Champagnat, p: 536.

García-Lomillo, J., & González-SanJosé, M. L. (2017). Applications of Wine Pomace in the Food Industry: Approaches and Functions. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 16(1), 3–22. <http://doi.org/10.1111/1541-4337.12238>

Hamm, R. (1960). **Biochemistry of meat hydration: advances in food research**. Cleveland, 10, 335-443.

Hes, M., Waszkowiak, K. & Szymandera-Buszka, K. (2012). The effect of iodine salts on lipid oxidation and changes in nutritive value of protein in stored processed meats. **Meat Science**, 92, 139–143.

He, F.J, Li, J., Macgregor, G.A.(2013). Effect of longer-term modest salt reduction on blood pressure. **Cochrane Database Syst Rev.**;4: CD004937
doi: 10.1002/14651858.CD004937.pub2 [PubMed]

Ishihara, Y. M. & Madruga, M. S. Indicadores de maciez em carnes salgadas e dessecadas: uma revisão (2013). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, 34 (6), 3721-3738.

Ishihara, Y. M., Moreira, R. T., Santos, E. P. & Madruga, M. S.(2016). Utilização de leite e soro de leite na carne de sol e seus efeitos na maciez do produto. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, 18 (4) 375-383.

Jin, G., He, L., Zhang, J., Yu, X., Wang, J., & Huang, F. (2012). Effects of temperature and NaCl percentage on lipid oxidation in pork muscle and exploration of the controlling method using response surface methodology (RSM). **Food Chemistry**, 131, 817-825.

King, N. J., & Whyte, R. (2006). Does it look cooked? A review of factors that influence cooked meat color. **Journal of Food Science**, 71(4), 31–40.

Leistner, L. (2000). Basic aspects of food preservation by hurdle technology. **International Journal of Food Microbiology**, 55(1–3), 181–186.

Lira, G. M. & Shimokomaki, M. (1998). Parâmetros de qualidade da carne de sol e dos charques. **Higiene Alimentar**, São Paulo, 12 (58), 33-35.

- Lim Ss, Vos T, Flaxman Ad, Danaei G, Shibuya K, Adair-Rohani H, et al.(2010). A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the **Global Burden of Disease Study 2010**. *Lancet*. 2012;380(9859):2224–60. doi: 10.1016/S0140-6736(12)61766-8 [PMC free article] [PubMed]
- Lima Junior, D. M., Rangel, A. H. N, Urbano, S. A., Maciel, M. V. & Amaro, L. P. A. (2011). 323 Alguns aspectos qualitativos da carne bovina: uma revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**. 324 (5), 351-358.
- Mariutti, L. R. B. & Bragagnolo, N. (2017). Influence of salt on lipid oxidation in meat and seafood products: A review. **Food Research International**.
- Mann, E., Wetzels, S. U., Pinior, B., Metzler-Zebeli, B. U., Wagner, M. & Schmitz-Esser, S. (2016). Psychrophile spoilers dominate the bacterial microbiome in musculature samples of slaughter pigs. **Meat Science**. 117, 36–40.
- Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). (2003). 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-DF.
- Ministério da Saúde (BR). (2001). Resolução RDC n.12 de 02 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**. Brasília-DF, 45 - 53.
- Osório, J.C.S., Osório, M.T.M., Jardim, P.O.C., Pimentel, M.A., Pouey, J.L.O. & Lüder, W.E. (1998). **Métodos para avaliação de carne ovina “in vivo”, na carcaça e na carne**. UFPEL, 107.
- Puolanne, E. & Peltonen, J. (2013). The effects of high salt and low pH on the water-holding of meat. **Meat Science**. 93: 167–170.
- Rocha Garcia, C.E.; Bolognesi, V.J.; Castilho, M.P.; Nascimento, A.J. & Masson, M.L. Rendimento e parâmetros físico-químicos de charque elaborado com soluções salinas de hidrocolóides. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2., Aracaju. 2010. **Anais ...** Aracaju: SBCTA-SERGIPE, 2010. 1628-1631.

Shimokomaki, M. Charque e jerked beef: Produtos Cárneos de Atividade de Água Intermediária e Carne de Sol.. In: Rubison Olivo; Massami Shimokomaki; Nelcindo N Terra; Bernadette G M Franco. (Org.). **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. 001ed.São Paulo: Varela, 2006, v. 00, p. 47-62.

Salviano, A. T. M., Moreira, R. T., Carvalho, R. J., Ishihara, Y. M & Madruga, M. S., (2015). Efeito da maturação na qualidade da carne de sol. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, 17 (3), 215-224.

Shimokomaki, M. Charque, Jerked Beef E Carne-Desol. In: Shimokomaki, M.; Olivo, R.; Terra, N. N. & Franc, B. D. G. M. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo: Varela, 2006. cap. 4, p. 47-62.

WHO. (2012). **Guideline: Sodium intake for adults and children**. Geneva, World Health Organization.

**5 CAPÍTULO III – VIDA ÚTIL DA CARNE DE SOL PELO USO DE
ATMOSFERA MODIFICADA**

5 CAPÍTULO III - VIDA ÚTIL DA CARNE DE SOL PELO USO DE ATMOSFERA MODIFICADA

RESUMO - Objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes atmosferas modificadas nas embalagens de carne de sol e sua influência na vida útil. Para isso, bifes de carne bovina tipo coxão duro (*Bíceps femoris*) foram cortados, salgadas com 2,5% de NaCl e embaladas nas seguintes atmosferas: ar atmosférico (CE-Ar); vácuo (CE-V); 100% de CO₂ (CE-ATM1); 50% de CO₂ + 50% de N₂ (CE-ATM2); 70% de CO₂ + 30% de N₂ (CE-ATM3); 30% de CO₂ + 70% de N₂ (CE-ATM4). As amostras foram avaliadas quanto à qualidade microbiológica e físico-química. As carnes embaladas em atmosferas com diferentes razões de CO₂ e N₂ apresentaram vida útil de até 12 dias, sem variações significativas entre tratamentos, quanto à qualidade microbiológica. Em relação às características físico-químicas, apesar de aumentar a oxidação lipídica na carne, as atmosferas com diferentes misturas de CO₂ e N₂ utilizadas para embalagem as carnes apresentaram as melhores características da qualidade. Portanto, de acordo com este estudo, as atmosferas modificadas com CO₂ e N₂ podem ser recomendadas como melhores alternativas para prolongar a vida útil da carne de sol.

Palavras-chave: Carne; Validade; Embalagem; Qualidade; Modificação de gases.

5.1. INTRODUÇÃO

Preservada apenas pelo seu teor de sal, a carne de sol tem características mais semelhantes às da carne fresca refrigerada do que às de produtos salgados, como o charque e o *jerked beef*. A produção de carne de sol é tipicamente artesanal, em pequena escala e sem processamento tecnológico padronizado. Devido ao seu baixo teor de cloreto de sódio, a atividade de água da carne de sol não é reduzida em grande quantidade, permanecendo em torno de 0,90 e 0,92, o que não caracteriza este produto como uma carne salgada de umidade intermediária, instável à temperatura ambiente. Além disso, não possui legislação que estabeleça critérios de produção, embalagem e armazenamento, impedindo uma padronização, qualidade e segurança do produto. Assim, a vida de prateleira da carne de sol, à temperatura ambiente, pode variar de 2 a 4 dias, podendo ser prolongada com refrigeração (Costa & Silva, 2001, Ishihara et al., 2013; Bolognesi et al., 2015).

A deterioração da carne começa quando há crescimento de microrganismos durante o armazenamento, causando a liberação de compostos voláteis e a oxidação de lipídios presentes no produto, o que torna a carne inaceitável para consumo humano (Gram et al., 2002). Associações de diferentes métodos de conservação, como o uso de refrigeração, salga e embalagem, são alternativas viáveis para aumentar o prazo de validade de alimentos altamente perecíveis, como carne de sol, pois causam um atraso nas atividades metabólicas dos microrganismos deteriorantes e nas reações químicas indesejáveis (Storia et al., 2012).

A refrigeração de produtos cárneos, mesmo sob diferentes condições de embalagem, prolonga o prazo de validade desses alimentos. No entanto, este método de preservação não impede o crescimento e sobrevivência de microrganismos psicrotróficos. Portanto, métodos adicionais são necessários para garantir a segurança de tais produtos refrigerados, como embalagens de atmosfera modificada (Mohan et al., 2016).

A tecnologia de embalagem tem sido uma alternativa viável para estender o prazo de validade da carne e produtos lácteos. A embalagem em atmosfera modificada (MAP) permite a substituição de gases da atmosfera ambiente, como o O_2 , criando um obstáculo eficaz contra microrganismos e reações químicas e enzimáticas. Além disso, os gases que possuem propriedades antimicrobianas podem ser distribuídos mais uniformemente no recipiente de embalagem, quando comparados aos antimicrobianos na forma líquida ou sólida (Chen & Brody, 2013).

Anteriormente, as MAP para carnes eram apenas encontradas com altas concentrações de O_2 , consideradas MAP tradicionais, que continham 70-80% de O_2 e 20-30% de CO_2 , as quais mantinham a cor das carnes frescas, principal atrativo ao consumidor. Contudo, foi verificado que a grande quantidade de O_2 também inicia a deterioração oxidativa precoce, deixando a carne menos tenra e succulenta com sabor de ranço e escurecimento prematuro prolongado, resultando na diminuição da qualidade do alimento (Lagerstedt, Lundström & Lindahl, 2011; Tornngren et al., 2018).

A eficácia do MAP na extensão da vida útil da carne pode ser atribuída a atividade antimicrobiana do CO_2 . Quando há o contato da carne com o CO_2 no interior da embalagem são provocadas mudanças na microflora dominante e consequentemente inibição do crescimento microbiano, preservando a carne também da deterioração (Limbo

et al., 2010). O CO₂ vem sendo utilizado em concentrações de 20 a 40% para suprimir o crescimento microbiano (STOOPS et al., 2015).

Devido à falta de padrões fundamentais para a determinação de parâmetros de qualidade em carne de sol e à inexistência de embalagens adequadas que ajudem a prolongar a vida útil desses alimentos, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes atmosferas modificadas na embalagem de carne de sol.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a produção da carne de sol, utilizou-se uma peça de carne tipo coxão duro (*Bíceps femoris*) de um abatedouro com o selo de inspeção federal. Todo o processamento e preparação da carne foram realizados com padrões das boas práticas de manipulação de alimentos. A carne foi cortada em porções de aproximadamente 200g e medindo cerca de 4cm de espessura. A concentração de cloreto de sódio a 2,5% foi utilizada para a produção da carne de sol, conforme estudos relatados no capítulo 4, uma vez que, esta concentração de NaCl, para preparo da carne de sol, apresentou melhores características físico-químicas e sensoriais de qualidade de carne, sentiu-se a necessidade de um incremento na teoria de barreiras para possibilitar a extensão da vida útil comercial da carne.

Após a salga, as carnes permaneceram imersas em salmoura por 24 horas antes de serem embaladas nos tratamentos. Assim, as amostras de carne foram classificadas em seis grupos, cinco tratamentos e um grupo controle. As amostras foram acondicionadas com um empacotador Sulpack® (modelo Supervac 500-Gas) acoplado a um compressor e módulo misturador de gases, criando os seguintes grupos experimentais: CE-Ar: amostras embaladas em ar atmosférico (grupo controle); CE-V: amostras embaladas a vácuo; CE-ATM1: amostras embaladas em atmosfera modificada com 100% de CO₂; CE-ATM2: amostras embaladas em atmosfera modificada com 50% de CO₂ e 50% de N₂; CE-ATM3: amostras embaladas em atmosfera modificada com 70% de CO₂ e 30% de N₂; e, CE-ATM4: amostras embaladas em atmosfera modificada com 30% de CO₂ e 70% de N₂. As carnes embaladas nos diferentes grupos experimentais foram armazenadas sob refrigeração ($4 \pm 1^{\circ}\text{C}$).

5.2.1. Análises microbiológicas

Os ensaios microbiológicos realizados nas amostras de carne de sol foram realizados no dia zero, 24 horas após a salga, e novamente após 3, 6, 9, 12 e 15 dias de armazenamento refrigerado a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. As amostras de carne de sol foram pesadas (25g) de forma asséptica e transferidas para sacos plásticos estéreis, onde foram acrescidos 225 mL de água peptonada tamponada estéril para posterior homogeneização em “Stomacher” durante 2 minutos, obtendo-se assim a diluição 10⁻¹, a partir da qual foram obtidas as demais diluições decimais até 10⁻⁴. Após a diluição, as amostras de carne de sol foram submetidas a técnicas para determinar o Número Mais Provável (NMP) de coliformes a 35°C e 45°C, as contagens totais de bactérias psicrófilas, bactérias halofílicas e aeróbias mesófilas, e a presença de *Salmonella* sp. utilizando a metodologia recomendada pela American Public Health Association (Downes & Ito, 2001).

5.2.2. Ensaio físico-químico

Os ensaios físico-químicos foram realizados em triplicata, no tempo de armazenamento zero, 24 horas após o processo de salga (0) e novamente após 3, 6, 9, 12 e 15 dias de armazenamento refrigerado a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.

pH

O pH das amostras foi determinado de acordo com a metodologia estabelecida pela AOAC, 2005, onde utilizou-se o pHmetro digital HANNA® modelo HI 99163, acoplado a um eletrodo de penetração. O pH foi mensurado diretamente no músculo (AOAC, 2005).

Cor

A cor foi avaliada através do colorímetro Konica Minolta, CM-700d/600d (Sistema CIE L*a*b*), cujo sistema considera as coordenadas L* luminosidade (preto/branco), a* teor de vermelho (verde/vermelho) e b* teor de amarelo (azul/amarelo).

Capacidade de Retenção de água

A determinação da capacidade de retenção de água (CRA) foi baseada na medição de perda de água liberada quando aplicada uma pressão sobre o tecido muscular. Através da diferença dos pesos (inicial – final) determinou-se a capacidade de retenção de água, expressa em porcentagem de peso perdido da amostra inicial (HAMM, 1960).

Força de Cisalhamento

A força de cisalhamento foi mensurada por meio de um TEXTURE ANALYZER TA-XT-125, acoplado ao dispositivo Warner-Bratzler, o qual expressa a força em kgf/cm² (HAMM, 1960).

Perda de Peso por Cocção

Para a análise de perda de peso por cocção (PPC), foi realizada uma pesagem e em seguida a cocção das amostras através da utilização de um *grill*, onde a temperatura interna do músculo atingiu de 71 a 75°C. Posteriormente as amostras foram retiradas do *grill* e pesadas novamente para o cálculo da percentagem de perda de água durante o processo térmico (OSÓRIO; OSÓRIO 1998).

Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)

Para o teste das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), foi utilizado 0,5g de carne de carne de sol, com adição da solução estoque (ácido tiobarbitúrico a 0,375%, ácido tricloroacético a 15% e HCL a 0,25M), em que as amostras positivas desenvolvem a cor rosa durante o aquecimento. A absorbância da solução foi determinada em 532nm contra o branco. A quantidade de TBARS foi expressa como miligramas de malonaldeído por kg de carne de sol (AMSA, 2012).

5.2.3. Análise estatística

A homocedasticidade e a normalidade dos dados foram verificadas, e nenhum outlier foi registrado. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, para verificar as diferenças significativas, foi utilizado o teste de Tukey a 5% de significância. Todas as análises foram realizadas com o software estatístico SISVAR 5.6.

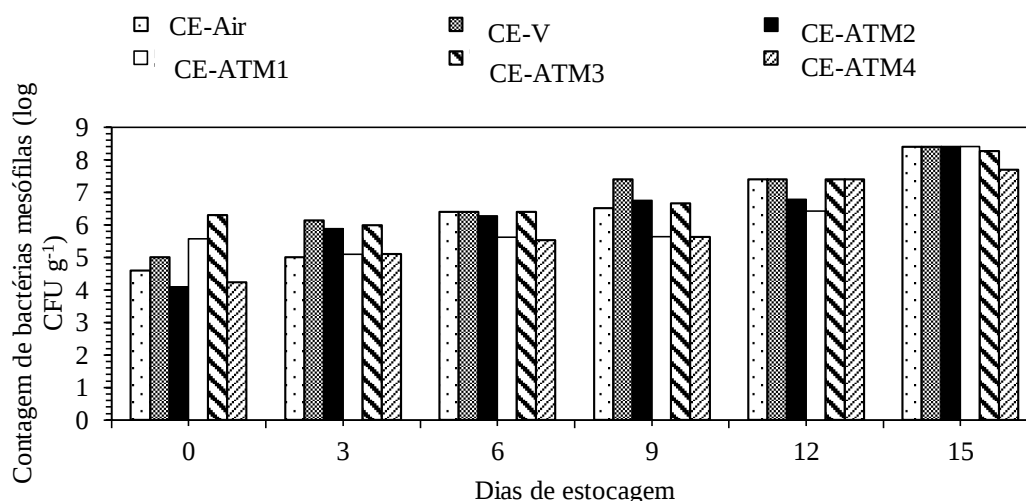
5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

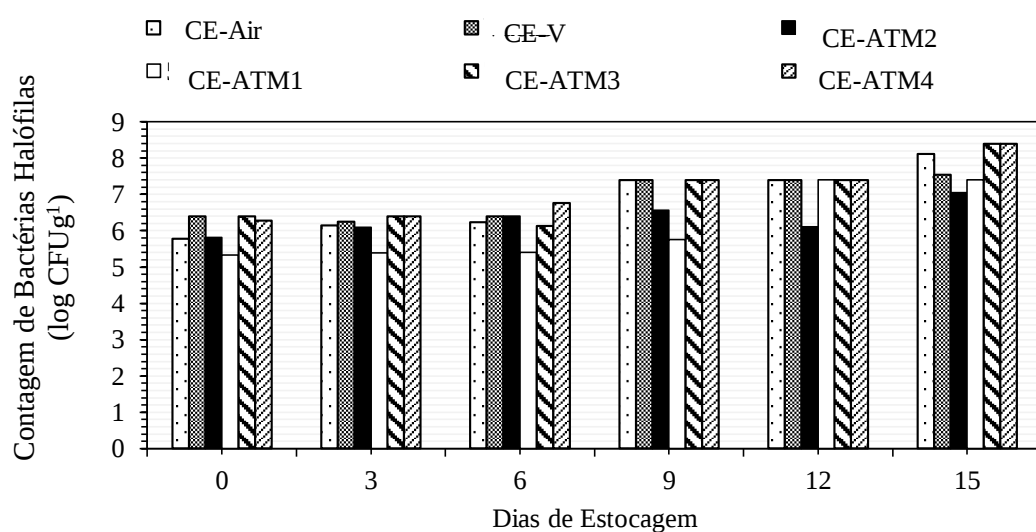
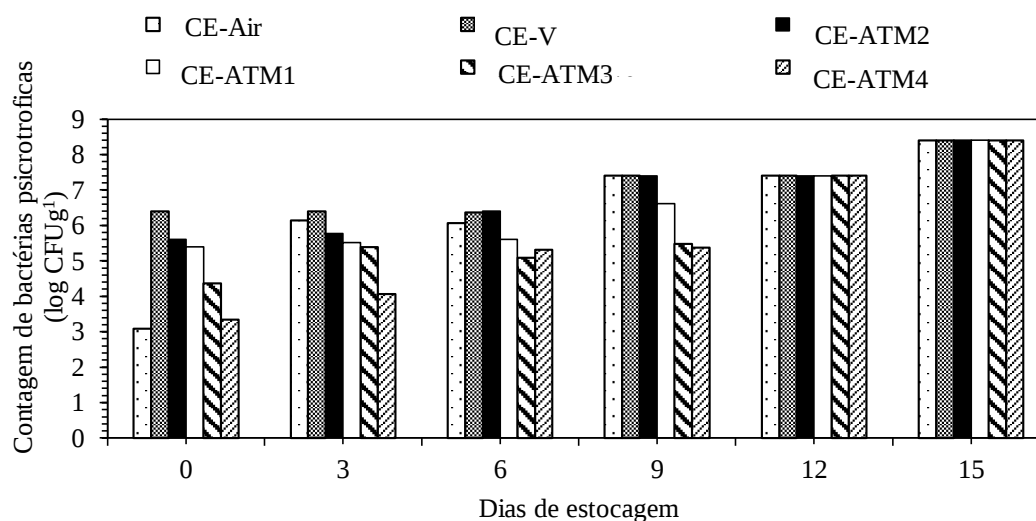
Analizando a qualidade microbiológica da carne de sol armazenada em diferentes atmosferas modificadas, verificou-se a ausência de coliformes a 35°C e 45°C, assim como *Salmonella* sp. em todas as amostras ao longo do período experimental.

houve um aumento na taxa de crescimento durante o período de armazenamento na contagem de bactérias aeróbias psicrotróficas, halófilas, mesófilas (Figura 1), verificando-se valores acima de 8 ciclos logarítmicos no dia 15. Todos os tratamentos apresentaram valores acima de 4 logUFC / g no dia zero e segundo Hong et al. (2012), o valor máximo de crescimento microbiológico aceitável é de 7 logUFC / g. Portanto, as amostras embaladas em diferentes concentrações de N₂ e CO₂ apresentaram uma vida útil microbiologicamente aceitável de até 12 dias, levando em consideração o crescimento de bactérias aeróbias mesófilas, e até 9 dias para as bactérias psicrotróficas e halófilos.

Segundo Jakobsen & Bertelsen (2004), o efeito antimicrobiano do N₂ e CO₂, comumente usados em embalagens de atmosfera modificada, é dependente, entre outros fatores, da solubilidade, pressão parcial, pH, temperatura, teor de gordura e razão de volume total do produto dentro da embalagem (Nair et al., 2014). Além disso, a temperatura de refrigeração em que a carne é armazenada pode influenciar diretamente o crescimento de microrganismos nos alimentos, independentemente de sua atmosfera (Lan et al., 2016)

Figura 1: Resultados das contagens de bactérias mesófilas aeróbias, psicrotróficas e halófilas em carne de sol embaladas em diferentes atmosferas.





Fonte: Autoria própria.

A cor das amostras de carne de sol, embaladas em diferentes atmosferas, e medidas uma hora após a abertura das embalagens, permaneceu constante durante os dias de armazenamento em todos os tratamentos. A variação de gases na atmosfera da embalagem usada para armazenar as amostras de carne de sol não foi capaz de alterar significativamente sua cor (Tabela 1). A presença de CO₂ na embalagem de carnes pode causar estabilidade de cor, ao contrário do O₂, que permite a oxidação acelerada da mioglobina em metamioglobina (Vergara & Gallego, 2001; Salviano et al., 2015).

Tabela 1: Análise de cor da carne de sol embalada em diferentes atmosferas ao longo de 15 dias de armazenamento refrigerado.

Dias de estocagem	Cor	Tratamentos						CV (%)
		CE-Air	CE-V	CE-ATM1	CE-ATM2	CE-ATM3	CE-ATM4	
0	L*	65.85 Aa	66.58 Aa	68.40 Aa	67.77 Aa	66.11 Aa	66.82 Aa	9.6
3		65.95 Aa	67.05 Aa	67.56 Aa	67.29 Aa	67.27 Aa	66.38 Aa	
6		65.55 Aa	66.98 Aa	66.97 Aa	67.31 Aa	67.48 Aa	67.12 Aa	
9		68.20 Aa	67.62 Aa	67.12 Aa	67.01 Aa	67.35 Aa	66.06 Aa	
12		66.09 Aa	67.18 Aa	66.39 Aa	67.05 Aa	66.17 Aa	68.11 Aa	
15		66.58 Aa	66.41 Aa	67.58 Aa	66.92 Aa	66.36 Aa	67.66 Aa	
0	a*	3.79 Aa	2.89 Aa	4.21 Aa	4.03 Aa	3.15 Aa	3.29 Aa	20.28
3		2.96 Aa	3.06 Aa	3.26 Aa	3.47 Aa	2.81 Aa	3.62 Aa	
6		2.75 Aa	2.83 Aa	3.04 Aa	3.31 Aa	3.26 Aa	2.51 Aa	
9		3.11 Aa	3.16 Aa	3.16 Aa	2.85 Aa	2.78 Aa	2.45 Aa	
12		2.78 Aa	3.35 Aa	2.79 Aa	3.79 Aa	3.27 Aa	2.74 Aa	
15		3.16 Aa	3.73 Aa	3.91 Aa	3.47 Aa	2.77 Aa	3.11 Aa	
0	b*	7.81 Aa	6.41 Aa	8.73 Aa	8.41 Aa	7.04 Aa	7.17 Aa	18.24
3		6.96 Aa	7.91 Aa	7.49 Aa	7.81 Aa	7.68 Aa	7.63 Aa	
6		6.81 Aa	7.21 Aa	7.77 Aa	7.57 Aa	7.95 Aa	7.61 Aa	
9		7.89 Aa	7.78 Aa	7.94 Aa	6.98 Aa	7.65 Aa	6.69 Aa	
12		6.85 Aa	7.71 Aa	7.73 Aa	7.86 Aa	7.28 Aa	7.92 Aa	
15		7.41 Aa	7.09 Aa	8.55 Aa	7.86 Aa	7.28 Aa	7.67 Aa	

A, B, C Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças entre os tempos de armazenamento de acordo com o teste de Tukey a 5%

a, b, c Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças entre os tratamentos de acordo com o teste de Tukey a 5%.

Durante o armazenamento, houve diferenças significativas no pH da carne de sol embalada em diferentes atmosferas (Tabela 2). Notou-se que as amostras embaladas no ar atmosférico apresentaram valores de pH superiores quando comparado com os demais grupos amostrais, em todos os dias de armazenamento, sendo a carne controle, com ar

atmosférico, tendo apresentado o maior valor no 15º dia de armazenamento refrigerado o entre todas as amostras.

A capacidade de retenção de água manteve um padrão, com valores superiores a 80%, até o 9º dia de armazenamento nas amostras de CE-Air, CE-V, CE-ATM1, CE-ATM3 e CE-ATM4, havendo diferenças significativas entre os tratamentos. A partir do 12º dia de armazenamento, a amostra embalada com 50% de N₂ e 50% de CO₂ (CE-ATM2) apresentaram menor capacidade de retenção de água, quando comparadas aos demais tratamentos. Obsevou-se também que em todos os grupos amostrais houve um decrescimo na percentagem da capacidade de reter a água das carnes embaladas nas diferentes atmosferas.

Segundo Vergara e Gallego (2001), as altas contagens microbianas causam deterioração da carne, o que pode contribuir negativamente para a perda de estabilidade proteica e, conseqüentemente, diminuir a capacidade de retenção de água. A redução da capacidade de retenção de água nas amostras avaliadas neste estudo, ao longo dos dias de armazenamento, pode ter sido influenciada pela alta contagem microbiana encontrada.

Tabela 2: Ensaios de pH, capacidade de retenção de água, perda de cozimento e força de cisalhamento em carne de sol embalados em diferentes atmosferas.

Dias de estocagem	Variáveis	CE-Air	CE-V	CE-ATM1	CE-ATM2	CE-ATM3	CE-ATM4	CV (%)
0	pH	5.60Aa	5.57 Ba	5.60Aa	5.61Ba	5.59 Ba	5.58 Ba	0.93
3		5.83Aa	5.49 Bb	5.45Bb	5.54Bb	5.51 Bb	5.53 Bb	
6		5.79Aa	5.58 Bb	5.56Bb	5.63Bb	5.64 Ab	5.58 Bb	
9		5.84 Aa	5.76 Aa	5.72Aa	5.71Aa	5.69 Ab	5.68Ab	
12		5.84 Aa	5.66 Bab	5.69Ab	5.68Ab	5.70 Aa	5.67Aab	
15		6.08 Aa	5.73 Ab	5.62Ab	5.70Ab	5.78 Ab	5.75Ab	
0	Capacidade de retenção de água (%)	88.41 Aa	89.56 Aa	88.76 Aa	86.12 Aa	86.17 Aa	86.23 Aa	6.28
3		84.53Ba	83.27 Aa	82.65 Ab	81.82 Ab	84.91 Aa	82.93 Ab	
6		83.73 Bb	88.38 Aa	89.96 Aa	69.73 Bc	86.99 Aa	83.71 Ab	
9		87.29 Aa	80.33 Bb	89.22 Aa	69.01 Bc	77.67 Bb	85.47Aab	
12		74.83 Ba	74.34BCa	70.05Bbc	65.18 Bb	67.94 Cb	73.52 Ba	

15		70.23 Ba	65.31Cb	77.83 Ba	57.54 Cc	61.45 Cb	71.59 Ba	
0		39.19 Aa	36.33 Ab	36.25 Ab	39.58 Aa	39.25 Aa	37.77Aa	
3	Perda de peso por cocção (%)	36.35 Bb	34.03Aab	33.63BCc	38.39 Aa	35.49 Ab	35.9 Ab	4.67
6		35.32Bb	32.79Bc	33.33BCb	39.58 Aa	33.58Bb	30.62 Bc	
9		29.36 Cc	31.08 Bb	35.66Aa	36.91 Aa	31.57BCb	31.58Bb	
12		29.07 Cc	31.95Bb	35.68Aa	33.78Bb	32.73BCb	30.61Bc	
15		29.15 Cb	26.19 Cc	30.7 Cb	33.06Ba	29.36Cc	30.1Bb	
0		7.34 Aa	4.5 Ab	3.64Bc	4.55Ab	6.04 Aa	4.74Ab	
3	Força de cisalhamento (kgf/cm ²)	5.56 Ba	4.59 Ab	3.71 Ac	4.19 Ab	4.37 Bb	4.67Ab	7.98
6		4.22 Ba	4.39 Aa	3.87 Ab	4.39 Aa	4.54 Ba	4.45 Ba	
9		4.24 Ba	4.23 Aa	3.99 Ab	4.81 Aa	4.8 Ba	4.38 Ba	
12		3.46 Ca	1.99 Bb	3.54 Ba	3.55 Ba	2.11 Cb	3.99 Ba	
15		3.46 Ca	2.93 Bb	3.46 Ba	2.78 Bb	1.46 Cb	1.97 Cc	

A,B,C Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferenças entre os tempos de armazenamento de acordo com o teste de Tukey a 5%

a, b, c Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferenças entre os tratamentos de acordo com o teste de Tukey a 5%.

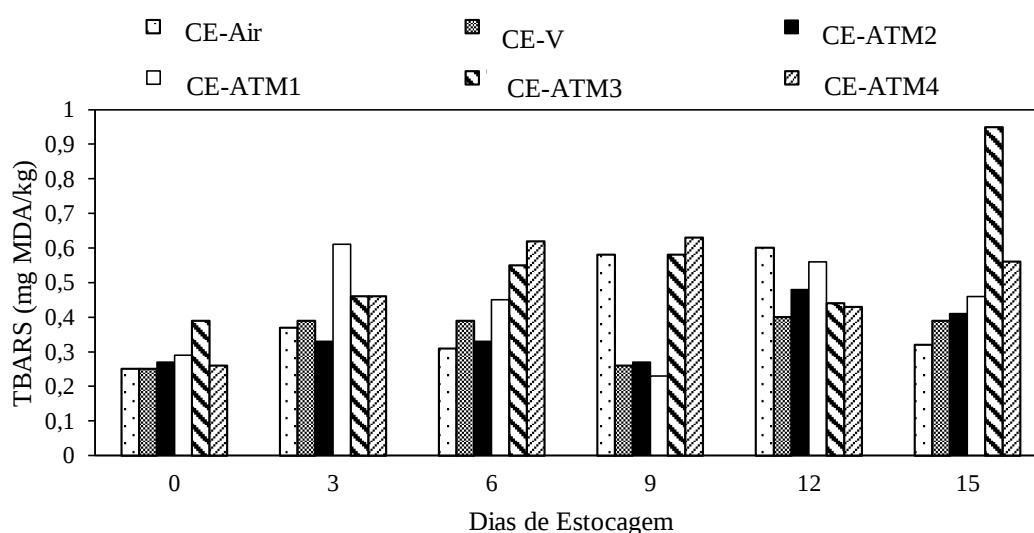
Ao analisar a perda de peso por cocção, verificou-se que houve uma diminuição gradual nas perdas de peso das carnes após a cocção, durante os dias de armazenamento. O tempo de armazenamento, bem como os tratamentos, apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) na perda após o cozimento, havendo, desta forma, menores perdas no rendimento das carnes com o passar dos dias. Os maiores valores de PPC foram registrados nas amostras embaladas em 50% de N₂ e 50% de CO₂ (CE-ATM1), já os menores valores foram encontrados nas carnes embaladas a vácuo (Tabela 2).

Ao longo do período de estocagem, houve um decréscimo nos valores de força de cisalhamento em todas as amostras de carne de sol embaladas em diferentes atmosferas modificadas, considerando-as muito macias (valores abaixo de 3,2 kgf) ou de maciez intermediária (valores entre 3,9 e 4,6 kgf) (Bellew et al., 2003) aos 15 dias de armazenamento amostragem. A partir dos resultados, é possível inferir que as amostras embaladas com alterações nas atmosferas gasosas, em todos os dias amostrais,

apresentaram menor força necessária para cisalhar, tornando-as mais macias, quando comparadas com os demais grupos amostrais.

Em relação à oxidação lipídica, os menores valores de TBARS (Figura 2) foram encontrados nas amostras embaladas a vácuo e em 100% CO₂. A maior quantidade de malonaldeído foi encontrada nas amostras embaladas com CO₂ e N₂ nas proporções de 70% e 30%. No entanto, ao longo dos dias de armazenamento, todas as amostras apresentaram valores abaixo do limite máximo de 2 mg / kg, valor a partir do qual os alimentos passam a apresentar odores distintos e gosto rançoso, tornando-se indesejáveis aos consumidores. Além do sabor de ranço e dos odores, a oxidação lipídica pode levar a modificações na estrutura das proteínas, causando mudanças indesejáveis nas características de qualidade da carne (Spanos et al., 2016). Tal efeito pode ser verificado na força de cisalhamento, em que é possível constatar que, as carnes que apresentaram menor força necessária para cisalhar também foram as que exibiram maiores valores de malonaldeído, demonstrando maior oxidação lipídica presente nas amostras. Portanto, a maciez das carnes de sol encontrada durante o armazenamento pode estar associada principalmente ao inchaço da estrutura filamentar e extração/solubilização de proteínas miofibrilares (Xiong, 2005).

Figura 2: Ensaio para substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico - TBARS em carne de sol embalados em diferentes atmosferas.



Fonte: Autoria própria.

Carne de sol não possui legislação específica que garanta padrões de identidade do produto. Além disso, em geral, não é adequadamente embalado de maneira a garantir sua qualidade e garantir a segurança dos alimentos ao consumidor. Hoje em dia, diante das mudanças sociais progressivas observadas na cadeia alimentar, mais frequentemente do que antes, os consumidores buscam informações sobre a segurança e a qualidade de um produto. Portanto, o uso de atmosfera modificada para embalar carnes pode não apenas garantir a qualidade dos alimentos, mas também contribuir para fornecer informações essenciais que podem influenciar significativamente a opinião do consumidor sobre o produto.

5.4. CONCLUSÃO

Portanto, a inserção de diferentes proporções de CO₂ e N₂ na embalagem de carne de sol proporcionou uma vida útil de 9 a 12 dias de armazenamento, não havendo diferenças significativas entre os tratamentos. Além disso, tais gases destacaram-se por proporcionarem melhores características da qualidade de carne. Portanto, de acordo com este estudo, revestir a carne de sol com alterações na atmosfera, incluindo os gases CO₂ e N₂, podem ser recomendadas como alternativas para prolongar a vida útil deste produto.

REFERÊNCIAS

- AMSA. (2012). Meat color measurement guidelines. **American Meat Science Association**. USA, 2, 100-101.
- Association of Official Analytical Chemists - AOAC. **Official methods of analysis of the Association**. 18 ed. Gaithersburg: Maryland; 2005.
- Belew, J. B., Brooks, J. C., McKenna, D. R. & Savell, J. W. (2003). Warner-Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. **Meat Science**, 64, 507- 512.
- Bolognesi, V. J., Carvalho, P.R.R.M., Ville, G.M.F.C., Masson, M. L., Barreira, S. M. W. & Rocha Garcia, C. E. (2015). Nitrite, oxidation and color during shelf life of jerked beef. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**. 9(34) 856-860.
- Chen, J., & Brody, A. L. (2013) Use of active packaging structures to control the microbial quality of a ready-to-eat meat product. **Food Control** , 30, 306-310.

Costa, E. L. & Silva, J. A. (2001). Avaliação microbiológica da carne de sol elaborada com baixos teores de cloreto de sódio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 21, 149-153.

Downes, F. P. & Ito, H. (2001). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4 ed. Washington: American Public Health Association, 676.

Gram, L., Ravn, L., Rasch, M., Bruhn, J.B., Christensen, A.B. & Givskov, M. (2002). Food spoilage-interactions between food spoilage bacteria. **International Journal of Food Microbiology**. 78, 79–97.

Hamm, R. (1960). *Biochemistry of meat hydration: advances in food research*. Cleveland, 10, 335-443.

Ishihara, Y. M. & Madruga, M. S. (2013). Indicadores de maciez em carnes salgadas e dessecadas: uma revisão. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, 34(6), 3721-3738.

Jakobsen, M. & Bertelsen, G. (2004). Predicting the amount of carbon dioxide absorbed in 2 meat. **Meat Science** 68, 603-610.

Lan, Y., Shang, Y., Song, Y. & Dong, Q. (2016). Changes in the quality of superchilled rabbit meat stored at different temperatures. **Meat Science**.

Mohan, A. & Singh, R. K. (2016). Functional properties of carrageenan on color stability and sensory characteristics of beef steaks. **Food Bioscience**.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.fbio.2016.05.006>.

Nair, D., Sharma, C. S., Nannapaneni, R., Kiess, A. & Schilling, W. (2014). Reduction of 5 Salmonella on turkey breast cutlets by plant derived compounds. **Foodborne Pathogens and Disease** 11: 981-987.

Osório, J.C.S., Osório, M.T.M., Jardim, P.O.C., Pimentel, M.A., Pouey, J.L.O. & Lüder, W.E. (1998). **Métodos para avaliação de carne ovina “in vivo”, na carcaça e na carne**. UFPEL, 107.

Salviano, A. T. M., Moreira, R. T., Carvalho, R. J., Ishihara, Y. M. & Madruga, M. S. (2015). Efeito da maturação na qualidade da carne de sol. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, 17(3), 215-224.

Spanos, D., Tornngren, M. A., Christensen, M. & Baron, C. P. (2014). Effect of oxygen level on the oxidative stability of two different retail pork products stored using modified atmosphere packaging (MAP). **International Journal of Food Microbiology**, 171, 32–40.

Storia, A. L., Ferrocino, I., Torrieri, E., Monaco, R. D., Mauriello, G., Villani, F. & Ercolini, D. (2012). A combination of modified atmosphere and antimicrobial packaging to extend the shelf-life of beefsteaks stored at chill temperature. **International Journal of Food Microbiology** 158, 186–194.

Vergara, & Gallego (2001). Effect of gas composition in modified atmosphere packaging on the meat quality of Spanish Manchega lamb. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 81, 1353–1357.

Zakrys-Waliwander. Pi., O'sullivan Mg, Walsh H, Allen P & Kerry Jp. (2011). Sensory comparison of commercial low and high oxygen modified atmosphere packed sirloin beef steaks. **Meat Science**. 88(1):198-202. doi: 10.1016/j.meatsci.2010.12.027.

6 CAPÍTULO IV: USO DE ERVAS PARA ELABORAÇÃO DE CARNE DE SOL

6. CAPÍTULO IV: USO DE ERVAS PARA ELABORAÇÃO DE CARNE DE SOL.

RESUMO - Com o crescente desenvolvimento de doenças cardiovasculares devido ao alto consumo de NaCl na dieta da população mundial, alternativas para redução e substituição dos teores de sódio nos alimentos, principalmente por produtos naturais, tem sido uma tendência mundial. Desta forma, objetivou-se avaliar a redução do teor de sal e substituição parcial por ervas na elaboração de carne de sol avaliando o perfil sensorial do produto, bem como a qualidade microbiológica e físico-química. Para isso, foi adquirido carne tipo coxão duro (*Biceps femoris*) para elaboração da carne de sol com NaCl e mix de ervas (alecrim, orégano, coentro, manjerição e salsa) em proporções iguais, obtendo os seguintes tratamentos: Controle - Carne *in natura* (sem nenhum acréscimo de sal ou erva); CS2,5 - Carne com 2,5% de sal; CES 2,5 - Carne com 2,5% de erva e 2,5 % de sal; CES 5 - Carne com 5% de erva e 5% de sal; CS 5 - Carne com 5% de sal e CS 10 - Carne com 10% de sal (utilizada como um controle comercial da carne de sol). Em seguida foram realizadas análise sensorial, microbiológica e físico-química das amostras. O perfil sensorial demonstrou que a CES-2,5 apresentou melhores escores nos atributos avaliados. Além disso, esta amostra também exibiu os parâmetros de qualidade dentro dos padrões esperados pelos consumidores, tornando-a uma alternativa promissora na elaboração de uma carne de sol com menores riscos a saúde.

6.1. INTRODUÇÃO

A carne de sol, produto característico do nordeste brasileiro, surgiu com o intuito de conservar por mais tempo a carne bovina *in natura*. Produzida de forma artesanal, apenas com a adição sal de cozinha em níveis a depender do produtor, não possui legislação que estabeleça os parâmetros de identidade e qualidade. podendo ser encontrada com até 12% de sal (Costa & Silva, 2001; Salviano et al., 2015).

Dietas ricas em sódio contribuem para o aumento da pressão arterial da população, e, consequentemente, maior risco do desenvolvimento de doenças cardiovasculares e renais. Por isso, há uma tendência a redução dos teores de sódio nos produtos alimentares, substituindo parcialmente o cloreto de sódio por outras substâncias, de preferência naturais (Nuwanthi et al., 2016). Carnes e produtos cárneos são importante fonte de sódio na dieta humana, representando 20% a 30% da dose diária recomendada (Inguglia, Zhang, Tiwari, & Kerry, 2017). Com base nisso, a indústria da carne busca alternativas para

reduzir os teores de sal sem afetar a qualidade, segurança e características sensoriais desses tipos de produtos (Raybaudi-Massilia et al., 2019).

O desenvolvimento de microrganismos em matrizes alimentares pode acelerar a deterioração do produto, como alterações no sabor, textura, odor, além de causar intoxicação alimentar quando ingerida pelo consumidor. Associações de técnicas de conservação, também conhecida como teoria dos obstáculos, são comumente utilizadas para impedir que haja a deterioração precoce, promovendo, assim, o incremento da vida de prateleira dos alimentos (Everis & Betts, 2019). Muitos ingredientes alimentares naturais, que são tradicionalmente adicionados para alcançar um sabor desejado, também tem o potencial de controlar o crescimento microbiano. São eles extratos, ervas, especiarias e óleos essenciais das plantas que são extensivamente estudados devido suas propriedades antimicrobianas para inibir o crescimento de uma variedade de microrganismos (Tajakarimi et al., 2010).

Com o crescente desenvolvimento de doenças cardiovasculares devido ao alto consumo de NaCl na dieta da população mundial, alternativas para redução e substituição dos teores de sódio nos alimentos, principalmente por produtos naturais, tem sido uma tendência mundial. A utilização de forma isolada ou em mix de ervas e especiarias, aliado a substituição parcial do NaCl, é uma alternativa promissora para melhorar a qualidade de carnes e derivados, os quais podem dar sabor e aroma diferenciado aos produtos alimentares. Diante disso, objetivou-se avaliar a redução do teor de sal e substituição parcial por ervas na elaboração de carne de sol avaliando o perfil sensorial do produto. A qualidade microbiológica e físico-química também foram investigadas para garantir que o produto ainda seja viável em perspectiva de vida útil.

6.2. MATERIAIS E MÉTODOS

6.2.1. Preparação das amostras

Para a produção da carne de sol foi adquirido carne bovina tipo coxão duro (*Biceps femoris*) de frigorífico com selo de inspeção federal. As carnes foram cortadas em pedaços de aproximadamente 4 cm de espessura. Para elaboração da carne de sol foi utilizado sal moído e refinado e para a carne com sal de ervas, foi utilizado um mix de ervas (alecrim, orégano, coentro, manjerição e salsa) desidratadas em proporções iguais (p/p), homogeneizadas em liquidificador e então utilizadas para produção das carnes de sol, obtendo os seguintes tratamentos: Controle - Carne *in natura* (sem nenhum acréscimo de

sal ou erva); CS2,5 - Carne com 2,5% de sal; CES 2,5 - Carne com 2,5% de erva e 2,5 % de sal; CES 5 - Carne com 5% de erva e 5% de sal; CS 5 - Carne com 5% de sal e CS 10 - Carne com 10% de sal (utilizada como um controle comercial da carne de sol). Após a adição dos mixes de ervas, as carnes foram armazenadas em geladeira a temperatura de $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$ por 24 horas e, após este tempo, realizadas as análises microbiológicas, físico-químicas e sensorial. Todo o processamento e preparo da carne fez uso de boas práticas de manipulação de alimentos. Para as análises, também foi utilizado como controle a carne *in natura*, sem o processo de salga.

6.2.2. Análise sensorial

Para a realização da análise sensorial, o projeto foi submetido ao comitê de ética em pesquisa e aprovado sob o protocolo nº 62765816.5.0000.5294. Para isso, foram recrutados 79 provadores não treinados, de ambos os sexos, com idade entre 18 e 50 anos, que afirmaram serem consumidores assíduos de carnes e produtos cárneos e não apresentavam alergias a nenhum dos ingredientes presentes nos produtos conforme assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Foram oferecidas amostras de carne com aproximadamente 25g de cada tratamento, codificadas aleatoriamente, cozidas até atingir a temperatura interna de 73°C , as quais foram degustadas pelos provadores que registaram suas impressões baseadas numa escala hedônica de preferência. Entre a degustação de uma amostra e outra, foi ofertado aos provadores bolachas e água para limpeza das papilas gustativas

Para tal, foi utilizado o teste quantitativo descritivo com escala estruturada de 9 pontos, avaliando os seguintes atributos: aroma, avaliando o aroma característico de carne variando de suave (0) à forte (9); cor, indicando 0 para carnes claras a 9 para carnes escuras; dureza, indicando macia (0) à muito dura (9); suculência, variando de carnes pouco suculentas (0) à muito suculentas (9); sabor, indicando como carnes com sabor suave (0) à carnes com sabor forte (9) e escala do ideal, que avaliou quanto ao sabor salgado na carne indicando extremamente menos salgado que o ideal (0) e extremamente mais salgado que o ideal (9). A aceitação geral, baseou-se em nove pontos que variavam de gostei muitíssimo a desgostei muitíssimo. A “intenção de compra” para as amostras foi avaliada através de uma escala de atitudes variando de 5 (certamente compraria) a 1 (certamente não compraria) de acordo com metodologia descrita por Dutcosky (2013).

6.2.3. Análises microbiológicas

A qualidade microbiológica das carnes de sol com ervas foram avaliadas no tempo de armazenamento zero e novamente após 3 dias de armazenamento refrigerado a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$. Para a análise, as amostras de carne de sol foram pesadas (25g) de forma asséptica e transferidas para sacos plásticos estéreis, onde foram acrescidos 225 mL de água peptonada tamponada estéril para posterior homogeneização em “Stomacher” durante 2 minutos, obtendo-se assim a diluição 10⁻¹, a partir da qual foram obtidas as demais diluições decimais até 10⁻⁴. Após a diluição foram empregadas as técnicas para contagem total de bactérias aeróbias mesófilas, psicrófilas, determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes a 35° e 45°C, *Staphylococcus* spp. e *Salmonella* sp. utilizando a metodologia descrita por Downes & Ito (2001).

6.2.4. Análises físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas em triplicata, no tempo de armazenamento zero, 24 horas após a salga das carnes e novamente após 3 dias de armazenamento refrigerado a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$.

pH

O pH das amostras foi determinado de acordo com a metodologia estabelecida pela AOAC, 2005, onde utilizou-se o pHmetro digital HANNA® modelo HI 99163, acoplado a um eletrodo de penetração. O pH foi mensurado diretamente no músculo (AOAC, 2005).

Cor

A cor foi avaliada através do colorímetro Konica Minolta, CM-700d/600d (Sistema CIE L*a*b*), cujo sistema considera as coordenadas L* luminosidade (preto/branco), a* teor de vermelho (verde/vermelho) e b* teor de amarelo (azul/amarelo).

Capacidade de Retenção de água

A determinação da capacidade de retenção de água (CRA) foi baseada na medição de perda de água liberada quando aplicada uma pressão sobre o tecido muscular. Através da diferença dos pesos (inicial – final) determinou-se a capacidade de retenção de água, expressa em porcentagem de peso perdido da amostra inicial (HAMM, 1960).

Força de Cisalhamento

A força de cisalhamento foi mensurada por meio de um TEXTURE ANALYZER TA-XT-125, acoplado ao dispositivo Warner-Bratzler, o qual expressa a força em kgf/cm² (HAMM, 1960).

Perda de Peso por Cocção

Para a análise de perda de peso por cocção (PPC), foi realizada uma pesagem e em seguida a cocção das amostras através da utilização de um *grill*, onde a temperatura interna do músculo atingiu de 71 a 75°C. Posteriormente as amostras foram retiradas do *grill* e pesadas novamente para o cálculo da percentagem de perda de água durante o processo térmico (OSÓRIO; OSÓRIO 1998).

Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)

Para o teste das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), foi utilizado 0,5g de carne de carne de sol, com adição da solução estoque (ácido tiobarbitúrico a 0,375%, ácido tricloroacético a 15% e HCL a 0,25M), em que as amostras positivas desenvolvem a cor rosa durante o aquecimento. A absorbância da solução foi determinada em 532nm contra o branco. A quantidade de TBARS foi expressa como miligramas de malonaldeído por kg de carne de sol (AMSA, 2012).

6.2.5. Análises estatística

Foi observada a homocedasticidade e normalidade dos dados, não sendo observados outliers, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e em caso de diferenças significativas ao teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o software estatístico SISVAR 5.6.

6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise estatística, incluindo fatores de significância e do perfil sensorial da carne de sol com reduzido teor de sal e substituição parcial por ervas estão dispostos na Tabela 1, para avaliações sensoriais hedônicas e descritivas, respectivamente. Assim, pode-se inferir que, as carnes que apresentaram substituição parcial do cloreto de sódio por ervas obtiveram valores maiores na escala hedônica no atributo aroma, demonstrando estarem mais atrativas ao olfato dos provadores.

Em relação ao atributo cor, apesar da substituição parcial do sal por ervas, a preferência do consumidor pela cor não foi afetada significativamente ($p < 0,05$). Quando verificado o atributo de dureza das amostras, a CES 2,5 obteve o maior escore, com média de 6,74, diferindo significativamente de todas as demais amostras, correlacionando-se negativamente com este parâmetro.

Tabela 1: Ensaio sensorial realizado em amostras de carne de sol produzidas com diferentes concentrações de sal e ervas.

Descritores	Tratamentos					CV (%)
	CS2,5	CES2,5	CS5	CES5	CS10	
Aroma	4,01 c	6,41 a	6,25 a	5,91 b	5,83 b	15,22
Cor	6,23 a	5,82 a	5,88 a	5,59 b	6,17 a	9,22
Dureza	5,06 c	6,74 a	6,64 b	6,21 b	5,79 c	7,44
Sabor	5,08 d	6,68 b	6,93 a	5,75 d	6,31 c	11,34
Escala do ideal	4,63 d	6,70 a	6,92 a	5,83 b	5,58 c	16,22
Aceitação						
Global	4,37 c	6,53 a	6,89 a	5,77 b	5,89 b	9,66

^{a,b} Valores seguidos de mesma letra nas linhas não diferem significativamente pelo Tukey ($p \leq 0,05$). Aroma, suave (0) à forte (9); Cor, carnes claras (0) à carnes escuras (9); Dureza, macia (0) à muito dura (9); Suculência, carnes pouco suculentas (0) à muito suculentas (9); Sabor, sabor suave (0) à sabor forte (9); Escala do ideal, extremamente menos salgado que o ideal (0) e extremamente mais salgado que o ideal (9); Aceitação global: gostei muitíssimo a desgostei muitíssimo; Intenção de compra, certamente compraria (5) á certamente não compraria(1).

Fazendo uma comparação entre as amostras CES-2,5 e CS5, na qual a primeira possuía substituição de 50% do sal pelas ervas, verificou-se que, nos atributos de aroma, cor, escala do ideal e aceitação as duas amostras assemelharam-se, não obtendo diferenças significativas entre elas, podendo concluir que a redução do cloreto de sódio e adição das ervas não interferiu na qualidade da carne de sol e aceitação pelos consumidores. Diferenciando-se apenas nos atributos de dureza e sabor, onde a carne com substituição do sal pelas ervas apresentou-se mais dura do que as demais, entretanto, sabor mais suave.

A amostra CES2,5 foi melhor avaliada nos atributos de aroma, sabor, na escala do ideal e aceitação global, também apresentou maior percentagem de intenção de compra. 32% dos avaliadores assinalaram que certamente comprariam a CES2,5. Já a carne CS10 exibiu maior índice de rejeição, 21% dos provadores apontaram que certamente não comprariam este produto. O aspecto sensorial representa um ponto crítico no uso de ervas e seus compostos ativos no desenvolvimento e/ou melhorias em alimentos. Para se atingir um efeito conservador desejado em matrizes alimentares, muitas vezes é necessário a utilização de níveis três a quatro vezes maior que os documentados in vitro. Desta forma, características físicas e organolépticas podem ser drasticamente alteradas (Vitullo et al., 2011). A carne com maior teor de ervas CES5, o qual seria ideal para garantir a

conservação das carnes, apresentou maior índice de rejeição pelos provadores, provavelmente relacionada a a cor e visual que esta amostra apresentou em decorrência do acréscimo das ervas. A cor da carne é o fator mais determinante no momento da compra do alimento (Mohamed et al.,2011).

Ao analisar a qualidade microbiológica da carne de sol elaborada com reduzido teor de NaCl e substituição parcial por ervas, verificou-se a ausência de coliformes a 35°C e 45°C, assim como *Salmonella* sp. em todas as amostras.

A contagem de bactérias aeróbias psicrotróficas, halófilas e mesófilas estão dispostos na Tabela 2. Para as bactérias aeróbias mesófilas, as amostras CS2,5 e CS10 apresentaram contagens microbianas menores quando correlacionadas com as demais amostras. Já as carnes de sol com adição de ervas, demonstraram alta carga microbiana, com valor de 6,40 logUFC/g. a contagem de microrganismos aeróbios mesófilos em alimentos pode ser considerado um indicador de qualidade, no entanto, estudos anteriores relataram altas contagens de bactérias mesófilos em ervas e especiarias (Mousumi e Prabir, 2003 ; Gil et al., 2009; Barbosa et al. 2014). As contagens microbianas encontradas neste estudo podem estar associadas a contaminações oriundas das ervas introduzidas, bem como as contagens iniciais encontradas na carne, o que influe negativamente na qualidade da carne utilizada, apesar de ter sido utilizada uma carne com selo de inspeção federal, não é garantido a inocuidade do alimento, além do que, contaminação cruzada e métodos de armazenamento e transporte inadequados podem facilmente promover o desenvolvimento de microrganismos.

Tabela 2: Resultados das contagens de bactérias mesófilas aeróbias, psicrotróficas e halófilas em carne de sol embaladas em diferentes atmosferas.

Tratamentos	Mesófilos	Psicrotróficos	<i>Staphylococcus</i> spp. (UFC/g)	Halófilos
CS 2,5	3,43 c	0	4,39 ^a	5,58 b
CES 2,5	6,40 a	0	4,44 a	6,40 a
CS 5	5,15 b	0	0	4,56 c
CES 5	6,40 a	0	4,36 a	5,45 b
CS 10	3,49 c	0	0	3,33 d
Controle	5,21 b	3,30 a	0	5,54 b

^{a, b} Letras minúsculas distintas na coluna indicam diferença entre os tratamentos pelo teste Tukey 5%.

Houve crescimento de bactérias psicrotróficas apenas nas amostras controle. A presença do sal com ou sem as ervas conseguiu controlar o crescimento de bactérias psicrotróficas. Para *Staphylococcus* spp., foi verificado a presença nas amostras CS2,5,

CES2,5 e CES5, com contagens de 4,39, 4,44 e 4,36 logUFC/g, respectivamente. Segundo Vitullo et al., (2011) a presença de *Staphylococcus* em ervas e especiarias pode ter origem no contato com os manipuladores durante a colheita, processamento e armazenamento. As bactérias halófilas apresentaram-se em todas as amostras analisadas, dentre as quais a carne CS10 demonstrou menor contagem, 3,33 logUFC/g quando comparado com as demais amostras.

Apesar das ervas e especiarias, comumente utilizadas como temperos e condimentos nas cozinhas mundiais, serem geralmente reconhecidas como seguras (GRAS) pela American Food and Drug Administration (FDA), a necessidade da alta quantidade de compostos ativos representa a principal limitação para uma ação antimicrobiana eficaz em matrizes alimentares, em especial carnes e derivados. Além disso, a utilização de forma sinérgica pode levar a uma redução da atividade dos compostos naturais utilizados e efeito esperado do tratamento aplicado. Contudo, o estudo de ervas, compostos naturais e novas tecnologias combinadas podem ser fonte de inspiração para desenvolvimento de novas moléculas ou agindo melhor contra a deterioração (Vitullo et al., 2011; Nuwanthi et al., 2016).

Os valores instrumentais de pH, capacidade de retenção de água, perda de peso por cocção, força de cisalhamento, cor e TBARS estão dispostos na Tabela 3. O pH apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$) em todos os grupos amostrais. A carne controle, sem nenhuma adição de NaCl e ervas, e a CS 2,5 apresentaram valores de pH mais altos, quando comparado com as demais amostras. Corroborando com os achados de Krishna et al., (2014) que relataram haver uma redução do pH quando adicionado extratos de ervas e especiarias com o intuito de promover a extensão da vida útil de carne de frango.

Tabela 3: Ensaios de pH, capacidade de retenção de água, perda de cozimento, força de cisalhamento e cor em carne de sol com adição de ervas.

^{a, b} Letras minúsculas distintas na coluna indicam diferença entre os tratamentos pelo teste Tukey 5%.

Variáveis	Controle	CS 2,5	CES 2,5	CS 5	CES 5	CS10
pH	5,74 a	5,97 a	5,30 c	5,52 b	5,26 c	5,34 c
CRA (%)	59,33 c	72,37 a	69,93 a	61,43c	71,93 a	64,83 b
PPC (%)	43,6 a	26,77 d	35,67 c	40,04 b	33,02 d	36,62 c
FC (kgf/cm ²)	6,55 a	3,33c	4,56 b	5,32 b	3,20 c	4,44 b
C O L* L*	45,63 a	37,55 b	36,89 b	23,54 c	36,72 b	27,38 c

R	a*	12,24 a	7,37b	6,42 b	3,52 c	4,51 c	3,10 c
	b*	15,25 a	10,67 b	7,37 c	9,31 b	7,15 c	10,32 b
	TBARS (mgMDA/kg)	0,166c	0,168c	0,180b	0,221a	0,197b	0,234a

As carnes com adição de sal e ervas apresentaram valores de CRA maiores do que a carne *in natura* (controle). Este efeito pode relacionar-se com a introdução de sal em carnes e produtos cárneos aumentar a extração de proteínas miofibrilares, obtendo, assim um acréscimo na força iônica e, conseqüentemente, melhorando a capacidade de retenção de água do sistema, afetando positivamente a formação da rede de proteínas quando submetidas a cocção e, portanto, afetam a textura do produto (Tamm et al., 2016). No entanto, as carnes com maior percentual de NaCl, demonstraram menor capacidade de reter a água quando comparadas com as demais amostras.

O mecanismo de aumento da capacidade de retenção de água causado por salga está associado principalmente ao inchaço da estrutura filamentar e extração/solubilização de proteínas miofibrilares (Xiong, 2005). Contudo, quando adicionado um alto teor de sal em carnes pode haver agregação e desnaturação de proteínas na carne devido a interação proteína-proteína ser expandida por associações hidrofóbicas e, portanto, diminuir a CRA (Jiang et al., 2018) o que pode justificar a relação entre a introdução do sal e ervas nas carnes, melhorias na capacidade de retenção de água, além de menores perdas de peso após a cocção, verificados neste estudo.

Além da capacidade de retenção de água, a perda de peso por cocção é outro parâmetro muito utilizado para inferir sobre a qualidade e suculência atribuída ao alimento. Os dados atribuídos a esta análise demonstram que a carne *in natura* apresentou maiores valores de PPC, havendo uma diminuição ($p < 0,05$) após a adição de NaCl e de ervas. Contudo, a perda de peso por cocção foi menor nas CS2,5 e CES5. Acredita-se que o pH, cor da carne crua, PPC, CRA e força de cisalhamento estão diretamente interligadas. A redução do pH à valores próximos a 5 podem estar diretamente relacionados com o aumento do parâmetro L*, na cor, além de influenciar o aumento na CRA e redução na PPC (Hughes et al., 2014).

A análise de força de cisalhamento apresentou uma interferência positiva com a inserção de NaCl e ervas a carne bovina, reduzindo de 6,55 kgf/cm² na carne *in natura* para 3,20 kgf/cm² na CES5. Segundo Bellew et al., (2003), podem ser consideradas, a partir da análise instrumental de força de cisalhamento, carnes muito macias com valores abaixo de 3,2 kgf / cm², de maciez intermediária valores entre 3,9 e 4,6 kgf / cm² e carnes

duras aquelas que obtêm valores de força de cisalhamento acima de 4,6 kgf / cm². A partir dos resultados, é possível inferir que as amostras, controle (*in natura*) e CS5 requereram maior força necessária para cisalhar, enquanto as CES2,5 e CS10 apresentaram maciez intermediária. Já a CS2,5 e CES5 apresentou-se como carnes macias, segundo parâmetro estipulado por Bellew et al (2003).

Após a salga, o valor de L* diminuiu ($p < 0,05$), o que pode ser atribuída às alterações nas propriedades proteicas e na microestrutura dos tecidos, afetando propriedades de espalhamento de luz, deixando a carne mais escura devido a oxidação da mioglobina a metamioglobina, responsável pelo de pigmento marrom (Hughes et al., 2014; Jiang et al., 2019b). Como esperado, após a adição de NaCl e ervas, nas diferentes proporções, foi verificado que os parâmetros de cor a* e b*, que determinam o teor de vermelho e amarelo, respectivamente, apresentaram uma redução significativa. Esta redução dos valores de a* e b* estar relacionada a introdução das ervas nas carnes, que fizeram com que o a* apresentasse valores próximos ao eixo -a, que representa a variação do vermelho ao verde. As CES2,5 e CES5 apresentaram os menores valores de b*, quando comparadas com as demais amostras.

Quando avaliado a oxidação lipídica das carnes, através da análise de TBARS, foi possível verificar uma tendência crescente nos valores com o aumento dos níveis de NaCl e a substituição parcial por ervas. A oxidação lipídica em alimentos cárneos e derivados, dentre outros processos pode ser acelerada pela adição de sal, que podem estar envolvidos na ruptura de membrana celular, liberação de íons de ferro de biomoléculas e inibição de enzimas antioxidantes (Mariutti e Bragagnolo 2017).

Fazendo uma correlação entre os valores obtidos na análise instrumental de cor com a oxidação lipídica, pode-se inferir que a redução na intensidade de a* (teor de vermelho) pode estar relacionada, além da interferência do sal e ervas, à interdependência entre a oxidação lipídica e oxidação de cor em carnes (Lynch & Faustman, 2000). A oxidação do pigmento vermelho pode estimular a oxidação lipídica, ainda, os radicais livres produzidos durante a oxidação lipídica podem oxidar os átomos de ferro ou desnaturar as moléculas de mioglobina, alterando negativamente a cor da carne (Krishnan et al., 2014). O que pode justificar relação entre os valores de TBARS, os quais aumentaram proporcionalmente com a introdução de NaCl, havendo uma tendência de decréscimo dos valores de a*, corroborando com os achados descritos por Jiang et al. (2019a).

6.4 CONCLUSÃO

A redução da concentração de NaCl juntamente com a adição de ervas, alecrim, manjeriço, orégano e coentro, na proporção de 2,5% obteve dos avaliadores efeitos positivos na análise sensorial, apresentando boa aceitação, intenção de compra, entre outros atributos. Além disso, alcançou o melhor desempenho quanto aos parâmetros de qualidade de carne exigidos pelos consumidores, tornando-a uma alternativa promissora na redução de NaCl da carne de sol.

REFERÊNCIAS

- AMSA. (2012). Meat color measurement guidelines. **American Meat Science Association**. USA, 2, 100-101.
- Association of Official Analytical Chemists - AOAC. **Official methods of analysis of the Association**. 18 ed. Gaithersburg: Maryland; 2005.
- Bower, C. G., Stanley, R. E., Fernando, S. C., & Sullivan, G. A. (2018). The effect of salt reduction on the microbial community structure and quality characteristics of sliced roast beef and turkey breast. **LWT**, 90, 583–591. doi:10.1016/j.lwt.2017.12.067
- Dutcosky, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. (2013). 4. ed. Curitiba: Champagnat, p: 536.
- Hamm, R. (1960). **Biochemistry of meat hydration: advances in food research**. Cleveland, 10, 335-443.
- Hughes, J. M., Oiseth, S. K., Purslow, P. P., & Warner, R. D. (2014). A structural approach to understanding the interactions between colour, water-holding capacity and tenderness. **Meat Science**, 98(3), 520–532.
- Jiang, Q., Jia, R., Nakazawa, N., Hu, Y., Osako, K., & Okazaki, E. (2018). Changes in protein properties and tissue histology of tuna meat as affected by salting and subsequent freezing. **Food Chemistry**, 271, 550–560. doi:10.1016/j.foodchem.2018.07.219

Jiang, Q., Nakazawa, N., Hu, Y., Osako, K., & Okazaki, E. (2019a). Changes in quality properties and tissue histology of lightly salted tuna meat subjected to multiple freeze-thaw cycles. **Food Chemistry**, 293, 178-183.

Jiang, Q., Nakazawa, N., Hu, Y., Osako, K., & Okazaki, E. (2019b). Microstructural modification and its effect on the quality attributes of frozen-thawed bigeye tuna (*Thunnus obesus*) meat during salting. **LWT-Food Science and Technology**, 100, 213–219.

Lynch, M. P., Faustman, C., 2000. Effect of aldehyde lipid oxidation products on myoglobin. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 48(3), 600–604

Mariutti, L. R. B. & Bragagnolo, N. (2017). Influence of salt on lipid oxidation in meat and seafood products: a review. **Food Research International**, 94, 90–100.

Mohamed, H. M. H., Mansour, H. A., & Farag, M. D. E.-D. H. (2011). The use of natural herbal extracts for improving the lipid stability and sensory characteristics of irradiated ground beef. **Meat Science**, 87(1), 33–39.doi:10.1016/j.meatsci.2010.06.026

Nuwanthi, S. G. L. I., Madage, S. S. K., Hewajulige, I. G. N., & Wijesekera, R. G. S. (2016). Comparative Study on Organoleptic, Microbiological and Chemical Qualities of Dried Fish, Goldstripe *Sardinella* (*Sardinella Gibbosa*) with Low Salt Levels and Spices. **Procedia Food Science**, 6, 356 361.doi: 10.1016/j.profoo.2016.02.072

Radha krishnan, K., Babuskin, S., Azhagu Saravana Babu, P., Sasikala, M., Sabina, K., Archana, G., ... Sukumar, M. (2014). Antimicrobial and antioxidant effects of spice extracts on the shelf life extension of raw chicken meat. **International Journal of Food Microbiology**, 171, 32–40.doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2013.11.011

Sun, Q., Zhao, X., Chen, H., Zhang, C., & Kong, B. (2018). Impact of spice extracts on the formation of biogenic amines and the physicochemical, microbiological and sensory quality of dry sausage. **Food Control**, 92, 190–200.doi:10.1016/j.foodcont.2018.05.002

Tamm, A., Bolumar, T., Bajovic, B., & Toepfl, S. (2016). Salt (NaCl) reduction in cooked ham by a combined approach of high pressure treatment and the salt replacer KCl. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, 36, 294–302.

Vitullo, M., Ripabelli, G., Fanelli, I., Tamburro, M., Delfine, S., & Sammarco, M. L. (2011). Microbiological and toxicological quality of dried herbs. **Letters in Applied Microbiology**, 52(6), 573–580. doi:10.1111/j.1472-765x.2011.03040.x

**7 CAPÍTULO V - USO DE FILMES BIODEGRADÁVEIS COM
PROPRIEDADES ATIVAS NA CONSERVAÇÃO DE CARNE DE SOL.**

7 CAPÍTULO V – USO DE FILMES BIODEGRADÁVEIS COM PROPRIEDADES ATIVAS NA CONSERVAÇÃO DE CARNE DE SOL.

RESUMO - Objetivou-se elaborar um filme ativo a base de ágar e extratos de orégano, alecrim e manjerição, aplicado a conservação da carne de sol. As características microbiológicas e físico-químicas da carne durante a vida de prateleira, além da interferência da embalagem ativa nas fibras musculares foram estudadas. Para isso, foram produzidos filmes ativos a base de ágar com incorporação de extratos de alecrim, manjerição e orégano. Em seguida, foram preparadas carnes de sol com 2,5% de NaCl e embaladas com os filmes sendo classificadas em quatro grupos, três tratamentos e um grupo controle. CE-FC - Carne de sol com filme controle; CE-FO - carne de sol com filme ativo de orégano; CE-FM – carne de sol com filme ativo de manjerição; CE-FA - carne de sol com filme ativo de alecrim. Posteriormente, foram realizadas análises microbiológicas, físico-químicas e histológicas para medição do tamanho das fibras musculares e espaçamento entre elas através da microscopia de luz e MEV. Verificou-se que as CE-FM e CE-FA apresentaram menores contagens de bactérias halófilas quando comparadas com os demais tratamentos e mantiveram o melhor comprimento das fibras. Não foi verificada diferenças significativas nos parâmetros físico-químicos entre os tratamentos estudados. Portanto, os filmes com introdução de extratos de alecrim e manjerição podendo ser um grande potencial para o incremento da vida útil da carne de sol.

7.1. INTRODUÇÃO

A indústria alimentícia vem cada vez mais se preocupando com o fornecimento de produtos de alta qualidade, livres de contaminantes, com prazo de validade maior, por isso, a principal problemática enfrentada pela indústria de carne e derivados está relacionada com a deterioração microbiana e oxidativa que também pode ameaçar a saúde do consumidor, causando doenças transmitidas por alimentos (Abdollahi et al., 2018).

Paralelamente, problemas ambientais causados pela eliminação inadequada de matérias de embalagem produzidas a partir de plásticos não biodegradáveis vem causando preocupação dos órgãos competentes, já que esses materiais tendem a se acumular nos ecossistemas devido à resistência de degradação microbiana. Em virtude disso, observa-se um interesse crescente na aplicação de materiais de embalagem à base de biopolímero, como o amido, proteínas, celulose, ágar (Shankar et al., 2016).

Além do apelo ambiental, as embalagens fabricadas com materiais biodegradáveis, renováveis e de custo competitivo cresceram nos últimos anos principalmente pela possibilidade do desenvolvimento de sistemas de embalagens ativas de base biológica, ou seja, a adição de agentes antimicrobianos em polímeros de base biológica as quais podem fornecer uma ferramenta inteligente podendo atender a problemática ambiental bem como a conservação dos alimentos. Os materiais utilizados para revestimentos ativos de base biológica são sistemas de embalagens inovadoras que interagem continuamente com os alimentos, garantindo uma maior extensibilidade da vida útil, além de serem produtos ecologicamente corretos para o meio ambiente devido à sua natureza biodegradável (Garrido et al., 2016).

O ágar é um polissacarídeo linear, que consiste em uma mistura de agarose e agaropectina, um polímero sulfatado que varia de acordo com as espécies de algas marinhas, tendo como principal componente a D-galactose β -1, 3-ligado e unidades de 3,6-anidro-L-galactose α -1, 4-ligadas com parte dos substituintes da cadeia lateral, tais como éster sulfato, grupo metoxila e piruvato (Abdollahi et al., 2012). Atualmente, o ágar tem sido amplamente usado como materiais de embalagem de alimentos devido à sua excelente capacidade de formação de filme, termoplasticidade, biocompatibilidade, biodegradação e moderada resistência à água (Wang et al., 2018).

A carne de sol, produto oriundo da salga da carne elaborada de forma artesanal, não possui legislação que estabeleça os parâmetros de identidade e qualidade deste alimento. Por isso, não existe embalagem específica para este produto, sendo comercializada das mais diversas formas, fazendo com que esteja susceptível a deterioração microbiana e oxidativa e não haja padrão na vida útil comercial. Não são encontrados relatos propondo embalagens ativas na extensão da vida de prateleira da carne de sol bovina. Assim, o presente estudo objetivou elaborar um filme ativo a base de ágar e extratos de orégano, alecrim e manjerição, aplicado a conservação da carne de sol. As características microbiológicas e físico-químicas da carne durante a vida de prateleira, além da interferência da embalagem ativa nas fibras musculares foram estudadas

7.2. MATERIAIS E MÉTODOS

7.2.1. Preparação dos extratos

Para preparação dos extratos foram utilizadas três ervas já desidratadas, alecrim (*Rosmarinus officinalis*), manjerição (*Ocimum basilicum*) e orégano (*Origanum vulgare*), adquiridos no comércio local da cidade de Mossoró, Rio Grande do Norte. Os extratos foram produzidos de acordo com metodologia descrita por Michiels et al., (2012) e Fernandes et. al., (2017) com algumas modificações. Realizou-se uma mistura de solventes (acetona / água / ácido acético glacial, 70: 28: 2% v / v) a uma razão de 1:20 (g de plantas por ml de mistura de solvente) para extração. As folhas secas foram homogeneizadas nestes solventes por 2 min e em seguida agitada em Incubadora Shaker de Bancada com temperatura controlada por 1 h a 50 rpm e 4 ± 1 C. Posteriormente, a mistura foi centrifugada durante 15 min a 4000 rpm e 4 ± 1 C. O sobrenadante foi filtrado por filtro de papel (n° 1, 125 mm Ø; Whatman, Maidstone, Reino Unido) e concentrou-se utilizando evaporador rotativo por 140 min a 45 ° C máximo.

7.2.2. Preparação de solução filmogênica

As soluções filmogênicas foram produzidos por um método de fundição de acordo com metodologia descrita por Mohajer et al., (2017) modificada. Filme de ágar puros foi preparado como controle. Foram também obtidas soluções filmogênicas compostas com ágar e extratos de orégano, alecrim e manjerição, onde o ágar (3g / 100 ml) foi dissolvido a 95° C durante 10 min com agitação magnética de 600 rpm (Phan et al., 2009). Os extratos foram cuidadosamente misturados à solução de ágar sob leve agitação durante 10 min para obter uma boa mistura. O glicerol (0,3 g / g de matéria seca) foi adicionado como plastificante e as soluções foram novamente agitados durante 10 min. Finalmente, alíquotas de 50ml de soluções formadoras de filme foram vertidos em placas de alumínio com filme interno antiaderente starflon 22cm e a mistura foi evaporada em temperatura ambiente por 24 h para obtenção dos filmes.

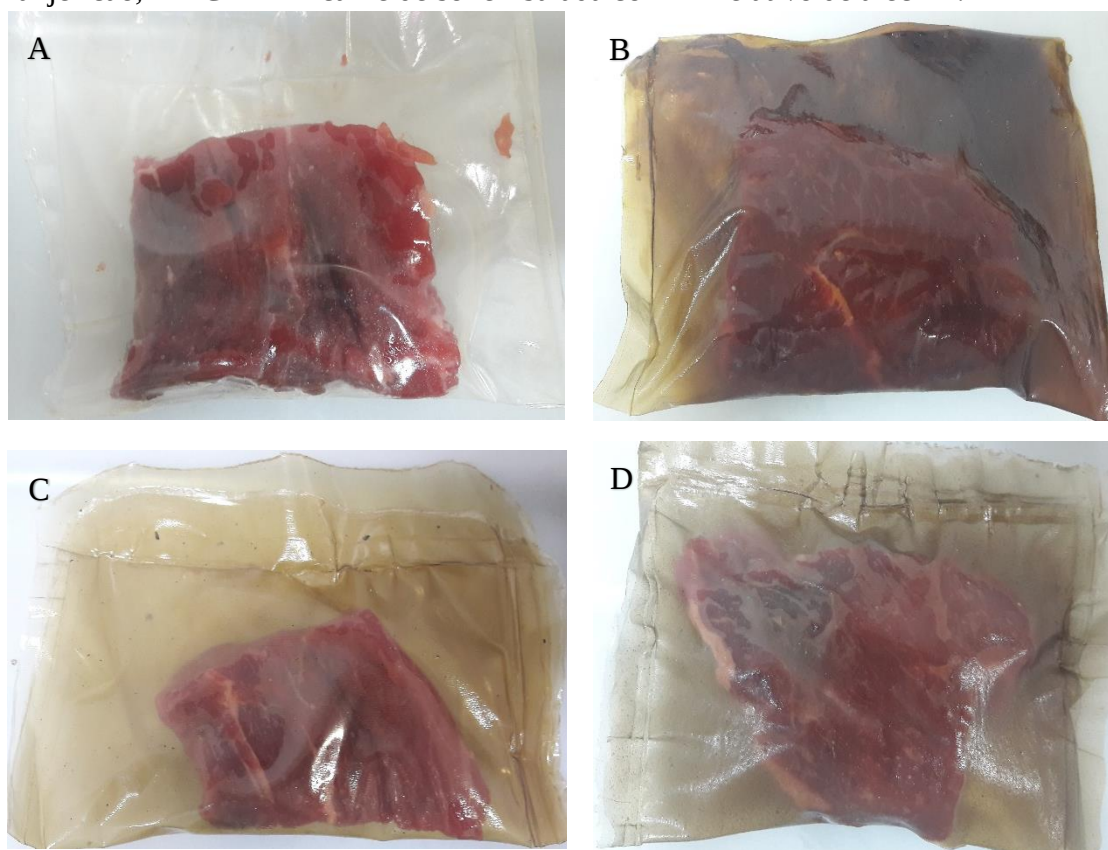
7.2.3. Preparação da carne de sol

Para a produção da carne-de-sol, utilizou-se uma carne bovina do tipo coxão duro (*Biceps femoris*) de um abatedouro com o selo federal de inspeção. Todo o processamento e preparação da carne seguiram as boas práticas de manipulação de alimentos. A carne

foi cortada em porções de aproximadamente 200g e medindo cerca de 4cm de espessura. A concentração de cloreto de sódio a 2,5% foi utilizada para a produção da carne de sol, de acordo com achados prévios desses autores, e a carne permaneceu imersa na salmoura por 24 horas antes de ser embalada nos tratamentos. As carnes foram retiradas da salmoura, deixando-as escorrer todo o líquido residual e posteriormente, revestidas com os filmes. A embalagem foi selada com auxílio de seladora barra quente manual para plásticos.

Em seguida, as amostras de carne foram classificadas em quatro grupos (três tratamentos e um grupo controle); CE-FC - carne de sol embalada com filme controle; CE-FO - Carne de sol embalada com filme ativo de orégano; CE-FM – carne de sol embalada com filme ativo de manjerição; CE-FA - carne de sol embalada com filme ativo de alecrim; As carnes embaladas nos diferentes grupos experimentais (Figura 1) foram armazenadas sob refrigeração ($4 \pm 1^\circ\text{C}$).

Figura 1 - Carnes de sol embaladas com filmes ativos no dia 0 de armazenamento; A – CE-FC - carne de sol embalada com filme controle; B - CE-FO - carne de sol embalada com filme ativo de orégano; C - CE-FM – carne de sol embalada com filme ativo de manjerição; D - CE-FA - carne de sol embalada com filme ativo de alecrim.



Fonte: Acervo do autor.

7.2.4. Análises físico-químicas

Os ensaios físico-químicos foram realizados em triplicata, no tempo de armazenamento zero, 24 horas após o processo de salga e embalagem e novamente após 3 e 7 dias de armazenamento refrigerado a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Os ensaios determinaram pH (AOAC, 2005), Cor e Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico - TBARS (AMSA, 2012).

pH

O pH das amostras foi determinado de acordo com a metodologia estabelecida pela AOAC, 2005, onde utilizou-se o pHmetro digital HANNA® modelo HI 99163, acoplado a um eletrodo de penetração. O pH foi mensurado diretamente no músculo (AOAC, 2005).

Cor

A cor foi avaliada através do colorímetro Konica Minolta, CM-700d/600d (Sistema CIE $L^*a^*b^*$), cujo sistema considera as coordenadas L^* luminosidade (preto/branco), a^* teor de vermelho (verde/vermelho) e b^* teor de amarelo (azul/amarelo).

Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)

Para o teste das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), foi utilizado 0,5g de carne de carne de sol, com adição da solução estoque (ácido tiobarbitúrico a 0,375%, ácido tricloroacético a 15% e HCL a 0,25M), em que as amostras positivas desenvolvem a cor rosa durante o aquecimento. A absorbância da solução foi determinada em 532nm contra o branco. A quantidade de TBARS foi expressa como miligramas de malonaldeído por kg de carne de sol (AMSA, 2012).

7.2.5. Ensaio microbiológicos

Os ensaios microbiológicos realizados nas amostras de carne de sol foram realizados no dia zero de armazenamento e novamente após 3 e 7 dias de armazenamento refrigerado a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. As amostras de carne de sol foram pesadas (25g) de forma

asséptica e transferidas para sacos plásticos estéreis, onde foram acrescidos 225 mL de água peptonada tamponada estéril para posterior homogeneização em “Stomacher” durante 2 minutos, obtendo-se assim a diluição 10⁻¹, a partir da qual foram obtidas as demais diluições decimais até 10⁻⁴. Após a diluição, as amostras de carne de sol foram submetidas a diferentes técnicas para verificar a contagem total de bactérias aeróbias mesófilas, contagem total de bactérias psicrótroficas e halófilas, contagem de *Staphylococcus* coagulase-positivos e presença de *Salmonella* sp., utilizando a metodologia recomendada pela American Public Health Association (Downes & Ito 2001).

7.2.6. Processamento histológico das amostras

As carnes de sol embaladas com filmes ativos foram fixadas em solução de paraformaldeído a 4% tamponado com fosfato de sódio 0.1M, pH 7,2 a 4°C por 24 horas. Após fixação, o material foi lavado em água corrente por 30 minutos para retirada do excesso de fixador. Em seguida, desidratadas em soluções de concentrações crescentes de álcool (70, 80, 90, 95 °GL) e três soluções a 100 °GL, permanecendo em cada uma delas por 30 minutos, de modo a garantir total desidratação do material. Após desidratação, as amostras foram imersas em duas soluções de xilol durante 30 minutos cada para diafanização. Posteriormente, os fragmentos foram imersos em parafina onde permaneceram “overnight”. No dia seguinte, as carnes foram realocadas para uma segunda parafina por 60 minutos para então serem emblocados e identificados. As carnes de sol foram totalmente fragmentadas em cortes contínuos com espessura de 5 µm com auxílio de micrótomo (LEICA RM 2125 RT) em lâminas silanizadas (StarFrost® Advanced Polycat, Alemanha) que foram coradas pela hematoxilina-eosina (HE) e submetidas ao processo de fotomicrografadas para medição das fibras e espaçamentos entre as fibras musculares.

7.2.7. Microscopia de luz, medição de diâmetro de fibra e espaçamento entre as fibras

As lâminas coradas foram selecionadas e fotomicrografadas com a utilização de um microscópio com câmera acoplada (LEICA DM500). 10 imagens foram obtidas de cada amostra. Dez fibras musculares foram selecionadas aleatoriamente e seu diâmetro bem como o espaçamento entre as fibras foi medido usando o software ImageJ®.

Finalmente, o diâmetro da fibra e o espaçamento entre elas, para cada amostra, foi registrado como uma média de 100 medições (10×10) cada.

7.2.8. Microscopia eletrônica de Varredura das carnes de sol

As carnes de sol foram fixadas em glutaraldeído a 2,5% 0,1 M (pH 7,4) foram lavadas com solução tampão fosfato 0,1 M e pós-fixado em tetróxido de ósmio (Kit Spurr, Electron Microscopy Sciences Co., Hatfield, PA). Os fragmentos de carne foram lavados com solução tampão e desidratados em séries crescentes de etanol (de 50% a 100%), seguidos de secagem por pontos críticos (Balzers PCD 020, Balzer Union, Liechtenstein). Em seguida, os fragmentos foram fixados em stubs metálicos e revestido com ouro (Emitech K550, Quorum Technologies, Kent, Reino Unido). A análise foi realizada com microscópio eletrônico de varredura 435 VP (Semtech, Camarillo, CA) (De Aro et al., 2019).

7.2.9. Análise estatística

A homocedasticidade e normalidade dos dados foram calculadas, no caso de nenhum outliers observado, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as diferenças significativas foram observadas utilizando o teste de Tukey a 5% de significância, todos os dados foram trabalhados através do software estatístico SISVAR 5.6.

7.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliou-se a presença de *Salmonella* spp. e quantificação de *Staphylococcus* coagulase positiva nas carnes de sol, no presente estudo, verificou-se a ausência dos dois microrganismos pesquisado em todas as amostras avaliadas.

Para bactérias aeróbias mesófilas, os filmes com propriedades ativas foram capazes de promover uma constância nos valores de unidades formadoras de colônia durante os dias amostrais não havendo diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos, ou seja, a contaminação inicial permaneceu constante até o final do armazenamento (Tabela 1). Não houve diferenças significativas entre os tratamentos até 3 dias. Aos 7 dias, verificou-se efeito benéfico dos filmes ativos em relação ao controle. Já

as carnes embaladas com o filme controle apresentou, ao sétimo dia de armazenamento um crescimento de 1,6 ciclos logarítmicos quando comparado com o dia 0 e 3.

Tabela 1: Quantificação de bactérias aeróbias mesófilas, psicrotíficas e halófilas em carne de sol embalada com filmes ativos.

Dias de estocagem	Variáveis	CE-FC	CE-FO	CE-FM	CE-FA	CV(%)
0	Mesófilos (logUFC/g)	3,76Bb	3,31Bb	3,78Bb	3,94Bb	36.86
3		3,94Bb	4,00Bb	3,47Bb	3,80Bb	
7		5,54Aa	3,67Bb	2,65Bb	4,39Bb	
0	Psicrotíficos (logUFC/g)	0	0	0	0	35.69
3		5,45Aa	4,92Bab	4,69Bb	5,19Ab	
7		5,84Aa	5,14Ba	4,98Bb	5,00Ab	
0	Halófilos (logUFC/g)	3,95Ba	3,69Ba	3,77Ba	3,84Ba	70.13
3		5,08Aa	4,93ABa	3,86Bb	4,57Ab	
7		5,31Aa	4,09Bab	3,41Bb	3,56Bb	

A,B,C Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre os tempos de armazenamento de acordo com o teste de Tukey a 5%.

a, b, c Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os tratamentos de acordo com o teste de Tukey a 5%.

Apesar dos muitos relatos encontrados na literatura sobre a atividade antimicrobiana de filmes com extratos naturais de plantas, seus relatos se concentram nas propriedades físicas, químicas e efeitos antimicrobianos do filme ou filme não sendo, muitas vezes estudados em matrizes alimentares (Gomez-Estaca et al., 2007; Choulitoudi et al., 2017).

Quando verificado o crescimento microbiano de bactérias aeróbias psicrotíficas, foi possível visualizar que no tempo zero, as carnes não apresentaram crescimento do microrganismo pesquisado, já nos dias 3 e 7 o desenvolvimento progressivo foi visualizado em todos os tratamentos. Todavia, as amostras embaladas com os filmes ativos apresentaram crescimentos significativamente ($p < 0,05$) menores que os encontrados na carne controle, demonstrando que, apesar do aumento bacteriano, os filmes ativos conseguiram estabilizar o crescimento destes microrganismos.

Para os microrganismos halófilos, no dia 0 de armazenamento a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$, o crescimento foi quantificado em valores superiores 3 logUFC/g em todos os tratamentos. Nos dias subsequentes, o tratamento controle registrou um aumento ($p < 0,05$) no desenvolvimento bacteriano, chegando a valores de 5,31 logUFC/g. Já as amostras com os filmes ativos apresentaram crescimento, no entanto menores ($p < 0,05$) quando comparados as amostras controle, não ultrapassando valores de 4,93 logUFC/g. Analisando o efeito antimicrobiano dos filmes para todos os microrganismos pesquisados, pode-se perceber que a maior inibição do desenvolvimento microbiano foi observado para bactérias halófilas nas carnes revestidas com CE-FM e CE-FA. Benefício favorável, uma vez que, bactérias halotolerantes podem causar alterações no odor e na aparência do iodo, presente no NaCl utilizado para salgar as carnes de sol, e na mioglobina das carnes, causando manchas na superfície do produto (Shimokomaki et al., 1998; Pinto et al., 2002; Biscola et al., 2014).

Quanto aos parâmetros físico-químicos avaliados (Tabela 2), o pH das carnes apresentaram uma constância em todos os tratamentos, havendo uma variação no tempo de armazenamento em todas as amostras, variando de 5,66 a 5,79, sendo observado uma influência mínima dos filmes ativos e do cloreto de sódio nos valores de pH, demonstrando o importante papel do pH na qualidade da carne promovendo a segurança, estabilidade de vida de prateleira dos produtos, além da interferência no crescimento microbiano (Teixeira et al., 2017).

O pH da carne é um importante indicador de qualidade, podendo variar de acordo com a origem genética da carne, tratamento *ante-mortem*, tipo de músculo e fibra, bem como processos de fabricação, como temperatura de salga, períodos de salga e métodos de salga (Gou, Comaposada, & Arnau, 2002). Existe uma alta relação entre pH, umidade e propriedades mecânicas e sensoriais das texturas em carne curada a seco (Gou et al., 2002; Guerrero, Gou, & Arnau, 1999; Ruiz-Ramirez, Arnau, Serra e Gou, 2006). Portanto, o valor do pH é um dado fundamental a ser monitorado durante o processo de salga ou marinação, fornecendo uma indicação razoavelmente boa de qualidade final da carne (Liu et al., 2014).

Mudanças significativas no pH podem ser um dos principais indicadores do estado e da qualidade de um produto alimentar (Dainelli, et al., 2008). Na maioria dos casos, quando ocorre deterioração, seja ela microbiana ou oxidativa em um alimento, é

observada uma alteração no pH. Por isso a importância desta análise como um parâmetro de qualidade dos alimentos (Bamore et al., 2003; Veiga-Santos et al., 2011).

Tabela 2: Resultados dos parâmetros de pH e TBARS em carne de sol embalada com filmes ativos.

Dias de estocagem	Variáveis	CE-FC	CE-FO	CE-FM	CE-FA	CV (%)
0		5.68ABb	5.72ABa	5.75Aa	5.66Ba	
3	pH	5.79Aa	5.72Ba	5.67Bb	5.68Ba	0.50
7		5.69Ab	5.66Aa	5.69Aab	5.69Aa	
0		0.349Bb	0.321Bb	0.317Bb	0.375Bb	
3	TBARS (mgMDA/kg)	0.409Bb	0.416Bb	0.360Bb	0.340Bb	9.97
7		1.453Aa	1.570Aa	1.456Aa	1.093Ab	

^{A,B,C} Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre os tempos de armazenamento de acordo com o teste de Tukey a 5%.

^{a, b, c} Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os tratamentos de acordo com o teste de Tukey a 5%.

A análise de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico- TBARS mostraram que, no tempo zero (Tabela 2), houve diferenças significativas entre os tratamentos apenas no 7 dia de armazenamento, com o decorrer dos dias, a quantidade de malonaldeído (MDA) presente nas amostras aumentaram gradativamente, atingindo valores acima de 1 mgMDA/kg demonstrando que os ativos introduzidos nas embalagens provavelmente não conseguiram inibir as transformações metabólicas dos ácidos graxos nas carnes. Contudo, a carne embalada com alecrim obteve os menores valores de TBARS ao final dos 7 dias de armazenamento refrigerado. Não há limite legislativo de concentração de MDA em amostras de carne, todavia, Campos et al. (2006) argumentam que valores de TBARS de até 2 mg MDA / kg são os limites máximos considerados aceitáveis de oxidação lipídica em carnes, sendo as amostras analisadas neste experimento todas abaixo desse limite.

Segundo Lima Jr et al. (2013), cloreto de sódio e outros sais de cura aceleram a oxidação de glicerídeos através de mecanismo não totalmente compreendido. Isso sugere que os resultados obtidos na análise TBARS nas carnes de sol embaladas com filmes ativos podem ter sofrido influência da salga, apesar do baixo teor de cloreto de sódio adicionado as amostras. O malonaldeído é um dos aldeídos mais abundantes gerados durante a oxidação lipídica e também provavelmente o mais comumente usado como marcador de oxidação lipídica (Reitznerová et al., 2017). Entre os vários produtos

secundários da oxidação lipídica, é atribuído ao MDA a capacidade de alterar ou interligar uma variedade de macromoléculas biológicas as quais podem contribuir para a sua toxicidade, para efeitos mutagênicos e carcinogênicos, recebendo particular atenção devido ao seu potencial risco a saúde (Okolie et al., 2013).

Quanto a análise de cor das carnes de sol não houve efeito no tratamento ou tempo de armazenamento (Tabela 3), concluindo que a mioglobina das carnes de sol não sofreu influência das embalagens ativas com extratos de alecrim, manjerição, orégano e o controle.

Tabela 3: Resultado da cor das carnes de sol embaladas com filmes ativos.

Dias de estocagem	Variáveis	CE-FC	CE-FO	CE-FM	CE-FA	CV(%)
0		68.05Aa	67.58Aa	66.75Aa	67.85Aa	
3	L*	65.62Aa	65.96Aa	65.57Aa	66.34Aa	2.16
7		66.56Aa	65.98Aa	66.26Aa	67.41Aa	
0		3.41Aa	3.70Aa	2.67Aa	2.90Aa	
3	a*	2.48Aa	2.75Aa	2.37Aa	3.29Aa	16.73
7		2.53Aa	2.81Aa	2.33Aa	2.50Aa	
0		7.64Aa	7.16Aa	6.98Aa	6.64Aa	
3	b*	6.56Aa	6.83Aa	6.18Aa	6.98Aa	9.28
7		6.64Aa	6.73Aa	6.33Aa	6.48Aa	

^{A,B,C} Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre os tempos de armazenamento de acordo com o teste de Tukey a 5%.

^{a, b, c} Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os tratamentos de acordo com o teste de Tukey a 5%.

Quando analisadas as lâminas histológicas das carnes de sol (Tabela 4), através da microscopia de luz, foi possível observar que houve, ao longo dos dias de estocagem, um encurtamento progressivo do comprimento das fibras apenas nas amostras CE-FC e CE-FO. Já as carnes CE-FM e CE-FA foi mantido o comprimento das fibras. Ao verificar a distância entre as fibras, foi observado uma correlação positiva com o comprimento das fibras. As amostras CE-FC e CE-FO que apresentaram redução do tamanho das fibras também foi possível observar um aumento progressivo no espaçamento entre as fibras durante os dias de estocagem (Figura 2). O mesmo aconteceu com as amostras CE-FM e

CE-FA, as quais apresentaram redução gradual do espaçamento entre as fibras resultante do aumento do comprimento das fibras. Tal acontecimento pode ser comprovado pela microscopia eletrônica de varredura (Tabela 5), que apresentou o mesmo efeito encontrado na microscopia de luz em todas as amostras analisadas, como pode ser visto nas Figuras 2 e 3.

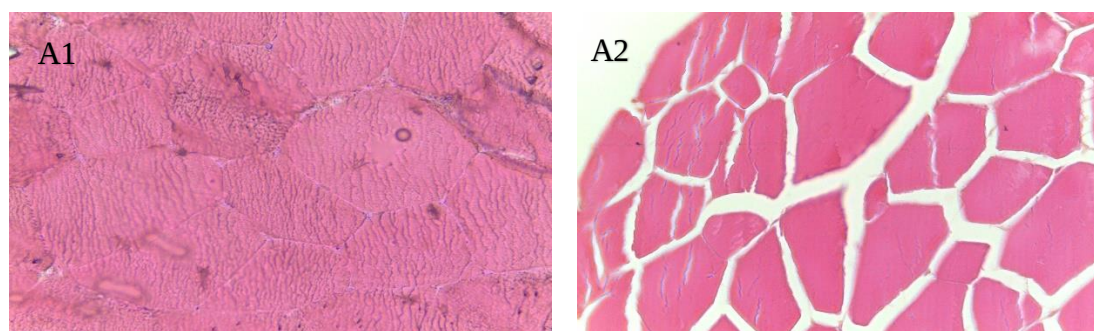
Tabela 4: Resultados das medições do comprimento das fibras e distância entre as fibras das amostras de carne de sol embaladas com filmes ativos submetidas a microscopia de luz.

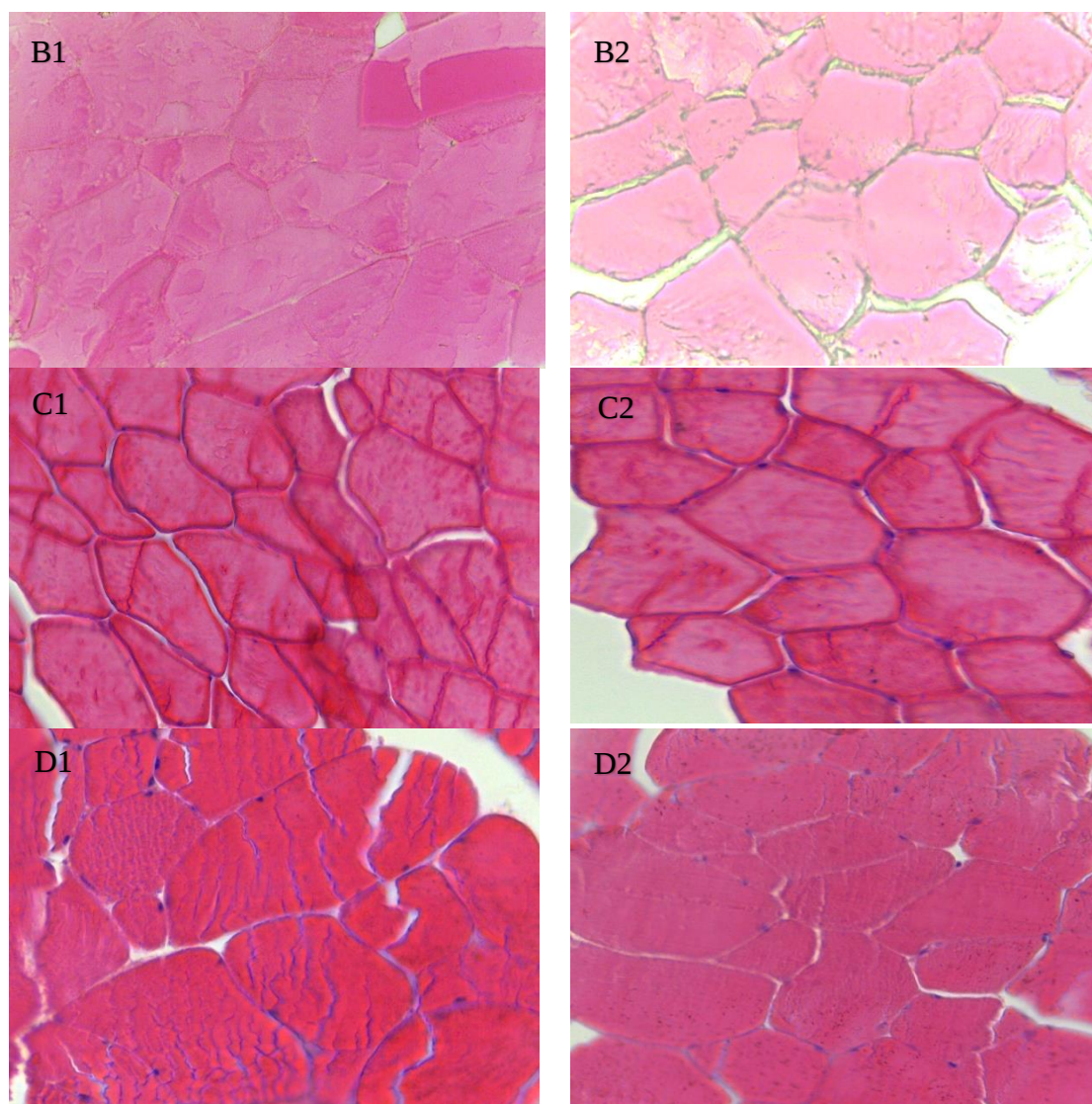
Dias de estocagem	Variáveis	CE-FC	CE-FO	CE-FM	CE-FA	CV (%)
0	Comprimento das fibras (mm)	3,22Aa	3,42Aa	2,69Ba	2,69Bb	35.93
3		2,75Bb	3,26Aa	2,70Ba	2,75Bb	
7		2,64Bb	2,88Bb	2,81Ba	2,93Bb	
0	Distância entre fibras (mm)	0,27Cc	0,33Bc	0,60Ab	0,60Aa	44.49
3		0,45Cb	0,61Ab	0,59ABb	0,51BCb	
7		1,40Aa	0,85Ba	0,40Cc	0,32Cc	

A,B,C Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os tratamentos de acordo com o teste de Tukey a 5%.

a, b, c Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre tempos amostrais de acordo com o teste de Tukey a 5%.

Figura 2 – Microscopia de luz da análise histológica das carnes de sol embaladas com filmes ativos. Fotos da microscopia de luz das carnes de sol com aumento de 40X. A1 e A2 - CE-FC nos dias 0 e 7 de armazenamento respectivamente; B1 e B2 - CE-FO nos dias 0 e 7 de armazenamento respectivamente; C1 e C2 - CE-FM nos dias 0 e 7 de armazenamento respectivamente; D1 e D2 - CE-FA nos dias 0 e 7 de armazenamento respectivamente.





Fonte: Próprio autor.

O comportamento observado nas amostras CE-FC e CE-FO pode ser explicado com base na hidrofobicidade dos principais compostos bioativos dos extratos de manjeriço e de alecrim. Os principais constituintes ativos do alecrim são os ácidos rosmarínico e carnósico (Rodríguez-Rojo, Visentin, Maestri & Cocero, 2012). Os principais compostos presentes no manjeriço são ácido chórico, ácido rosmarínico, ácido cafeico e eugenol (Nadeem et al., 2018)

O ácido rosmarínico tem quatro grupos -OH e a -grupo COOH em sua estrutura química, enquanto o ácido carnosico é mais hidrofóbico com dois grupos -OH e um grupo -COOH (Piñeros-Hernandez et al., 2016). Assim, a hidrofobicidade pode ser atribuída a pequenas quantidades de ácido carnosico e ácido rosmarínico, que podem ter migrado para a superfície do filme CE-FM e CE-FA durante o processo de secagem, além disso, o filme aumentou a superfície de contato da carne com os bioativos hidrofóbicos

permitindo que houvesse uma maior conservação da água presente na carne, não havendo as trocas com o meio.

Tabela 5 – Resultados das medições do comprimento das fibras e a distância entre as fibras das carnes de sol embaladas com filmes ativos submetidas a microscopia eletrônica de varredura (MEV).

Dias de estocagem	Variáveis	CE-FC	CE-FO	CE-FM	CE-FA	CV(%)
0	Comprimento das fibras - MEV	1.53Aa	1.66Aa	1.38Bb	1.55Ba	18.72
3		1.30ABa	1.35Bb	1.52ABa	1.66ABa	
7		1.19Bb	1.11Bb	1.61Aa	1.74Aa	
0	Distância entre as fibras - MEV	0.07Cb	0.10Ba	0.09Aa	0.13Aa	32.82
3		0.13Ba	0.14Ba	0.08Ab	0.14Aa	
7		0.21Aa	0.23Aa	0.07Ab	0.06Bb	

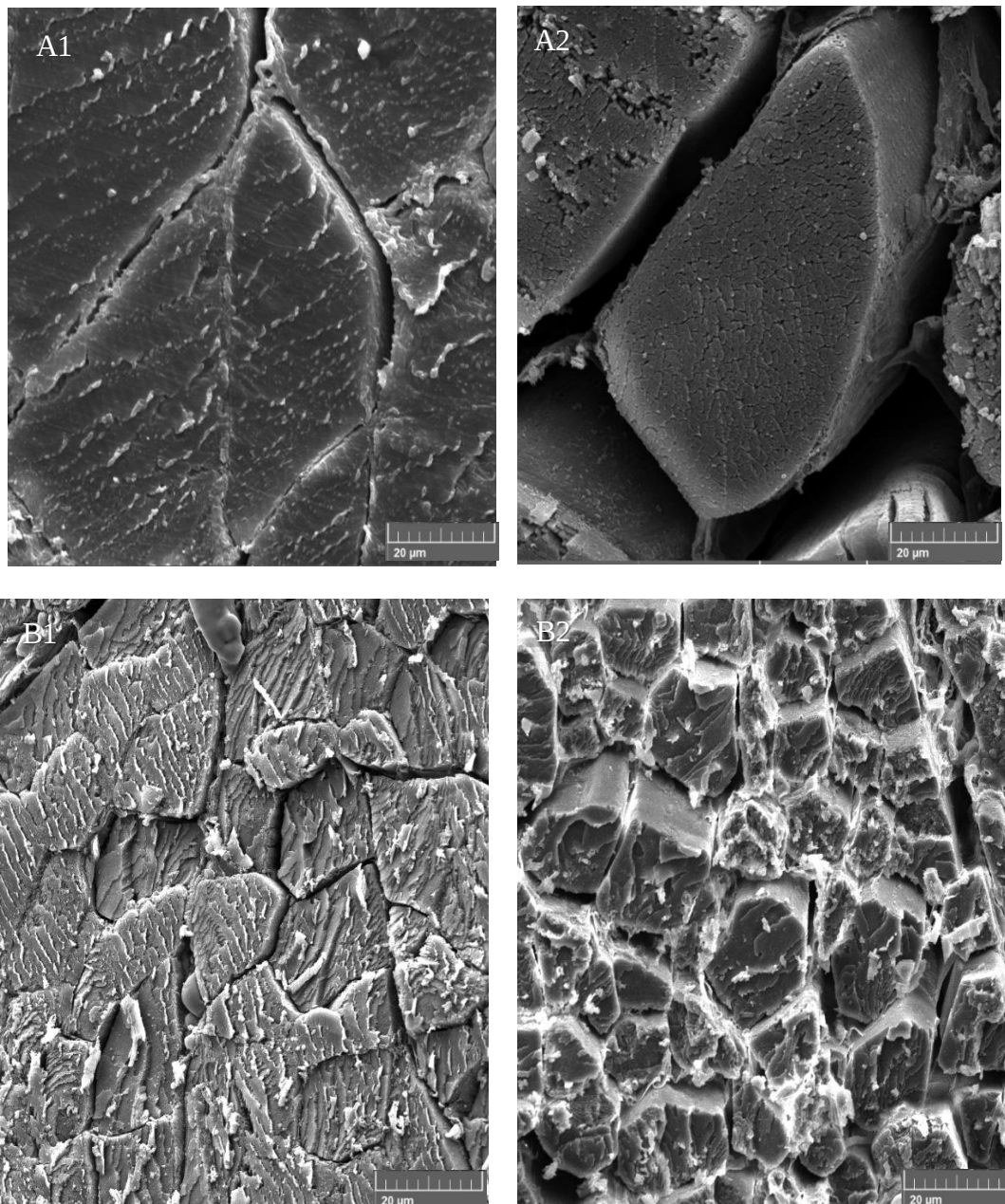
^{A,B,C} Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre os tempos de armazenamento de acordo com o teste de Tukey a 5%.

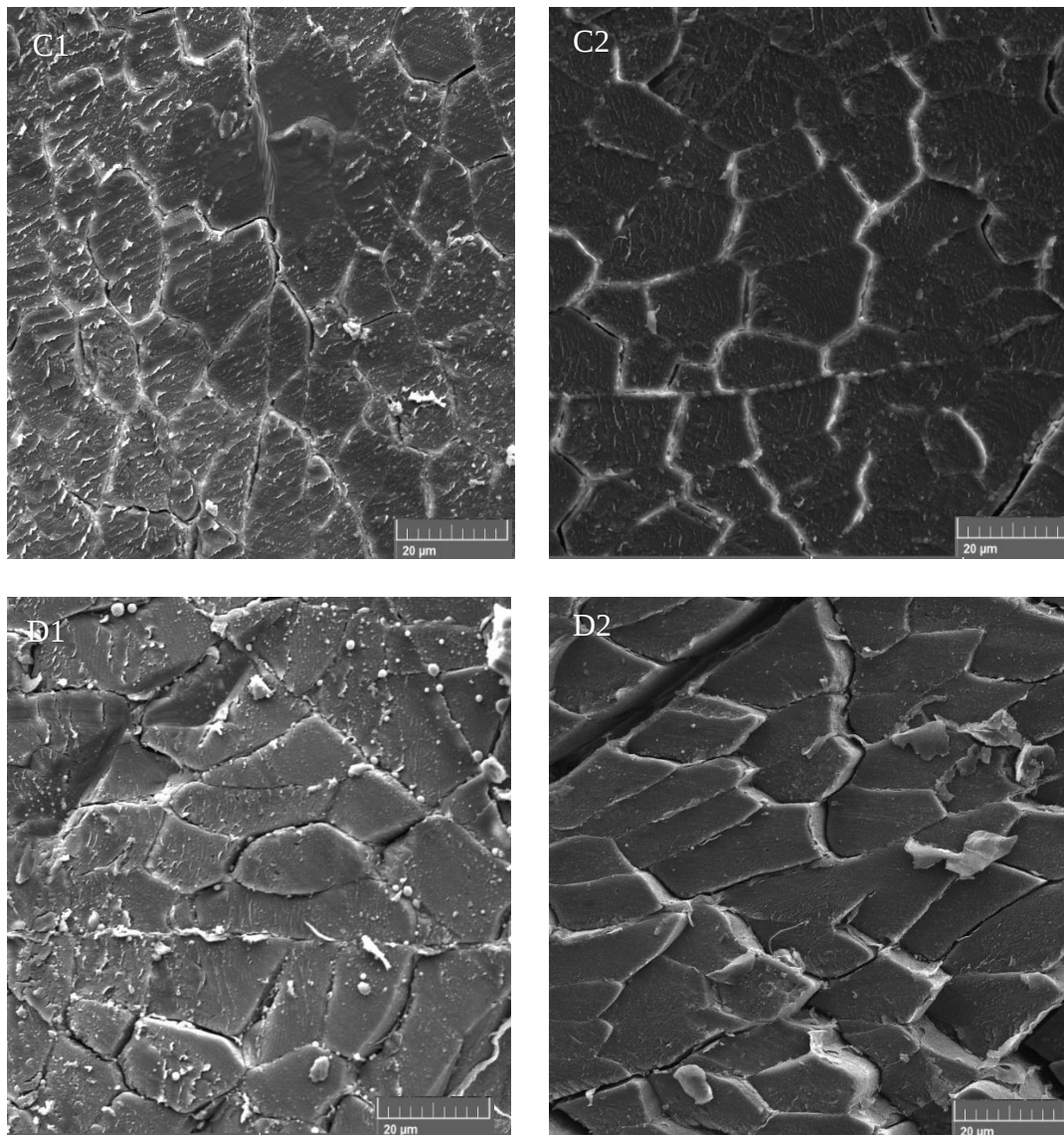
^{a, b, c} Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os tratamentos de acordo com o teste de Tukey a 5%.

Na carne embalada com o filme controle a base de ágar (CE-FC) esperava-se que houvesse alterações nas fibras das amostras no decorrer dos dias de armazenamento, uma vez que o ágar puro possui dentre outras propriedades, a hidrofílicas. Achados que corroboram com Cabedo et al., (2006), Sorrentiono et al., (2007) e Rhim (2011) os quais afirmam que a fragilidade e outras propriedades como baixa estabilidade térmica, propriedades de barreira a gases, resistência à água e hidrofílicidade do biopolímero puro são muitas vezes insuficientes para embalagens de alimentos.

As carnes embaladas com filme ativo de orégano apresentaram efeito similar ao filme controle, exibindo redução do tamanho das fibras e aumento no espaço entre elas. O principal composto de orégano é o carvacrol (63,3%), é considerado como hidrofóbico por ser classificado como óleos voláteis. No entanto, a adição direta de altas concentrações do orégano na matriz de biopolímero hidrofílico, como o ágar, pode resultar no efeito inverso, deixando o filme hidrofílico (Nikmaram et al., 2018). Este efeito pode justificar os achados deste estudo com o filme com extrato de orégano. Entretanto, não foram encontrados na literatura maiores estudos da interferência dos extratos de orégano na qualidade da fibra em carnes.

Figura 3 – Microscopia eletrônica de varredura das carnes de sol embaladas com filmes ativos, 20µm. A1 e A2 - CE-FC nos dias 0 e 7 de armazenamento respectivamente; B1 e B2 - CE-FO nos dias 0 e 7 de armazenamento respectivamente; C - CE-FM nos dias 0 e 7 de armazenamento respectivamente; D1 e D2 - CE-FA nos dias 0 e 7 de armazenamento respectivamente.





Fonte: Próprio autor

7.4. CONCLUSÃO

A carne de sol embalada com filmes ativos de manjerição e alecrim reduziram o desenvolvimento de bactérias halófilas, além de conseguirem preservarem as características físico-químicas e as estruturas das fibras musculares quando comparadas com os demais filmes. Logo, os filmes incorporados com extratos de manjerição e alecrim mostraram ser grandes potenciais para serem usados como filmes ativos para o incremento da vida útil da carne de sol.

REFERÊNCIAS

- Abdollahi, M., Damirchi, S., Shafafi, M., Rezaei, M., & Ariaii, P. (2018). Carboxymethyl cellulose-agar biocomposite film activated with summer savory essential oil as an antimicrobial agent. **International Journal of Biological Macromolecules**.doi:10.1016/j.ijbiomac.2018.12.115
- AMSA. (2012). Meat color measurement guidelines. **American Meat Science Association**. USA, 2, 100-101.
- Association of Official Analytical Chemists - AOAC. **Official methods of analysis of the Association**. 18 ed. Gaithersburg: Maryland; 2005.
- Bamore, C.R., Luthra, N.P., Mueller, W.B., Pressley, W.W., & Beckwith, S.W. (2003). **Additive transfer film suitable for cook-in end use**. Google Patents.
- Biscola, V., Abriouel, H., Todorov, S. D., Capuano, V. S. C., Gálvez, A., & de Melo Franco, B. D. G. (2014). Effect of autochthonous bacteriocin-producing *Lactococcus lactis* on bacterial population dynamics and growth of halotolerant bacteria in Brazilian charqui. **Food Microbiology**, 44, 296–301.doi:10.1016/j.fm.2014.06.025
- Cabedo, L., Feijoo, J. L., Villanueva, M. P., Lagarón, J. M., & Giménez, E. (2006). Optimization of biodegradable nanocomposites based on PLA/PCL blends for food packaging applications. **Macromolecular Symposia**, 233, 191–197.
- Campo, M.M., Nute, G.R., Hughes, S.I., Enser, M., Wood, J.D., & Richardson, R.I. (2006). Flavour perception of oxidation in beef. **Meat Science**, 72(2), 303–311.
- Choulitoudi, E., Ganiari, S., Tsironi, T., Ntzimani, A., Tsimogiannis, D., Taoukis, P., & Oreopoulou, V. (2017). Edible coating enriched with rosemary extracts to enhance oxidative and microbial stability of smoked eel fillets. **Food Packaging and Shelf Life**, 12, 107–113.doi:10.1016/j.fpsl.2017.04.009
- Dainelli, D., Gontard, N., Spyropoulos, D., Zondervan-van den Beuken, E., & Tobback, P. (2008). Active and intelligent food packaging: Legal aspects and safety concerns. **Trends in Food Science & Technology**, 19(Suppl. 1), S103–S112.

- De Aro, M. M., dos Santos, A. C., da Silveira, E. E., da Silva Lisboa Neto, A. F., de Oliveira, M. F., & de Assis Neto, A. C. (2019). Morphological tools to evaluate the digestory apparatus in rocky cavy (*Kerodon rupestris*). **Microscopy Research and Technique**.doi:10.1002/jemt.23216
- Dutcosky, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. (2013). 4. ed. Curitiba: Champagnat, p: 536.
- Garrido, T., Etxabide, A., Guerrero, P., & de la Caba, K. (2016). Characterization of agar/soy protein biocomposite films: Effect of agar on the extruded pellets and compression moulded films. **Carbohydrate Polymers**, 151, 408–416.doi:10.1016/j.carbpol.2016.05.089
- Gomez-Estaca, J., Montero, P., Gimenez, B., & Gomezguillen, M. (2007). Effect of functional edible films and high pressure processing on microbial and oxidative spoilage in cold-smoked sardine (*Sardina pilchardus*). **Food Chemistry**, 105(2), 511–520.doi:10.1016/j.foodchem.2007.04.006
- Hamm, R. (1960). **Biochemistry of meat hydration: advances in food research**. Cleveland, 10, 335-443.
- Lima, D. M. Jr., Rangel, A. H. N., Urbano, S. A., & Moreno, G. M. B. (2013). Oxidação lipídica e qualidade da carne ovina. **Acta Veterinaria Brasilica**, 7, 14–28.
- Liu, D., Pu, H., Sun, D.-W., Wang, L., & Zeng, X.-A. (2014). Combination of spectra and texture data of hyperspectral imaging for prediction of pH in salted meat. **Food Chemistry**, 160, 330–337. doi:10.1016/j.foodchem.2014.03.096
- M. Abdollahi, M. Rezaei, G. Farzi, A novel active bionanocomposite film incorporating rosemary essential oil and nanoclay into chitosan, **Journal Food Eng.** 111 (2012) 343–350. doi:10.1016/j.jfoodeng.2012.02.012.
- Mohajer, S., Rezaei, M., & Hosseini, S. F. (2017). Physico-chemical and microstructural properties of fish gelatin/agar bio-based blend films. **Carbohydrate Polymers**, 157, 784–793.doi:10.1016/j.carbpol.2016.10.061

Nadeem, M., Abbasi, B. H., Younas, M., Ahmad, W., Zahir, A., & Hano, C. (2018). LED-enhanced biosynthesis of biologically active ingredients in callus cultures of *Ocimum basilicum*. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**. doi:10.1016/j.jphotobiol.2018.09.011

Okolie, N.P.; Okugbo, T.O. A comparative study of malondialdehyde contents of some meat and fish samples processed by different methods. **J. Pharm. Sci. Innov.** 2013, 2, 26–29.

Pinto, M.F., Ponsano, E.H.G., Franco, B.D.G.M., Shimokomaki, M., 2002. Charqui meats as fermented meat products: role of bacteria for some sensorial properties development. **Meat Science**. 61, 187e191.

Rhim, Jong-Whan. (2011). Effect of clay contents on mechanical and water vapor barrier properties of agar-based nanocomposite films. **Carbohydrate Polymers** 86, 691– 699.

Rodríguez-Rojo, S., Visentin, A., Maestri, D., & Cocero, M. J. (2012). Assisted extraction of rosemary antioxidants with green solvents. **Journal of Food Engineering**, 109(1), 98–103. doi:10.1016/j.jfoodeng.2011.09.029

Shankar, S., Reddy, J. P., & Rhim, J.-W. (2015). Effect of lignin on water vapor barrier, mechanical, and structural properties of agar/lignin composite films. **International Journal of Biological Macromolecules**, 81, 267,273. doi:10.1016/j.ijbiomac.2015.08.015

Shimokomaki, M., Franco, B.D.G.M., Biscontini, T.M., Pinto, M.F., Terra, N.N., Zorn, T.M.T., 1998. Charqui meats are hurdle technology meat products. **Food Rev. Int.** 14, 339e349

Sorrentiono, A., Gorrasi, G., & Vittoria, V. (2007). Potential perspectives of bionanocomposites for food packaging applications. **Trends in Food Science & Technology**, 18, 84–95.

Teixeira, A., Fernandes, A., Pereira, E., Manuel, A., & Rodrigues, S. (2017). Effect of salting and ripening on the physicochemical and sensory quality of goat and sheep cured legs. **Meat Science**, 134, 163–169. doi:10.1016/j.meatsci.2017.08.002

Veiga-Santos, P., Ditchfield, C., & Tadini, C. (2011). Development and evaluation of a novel pH indicator biodegradable film based on cassava starch. **Journal of Applied Polymer Science**, 120(2), 1069–1079.

Wang, X., Guo, C., Hao, W., Ullah, N., Chen, L., Li, Z., & Feng, X. (2018). Development and characterization of agar-based edible films reinforced with nano-bacterial cellulose. **International Journal of Biological Macromolecules**, 118, 722–730. doi:10.1016/j.ijbiomac.2018.06.089

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração todos os aspectos mencionados, pode-se concluir que produzir carne de sol com 2,5% de NaCl pode ser uma alternativa viável para uma alimentação mais saudável, uma vez que, o fator saúde deve ser levado em consideração devido aos crescentes casos de hipertensão arterial e doenças cardiovasculares desenvolvidos pela população em decorrência da ingestão inadequada de NaCl.

Além disso, outras alternativas para o incremento da teoria dos obstáculos podem ser aplicadas para prolongar a vida de prateleira da carne de sol, como a inserção de embalagens com atmosfera modificada e diferentes proporções de CO₂ e N₂, os quais destacaram-se por proporcionarem melhores características da qualidade de carne. Portanto, revestir a carne de sol com alterações na atmosfera, incluindo os gases CO₂ e N₂, podem ser recomendadas como alternativas para prolongar a vida útil deste produto.

Outra opção é a adição de conservantes naturais, sejam eles na forma de ervas ou extratos, os quais podem ser incorporados em associação ao NaCl para produção da carne de sol, onde foi possível verificar que a 2,5% de NaCl e ervas foram aceitos sensorialmente pelos provadores, ainda garantindo parâmetros de qualidade exigidos pelos consumidores, tornando-a uma alternativa promissora na redução de NaCl da carne de sol.

Os filmes ativos com extratos de alecrim e manjerição também proporcionaram efeitos benéficos à carne de sol, conseguindo preservar as características físico-químicas e as estruturas das fibras musculares. Todas as alternativas exploradas neste estudo, demonstraram ter grande potencial para serem utilizadas como barreiras para o incremento da vida útil da carne de sol, garantindo parâmetros de qualidade exigidos pelos consumidores, além de agregar benefícios econômicos a um produto artesanal, de fácil degradação e grande consumo no Brasil.