



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ANIMAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

MARIA CARLA DA SILVA CAMPÊLO

**USO DE CONSERVADORES NATURAIS NA ELABORAÇÃO DE CARNE DE SOL
COM TEORES REDUZIDOS DE CLORETO DE SÓDIO**

MOSSORÓ-RN
2016

MARIA CARLA DA SILVA CAMPÊLO

**USO DE CONSERVADORES NATURAIS NA ELABORAÇÃO DE CARNE DE SOL
COM TEORES REDUZIDOS DE CLORETO DE SÓDIO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), como exigência final para obtenção do título de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal.

Orientador: Profº Dr. Jean Berg Alves da Silva - UFERSA

MOSSORÓ-RN

2016

© 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 tomar-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.

C193u Campêlo, Maria Carla da Silva.
Uso de conservadores naturais na elaboração de carne de sol com teores reduzidos de cloreto de sódio / Maria Carla da Silva Campêlo. - 2016.
70 f. : il.

Orientador: Jean Berg Alves da Silva.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, 2016.

1. Ácido lático. 2. Lactato de Sódio. 3. qualidade . 4. microbiológica. 5. físico-química. I. Silva, Jean Berg Alves da, orient. II. Título.

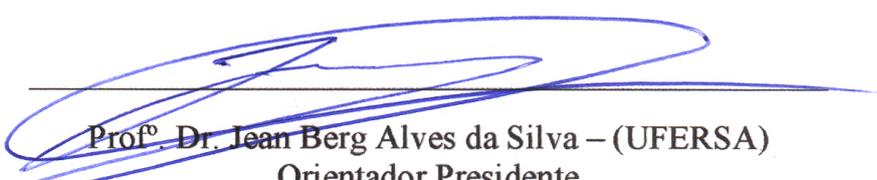
O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (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

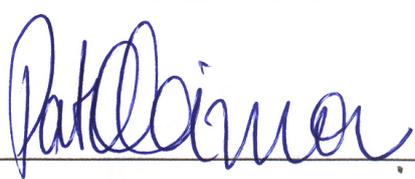
**USO DE CONSERVADORES NATURAIS NA ELABORAÇÃO DE CARNE DE SOL
COM TEORES REDUZIDOS DE CLORETO DE SÓDIO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural
do Semi-Árido (UFERSA), como exigência final para
obtenção do título de Mestre no Curso de Pós-
Graduação em Ciência Animal.

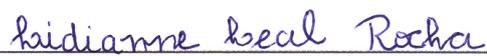
Aprovada em 26 de Fevereiro de 2016



Prof.^o Dr. Jean Berg Alves da Silva – (UFERSA)
Orientador Presidente



Prof.^ª Dra. Patrícia de Oliveira Lima – (UFERSA)
Co-orientadora Segundo Membro



Prof.^ª Dra. Lidianne Leal Rocha – (UFERSA)
Terceiro Membro

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MARIA CARLA DA SILVA CAMPÊLO, filha de João Eudes Campêlo e Maria Zulene da Silva, nasceu em 22 de outubro de 1990, na cidade de Currais Novos, estado do Rio Grande do Norte. Concluiu o ensino médio na Escola Estadual Tristão de Barros em Currais Novos no ano de 2008. Em 2010 iniciou o ensino superior no curso de Bacharelado em Biotecnologia na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), concluindo-o em Março de 2014. Como acadêmica, atuou como estagiária na área de Microbiologia e foi bolsista de iniciação científica do CNPq no Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal-LIPOA. Ainda em 2014 ingressou no curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, da UFERSA, no qual foi bolsista CAPES. Desenvolvendo, durante esse período, estudos relacionados a qualidade microbiológica e físico-química de alimentos de origem animal.

DEDICATÓRIA

*Aos meus amados pais, João e Zulene, por todo
amor e incentivo.
Aos meus avós, José Ubaldo e Francisca, por
todas as orações e pedidos de proteção.
Ao meu irmão, Ricardo Campêlo, por todo apoio.
Ao meu esposo, Lázaro Lima, por todo amor,
estímulo e compreensão.*

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, por todas as ligações apenas para saber como eu estava. Amo vocês!

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

Ao meu esposo, Lázaro Lima, com quem pude dividir todas as angústias, todos os medos, mas também todas as conquistas, as alegrias. Obrigada por todo amor, renúncia e paciência, por sempre estar ao meu lado, me apoiando, me dando força, por me fazer sorrir, mesmo quando, na verdade, minha vontade fosse chorar.

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! Obrigada por tudo!

À minha Co-orientadora Prof^a Dra. Patrícia de Oliveira Lima. Obrigada por confiar e acreditar em mim!

À Prof^a Dra. Lidianne Leal, por aceitar fazer parte da banca examinadora, todas as suas contribuições são de grande importância para o engrandecimento do trabalho.

À Maria Rociene Abrantes, amiga para todas as horas, profissional exemplar. Obrigada por todos os ensinamentos e conselhos, por estar sempre presente em minha vida. Não tenho palavras para descrever a minha gratidão a você!

À Jovilma Medeiros, pelo companheirismo, amizade e cumplicidade durante os dois anos de Mestrado. Muito Obrigada.

À toda família LIPOA, Rociene, Carol, Jovilma, Lara, Natália, Germana, Manoela, Maria Gabriela e Caio. 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!

À Ana Paula Pinheiro de Assis, por todos os ensinamentos de laboratório, por sempre estar disponível, por todo o auxílio. Obrigada!

À José Carlos Silveira Pereira, pela amizade e ajuda com as análises estatísticas do trabalho.

Aos meus amigos Biotec, Débora, Lorena, Mario Luan, Mirna e Joelma. Obrigada por fazerem parte de mais uma etapa da minha vida!

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

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

EPÍGRAFE

*Bom mesmo é ir à luta com
determinação, abraçar a vida com
paixão, perder com classe e vencer com
ousadia, pois o mundo pertence a quem
se atreve, e a vida é muito para ser
insignificante.”*

Charles Chaplin

USO DE CONSERVADORES NATURAIS NA ELABORAÇÃO DE CARNE DE SOL COM TEORES REDUZIDOS DE CLORETO DE SÓDIO

CAMPÊLO, Maria Carla da Silva. **Uso de conservadores naturais na elaboração de carne de sol com teores reduzidos de cloreto de sódio**. 2016. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal: Sanidade Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró - RN, 2016.

RESUMO: Carnes e produtos cárneos sofrem processo de deterioração muito facilmente, por isso, muitas vezes são utilizados métodos de conservação para aumentar a vida útil além de agregar valor a estes produtos. Dentre eles, a salga é bastante utilizada, desde os primórdios, para estender a vida de prateleira. No entanto, o elevado consumo de cloreto de sódio pode levar ao desenvolvimento de hipertensão arterial e doenças cardiovasculares secundárias. Diante disso, objetivou-se avaliar qualidade de carne de sol elaborada com teores reduzidos de cloreto de sódio e adição de conservadores naturais. Para tanto, foi adquirida carne bovina *in natura*, em seguida esta carne foi cortada e dividida em quatro grupos amostrais, sendo eles: CLS: carne com lactato de sódio, CAL: carne com ácido láctico, CAL+LS: carne com ácido láctico e lactato de sódio e Controle: carne sem nenhum tratamento. Posteriormente, a carne foi então salgada com teor de cloreto de sódio à 2% e armazenada a temperatura de refrigeração $4^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}$. Foram realizadas análises microbiológicas e físico-químicas na carne *in natura*, para avaliar a qualidade da matéria – prima utilizada e nas carnes de sol com os tratamentos, as quais foram analisadas nos tempos 0, imediatamente após a inserção dos conservadores, e com 3, 6, 9 e 12 dias de armazenamento refrigerado. As carnes de sol contendo os conservadores naturais demonstraram menores contagens microbianas quando comparadas com a carne controle, havendo destaque para o grupo amostral CAL, que demonstrou um incremento na vida de prateleira de até seis dias de armazenamento. Em relação aos parâmetros físico-químicos, os conservadores não alteraram significativamente a qualidade das amostras. Portanto, o ácido láctico e lactato de sódio podem ser considerados alternativas viáveis para prolongar a vida útil da carne de sol, reduzindo ainda o teor de cloreto de sódio utilizado.

Palavras-chave: qualidade, físico-química, microbiológica, ácido láctico, lactato de sódio.

USE OF NATURAL CONSERVATIVE AGENTS PRODUCTION OF CARNE DE SOL WITH LOWER LEVELS OF SODIUM CHLORIDE

CAMPÊLO, Maria Carla da Silva. **Use of natural conservative agents production of carne de sol with lower levels of sodium chloride.** 2016. 71f. Dissertation (Master Degree in Animal Science: Animal Health) – Universidade Federal Rural do Semo-Árido (UFERSA), Mossoró - RN, 2016.

ABSTRACT: Meat and meat products undergo deterioration processes very easily, for this reason, we often use conservational methods to increase shelf life and add value to these products. Among these, salting is a very common technique, used for a very long time, to expand shelf life. However, ingesting great amounts of sodium chloride may lead to the development of arterial hypertension and secondary cardiovascular diseases. Hence, we aimed to evaluate the quality of carne de sol produced with lower levels of sodium chloride and the addition of natural conservative agents. For such purpose, we obtained beef *in natura*, which was then cut and divided into the following four sample groups: CLS – carne de sol with sodium lactate; CAL – carne de sol with lactic acid; CAL+LS – carne de sol with lactic acid and sodium lactate; and Control – carne de sol with no treatment. Afterwards, the meat underwent the salting process with the sodium chloride level at 2% and was stored at refrigeration temperature $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Microbiological and physicochemical analyses were performed on the *in natura* beef, to evaluate the quality of the raw material that was used, and on the carne de sol produced with each treatment, which were analyzed on day 0, immediately after the addition of the conservative agents, and on days 3, 6, 9 and 12 of refrigerated storage. The carne de sol containing natural conservative agents presented lower microbiological counts when compared to the Control group, and group CAL should be highlighted, because it demonstrated increase in shelf life of up to six days of storage. Regarding the physicochemical parameters, the conservative agents did not significantly change the quality of the samples. Therefore, lactic acid and sodium lactate can be considered as feasible alternatives to prolong the shelf life of carne de sol, and reduce the levels of sodium chloride that are used.

Keywords: quality physicochemical, lactic acid, sodium lactate.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

Figura 1: Fluxograma de produção da carne de sol.....	23
--	----

Capítulo II

Figura 1: Contagem de bactérias psicotróficas durante armazenamento refrigerado de carne de sol tratada com ácido láctico, lactato de sódio e a associação entre eles.....	43
---	----

Figura 2: Contagem de micro-organismos aeróbios mesófilos durante armazenamento refrigerado de carne de sol tratada com ácido láctico, lactato de sódio e a associação entre eles.....	43
---	----

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1: Diferença nos aspectos tecnológicos e composição química do Charque, <i>Jerked beef</i> e Carne de Sol.....	23
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

NaCl	Cloreto de sódio
%	Porcentagem
°C	grau Celsius
pH	Potencial hidrogeniônico
UFC	Unidade Formadora de Colônia
PPC	Perda de Peso por Cocção
CRA	Capacidade de Retenção de Água
FC	Força de Cisalhamento
TBARS	Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico
CAL	Carne com ácido láctico
CLS	Carne com lactato de sódio
CC	Carne controle
CAL+LS	Carne com ácido láctico e lactato de sódio
RN	Rio Grande do Norte
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido
L*	Luminosidade
a*	Teor de vermelho
b*	Teor de amarelo
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NMP	Número Mais Provável
KgF	Quilograma força

SUMÁRIO

CAPÍTULO I: CONSIDERAÇÕES INICIAIS E REVISÃO DE LITERATURA.	16
1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	17
2. OBJETIVOS	19
2.1. GERAL.	19
2.2. ESPECÍFICOS	19
3. REVISÃO DE LITERATURA	20
3.1. CARNES E PRODUTOS CÁRNEOS.....	20
3.2. MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO.....	20
3.2.1. Salga e dessecação	21
3.3. PRODUTOS CÁRNEOS SALGADOS.....	21
3.3.1. Carne de sol	22
3.4. PARÂMETROS QUALITATIVOS DA CARNE.....	24
3.4.1. Características microbiológicas da carne de sol	24
3.4.2. Características físico-químicas da carne de sol	26
3.5. CONSERVANTES NATURAIS.....	29
3.5.1. Ácidos orgânicos	29
3.5.1.1. Lactato de sódio	30
3.5.1.2. Ácido Lático	30
4. REFERÊNCIAS	32
CAPÍTULO II: USO DE CONSERVANTES NATURAIS EM CARNE DE SOL ELABORADA COM BAIXO TEOR DE CLORETO DE SÓDIO	37
1. INTRODUÇÃO	38
2. METODOLOGIA	40
2.1. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	40
2.2. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	41
2.2.1. pH	41
2.2.2. Cor	41
2.2.3. Capacidade de Retenção de água	41
2.2.4. Força de Cisalhamento	42
2.2.5. Perda de Peso por Cocção	42
2.2.6. Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)	42
2.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA	42
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43

4.CONCLUSÃO	49
5.REFERÊNCIAS	51
APÊNDICE	53

CAPÍTULO I: CONSIDERAÇÕES INICIAIS E REVISÃO DE LITERATURA

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Entre os alimentos, as carnes e produtos cárneos ocupam lugar de destaque na alimentação dos seres humanos, por possuírem em sua constituição um alto teor de proteínas, aminoácidos essenciais e outros nutrientes que enriquecem a alimentação (HYGREEVA et al., 2014). Entretanto, a carne é um dos alimentos mais propensos à deterioração microbiana e oxidativa devido a sua alta atividade de água, pH favorável e composição abundante em nutrientes necessários para o desenvolvimento da maioria dos micro-organismos (BAPTISTA et al., 2013).

Alternativas para aumentar a vida de prateleira deste alimento baseiam-se no processamento e no emprego de métodos de conservação. A conservação de carnes através da salga e dessecação surgiu desde os primórdios, e vem sendo utilizada até os dias atuais, principalmente em produtos considerados regionais. No Brasil, destacam-se 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 consumida no nordeste brasileiro, no entanto, muito apreciada por todo o país. É caracterizada como um produto cárneo levemente salgado, parcialmente desidratado e semi preservado pela salga (LIRA, 1998; LIRA & SHIMOKOMAKI, 1998). Atualmente, não há legislação que determine parâmetros de produção da carne de sol, por isso, estudos comprovam a variação no teor de cloreto de sódio utilizado neste alimento, sendo encontrados valores entre 2,9 a 11,9 %, podendo gerar riscos à saúde do consumidor (LIRA, 1998; NOBREGA; SCHNEIDER 1983; NORMAN et al. 1983; COSTA; SILVA 2001).

O cloreto de sódio tem importante papel no processamento de carnes e produtos cárneos, sendo capaz de promover benefícios ao produto, como o incremento do sabor, redução da atividade de água, melhoria da cor, conseqüentemente, impede ou retarda o crescimento e desenvolvimento de micro-organismos patogênicos e deteriorantes, fazendo com que os produtos tenham uma maior vida útil comercial, além de aumentar a segurança ao consumidor (CREHAN et al., 2000). Entretanto, 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, uma tendência do mercado é 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 organismo. Conservadores naturais, como o ácido láctico e lactato de

sódio que possuem 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). Portanto, objetivou-se avaliar a qualidade da carne de sol elaborada com reduzido teor de cloreto de sódio e tratada com conservadores orgânicos.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

Avaliar a qualidade de carne de sol produzida com teores reduzidos de cloreto de sódio e adição de conservadores naturais.

2.2. ESPECÍFICOS

- a) Verificar a qualidade microbiológica e físico-química da carne de sol elaborada com teores reduzidos de cloreto de sódio e adição de conservadores naturais durante doze dias de armazenamento refrigerado.
- b) Medir o nível de oxidação lipídica presente nas carnes tratadas com lactato de sódio e ácido láctico nos diferentes tempos amostrais.
- c) Avaliar o efeito do ácido láctico e lactato de sódio na extensão da vida de prateleira da carne de sol produzida com teores reduzidos de cloreto de sódio.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. CARNES E PRODUTOS CÁRNEOS

A carne caracteriza-se como resultado de diversas modificações químicas sofridas pelo músculo após o abate dos animais (KOBLOITZ, 2010). Sua composição química exata é difícil de definir, devido aos vários fatores extrínsecos que podem acarretar nesta variação, como a raça, o sexo, a espécie animal, a idade e o tipo de alimentação (ORDONEZ et al., 2005). Em geral, uma carne considerada magra apresenta em torno de 75% de água, 21 a 22% de proteína, 1 a 2% de gordura, 1% de minerais e menos de 1% de carboidratos. Também é fonte de minerais como ferro, zinco, cobre, fósforo, potássio e magnésio (ROÇA, 2012a).

A carne bovina é considerada um alimento nobre para o homem. As proteínas presentes em sua constituição são divididas em miofibrilares (55%), sarcoplasmáticas (35%) e proteínas do estroma (3 a 5%), sendo consideradas as principais responsáveis pelas características funcionais das carnes. As proteínas miofibrilares estão presentes em maior quantidade no músculo, responsáveis pela sua contração. São insolúveis em água, entretanto solúveis na presença de sal. Estas, são de grande importância na qualidade do produto, sendo responsáveis pelo rendimento, estrutura e características organolépticas de carnes e produtos cárneos. As proteínas sarcoplasmáticas, por sua vez, incluem enzimas oxidativas e glicolíticas, responsáveis pela glicólise, mioglobina e, conseqüentemente, a cor das carnes e produtos cárneos (SHIMOKOMAKI et al., 2006).

Devido à sua variada composição e por possuir atividade de água relativamente alta, entre outros aspectos favoráveis, as carnes são bastante susceptíveis as alterações químicas, físicas e microbiológicas. Por isso, um dos maiores desafios da indústria de carnes é oferecer produtos macios, suculentos, com cor e sabor agradáveis, permanecendo estáveis essas características de frescor durante toda a sua vida de prateleira, com a maior segurança e o menor custo possível (MATHIAS et al., 2010).

3.2. MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO

Com o intuito de aumentar a vida de prateleira das carnes, surgiram vários métodos de conservação. Há séculos, os procedimentos de preservação e processamento de alimentos vem sendo desenvolvidos pelos seres humanos, operações de lavagem, secagem, refrigeração, aquecimento, extração, concentração, cura, irradiação e micro-ondas, são exemplos de técnicas de processamento de alimentos que estão disponíveis e que a cada dia evoluem para deixar cada vez mais complexos os processos e satisfazer as necessidades da sociedade. Essas técnicas

objetivam alcançar a conservação dos alimentos por um maior período de tempo. Aumentar a vida de prateleira dos alimentos resume-se em garantir um alimento saudável, de boa qualidade e, principalmente, que detenha uma vida útil comercial prolongada (HAUGAARD et al., 2014).

A maioria dos métodos utilizados para preservar as carnes possuem como principal meta a inibição da deterioração microbiana e existem aquelas que também são utilizadas para minimizar alterações nas características organolépticas e químicas (ZHOU et al., 2010).

Muito antes da existência da conservação através da cadeia do frio, as carnes e produtos cárneos excedentes da produção e consumo, eram preservadas por técnicas que combinavam vários processos, como a secagem ao sol, salga, defumação, marinação e fermentação. No entanto, embora sejam muito antigas, essas técnicas ainda são utilizadas até a atualidade pelas indústrias de alimentos (ISHIHARA; MADRUGA 2013).

3.2.1. Salga e dessecação

A salga de carnes teve início nos primórdios da humanidade, onde a refrigeração não era conhecida, no entanto, a necessidade de conservar por mais tempo as carnes fez com que as carnes salgadas tivessem origem imemoriável sendo conhecidas em todo mundo (ISHIHARA; MADRUGA 2013). O processo de salga é um dos procedimentos mais antigos de preservação de alimentos, caracterizada pela redução da atividade de água através da utilização de cloreto de sódio, que em concentrações apropriadas, consegue diminuir a decomposição das carnes pela ação de micro-organismo, pela atividade enzimática ou não enzimática (COUTINHO, 2011).

A conservação pela salga está atribuída a alteração da pressão osmótica da carne, fazendo com que a água seja removida dos tecidos, o que leva a redução da atividade de água da carne e, conseqüentemente, a inibição do crescimento e/ou desenvolvimento microbiano (COSTA; SILVA, 2001).

Apesar do avanço da tecnologia, a conservação através da salga e dessecação mantiveram-se presentes na elaboração de produtos cárneos salgados. Muitos destes produtos são considerados tradicionais, sendo produzidos, geralmente, sem uma padronização rigorosa, levando o produto a ser conhecido por suas características peculiares que os associam a uma determinada região (ISHIHARA; MADRUGA 2013).

3.3. PRODUTOS CÁRNEOS SALGADOS

Carnes salgadas e dessecadas são produzidas e consumidas por diversos países, cada uma com um processo de fabricação diferente, distinguindo-a das demais. São exemplos de carnes conservadas pela salga a *Biltong*, produzida na África do Sul, o *Jerky* e a *Pemmican* na América do Norte e o Charque, *Jerked beef* e Carne de sol encontradas no Brasil (PETIT et al., 2014).

No Brasil, o Charque e o *Jerked beef* são considerados produtos de umidade intermediária, apresentando atividade de água com valores que variam de 0,60 a 0,78. Estes produtos são submetidos a outros tratamentos durante o seu processamento, tais como adição de sal, nitrito e nitrato de sódio, desidratação e embalagem com ou sem vácuo, possibilita o emprego da tecnologia de obstáculos (*Hurdle technology*), tornando o produto mais seguro. Todas estas barreiras são empregadas para fornecer ao produto uma longa vida de prateleira, que pode chegar a aproximadamente 6 meses (ISHIHARA; MADRUGA 2013; BOLOGNESI et al., 2015).

O charque é considerado um produto cárneo salgado e seco ao sol, que possui apenas 45% de umidade, excluindo, desta forma, a necessidade de armazenar estes produtos em cadeia do frio. O *jerked beef*, por sua vez, é considerado uma versão tecnológica melhorada do charque, que ao contrário deste, requer refrigeração para sua melhor conservação (SHIMOKOMAKI et al., 2006).

3.3.1. Carne de sol

A carne de sol, é caracterizada como um produto cárneo levemente salgado, parcialmente desidratado e semi preservado pela salga (LIRA,1998; LIRA & SHIMOKOMAKI, 1998). Embora passe pelo processo de salga e secagem, possui características mais semelhantes a da carne fresca refrigerada do que especificamente com os produtos salgados descritos anteriormente. Seu processamento é tipicamente artesanal, em pequena escala, e sem nenhum tipo de processamento tecnológico. A secagem acontece apenas superficialmente. Ao contrário do *jerked beef* e charque, a carne de sol não se enquadra no conceito da tecnologia dos obstáculos devido ao seu baixo teor de cloreto de sódio, o que impede que a atividade de água da carne de sol seja muito reduzida, estando em torno de 0,90 – 0,92, o que não a caracteriza como uma carne salgada de umidade intermediária, sendo ainda instável a temperatura ambiente. Portanto, a vida de prateleira da carne de sol, em temperatura ambiente, varia de 2 – 4 dias, podendo ser um pouco prolongada com o auxílio da refrigeração (COSTA; SILVA, 2001; ISHIHARA et al., 2013; BOLOGNESI et al., 2015).

Apesar do surgimento de novas tecnologias e processos para elaboração de produtos cárneos, a carne de sol continua a ser produzida de forma artesanal e de acordo com a região em que ela é consumida. Consiste, basicamente, na salga e dessecação durante o empilhamento das mantas por algumas horas (SOUZA, 2005). A figura 1 apresenta um fluxograma com as principais etapas de produção da carne de sol.



Figura 1: Fluxograma de produção da carne de sol. (Fonte: Adaptado de Shimokomaki et al., 2006).

A Tabela 1 apresenta as diferenças encontradas entre os três produtos cárneos tipicamente brasileiros, o Charque, o *Jerked beef* e a Carne de sol.

Tabela 1: Diferença nos aspectos tecnológicos e composição química do Charque, *Jerked beef* e Carne de Sol.

Diferenças	CHARQUE	JERKED BEEF	CARNE DE SOL
Teor de sal	10-20%	18%	5-6%
Umidade	40-50%	Máx: 55%	Máx: 64-70%
Atividade de água (Aa)	0,70-0,75	0,78	0,92
Fermentado	Sim	Sim	Não
Vida de prateleira	6 meses	6 meses	3-4 dias (ambiente)
Adição de aditivos	Ausente	Nitrito de sódio	Ausente
Embalagem	Presente e com/sem vácuo	Presente e com vácuo	Ausente

Matéria-prima (Carne bovina)	Dianteiro	Melhor qualidade	Cortes nobres
---	-----------	------------------	---------------

Fonte: Adaptado de Shimokomaki et al., 2006

Atualmente, não há legislação que padronize a produção de carne de sol, sendo, desta forma, fabricada com diferentes teores de cloreto de sódio, e com um padrão que varia de acordo com a região brasileira em que é encontrada. Além disso, não há legislação que estabeleça parâmetros microbiológicos e físico-químicos, sendo difícil de determinar a qualidade do produto. Assim, há variações no sabor, textura e cor da carne de sol. Estudos tem demonstrado que o teor de cloreto de sódio utilizado na produção de carne de sol chega a variar de 2,9 a 11,9% (COSTA; SILVA, 2001; ISHIHARA; MADRUGA 2013).

Sabe-se que a salga tem importante papel no processamento de carnes e produtos cárneos, sendo capaz de promover benefícios ao produto, como o incremento do sabor, redução da atividade de água, melhoria da cor e, conseqüentemente, impede ou retarda o crescimento e desenvolvimento de micro-organismos patogênicos e deteriorantes, fazendo com que os produtos tenham uma maior vida útil comercial, além de aumentar a segurança ao consumir (ARGANOSA; MARIOTT, 1990; CREHAN et al., 2000).

No entanto, segundo a Organização Mundial da Saúde, o consumo máximo permitido de cloreto de sódio (NaCl) não deve ultrapassar 5 gramas/dia/pessoa. Muito embora estudos tenham demonstrado que o valor consumido varia de 9 a 12 gramas por dia, cerca de duas vezes o teor máximo permitido. 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). O que ocorre é que o sódio, quando consumido em grandes proporções, pode influenciar no sistema vascular promovendo vasoconstrição e maior retenção de líquidos pelos rins, resultando no desenvolvimento da hipertensão arterial e doenças cardiovasculares secundárias. Também deve-se levar em consideração a vulnerabilidade do indivíduo ao desenvolvimento desta doença, dentre as quais destaca-se a predisposição genética (ROCHA GARCIA et al., 2013).

3.4. PARÂMETROS QUALITATIVOS DA CARNE

3.4.1. Características microbiológicas da carne de sol

A microbiota da carne varia de acordo com as condições nas quais os animais foram criados, abatidos e processados (SILVA, 1997). Diversos fatores podem influenciar na

alteração da microbiota natural, como por exemplo o pH, a atividade de água, temperatura em que a carne é armazenada, a umidade relativa do meio, a composição química, além do processo de abate, local de armazenamento, forma de distribuição e higiene dos manipuladores (VIGNOTO et al., 2010).

A carne de sol, por se tratar de um alimento produzido de forma artesanal e em pequena escala, está mais exposta a contaminação microbiana devido seu processo produtivo requerer contato direto com os manipuladores, os quais, muitas vezes, não utilizam de forma correta os procedimentos de boas práticas de fabricação adequados para garantir um controle higiênico e a qualidade do produto final (PIGNATA et al., 2010).

Apesar da carne de sol não possuir legislação específica para determinar o padrão de identidade e qualidade do produto, faz-se necessário análises microbiológicas para identificação e quantificação de micro-organismos patogênicos e responsáveis pelo processo de deterioração, servindo como base para avaliar a real qualidade higiênico-sanitária do alimento que é consumido, além disso, a determinação dos micro-organismos podem ser utilizados como subsídio para que haja adequações tecnológicas no processamento desse alimento (MENNUCCI et al., 2010).

Os principais grupos de micro-organismos de importância na qualidade de carne de sol são as bactérias do grupo dos coliformes, principalmente a bactéria *Escherichia coli*, usada como o indicador de contaminação fecal durante o abate e o processamento. A importância da detecção destes micro-organismos em carnes esta atribuída, principalmente, por serem relacionadas ao processo de deterioração, infecção e intoxicação alimentar, indicando também a possível presença de micro-organismos patogênicos (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Outros micro-organismos de interesse na avaliação da qualidade da carne-de-sol são as contagens totais de bactérias mesófilas e psicotróficas do produto, as quais são utilizadas como indicativo do histórico da manipulação a que foi submetido, com reflexo na qualidade da matéria prima empregada, bem como na vida útil comercial do produto final (COSTA; SILVA, 2001; EVANGELISTA-BARRETO et al., 2014).

O teor de cloreto de sódio utilizado para produção da carne de sol pode ser um fator determinante para altas contagens de micro-organismos encontradas neste produto. O que ocorre é que o teor de sal geralmente usado é capaz de reduzir a atividade de água para em torno de 0,96, a qual consegue inibir o crescimento de *Pseudomonas*, no entanto, ainda proporciona condições favoráveis ao desenvolvimento de bactérias gram-positivas, como por exemplo *Staphylococcus* (CARVALHO JR., 2002).

A carne, alimento rico em nutrientes, fornece condições favoráveis para a proliferação de micro-organismos responsáveis pela deterioração e agentes patogênicos, podendo ocasionar doenças transmitidas por alimentos. Portanto, a preservação dos alimentos e o emprego de novas tecnologias tem por principal objetivo inibir ou inativar o crescimento microbiano, com o intuito de garantir a qualidade e segurança alimentar, além de aumentar a vida útil comercial dos alimentos (AYMERICH et al., 2008).

3.4.2. Características físico-químicas da carne de sol

A qualidade das carnes é avaliada com base nos parâmetros de cor, sabor, suculência e textura. A carne de sol, por sua vez, apresenta características sensoriais peculiares, sendo reconhecida muito facilmente (ISHIHARA; MADRUGA, 2013). No entanto, todos os parâmetros relacionados a qualidade da carne são dependentes de uma série de fatores que incluem a idade do animal e sexo, estado fisiológico do animal vivo e a velocidade das transformações bioquímicas *post-mortem* do músculo e da gordura, a composição de carcaça e a alimentação do animal que podem influenciar no sabor, teores de proteína e gordura e a deposição característica de cada um destes, bem como a genética sobre os tecidos e metabolismo (WEBB et al. 2005; LIMA JR. et al., 2011).

pH

O pH é um dos parâmetros mais importantes para determinar a qualidade das carnes. É a partir dele que serão classificados todos os outros parâmetros avaliados para definir uma carne como ideal para o consumo. O pH das carnes pode variar de acordo com a origem genética do animal, com o manejo antes do abate, além do processamento tecnológico que o alimento recebe após o estabelecimento do *rigor mortis*, como a adição de conservadores, dessecação e salga (GOU et al., 2002; BRONDANI et al., 2006).

O processo de salga das carnes pode promover a precipitação e solubilização das proteínas, alterando os parâmetros de cor, capacidade de retenção de água, perda de peso por cocção e maciez, estando o pH intimamente relacionado com estes fatores de qualidade da carne (HAMOEN et al., 2013).

O pH das carnes está diretamente associado ao ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares da carne. Quando há alteração no pH, deixando-o próximo da neutralidade, as carnes demonstram ter alta capacidade de retenção de água. Entretanto, quando o pH está distante do ponto isoelétrico das proteínas, a carne passa a ter baixa capacidade de reter à água presente em sua constituição. Portanto, o pH ideal deve estar equivalente ao ponto isoelétrico das

proteínas, quando a carga elétrica líquida está igual a zero, correspondendo a uma carne de qualidade (MADRUGA, 2004).

Cor

A cor é a primeira característica visual das carnes observada pelo consumidor. É a partir dela que são relacionados os aspectos de frescor e qualidade da carne e produtos cárneos. Portanto, o aspecto visual da cor da carne pode estar associado a validade comercial, a suculência, dureza e armazenagem do produto, podendo também interferir no sabor e textura das carnes (ALCANTARA et al., 2012).

Diversos procedimentos realizados em carnes, como a utilização de sais e condimentos, a cura e a defumação podem induzir a alteração da cor nesses produtos, transformando a mioglobina em metamioglobina, o que resulta na mudança da cor vermelho para castanho. O sal age na cor da carne como um pró-oxidante, ou seja, ele favorece o aumento do potencial de oxidação da mioglobina, ocasionando a redução da capacidade tamponante da carne, e consequentemente, diminui a tensão superficial do oxigênio, ocasionando a oxidação dos pigmentos de mioglobina em metamioglobina (SABADINI et al., 2001).

Capacidade de retenção de água

A capacidade de retenção de água é caracterizada como a capacidade da carne em reter a água disponível em sua constituição, durante a aplicação de forças externas, como corte, trituração, prensagem e/ou centrifugação (FERNANDES de SÁ, 2004). Este parâmetro está diretamente relacionado com a perda de peso e água durante a cocção, além de influenciar na palatabilidade da carne (ZHANG et al., 2006)

O cloreto de sódio, quando adicionado a carne, é capaz de causar extração e solubilização das proteínas miofibrilares, auxiliando no processo de interação entre a proteína, a gordura e a água formando um complexo sal-proteína. Este, por sua vez, impede que haja a perda de água da carne, fazendo com que a capacidade de retenção de água aumente, reduzindo as perdas após o cozimento, e consequentemente, proporcionando uma maior sensação de suculência ao consumir o alimento (ROQUE-SPECHT et al., 2009).

Perda de peso por cocção

A perda de peso por cocção baseia-se na quantificação da perda de água e gordura das carnes quando estas passam pelo processo de cocção. A Perda de peso por cocção é inversamente proporcional a capacidade de retenção de água em carnes e produtos cárneos.

Com a cocção, as proteínas sofrem desnaturação pelo calor alterando os espaços interfibrilares do tecido muscular, o que acarreta na diminuição da capacidade de retenção de água do alimento (FONTAN et al., 2011).

O pH ácido e a elevação da temperatura também promovem a desnaturação proteica e perda das propriedades funcionais da carne, diminuindo a capacidade de retenção de água e conseqüentemente, aumentando as perdas de peso no momento da cocção. Carnes que apresentam estas características não são bem aceitas pelos consumidores e principalmente pelas indústrias, uma vez que, representam pouco rendimento no momento do preparo e suculência durante a degustação (SILVA-SOBRINHO et al., 2005; HUFF-LONERGAN; LONERGAN, 2005).

Maciez

A maciez ou textura da carne influi diretamente no momento de compra pelo consumidor, sendo um atributo decisivo na aquisição deste alimento. A capacidade de retenção de água pelo músculo, bem como a perda de peso durante a cocção estão diretamente relacionados a maciez da carne, uma vez que ela é totalmente influenciada pela quantidade de água imobilizada nas fibras musculares (ROÇA, 2012b; ROQUE-SPECHT et al., 2009).

Roça (2012b), ressalta que a textura das carnes pode ser influenciada pelos fatores *ante mortem*, como a idade, sexo, presença de tecido conjuntivo, espessura e comprimento do sarcômero, e os fatores *post mortem*, como o *rigor-mortis*, esfriamento da carcaça, maturação, método e temperatura de cozimento, e pH final. Além disso, a salga pode interferir na qualidade da carne, através da alteração das características como a textura e suculência, ou seja, a quantidade de sal utilizado na carne pode deixá-la mais ou menos macia e seca (ANDRÉS et al. 2004).

A verificação da maciez das carnes pode ser realizada por dois métodos, pela análise sensorial, sendo um teste subjetivo, através da degustação do alimento, e pelo método físico, teste objetivo, utilizando um texturômetro com uma célula de “Warner-Bratzler”, o qual quantifica a maciez da carne a partir da medição da força necessária para cisalhar o alimento, podendo ser correlacionado os resultados obtidos nas diferentes análises (MADRUGA, 2004).

Oxidação Lipídica

Uma das principais causas da deterioração das carnes e produtos cárneos é a oxidação lipídica, fazendo com que o alimento modifique sua cor, sabor, textura, além da possível formação de compostos tóxicos. Devido a sua complexidade, as reações oxidativas, na maioria

dos alimentos, são de difícil controle, e ainda podem ser potencializadas pela ação de micro-organismos (SHIMOKOMAKI et al, 2006).

Uma das principais preocupações com a oxidação lipídica em alimentos é a formação de produtos tóxicos, como o malonaldeído e os óxidos de colesterol, que podem ocasionar sérios problemas de saúde quando ingeridos, devido a possível associação com doenças cardíacas e o câncer (YOUSERLF et al., 2011).

Hoje em dia, um dos testes mais utilizados para quantificar os teores de malonaldeído presente em carnes e produtos cárneos é o teste das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS). O malonaldeído é um produto da decomposição dos hidroperóxidos dos ácidos graxos poli-insaturados, sendo formado durante o processo oxidativo (LIMA JR. et al., 2013).

Em carnes e produtos cárneos, técnicas de processamento, como moagem, desossa, cozimento, congelamento lento e salga podem intensificar o processo de oxidação lipídica, provocando, desta forma, a formação de malonaldeído no alimento (SAMPLES et al., 2004; LIMA JR. et al., 2013). Segundo Desmond (2006), o cloreto de sódio e outros sais de cura podem acelerar o processo de oxidação lipídica por mecanismos ainda não compreendidos. No entanto, acredita-se que os sais interajam com os lipídios presentes nas carnes, formando os peróxidos, ou ainda, por alterar a atividade catalítica dos grupamentos heme, gerando peróxidos lipídicos de forma indireta (DESMOND, 2006).

3.5. CONSERVANTES NATURAIS

Apesar da gama de técnicas de preservação disponíveis, a segurança microbiológica de alimentos continua a ser uma grande preocupação para consumidores, agências reguladoras e indústrias de alimentos em todo o mundo, levando a cada vez mais pesquisas relacionadas a descoberta de novas técnicas, processos e substâncias para assegurar a qualidade e vida de prateleira dos alimentos, principalmente aqueles rapidamente perecíveis (HAYOUNI et al., 2008).

3.5.1. Ácidos orgânicos

Para prevenir ou retardar os processos oxidativos e a ação dos micro-organismos deteriorantes e patogênicos costumava-se utilizar substâncias sintéticas em carnes e seus derivados. No entanto, com receio dos possíveis efeitos tóxicos, indústrias tem procurado substituir os produtos sintéticos por substâncias naturais, mais econômicas e eficazes, que promovam a conservação do alimento sem alterar a qualidade do produto e a percepção do consumidor (SHAH et al., 2014).

Com o objetivo de melhorar as características sensoriais e aumentar a vida útil dos produtos, a indústria de carnes tem apostado cada vez mais no uso de substâncias naturais e reconhecidamente seguras (*Generally Recognized As Safe* - GRAS). Os ácidos orgânicos, lactato de sódio e o ácido láctico, possuem essas características e tem sido cada vez mais difundidos na utilização de carnes e produtos cárneos por seus efeitos antimicrobianos e antioxidantes (CONTE JR. et al., 2010; SILVA et al., 2014).

3.5.1.1. Lactato de sódio

Lactato de sódio é caracterizado como um sal natural bastante utilizado na indústria de alimentos por seus efeitos antimicrobianos e antioxidantes. Sua ação baseia-se na acidificação do meio intracelular dos micro-organismos, diminuindo sua atividade metabólica. Ao mesmo tempo, o lactato de sódio faz com que haja uma redução da atividade de água do alimento fazendo com que sua função antimicrobiana seja intensificada (SILVA et al., 2014).

Além da ação antimicrobiana que visa prolongar a vida de prateleira e garantir a segurança microbiológica, o lactato de sódio é utilizado em níveis de 2 a 3% nos alimentos, principalmente no processamento e fabricação de carnes e derivados, com ação umectante e emulsificante (AMBIEL, 2004; SOUZA, 2005). Além de possuir capacidade de promover o incremento nas características organolépticas, intensificando a cor e o sabor dos produtos (DIEZ et al., 2009).

O lactato de sódio possui em sua constituição aproximadamente 12,5% de íons de sódio, em comparação, o cloreto de sódio contém cerca de 40% de íons de sódio. A substituição completa ou parcial do cloreto de sódio pelo lactato de sódio em carnes e produtos cárneos pode promover, além dos benéficos relacionados ao prolongamento da vida útil e a segurança alimentar do produto, a diminuição significativa da quantidade de sódio presente no alimento e, conseqüentemente, reduzindo as chances de desenvolvimento de hipertensão arterial e doenças cardiovasculares secundárias pelos consumidores (AMBIEL, 2004).

3.5.1.2. Ácido Láctico

Considerado um produto natural, o ácido láctico pode ser encontrado no musculo de animais recém abatidos, sendo produzido durante o *post mortem*. Também é encontrado como produto resultante dos metabolismos dos micro-organismos. É bastante utilizado na indústria de alimentos por ser considerado um ácido orgânico fraco com ação antimicrobiana e

antioxidante, capaz de proporcionar o aumento da vida comercial do produto (ZHOU et al., 2010). Além disso, em carnes e produtos cárneos, assim como o lactato de sódio, o ácido láctico promove a estabilidade das características sensoriais, como o realce da cor, odor, sabor e textura (NAVEENA et al., 2006).

Acredita-se que o efeito antimicrobiano do ácido láctico esteja relacionado a sua capacidade de reduzir o pH do meio a valores em que os micro-organismos não sejam capazes de se desenvolverem, por isso, é classificado na legislação como acidulante. Assim, o ácido láctico, por meio da redução do pH, promove o aumento da fase lag de desenvolvimento da maioria dos micro-organismos deteriorantes e patogênicos, proporcionando uma maior segurança microbiológica em consumir o produto (MANI-LOPES et al., 2012). Quando o pH é baixo, distante do ponto isoelétrico das proteínas, a dissociação do ácido láctico no meio é facilitada, promovendo uma maior ação antimicrobiana e estabilidade das características organolépticas. Entretanto, a ação do ácido láctico pode ser influenciada pela concentração do ácido no alimento, método de aplicação, temperatura, atividade de água e presença de outros agentes antimicrobianos (SOARES, 2014).

Estudos tem demonstrado a ação do ácido láctico quando utilizado na descontaminação de carcaças de animais, sendo eficaz na redução de micro-organismos deteriorantes e principalmente patogênicos (CARLSON et al., 2008; MANI-LOPES et al., 2012).

4. REFERÊNCIAS

ALCANTARA, M., MORAIS, I. C. L., SOUZA, C.M.O.C.C. Principais Microrganismos envolvidos na deterioração das características sensoriais de derivados cárneos. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 6, n. 1, p. 1-20, 2012.

AMBIEL, C. M. **Efeitos das concentrações combinadas de cloreto e lactato de sódio na qualidade e conservação de um sucedâneo da carne-de-sol**. 2004. 101f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. Campinas- SP. 2004.

ANDRÉS, A. I. et al. High pressure treatment of dry-cured Iberian ham. Effect on color and oxidative stability during chill storage packed in modified atmosphere. **European Food Research and Technology**, v. 222, p. 486-491, 2006.

ARGANOSA, G.C & MARRIOLTT, N. G. Organic Acids as Tenderizers of Collagen in Restructured Beef. **Journal of Food Science**, v.54, 1989.

AYMERICH, T., PICOUET, P.A., MONFORT, J. M. Decontamination technologies for meat products. **Meat Science** v.78, p.114–129. 2008.

BAPTISTA, R.I.A.de A. et al. Aspectos qualitativos da carne moída comercializada na região metropolitana do recife-PE. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 7, p.38-47, 2013.

BOLOGNESI, V. J., CARVALHO, P.R.R.M., VILLE, G.M.F.C., MASSON, M. L., BARREIRA, S. M. W., ROCHA GARCIA, C. E. Nitrite, oxidation and color during shelf life of jerked beef. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**. v. 9, n. 34, p. 856-860, 2015.

BRONDANI, I. L., SAMPAIO, A. A. M., RESTLE, J., ALVES FILHO, D. C., FREITAS, L. S., AMARAL, G. A., et al. Composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, nº 5, p. 2034- 2042, 2006.

CARVALHO JÚNIOR, B. C. **Estudo da evolução das carnes bovinas salgadas no Brasil e desenvolvimento de um produto semelhante à carne de sol**. 2002. 265f. Tese (Doutorado em Tecnologia de alimentos) – Faculdade de Engenharia de alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2002.

CARLSON, B. A., RUBY, J., SMITH, G. C., SOFOS, J. N., BELLINGER, G. R., WARREN-SERNA, W., et al. Comparison of antimicrobial efficacy of multiple beef hide decontamination strategies to reduce levels of *Escherichia coli* O157:H7 and Salmonella. **Journal of Food Protection**, v.71, p. 2223–2227, 2008.

CONTE JUNIOR, C. A., SOUZA, V. G., BATISTA, R. F., MÁRSICO, E. T., MANO, S. B. Influência do ácido láctico e da embalagem em atmosfera modificada sobre a validade comercial da linguiça frescal de frango. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.17, p. 59-66, 2010.

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**, v.21, p.149-153. 2001.

- COUTINHO, J. P. **Produção e caracterização da carne de sol da carne caprina da raça anglo nubiana elaborada com diferentes teores de cloreto de sódio**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA. 2011.
- CREHAN, C.M., HUGHES E., TROY, D. J., BUCKLEY, D.J. Effects of fat level and maltodextrin on the functional properties of frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. **Meat Science**. v. 55, p. 463-469, 2000.
- DESMOND, E. Reducing salt: A challenge for the meat industry. **Meat Science**. 74, 188–196, 2006.
- DIEZ, A. M., SANTOS, E. M., JAIME, I., ROVIRA, I. Application of organic acid salts and high-pressure treatments to improve the preservation of blood sausage. **Food Microbiology**, v. 25, p.154–161, 2008.
- EVANGELISTA-BARRETO, N. S. et al. Condições higiênicas sanitárias da carne de sol comercializada no município de Cruz das Almas, Bahia e detecção de cepas com resistência antimicrobiana. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, p.1311-1322, 2014.
- FERNANDES DE SÁ, E.M. A influência da água nas propriedades da carne. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v.325, p.51-54, 2004.
- FONTAN, R. C. I. et al., Influência do tipo de carne, adição de fosfato e proteína texturizada de soja na perda de peso por cocção e redução do tamanho de hambúrgueres. **Alim. Nutr.**, v. 22, n. 3, p. 429-434, 2011.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, p. 93-98. 2008.
- GOU, P., COMAPOSADA, J., ARNAU, J. Meat pH and meat fibre direction effects on moisture diffusivity in salted ham muscles dried at 5 °C. **Meat Science**, v. 61, p. 25–31, 2002.
- HAUGAARD, P. et al. Consumer attitudes toward new technique for preserving organic meat using herbs and berries. **Meat Science**, v. 96, p.126-135, 2014.
- HAMOEN, J. R., VOLLEBREGT, M. H., VAN DER SMAN, R. G. M. Prediction of the time evolution of pH in meat. **Food Chemistry**, v. 141, p. 2363–2372, 2013.
- HAYOUNI, E. A. et al. Tunisian *Salvia officinalis* L. and *Schinus molle*L. essential oils: Their chemical compositions and their preservative effects against *Salmonella* inoculated in minced beef meat. **International Journal Of Food Microbiology**, Tunísia, v. 125, p.242-251, 2008.
- HES, M., WASZKOWIAK, K., SZYMANDERA-BUSZKA, K. The effect of iodine salts on lipid oxidation and changes in nutritive value of protein in stored processed meats. **Meat Science**. v.92, p. 139–143, 2012.
- HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S.M. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of post-mortem biochemical and structural changes. **Meat Science**, Barking, Inglaterra, v.71, n.1, p.194-204, 2005.

- ISHIHARA, Y.; MADRUGA, M. S. Indicadores de maciez em carnes salgadas e dessecadas: uma revisão. **Semina Ciências Agrárias**. v.34, p. 21-37, 2013.
- LIMA JUNIOR, D. M., RANGEL, A. H. N, URBANO, S. A. & MORENO, G. M. B. Oxidação lipídica e qualidade da carne ovina. **Acta Veterinaria Brasilica**. v. 7, p.14-28. 2013.
- LIMA JUNIOR, D. M., RANGEL, A. H. N, URBANO, S. A., MACIEL, M. V. & AMARO, L. P. A. Alguns aspectos qualitativos da carne bovina: uma revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**. v.5, p. 351-358. 2011.
- LIRA, G. M. **Avaliação de parâmetros de qualidade da Carne de sol**. 1998. 82p. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição). Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. 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.
- LIU, D., PU, H., DA-WEN SUN, WANG, L., ZENG, X. Combination of spectra and texture data of hyperspectral imaging for prediction of pH in salted meat. **Food Chemistry**. v.160, p. 330–337. 2014.
- MADRUGA, M.S. **Processamento e Características Físicas e Organolépticas das Carnes Caprina e Ovina**. IV Semana da caprinocultura e ovinocultura brasileiras. Embrapa Caprinos. Sobral. 2004
- MANI-LÓPEZ, E.; GARCÍA, H.S.; LÓPEZ-MALO, A. Organic acids as antimicrobials to control Salmonella in meat and poultry products. **Food Research International**. v.45, p. 713-721, 2012.
- MATHIAS, S.P., ROSENTHAL, A., GASPAR, A., DELIZA, R., SLOGO, A. P., VICENTE, J., MASSON, L.M., BARBOSA, C. Alterações oxidativas (cor e lipídios) em presunto de peru tratado por Alta Pressão Hidrostática (APH). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.30, p.852-857, 2010.
- MENNUCCI, T.A., MARCIANO, M.A.M., ATUI, M.B., POLI NETO, A., GERMANO, P.M.L. Avaliação da contaminação por matérias estranhas em carne de sol comercializada em “casas do norte”. **Rev Inst Adolfo Lutz**. São Paulo, 2010; 69(1):47-54.
- NAVEENA, B.M., MUTHUKUMAR, M., SEN, A. R., BABJI, Y., MURTHY, T. R. K. Improvement of shelf-life of buffalo meat using lactic acid, clove oil and vitamin C during retail display. **Meat Science**, v. 74, p. 409–415, 2006.
- NÓBREGA, D. M., SCHNEIDER, I. S. A Carne de sol na alimentação. **Rev. Nac. Carne**, São Paulo, n. 11, p. 2 -29, 1983.
- NORMAN, G. A. OLIVEIRA, E. F., LYRA NETO, M. V. C. Carne de sol. A necessidade da modernização das práticas de processamento de um produto tradicional. **Rev. Nac. Carne**, São Paulo, n. 7, p. 2426, 1983.
- ORDONEZ, J. A. et al. Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos. Porto Alegre: Artmed. p. 33-49. 2005.

PIGNATA, M. C., VIANA, P.T., COVRE, L., PIGNATA, M.C., LACERDA, E. C. Q., RECH J. L. Avaliação físico-química e microbiológica na determinação da qualidade da carne de sol. **PUBVET**, Londrina, v. 4, n. 40, 2010.

ROÇA, R. O. **Composição química da carne**. Botucatu: FCA-UNESP, 2012a (artigo técnico). Disponível em:
<http://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/Teses/Roca102.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2016.

ROÇA, R.O. **Propriedades da carne**. Botucatu: FCA-UNESP, 2012b (artigo técnico). Disponível em:
<http://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/Teses/Roca107.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2016.

ROCHA GARCIA, C. E. R., BOLOGNESI, V. J., SHIMOKOMAKI, M. Aplicações Tecnológicas e Alternativas para Redução do Cloreto de Sódio em Produtos Cárneos. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos (Online)**, v. 31, p. 139-150, 2013.

ROQUE-SPECHT, V. F., SIMONI, V., PARISE, N., CARDOSO, P. G. Avaliação da capacidade de retenção de água em peitos de frango em função do pH final. **R. Bras. Agrobiência**, v.15, n.1-4, p.77-81,2009.

SABADINI, E., HUBINGER, M. D., SOBRAL, P. J. do A., CARVALHO Jr, B. C. Change of water activity and meat colour in the elaboration process of dehydrated salted meat. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n.1, 2001.

SAMPLES, S., PICKOVA, J. & WIKLUND, E. Fatty acids, antioxidants and oxidation stability of processed reindeer meat. **Meat Science**. v.67, p. 523–532. 2004.

SHIMOKOMAKI, M., FRANCO, B. D. G. M., BISCONTINI, T. M. B., PINTO, M. F., TERRA, N. N., ZORN, T. M. T. Charque meats are hurdle technology meat products. **Food Res. Int.** 1998.

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N.N.; FRANCO, B.D.G.M. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. Editora Varela. São Paulo, 2006.

SILVA, R. X.A., CAMPOS JOSÉ, K. F., FRANCO, R. M., SILVA, T. J. P. Lactato de sódio, nisina e sua combinação na validade comercial da linguiça Toscana embalada a vácuo e estocada a 4°C. **Ciência Rural**, v.44, n.4, p.746-751, 2014.

SILVA SOBRINHO, A. G., PURCHAS, R. W., KADIM, I. T., YAMAMOTO, S. M. Características de Qualidade da Carne de Ovinos de Diferentes Genótipos e Idades ao Abate. **R. Bras. Zootec.**, v.34, n.3, p.1070-1078, 2005.

SOARES, K. M. P., **O uso de ácido láctico e lactato de sódio na qualidade de bifes de carne boniva**. 2014. 126f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró. 2014.

SOUZA, N.L. **Efeito da combinação de sal com lactato e diacetato de sódio nas características sensoriais, físico-químicas, cor e textura de um produto similar a carne**

de sol. 2005. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Campinas, São Paulo, Universidade Estadual de Campinas. 2005.

VIGNOTO, V.K.C., CARMO, L.G., WOSIACKI, S. R. Efeito da maturação da carne na qualidade sanitária do *Jerked beef*. **Ci. Agr. Eng.**, v.16, n. 2, p. 89-95, 2010.

WEBB, E. C.; CASEY, N. H.; SIMELA, L. Goat meat quality. **Small Ruminant Research**, v. 60, p. 153–166. 2005.

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

YOUSSEF, E. Y., ROCHA GARCIA, C. E., FIGUEIREDO, B., SHIMOKOMAKI, M. Níveis residuais de sais de cura e seu efeito antioxidante em jerked beef. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 645-650, 2011.

ZHANG, W. G., LONERGAN, S. M., GARDNER, M.A., HUV-LONERGAN, E. Contribution of postmortem changes of integrin, desmin and α -calpain to variation in water holding capacity of pork. **Meat Science**. v.74, p. 578–585, 2006.

ZHOU, G.H. G.H., XU, X. L., LIU, Y. Preservation technologies for fresh meat – A review. **Meat Science**. v.86, p. 119–128, 2010.

**CAPÍTULO II: USO DE CONSERVANTES NATURAIS EM CARNE DE SOL
ELABORADA COM BAIXO TEOR DE CLORETO DE SÓDIO**

USO DE CONSERVANTES NATURAIS EM CARNE DE SOL ELABORADA COM BAIXO TEOR DE CLORETO DE SÓDIO

RESUMO: Objetivou-se avaliar a qualidade de carne de sol produzida com baixo teor de cloreto de sódio e elaborada com ácido láctico e lactato de sódio. Para tanto, a carne bovina foi dividida em quatro grupos amostrais, carnes tratadas com ácido láctico (CAL), lactato de sódio (CLS), a associação entre os ácidos (CAL+LS) e a carne sem nenhum conservante (CC). Além disso, foi retirada uma porção da carne *in natura* para ser avaliada quanto à qualidade da matéria-prima utilizada. Em seguida as carnes foram submetidas a salga com 2% de NaCl, e armazenadas sob refrigeração a $4^{\circ}\text{C}\pm 1$. As amostras foram analisadas quanto à qualidade microbiológica e físico-química nos tempos 0, 3, 6, 9 e 12 dias de armazenamento. A carne de sol tratada com os conservantes naturais apresentaram menores contagens microbianas quando comparadas com as CC, dentre eles, o CAL se destacou exibindo um incremento na vida de prateleira de até seis dias de armazenamento refrigerado. Quanto aos parâmetros físico-químicos avaliados, verificou-se que a introdução dos conservantes não alterou de forma significativa a qualidade do produto. Portanto, os conservantes naturais ácido láctico e lactato de sódio podem ser alternativas viáveis para produção de carne de sol com uma maior vida de prateleira e baixo teor de NaCl.

Palavras-chave: ácido láctico, lactato de sódio, carne.

ABSTRACT: Was evaluated quality of salt meat produced with low sodium chloride content and prepared with lactic acid and sodium lactate. Beef samples were divided into groups: treated with lactic acid (MLA), sodium lactate (MSL), combination the acids (MLA+SL) and no preservatives (MC). The samples were subjected to salting with 2% sodium chloride and stored under refrigeration at $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$. The samples were analysed for microbiological and physico-chemical change at time intervals of zero, three, six, nine and twelve days. The salt meat treated with natural preservatives showed lower microbial counts when compared with MC; among all samples, MLA excelled with an increase in shelf life of up to six days in refrigerated storage. As for physico-chemical parameters, it was found that introducing preservatives did not significantly change product quality. Thus, natural preservatives may be viable alternatives for salt meat production with a longer shelf life and low NaCl content.

Keywords: Lactic Acid, Sodium Lactate, Meat.

1. INTRODUÇÃO

A salga e a secagem vêm sendo empregadas na preservação de carnes desde a antiguidade. No Brasil, a salga em carnes pode ser atribuída a três produtos cárneos distintos, o charque, o *jerked beef* e a carne de sol. Cada produto difere na quantidade de sal utilizado na carne e na forma de fabricação do alimento (SILVA et al., 2013).

A carne de sol caracteriza-se como um produto semi-desidratado com características sensoriais peculiares e que muitas vezes é produzida em condições higiênico-sanitárias precárias, levando ao desenvolvimento de um produto com vida de prateleira entre 3 a 5 dias

em temperatura ambiente quando produzida com altos teores de NaCl (COSTA; SILVA, 2001). A falta de regulamentação técnica para produção da carne de sol faz com que este alimento seja produzido das mais variadas formas, de acordo a preferência de cada região, o que leva a variação na quantidade de cloreto de sódio que podem variar entre 2,9% a 11,9% (COSTA; SILVA, 2001).

A utilização de cloreto de sódio em carnes e produtos cárneos é capaz de realçar as propriedades organolépticas do alimento, além de preservá-lo por mais tempo. Entretanto, o consumo exacerbado deste composto pode levar ao aumento da pressão arterial e consequente desenvolvimento de doenças cardiovasculares secundárias (DESMOND, 2006, GARCIA et al., 2013). A tecnologia de alimentos tem contribuído para o aumento da vida de prateleira de carnes e produtos cárneos, principalmente quando se trata dos conservantes naturais, como o lactato de sódio e ácido láctico em substituição parcial do cloreto de sódio. Todavia, são escassos os estudos utilizando produtos naturais a carne de sol reduzindo o teor de cloreto de sódio, além de preservar por mais tempo a integridade do alimento.

O uso de substâncias como o lactato de sódio e o ácido láctico vêm sendo bastante estudados para preservação de carnes atrelada a outros métodos de conservação mostrando-se como alternativa viável para aumentar a vida de prateleira de carnes e produtos cárneos (SMAOUI et al., 2011).

O lactado de sódio, um sal orgânico natural, tem como função a acidificação do meio intracelular dos micro-organismos, interferindo diretamente na atividade metabólica, sendo eficaz na redução e/ou inibição do crescimento de micro-organismos deteriorantes e patogênicos, além de reduzir a atividade de água do alimento (SILVA et al., 2014). O ácido láctico, assim como o lactato de sódio, acidifica o meio intracelular, impedindo o desenvolvimento dos micro-organismos e, sua adição na carne e produtos cárneos pode melhorar os atributos sensoriais do alimento, como cor, sabor e textura (SAM et al., 2004).

Devido ao grande consumo e importância da carne de sol, bem como a sua susceptibilidade à degradação microbiana e oxidativa, além da necessidade de pesquisas visando o prolongamento da vida de prateleira da carne de sol, objetivou-se avaliar a qualidade de carne de sol produzida com baixo teor de NaCl e tratada com ácido láctico e lactato de sódio, como uma alternativa na conservação deste produto.

2. METODOLOGIA

Com o intuito de minimizar possíveis erros amostrais, foi adquirida uma peça de carne bovina tipo coxão duro (*Biceps femoris*), oriunda de um frigorífico com selo de inspeção federal, para elaboração da carne de sol. A carne *in natura* utilizada como matéria prima encontrava-se embalada a vácuo e sob refrigeração. Todo o processamento e preparo da carne seguiu as normas das boas práticas de fabricação de alimentos.

A carne foi cortada em pedaços com aproximadamente 300g e com aproximadamente 4 centímetros de espessura. Foi retirada uma porção da carne *in natura* para caracterização da qualidade microbiológica e físico-química da carne utilizada como matéria-prima para produção da carne de sol.

Em seguida, as carnes foram separadas em quatro lotes, cada um foi submetido a um tratamento, sendo três tratamentos e o controle, listados a seguir:

- CLS: carne tratada com lactato de sódio a 3% (60% v/v);
- CAL: carne tratada com ácido láctico a 1% (85% v/v);
- CAL+LS: carne tratada com ácido láctico (85% v/v) + lactato de sódio (60% v/v)
- CC: carne controle.

A utilização do lactato de sódio a 3% foi baseada nos relatos de KACZMAREK-DUSZEK et al. (2008) e a concentração de ácido láctico a 1% foi usada de acordo com GRANJALES-LAGUNES et al. (2012).

Cada substância foi diluída em água destilada estéril. A concentração dos ácidos orgânicos utilizados foi determinada de acordo com a Portaria nº 1.004, de 11 de dezembro de 1998 que atribui função aos aditivos estabelecendo os seus limites máximos de uso em carnes e produtos cárneos.

Após os tratamentos as carnes foram salgadas utilizando uma proporção 2% de NaCl moído e refinado. Esse teor de cloreto de sódio foi estabelecido por ser o menor valor encontrado na literatura utilizado na preparação de carne de sol. Posteriormente, as carnes foram armazenada em temperatura de refrigeração, para retirada da água residual atribuída a adição de sal ao produto, os quais, após 24 horas foi verificado a qualidade do alimento produzido.

2.1. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

As análises microbiológicas das amostras de carne de sol foram realizadas em duplicata e no tempo de armazenamento zero, 24 horas após a inserção dos tratamentos; e novamente após 3, 6, 9 e 12 dias de armazenamento refrigerado a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$, sendo contabilizados os tempos subsequentes a partir do tempo zero.

Para as análises microbiológicas, 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^{-6} . 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 e *Staphylococcus* spp. e *Salmonella* sp. utilizando a metodologia oficial brasileira para análises microbiológicas de alimentos (MAPA, 2003).

2.2. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas das amostras foram realizadas em triplicata, no tempo de armazenamento zero, 24 horas após a inserção dos tratamentos e novamente após 3, 6, 9 e 12 dias de armazenamento refrigerado a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$, sendo contabilizados os tempos subsequentes a partir do tempo zero.

2.2.1. 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.

2.2.2. 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).

2.2.3. 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).

2.2.4. 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).

2.2.5. 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 porcentagem de perda de água durante o processo térmico (OSÓRIO; OSÓRIO 1998).

2.2.6. 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).

2.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise dos dados, foram realizados testes de normalidade, através do teste de Shapiro–Wilk (nível de significância de 5%, $\alpha=0,05$), no programa estatístico R 3.2.0 e em seguida analisados no software Graphpad Prism 6 (versão free). Os dados da análise de TBARS não demonstraram normalidade, sendo então avaliados pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Todos os outros parâmetros foram considerados normais, e então empregado o teste de análise de variância (ANOVA) e em seguida para comparação dos resultados foi utilizado o teste de Tukey com $\alpha = 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação aos aspectos microbiológicos da carne *in natura* utilizada para a produção da carne de sol observou-se: 43 NMP/g de coliformes totais, para coliformes termotolerantes, *Staphylococcus* spp. e *Salmonella* não foi identificado crescimento microbiano. Na quantificação de bactérias aeróbias mesófilas e psicotróficas foi verificada uma contagem de 6,88 logUFC/g e 2,86 logUFC/g, respectivamente.

A legislação brasileira para alimentos comercializados, RDC nº 12/2001 (Brasil, 2001), estabelece que a carne bovina deve possuir ausência de *Salmonella* sp. em 25g do alimento analisado para estar própria para o consumo humano, logo a carne utilizada como matéria-prima para produção da carne de sol estava dentro dos padrões exigidos pela legislação vigente, já que apresentou ausência do micro-organismo pesquisado. Entretanto, a legislação vigente não preconiza parâmetros de referência para contagem de coliformes totais e termotolerantes, micro-organismos aeróbios mesófilos, psicotróficos e *Staphylococcus* spp. em carne bovina.

Costa e Silva (2001) afirmam que contagens de bactérias mesófilas entre 5 a 6 LogUFC/g já são consideradas altas tanto para carne bovina *in natura* quanto para carne de sol. Neste experimento foram adotados, como valores de referência, para altas contagens dos micro-organismos aeróbios mesófilos 6 Log UFC/g. Já para a pesquisa de coliformes termotolerantes, *Staphylococcus* spp. e *Salmonella* sp. em carne de sol, foi utilizado como parâmetro de comparação, para os resultados obtidos neste estudo, o item referente a carnes e produtos cárneos marinados e similares da RDC 12/2001 (BRASIL, 2001).

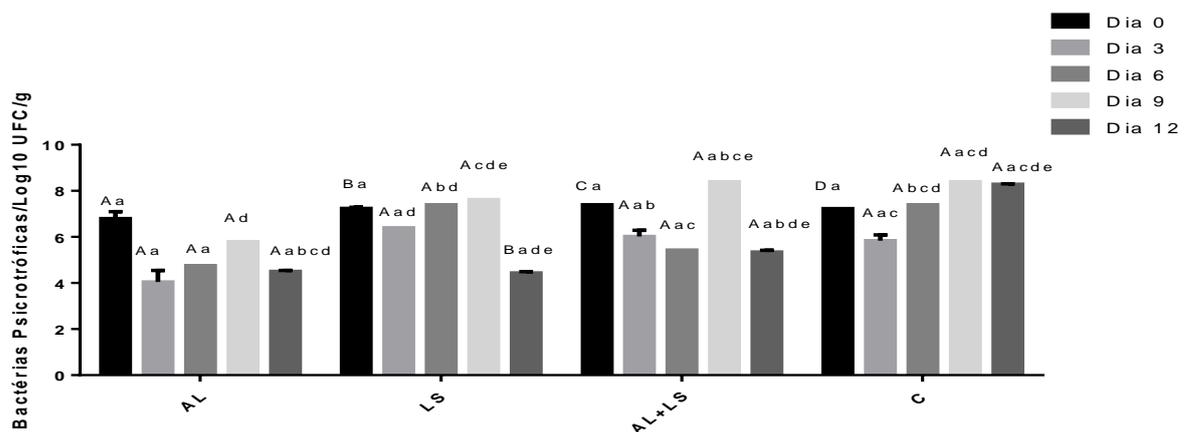
Quando avaliada a presença de coliformes totais nas amostras de carne de sol tratadas com ácido láctico (CAL) e lactato de sódio (CLS), observou-se durante o armazenamento refrigerado a $4^{\circ} \text{C} \pm 1$, baixos níveis de contaminação em todos os tratamentos estudados, apresentando médias de 0,65, 2,42 e 2,38 LogNMP/g., nas CAL, CLS e CAL+LS, respectivamente, não havendo diferença significativa nas contagens independentemente do tempo de armazenamento. Quando comparado entre os tratamentos, as carnes tratadas com ácido láctico proporcionaram menores contagens do micro-organismo pesquisado. Já as maiores contagens foram encontradas na carne controle (CC), em todos os dias amostrais, com média de 2,56 LogNMP/g.

Altas contagens de coliformes totais representam condições higiênico-sanitárias deficientes durante a produção e/ou processamento do produto, além da multiplicação durante o tempo de estocagem da carne (COSTA et al., 2006).

Quanto aos coliformes termotolerantes (45°), não foi identificada sua presença na carne de sol tratada com o AL e LS de forma isolada. Já nas carnes com CAL+LS e CC, apresentaram contagens de 0,56 e 1,32 LogUFC/g respectivamente no dia zero. No dia três, seis e doze não foram constatados valores significativos de crescimento microbiano, diferentemente do encontrado no nono dia de armazenamento, que apresentou contagens de 1,15 e 0,96 LogNMP/g respectivamente. Quando comparado os valores encontrados no estudo com o máximo exigido na legislação brasileira vigente para coliformes à 45° C (3 LogNMP/g) verificou-se que, mesmo com contagens significativas, as amostras apresentavam valores dentro do permitido, determinando o produto como próprio para o consumo.

Na quantificação de micro-organismos psicrotóxicos (Figura 1), no dia zero de armazenamento, as CAL apresentaram contagens de 5,85 Log UFC/g. Já as CLS, CAL+LS e CC exibiram um crescimento microbiano superior a 6 Log UFC/g. As carnes tratadas com o CAL obtiveram taxas de contaminação mais baixas quando comparadas com os outros tratamentos. As amostras controle, em todos os dias, apresentaram valores superiores de crescimento microbiano quando confrontados com os tratamentos.

Figura 1: Contagem de bactérias psicrotóxicas durante armazenamento refrigerado de carne de sol tratada com ácido lático, lactato de sódio e a associação entre eles.

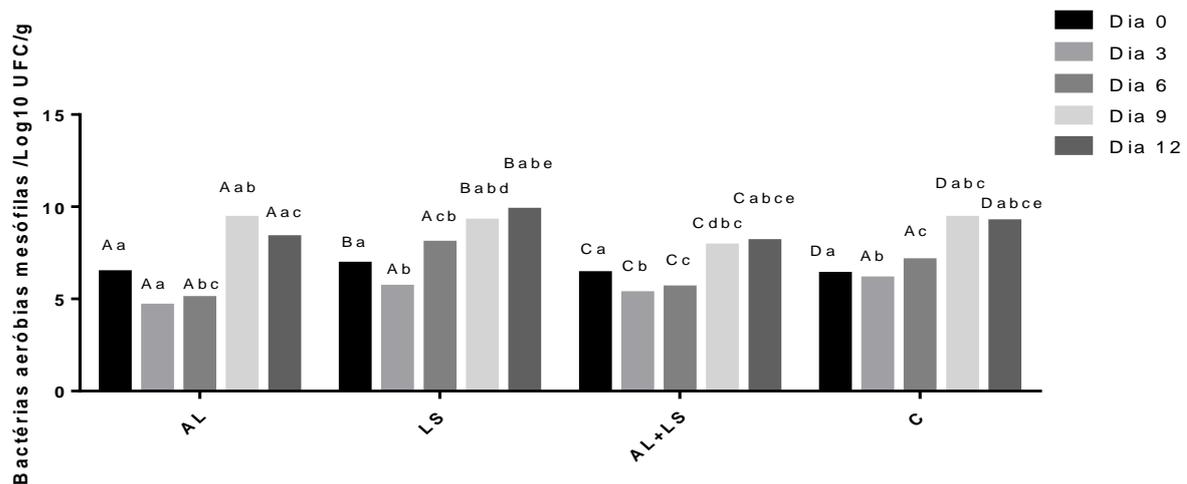


Letras iguais representam diferença estatística. ABCD-diferença estatística entre os dias amostrais dentro do mesmo tratamento. abcde- diferença entre os tratamentos. Valores expressos em Log10 UFC/g; AL: Ácido lático; LS: Lactato de sódio; AL+LS: Ácido lático + Lactato de sódio; C: Controle.

No dia zero de armazenamento, as contagens de mesófilos em todos os tratamentos, apresentaram valores acima de 6 Log UFC/g. Contudo, estes valores foram reduzidos logo no terceiro dia de armazenamento refrigerado, tendo a partir daí um aumento gradativo em todos

os dias amostrais, resultando em valores acima de 8 Log UFC/g em todos os tratamentos no décimo segundo dia. Apesar dos altos valores encontrados, o CAL foi o tratamento que apresentou menores contagens do micro-organismo pesquisado.

Figura 2: Contagem de micro-organismos aeróbios mesófilos durante armazenamento refrigerado de carne de sol tratada com ácido láctico, lactato de sódio e a associação entre eles.



Letras iguais representam diferença estatística. ABCD-diferença estatística entre os dias amostrais dentro do mesmo tratamento. abcde- diferença entre os tratamentos. Valores expressos em Log10 UFC/g; AL: Ácido láctico; LS: Lactato de sódio; AL+LS: Ácido láctico + Lactato de sódio; C: Controle.

Para a contagem de *Staphylococcus* spp., observou-se que, nos dias 0 e 3 de armazenamento refrigerado, não foi identificado contagens do micro-organismo pesquisado nos grupos com o CAL e CLS, diferentemente das amostras tratadas com CAL+LS e CC, nas quais foram verificadas contagens de 1,30 e 1,04 LogUFC/g, respectivamente. No dia três, de vida de prateleira, nas mesmas amostras avaliadas, não foi constatado crescimento microbiano. Já entre o sexto e o décimo segundo dia de análise, verificou-se desenvolvimento de *Staphylococcus* spp.. Até o sexto dia de conservação foi verificado que CAL apresentou menores contagens (4,66 LogUFC/g); nos dias subsequentes, as menores contagens foram detectadas nas amostras com CAL+LS. Com relação à contaminação por *Salmonella* sp. verificou-se ausência em 25g das amostras.

Dubal et al., (2004) quando avaliaram o efeito de ácidos orgânicos em carnes ovinas e caprinas inoculadas com micro-organismos, entre eles *Staphylococcus aureus*, obtiveram uma completa inibição do crescimento microbiano nas carnes tratadas com CAL a 2%, diferentemente do encontrado neste estudo, o que pode ser justificado pela concentração de CAL utilizado. Este micro-organismo está associado a graves problemas de morbidade e

mortalidade em todo o mundo. Em carnes e produtos cárneos são frequentemente encontrados devido apresentarem pH e atividade de água ideais para o desenvolvimento da maioria dos micro-organismos patogênicos, por isso a grande importância da sua detecção (MANI-LOPEZ et al., 2012).

Na caracterização físico-químicos da carne *in natura*, utilizada para produção da carne de sol, esta apresentou pH de 5,22. Para a análise de cor, o parâmetro L*, que mede a luminosidade da carne, foi encontrado um valor de 37,24. Quanto ao parâmetro a*, que mede o teor de vermelho e, ao b*, o teor de amarelo das carnes, foram encontrados valores de 12,02 e 12,75 respectivamente. Na análise de perda de peso por cocção, a carne demonstrou uma perda de 40%, e quando analisando a capacidade de retenção de água, obteve um valor de 87,21%. Avaliando a força de cisalhamento da amostra, foi obtido o valor de 4,73 Kgf. A carne *in natura* também foi testada quanto o grau de oxidação lipídica, obtendo um valor de 0,134mg MDA/kg da amostra.

Na medição do pH das carnes tratadas com os conservantes orgânicos, não foi observada diferença significativa entre os tratamentos e entre os dias amostrais durante todos os tempos avaliados, apresentando médias de 5,67, 5,63, 5,51 e 5,55 para as amostras tratadas com CAL, CLS, CAL+LS e CC, respectivamente.

O pH é um dos parâmetros mais importantes avaliados nas carnes e produtos cárneos. A partir dele é possível saber a real qualidade do produto. Assim, as CAL, CLS e CAL+LS mantiveram em todos os dias amostrais, valores de pH que não diferiram estatisticamente entre os tratamentos. Grajales-Lagunes et al., (2012) avaliando a ação do AL na qualidade de carne suína durante sete dias de armazenamento, não obtiveram diferença estatística nos valores de pH em diferentes concentrações do conservante. Contudo, foi observado um leve aumento do pH durante os dias amostrais, o que foi verificado também nas amostras de carne de sol deste estudo.

Segundo Medynski et al. (2000), quando avaliado a adição de cloreto de sódio em diferentes concentrações na carne suína e bovina, com o intuito de reduzir o pH e, conseqüentemente, aumentar a vida de prateleira dos alimentos em estudo, não observou-se diferença significativa na redução do pH, sendo relatado que há uma mínima influência do sal na redução do pH em carnes cruas. No entanto, quando acrescido o ácido lático em associação ao sal, verificou-se que, com o aumento da concentração tanto do ácido lático como do cloreto de sódio, o pH das carnes testadas foi sendo reduzido gradativamente. Entretanto, neste estudo

não verificou-se diferença estatística quando analisado o pH das carnes como os diferentes tratamentos.

Para a análise de cor, as variáveis L^* e b^* , que medem a luminosidade e o teor de amarelo nos alimentos, respectivamente, não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos e o controle, durante o tempo de estocagem. Todavia, quando avaliado o teor de vermelho presente nas carnes de sol tratadas com os conservantes e o controle, verificou-se uma variação significativa dos valores de a^* nas carnes quando comparado com o controle durante o armazenamento, tendo obtido carnes mais escuras. As CAL obtiveram menor teor de vermelho frente aos demais tratamentos em todos os dias avaliados, apresentando médias de 4,17 a 3,41. Esse menor valor de a^* pode ser atribuído a adição de cloreto de sódio em associação ao ácido orgânico utilizado.

A cor da carne é o primeiro parâmetro a ser avaliado pelo consumidor no ato da compra, é a partir dela que é atribuído a qualidade da carne de uma forma geral. Os dados obtidos neste estudo corroboram com Bradley et al., (2011) que não identificaram diferenças estatísticas nas análises de cor em relação a luminosidade (L^*) e no teor de amarelo (b^*), bem como quando avaliaram a influência de lactato de sódio e ácido acético na qualidade de linguiça suína fresca durante o tempo de armazenamento refrigerado. Arganosa e Marriolt (1989), encontraram valores de teor de vermelho (a^*) mais baixos nas carnes tratadas com ácido láctico durante o tratamento de carnes com ácidos orgânicos e atribui aos resultados encontrados que, a utilização do ácido láctico fez com que tivesse um aumento na conversão da mioglobina a metamioglobina, a qual possui uma menor intensidade da cor vermelha, o que pode ser atribuído aos baixos valores de a^* encontrados nas carnes em estudo.

Com relação a perda de peso por cocção (PPC) das amostras, os resultados obtidos demonstraram que não houve diferença entre a carne controle e os tratamentos, durante os tempos de armazenamento refrigerado. A PPC, além de ser atribuída a perda de água do alimento, também está relacionada a eliminação de gorduras fundidas e componentes nitrogenados e minerais, por isso, a realização desta análise proporciona, além do conhecimento da amplitude das perdas ocasionadas pela cocção, a suculência da carne no momento da degustação (ALMEIDA JUNIOR et al., 2008).

Na análise de força de cisalhamento, a CC e a CAL+LS apresentaram valores inferiores a 4,6 Kgf, sendo desta forma, consideradas carnes com maciez intermediária (BELEW et al., 2003). Já as carnes com os conservantes de forma isolada, mostraram-se mais firmes nos

primeiros dias amostrais, com médias de 7,34 a 4,84, caracterizando-se como carnes duras. No decorrer dos dias, foi verificado um declínio dos valores de força de cisalhamento, possibilitando que estas carnes fossem consideradas de intermediária maciez com médias de 3,88 para as CAL e 4,12 com CLS como descrito por Belew et al., (2003).

Segundo Puga et al., (1998), os ácidos orgânicos atuam na composição miofibrilar da carne, alterando sua estrutura durante a marinação, levando o pH para valores menores que o ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares, tendo como consequência o aumento da capacidade de retenção de água, tornando assim, a carne mais macia. No entanto, quando o pH do meio está próximo de 5,0 faz com que a carne tenha uma mínima absorção de água e, conseqüentemente, uma máxima força de cisalhamento. Neste estudo, não foram obtidas alterações significativas do pH entre os tratamentos, estando em torno de 5,6, entretanto, as carnes apresentaram-se com maciez intermediárias segundo Belew et al., (2003).

Para a capacidade de retenção de água, foi possível verificar que a maior capacidade de reter a água foi encontrada nas amostras CAL nos dias 0, 3 e 6 de armazenamento com valores de 74,32%, 74,35% e 70,39% para CAL, CLS e CAL+LS, respectivamente. Entretanto, nos dias 9 e 12 foi observado menor CRA nas amostras CAL+LS e o CLS, com médias de 76,46 e 76,87 respectivamente.

De modo geral, as carnes tratadas com os ácidos orgânicos apresentaram uma boa capacidade de retenção de água, sendo caracterizadas como carnes de qualidade. A CRA da carne é dependente do pH e conseqüentemente do ponto isoelétrico das proteínas, além do meio iônico em que está presente. Quando o pH está próximo do ponto isoelétrico das proteínas, estas apresentam carga elétrica igual a zero, impedindo que o pH promova alterações eletrostáticas. Já quando à adição de sais fortes, como o cloreto de sódio, ácido láctico e lactato de sódio, como é o caso das carnes de sol estudadas, é formado um complexo sal-proteína que impede a perda de água e, conseqüentemente, aumenta a capacidade de retenção de água das carnes (ROQUE-SPECHT et al., 2009).

Além disso, o aumento na maciez das carnes faz com que haja, portanto, uma maior capacidade de retenção de água, o que pode ser explicado por mecanismos físico-químicos, sendo relacionado principalmente à queda do pH, o aumento da força iônica e a ação dos íons de cloreto. Em meio ácido, a dureza dos tecidos conjuntivos diminui através de mecanismos enzimáticos ou pela diminuição das interações eletrostáticas entre as cadeias de proteínas miofibrilares (HWANG et al., 2000; MEDYNSKI et al. 2000).

Quando avaliado a oxidação lipídica nas carnes de sol tratadas com os conservantes foi possível observar que, durante os dias de armazenamento refrigerado, os maiores valores em miligramas de malonaldeído por quilograma da amostra (mgMDA/Kg amostra) foram encontrados nas amostras tratadas com CAL e estes valores, com o decorrer dos dias, foram aumentando gradativamente. Estatisticamente, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Contudo, as CC apresentaram valores mais baixos de malonaldeído quando comparado com as carnes tratadas com os conservantes.

Alguns fatores exógenos podem influenciar na oxidação lipídica em carnes, dentre eles o pH e temperatura de armazenamento o que podem levar ao desenvolvimento precipitado de grande quantidade de malonaldeído no alimento, fazendo com que haja a rancidez mais rapidamente (OSAWA et al., 2005). Todavia, a oxidação lipídica pode também ser ocasionada por técnicas de processamento que promovem a ruptura dos sistemas de membrana dos músculos, como a moagem, cozimento, desossa, congelamento lento e salga (SAMPLES et al., 2004). Segundo Lima Jr. et al. (2013), o cloreto de sódio e outros sais de cura aceleram a oxidação dos triglicerídeos por mecanismo não muito bem entendidos, isso sugere que os resultados obtidos na análise de TBARS nas carnes de sol tratadas com os conservantes orgânicos pode ter sido influenciado pela salga da carne em associação com os ácidos, apesar do baixo teor de cloreto de sódio adicionado as amostras.

Apesar do ácido láctico e lactato de sódio não apresentarem redução na oxidação lipídica, estes demonstraram vários efeitos benéficos na carne de sol e podem ser alternativas viáveis para produção de carnes e produtos cárneos com baixos teores de cloreto de sódio, uma vez que o consumo excessivo de NaCl pode ocasionar alterações na pressão arterial e consequente desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

4. CONCLUSÃO

A adição dos conservantes naturais, ácido láctico e lactato de sódio, promoveram um incremento satisfatório na conservação de carnes de sol por até seis dias de armazenamento refrigerado a $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$, em relação as características microbiológicas. Quanto às análises físico-químicas, o ácido láctico e seu sal sódico conseguiram manter as características físicas ideais para carnes consideradas boas para o consumo humano. Diante disso, os conservantes utilizados

podem ser alternativas viáveis para a preservação da vida de prateleira de carne de sol produzida com baixo teor de cloreto de sódio, levando a produção de um alimento mais saudável.

5. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA JUNIOR, G. A., et al. Composição físico-química de carcaças de bezerros holandeses alimentados após o desaleitamento com silagem de grãos úmidos ou grãos secos de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p. 164-170, 2008.
- AMSA. (2012). Meat color measurement guidelines. American Meat Science Association. USA, 2, 100-101.
- ARGANOSA, G.C; MARRIOLTT, N. G. Organic Acids as Tenderizers of Collagen in Restructured Beef. **Journal of Food Science**, v. 54, 1989.
- BELEW, J. B., BROOKS, J. C., MCKENNA, D. R., SAVELL, J. W. Warner-Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. **Meat Science**, v. 64, p. 507- 512, 2003.
- BRADLEY, E. M., et al. Effects of sodium lactate and acetic acid derivatives on the quality and sensory characteristics of hot-boned pork sausage patties. **Meat Science**, v. 88, p. 145-150, 2011.
- CORTE, O.O., FELÍCIO, P.E., CIA, G. Sistematização da avaliação final de bovinos e bubalinos. III. **Qualidade da carne Boletim Técnico do CTC**, Campinas, v. 3, p. 66-76, 1979.
- 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**, v.21, p. 149-153, 2001.
- COSTA, F. N., ABAS, A. R. V., AMARAL, L. A., PENHA, D. A. Determinação do número mais provável de coliformes totais e termotolerantes e da contagem de *Staphylococcus* sp. em carne bovina moída comercializada no município de Jaboticabal – SP. **Ars. Veterinária**, v. 22, p. 203-206, 2006.
- DESMOND, E. Reducing salt: a challenge for the meat industry. **Meat Science**, v. 74, p. 188-196, 2006.
- GRAJALES-LAGUNES, RIVERA-BAUTISTA, C., RUIZ-CABRERA, M., RAMÍREZ-TÉLLES, J., ABUD-ARCHILA, M. Effect of lactic acid on the meat quality properties and the taste of pork Serratus ventralis muscle. **Agricultural and Food Science**. v. 21, p. 171-181, 2012.
- HAMM, R. Biochemistry of meat hydration: advances in food research. Cleveland. v. 10, p.335-443, 1960.
- ISHIHARA, Y., MADRUGA, M. S. Indicadores de maciez em carnes salgadas e dessecadas: uma revisão. **Semina Ciências Agrárias**. v. 34, p. 21-37, 2013.
- KACZMAREK-DUSZEK, J.; BILSKA, A., KRYSZTOFIK, K., UCHMAN, W. The effect of selected technological additives on improvement of shelf life of ground meat. **Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria**, v. 7, n. 2, p. 51-61, 2008.
- LIMA JUNIOR, D. M., RANGEL, A. H. N, URBANO, S. A., MORENO, G. M. B. Oxidação lipídica e qualidade da carne ovina. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.7, p. 14-28, 2013.

- LIMA JUNIOR, D. M., RANGEL, A. H. N, URBANO, S. A., MACIEL, M. V., AMARO, L. P. A. Alguns aspectos qualitativos da carne bovina: uma revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.5, p. 351-358, 2011.
- MEDYNSKI, A., POSPIECH, E., & KNIAT, R.. Effect of various concentrations of lactic acid and sodium chloride on selected physico-chemical meat traits. **Meat Science**, v. 55, nº 3, p. 285–290, 2000.
- 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.
- OSAWA, C.C., FELÍCIO, P. E. & GONÇALVES, L. A. G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**, v. 28, p. 655-663, 2005.
- OSÓRIO JCS, OSÓRIO MTM, JARDIM POC, PIMENTEL MA, POUHEY JLO, LÜDER WE, et al. Métodos para avaliação de carne ovina “in vivo”, na carcaça e na carne. Pelotas: Ed. Universitária/UFPEL;1998.
- PUGA, D.M.U., CONTRERAS, C. J. C., TURNBULL, M. R. Avaliação do amaciamento de carne bovina de dianteiro (*Triceps brachii*) pelos métodos de maturação, estimulação elétrica, injeção de ácidos e tenderização mecânica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.19, 1999.
- PUOLANNE, E.J., RUUSUNEN, M. H., VAINIONPAA J.I. Combined effects of NaCl and raw meat pH on water-holding in cooked sausage with and without added phosphate. **Meat Science**, v. 58, p. 1-7, 2001.
- SALLAM, K. I., SAMEJIMA, K. Microbiological and chemical quality of ground beef treated with sodium lactate and sodium chloride during refrigerated storage. **Society of Food Science and Technology**, v.37, p. 865–871, 2004.
- SALLAM, K. I. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. **Food control**, v.18, p. 566–75, 2007.
- SILVA, M. A., SOLIDÔNIO, E. G., VICALVI, M. C. V., SILVA, G. R., SENA, K. X. R. F. , COLAÇO, W. Efeito da irradiação gama na redução da carga microbiana em Jerked Beef. **Scientia Plena**, v. 9, p. 81-88, 2013.
- SILVA, R. X. A., CAMPOS, J. K. F., FRANCO, R. M., SILVA, T. J. P. Lactato de sódio, nisina e sua combinação na validade comercial da linguiça Toscana embalada a vácuo e estocada a 4°C. **Ciência Rural**, v.44, p. 746-751, 2014.
- SMAOUI, S., HLIMA, H. B., GHORBEL, R. The effect of sodium lactate and lactic acid combinations on the microbial, sensory, and chemical attributes of marinated chicken thigh. **Poultry Science**, v. 91, p. 1473–1481, 2012.

APÊNDICE

ARTIGO SUBMETIDO – “USING NATURAL PRESERVATIVES IN SALT MEAT
PREPARED WITH LOW SODIUM CHLORIDE CONTENT”

Original do trabalho: Uso de conservantes naturais em carne de sol elaborada com baixo teor de cloreto de sódio.

Submetido para publicação na revista International Journal of Food Science and Technology.

24 As for physico-chemical parameters, it was found that introducing preservatives did not
25 significantly change product quality. Thus, natural preservatives may be viable alternatives for
26 salt meat production with a longer shelf life and low NaCl content.

27 **Keywords:** Lactic Acid, Sodium Lactate, Meat.

28

29 **1. Introduction**

30 Salting and drying have been employed for meat preservation since ancient times. In
31 Brazil, meat salting is prevalent in two distinct products (jerked beef and salt meat). Each
32 product differs in the amount of salt used and the manufacture form (Silva *et al.*, 2013).

33 Salt meat is characterised as a semi-dehydrated product with peculiar sensory
34 characteristics and is often produced in poor hygienic-sanitary conditions, leading to a product
35 with a shelf life between three to five days at room temperature when produced with high levels
36 of sodium chloride (NaCl) (Costa & Silva, 2001). The lack of technical regulations for salt meat
37 production allows this food to be produced in many forms according to regional preferences,
38 which leads to a wide variation of sodium chloride concentrations between 2.9% and 11.9%
39 (Costa & Silva, 2001).

40 Using sodium chloride in meat products highlights their organoleptic properties and
41 preserves them for a longer time. However, the intensified consumption of this compound may
42 lead to increased blood pressure and a consequent development of secondary cardiovascular
43 diseases (Desmond, 2006). Food technology has contributed in increasing the shelf life of meat
44 and meat products, particularly when it comes to natural preservatives such as sodium lactate
45 and lactic acid as partial substitutes for sodium chloride. However, there are few studies using
46 natural products for salt meat that reduce the sodium chloride content in addition to preserving
47 food integrity.

48 Using natural substances for meat preservation in combination with other preservation
49 methods has been a viable alternative to increasing the shelf life of meat and meat products,
50 and sodium lactate and lactic acid have been extensively studied in this regard (Smaoui *et al.*,
51 2012). Sodium lactate, a natural organic salt, plays a role in the intracellular environment
52 acidification of microorganismss by directly interfering with metabolic activity. It is effective
53 in reducing or inhibiting the growth of damaging microorganisms and pathogens, in addition to
54 reducing food-water activity. Similar to sodium lactate, lactic acid acidifies the intracellular
55 environment and inhibits microorganism development; its addition in meat and meat products
56 can also improve food sensory attributes such as colour, flavour and texture (Sallam &
57 Samejima, 2004).

58 The significant consumption and importance of salt meat, its susceptibility to microbial
59 degradation and oxidation, and the lack of research related to the extension of shelf life using
60 natural products is the impetus for evaluating salt meat quality produced with low NaCl content
61 and treated with lactic acid and sodium lactate as an alternative for product preservation.

62

63 **2. Methodology**

64 A beef from the Biceps femoris with a Federal Inspection Seal was used for the salt meat
65 production. The raw material was acquired after twenty days of the animal slaughter and found
66 himself packaged under vacuum and refrigeration. All processing and preparation of the meat
67 followed the standards of good food manufacturing practices.

68 The meat cut into pieces of approximately 300 g and 4 cm wide. A portion of the meat
69 was removed *in natura* for a quality characterisation of the microbiological and physico-
70 chemistry of the meat used as raw material for salt meat production.

71 The meats were then separated into four groups, with each group subjected to one of
72 three treatments and the control listed as follows: MSL: meat treated with sodium lactate to 3%
73 (60% v/v); MLA: meat treated with lactic acid to 1% (85% v/v); MLA+SL: meat treated with
74 lactic acid (85% v/v) + sodium lactate (60% v/v); and MC: meat with no treatment. After
75 treatment, the meats were salted with a 2% proportion of milled and refined NaCl.

76 Each substance was diluted in sterile distilled water. The organic acid concentrations
77 used were according to Decree n° 1.004 of December 11, 1998.

78 2.1. Microbiological analysis

79 Microbiological analyses of the salt meat samples were conducted in storage at time
80 zero, right after the treatment and again after three, six, nine and 12 days of refrigerated storage
81 at 4° C ± 1°.

82 To conduct the microbiological analyses, the salt meat samples were weighed (25 g)
83 aseptically and transferred to sterile plastic bags, where 225 mL of sterile buffered peptone
84 water was added for subsequent homogenisation in "Stomacher" for 2 min, thus obtaining a
85 dilution of 10⁻¹, from which was obtained other decimal dilutions up to 10⁻⁶. After dilution, the
86 samples were subjected to determination techniques for the Most Probable Number (MPN) of
87 coliforms at 36 and 45°C to obtain the total count of psychrotrophic and mesophilic aerobic
88 bacteria and *Salmonella* sp. using the Brazilian official methodology (MAPA, 2003).

89

90 2.2. Physical-chemical analysis

91 The physical-chemical analyses performed on the samples of salt meat were pH (in a
92 conventional pH tester calibrated), colour determination, shear strength, water retention
93 capacity, and loss of weight by cooking and thiobarbituric acid reactive substances. These

94 analyses were performed in triplicate at the time of treatment and again after three, six, nine
95 and 12 days of refrigerated storage at $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$.

96 2.2.1. Colour determination

97 The color was evaluated in three different sampling points by colorimeter Konica
98 Minolta, CM-700d / 600d System (CIE L * a * b *), the system considers the L * brightness
99 (black / white), a * content red (green / red) and b * yellow content (blue / yellow). The target
100 mask used was three millimeters, CM-A (SAV).

101 2.2.2. Water Retention Capacity (WRC)

102
103 The determination was based on the water loss measurement released when a pressure
104 applied on muscle tissue. To this end, 0.5 g of beef cubes were placed between circular filter
105 papers, and these between two glass plates, where a 5 kg weight was placed for 5 minutes. After
106 this time period, the samples were again weighed, and from the difference of the weights (initial
107 - final) was determined water-holding capacity expressed in percentage of the initial sample
108 weight (HAMM, 1960).

109

110 2.2.3. Weight Loss by Cooking (WLC)

111

112 The methodology used in this study for the analysis of the weight loss by cooking based
113 was on Osório, Osório & Jardim., (1998) with adaptations.

114 2.2.4. Shear Strength

115 The shear strength was measured using a TEXTURE ANALYZER TA-XT-125,
116 Warner-Bratzler coupled device. The methodology used in this study is based in Corte *et al.*,
117 (1979) with adaptations.

118 2.2.5. Test Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARS)

119 For the test of thiobarbituric acid reactive substances, 0.5g salted meat was weighed and
120 transferred to a test tube and to this was added 2.5 mL of the stock solution (0.375%
121 thiobarbituric acid, trichloroacetic acid and 15% HCL 0.25M) was also prepared stock solution
122 without the presence of a meat sample, determined as white. Then the samples were immersed
123 in boiling water for 10 minutes. Positive samples pink color developed during heating. The
124 mixture was subjected to centrifugation for 10 minutes at 5000 x g. The supernatant was
125 pipetted into a cuvette and the absorbance of the supernatant solution was determined at 532
126 nm against the blank. The quantity of TBARS was expressed as mg per kg of malonaldehyde
127 salted meat (AMSA, 2012).

128 2.3. Statistical analysis

129 As for data analysis, normality tests were performed via a Shapiro-Wilk test
130 (significance level of 5%, $\alpha=0.05$) in an R statistical program 3.2.0 and then analysed in
131 Graphpad Prism 6 software (free version). The data from the TBARS analysis did not
132 demonstrate normality as evaluated by Kruskal-Wallis. All other parameters were considered
133 normal and then used for a variance test analysis (ANOVA). To compare results, a Tukey test
134 was used with an $\alpha=0.05$.

135

136 3. Results and discussion

137 Concerning the microbiological aspects of the meat *in natura* used for salt meat
138 production, 43 MPN/g of total coliforms were observed; no microbial growth was identified for
139 thermotolerant coliforms . As for mesophilic aerobic and psychrotrophic bacteria, verified
140 counts of 6.88logCFU/g and 2.86logCFU/g were recorded, respectively.

141 Brazilian legislation for marketed foods, RDC no 12/2001 (Brazil, 2001), establishes
142 that the meat *in natura* must have an absence of *Salmonella* sp. in 25 g of analysed food to be
143 suitable for human consumption. Thus, the meat used as raw material for salt meat production
144 was in accordance with the standards required by the legislation in force, as there was no
145 evidence of this microorganism. However, the existing legislation does not recommend
146 benchmarks for total coliforms or thermotolerants, mesophilic aerobic microorganisms or
147 psychrotrophic microorganisms in beef *in natura*.

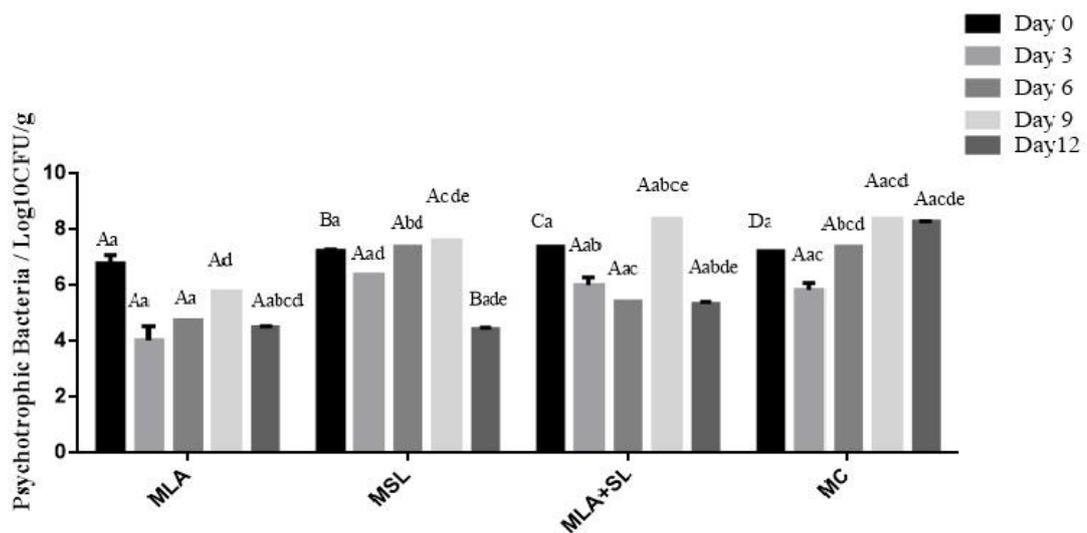
148 Costa and Silva (2001) affirmed that counts of mesophilic bacteria of five to six
149 LogCFU/g were already considered high for both *in natura* beef and salt meat. These values
150 were adopted as reference values for high counts of mesophilic aerobic microorganisms. For
151 comparison parameters in salt meat, thermotolerant coliforms and *Salmonella* sp. were used for
152 the results obtained in this study related to meat and meat products marinated; these are similar
153 to RDC 12/2001 (Brazil, 2001).

154 When evaluating the presence of total coliforms in the salt meat samples treated with
155 lactic acid (MLA) and sodium lactate (MSL), it was possible to observe low contamination
156 levels in all treatments studied, and there was no significant difference in the counts regardless
157 of storage time during the refrigerated storage at $4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$. However, the highest counts were
158 found in the Meat Control (MC) in all sampling days, with averages ranging from 1.97 to
159 3.04LogCFU/g.

160 High counts of total coliforms represent disabled hygienic-sanitary conditions during
161 production and product processing, in addition to multiplication during meat storage time
162 (Costa *et al.*, 2006). Thus, the results found for total coliforms quantification are lower than the
163 set value.

164 Concerning thermotolerant coliforms, their presence was not identified in the salt meat
 165 treated with LA and SL in an isolated form. On day 0, meat with MLA+SL and MC showed
 166 counts of 0.56 and 1.32LogCFU/g, respectively. On days 3, 6 and 12 there were no significant
 167 values of microbial growth, unlike those found on day 9, which showed counts of 1.15 and
 168 0.96LogMPN/g, respectively.

169 As for psychrotrophic microorganism quantification (see Figure 1), MLA
 170 showed counts of 5.85LogCFU/g on day 0. MSL, MLA+SL and MC showed microbial growth
 171 greater than 6LogCFU/g. Meat treated with MLA obtained contamination rates lower than other
 172 treatments. The control samples in all days showed higher values of microbial growth than the
 173 treated samples.



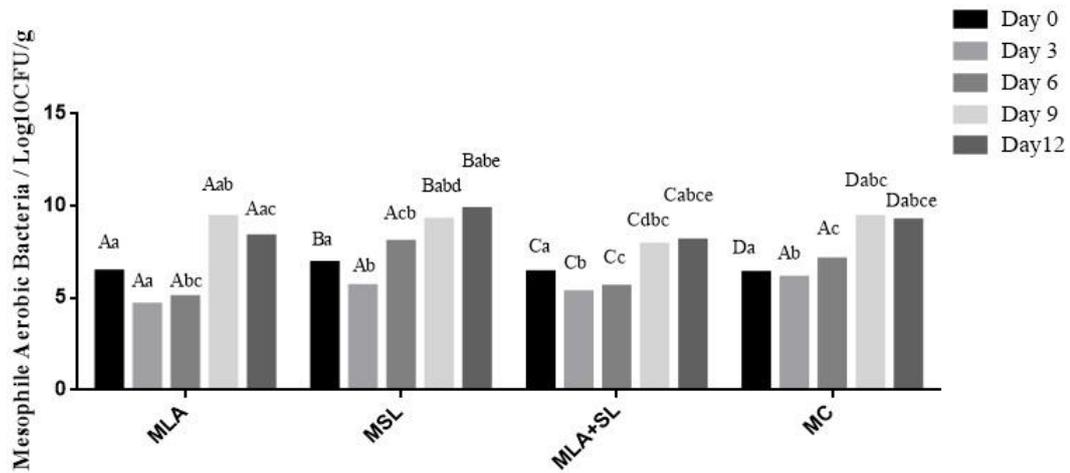
174 Figure 1: Psychrotrophic bacteria levels during refrigerated storage of salt meat treated
 175 with lactic acid, sodium lactate and a combination. Equal letters mean significant difference.
 176 Values expressed as Log10CFU/g; LA: lactic acid; SL: sodium lactate; LA+LS: lactic acid +
 177 sodium lactate; C: Control. ABCD: significant difference between sampling days in the same
 178 treatment. abcde: difference between the treatments.

179

180 On day 0, the mesophilic counts in all treatments had values above 6LogCFU/g.

181 However, these values were reduced on day 3 of refrigerated storage, and from there, a gradual

182 increase in all sampling days resulted in values above 8LogCFU/g in all treatments. Despite the
 183 high values, the MLA treatment showed lower counts of the microorganism studied.



184 Figure 2: Mesophilic aerobic bacteria levels during refrigerated storage of salt meat treated with
 185 lactic acid, sodium lactate and a combination. Equal letters mean significant difference. Values
 186 expressed as Log10CFU/g; LA: lactic acid; LS: sodium lactate; LA+LS: lactic acid + sodium
 187 lactate; C: Control. ABCD: significant difference between sampling days in the same treatment.
 188 abcde: difference between the treatments.

189

190 Regarding the physical-chemical aspects, meat *in natura* showed a pH of 5.22. As for
 191 colour analysis, the parameter L*, which measures the meat luminosity, was found to be 37.24.
 192 Parameter a*, which measures the red meat content, and b*, the yellow meat content, were
 193 found to be 12.02 and 12.75, respectively. In a weight loss analysis by cooking, the meat *in*
 194 *natura* showed a loss of 40%; when analysing the water retention capacity, it obtained a value
 195 of 87.21%. Evaluating the shear strength of the sample obtained a value of 4.73 kgf. The meat
 196 *in natura* was also tested for the degree of lipid oxidation, obtaining a sample value of 0.134
 197 mg MDA/kg.

198 In the pH measurements of meat treated with organic preservatives, no significant
 199 difference was observed between treatments during all sampling days, with averages of 5.67,
 200 5.63, 5.51 and 5.55 for samples treated with MLA, MSL, MLA+SL and MC, respectively.

201 The pH level is one of the most important parameters evaluated in meat and meat
202 products, as it can determine the actual product quality. The pH values did not statistically differ
203 among the MLA, MSL and MLA+SL treatments in all sampling days. Grajales-Lagunes *et al.*,
204 (2012) evaluated the LA effect on meat and pork quality during seven days of storage; no
205 statistically significant differences in pH values at different preservative concentrations were
206 found. However, a slight increase in pH was observed during the sampling days, which was
207 also observed in the salt meat samples of this study.

208 As for colour analysis, variables L* and b*, which measured luminosity and food yellow
209 content, respectively, showed no significant differences between treatments and the control
210 during the storage time. However, the red content present in salt meat treated with preservatives
211 showed a significant variation in a* values versus the control during storage. MLA obtained a
212 lower red content when compared to other treatments in all days evaluated, showing averages
213 of 4.17 to 3.41.

214 Meat colour is the first parameter to be evaluated by consumers when purchasing; it is
215 from this base point that they ascribe the meat quality in general. The data obtained in this study
216 concurs with Bradley *et al.*, (2011), who identified no significant differences in colour analyses
217 related to luminosity (L*) and yellow content (b*), as well as when evaluating the influence of
218 sodium lactate and acetic acid in the quality of fresh swine sausage during refrigerated storage
219 time. Arganosa & Marriolt (1989) found red content values (a*) lower in MLA during treatment
220 with organic acids and concluded that using MAL increased the conversion from myoglobin to
221 metmyoglobin, which has a lower red colour intensity.

222 The pH level directly interacts with the isoelectric point of meat myofibrillary proteins,
223 influencing their physical state and the light reflection on the product surface. A higher pH
224 creates a higher isoelectric point and, consequently, darker meat without luminosity, directly
225 influencing the colour in a manner not appreciated by the consumer (Lima Junior *et al.*, 2011).

226 Concerning the Weight Loss by Cooking (WLC) of the samples, the results
227 demonstrated no difference between the treated meats and the control during the refrigerated
228 storage time. The WLC, in addition to being assigned to the food water loss, is also related to
229 the elimination of rendered fats, nitrogenous components and minerals. Thus, this analysis
230 provides knowledge on the losses caused by cooking along with the meat juiciness while tasting
231 (Almeida Junior *et al.*,2008).

232 In the shear strength analysis, the MC and MLA+SL showed values lower than 4.6 Kgf,
233 indicating an intermediate meat tenderness (Belew *et al.*, 2003). Meat with an isolated form of
234 preservative proved to be more firm in the first sampling days, with averages of 7.34 to 4.84
235 being characterised as hard meats. Over time, a decline in shear strength values was observed,
236 allowing these meats to be considered intermediately tender with averages of 3.88 for MLA
237 and 4.12 with MSL.

238 The tenderness of salted meat and meat products is influenced by a technological
239 process that is directly related to the product choice by the consumer (Ishihara & Madruga,
240 2013). For this reason, many techniques are used to determine the tenderness, among them
241 shear strength.

242 According to Puga *et al.*, (1998), organic acids act upon the meat myofibrillar
243 composition, changing its structure during marinating and decreasing pH values lower than the
244 isoelectric point of myofibrillary proteins, resulting in increased water retention capacity that
245 makes the meat more soft. However, when the pH is close to 5.0, the meat has minimum water
246 absorption maximum shear strength. In this study, there were no significant pH changes
247 obtained between treatments (at approximately 5.6), although the meats showed intermediate
248 softness at most sampling times.

249 As for Water Retention Capacity (WRC), it was possible to verify that greater WRC
250 was found in MLA samples on days 0, 3 and 6, with values of 74.32%, 74.35% and 70.39% for
251 MLA, MSL and MLA+SL, respectively. However, on days 9 and 12 lower WRC was observed
252 in samples MLA+SL and MSL, with averages of 76.46 and 76.87, respectively.

253 According to Arganosa & Marriolt (1989), the meat exposure time to organic acids can
254 influence a change in pH. Meats evaluated in this study were immersed in organic acids for
255 only 5 min, which may have been insufficient exposure time to change the pH to the point of
256 increasing the WRC and consequently softening the meat. Arganosa & Marriolt (1989)
257 evaluated the action of organic acids and noticed that MLA decreased WRC, with a greater
258 force required to shear the samples.

259 In general, meat treated with organic acids showed WRC, though it is dependent on pH
260 and the isoelectric point of the proteins, in addition to the ionic environment in place. When the
261 pH is close to the isoelectric point, the electrical charge is equal to zero, thus avoiding the pH
262 promoting electrostatic changes. When adding strong salts such as sodium chloride, lactic acid
263 and sodium lactate, a salt-protein complex is formed that prevents the loss of water and
264 consequently increases the meat WRC (Puolanne *et al.*, 2001).

265 As for lipid oxidation in the salt meat treated with preservatives, the highest values in
266 milligrams of malonaldehyde per sample kilogram (mgMDA/Kg sample) were found in the
267 samples treated with MLA, and these values gradually increased over time. Statistically, there
268 was no significant difference between the treatments. However, the MC showed lower
269 malonaldehyde values when compared with meat treated with preservatives.

270 Some exogenous factors may influence lipid oxidation in meat, including pH and
271 storage temperature, which may lead to the premature development of significant amounts of
272 malonaldehyde and hasten rancidity (Osawa *et al.*, 2005). However, lipid oxidation can also be

273 caused by processing techniques that promote the rupture of muscles membranes such as
274 milling, cooking, boning, slow freezing and salting (Sallam, 2007).

275 According to Lima Junior *et al.*, (2013), sodium chloride and other curing salts
276 accelerate triglyceride oxidation by means of a mechanism that is not well understood,
277 suggesting that the results obtained in the TBARS analysis in salt meats treated with organic
278 preservatives may have been influenced by meat salting associated with acids, despite the low
279 sodium chloride content added to the samples.

280 Although the lactic acid and sodium lactate did not show reductions in lipid oxidation,
281 these acids demonstrated many beneficial effects in salt meat and may be viable alternatives for
282 meat production with low levels of sodium chloride, as excessive NaCl consumption may cause
283 adverse changes in blood pressure and subsequent development of cardiovascular disease.

284 **4. Conclusions**

285 Adding natural preservatives such as lactic acid and sodium lactate can promoted a
286 satisfactory increase in salt meat preservation of up to six days of refrigerated storage at 4° C
287 ±1°. In physical-chemical analyses, lactic acid and its sodium salt were able to maintain ideal
288 physical characteristics for meat considered good for human consumption. These preservatives
289 may be viable alternatives to shelf life preservation of salt meat produced with low sodium
290 chloride content and thus lead to healthier food production.

291 **References**

292 Almeida Junior, G. A., et al. (2008). Composição físico-química de carcaças de bezerros
293 holandeses alimentados após o desaleitamento com silagem de grãos úmidos ou grãos
294 secos de milho ou sorgo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37, 164-170.

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

- 297 Arganosa, G.C & Marrioltt, N. G. (1989). Organic Acids as Tenderizers of Collagen in
298 Restructured Beef. *Journal of Food Science*, 54.
- 299 Belew, J. B., Brooks, J. C., Mckenna, D. R. & Savell, J. W. (2003). Warner-Bratzler shear
300 evaluations of 40 bovine muscles. *Meat Science*, Texas, 64, 507- 512.
- 301 Bradley, E. M., *et al.* (2011). Effects of sodium lactate and acetic acid derivatives on the quality
302 and sensory characteristics of hot-boned pork sausage patties. *Meat Science*, 88, 145-
303 150.
- 304 Corte, O.O., Felício, P.E. & Cia, G. (1979). Sistematização da avaliação final de bovinos e
305 bubalinos. III. Qualidade da carne Boletim Técnico do CTC, Campinas, 3, 66-76.
- 306 Costa, E. L. & Silva, J. A. (2001). Avaliação microbiológica da carne-de-sol elaborada com
307 baixos teores de cloreto de sódio. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 21, 149-153.
- 308 Costa, F. N., Abas, A. R. V., Amaral, L. A. & Penha, D. A. (2006). Determinação do número
309 mais provável de coliformes totais e termotolerantes e da contagem de *Staphylococcus*
310 sp. em carne bovina moída comercializada no município de Jaboticabal – SP. *Ars.*
311 *Veterinária*, 22, 203-206.
- 312 Desmond, E. (2006). Reducing salt: a challenge for the meat industry. *Meat Science*, 74, 188-
313 196.
- 314 Grajales-Lagunes, Rivera-Bautista, C., Ruiz-Cabrera, M., Ramírez-Télles, J. & Abud-Archila,
315 M. (2012). Effect of lactic acid on the meat quality properties and the taste of pork
316 Serratus ventralis muscle. *Agricultural and Food Science*. 21, 171-181.
- 317 Hamm, R. (1960). Biochemistry of meat hydratation: advances in food research. Cleveland.
318 10:335-443.

- 319 Ishihara, Y. & Madruga, M. S. (2013). Indicadores de maciez em carnes salgadas e dessecadas:
320 uma revisão. *Semina Ciências Agrárias*. 34, 21-37.
- 321 Lima Junior, D. M., Rangel, A. H. N, Urbano, S. A. & Moreno, G. M. B. (2013). Oxidação
322 lipídica e qualidade da carne ovina. *Acta Veterinaria Brasilica*, 7, 14-28.
- 323 Lima Junior, D. M., Rangel, A. H. N, Urbano, S. A., Maciel, M. V. & Amaro, L. P. A. (2011).
324 Alguns aspectos qualitativos da carne bovina: uma revisão. *Acta Veterinaria Brasilica*.
325 5, 351-358.
- 326 Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). (2003). Instrução Normativa n°
327 62 de 26 de agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises
328 Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. *Diário Oficial*
329 *da União*, Brasília-DF.
- 330 Ministério da Saúde (BR). (2001). Resolução RDC n.12 de 02 de janeiro de 2001. Aprova o
331 regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial da*
332 *União*. Brasília-DF, 45 - 53.
- 333 Osawa, C.C., Felício, P. E. & Gonçalves, L. A. G. (2005). Teste de TBA aplicado a carnes e
334 derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. *Química Nova*, 28, 655-
335 663.
- 336 Osório, J.C.S., *et al.* (1998). Métodos para avaliação da produção de carne ovina: "in vivo", na
337 carcaça e na carne. Pelotas: UFPEL, 107p.
- 338 Puga, D.M.U., Contreras, C. J. C. & Turnbull, M. R. (1999). Avaliação do amaciamento de
339 carne bovina de dianteiro (*Triceps brachii*) pelos métodos de maturação, estimulação
340 elétrica, injeção de ácidos e tenderização mecânica. *Ciência e Tecnologia de*
341 *Alimentos*. 19.

- 342 Puolanne, E.J., Ruusunen, M. H. & Vainionpaa J.I. (2001). Combined effects of NaCl and raw
343 meat pH on water-holding in cooked sausage with and without added phosphate. *Meat*
344 *Science* 58, 1-7.
- 345 Sallam, K. I. & Samejima, K. (2004). Microbiological and chemical quality of ground beef
346 treated with sodium lactate and sodium chloride during refrigerated storage. *Society of*
347 *Food Science and Technology*, 37, 865–871.
- 348 Sallam, K. I. (2007). Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate,
349 and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Food control*, 18, 566–75.
- 350 Silva, M. A., Solidônio, E. G., Vicalvi, M. C. V., Silva, G. R., Sena, K. X. R. F. & Colaço, W.
351 (2013). Efeito da irradiação gama na redução da carga microbiana em Jerked Beef.
352 *Scientia Plena*, 9, 81-88.
- 353 Silva, R. X. A., Campos, J. K. F., Franco, R. M. & Silva, T. J. P. (2014). Lactato de sódio,
354 nisina e sua combinação na validade comercial da linguiça Toscana embalada a vácuo
355 e estocada a 4°C. *Ciência Rural*, 44, 746-751.
- 356 Smaoui, S., Hlima, H. B. & Ghorbel, R. (2012). The effect of sodium lactate and lactic acid
357 combinations on the microbial, sensory, and chemical attributes of marinated chicken
358 thigh. *Poultry Science*, 91, 1473–1481.
- 359