

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

YURI MONTENEGRO ISHIHARA

ESTUDO DA MACIEZ EM CARNE-DE-SOL

JOÃO PESSOA – PB
2012

YURI MONTENEGRO ISHIHARA

ESTUDO DA MACIEZ EM CARNE-DE-SOL

JOÃO PESSOA – PB
2012

YURI MONTENEGRO ISHIHARA

ESTUDO DA MACIEZ EM CARNE-DE-SOL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba em cumprimento aos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^a Dr^a Marta Suely Madruga

JOÃO PESSOA – PB
2012

179e Ishihara, Yuri Montenegro.

*Estudo da maciez em carne-de-sol / Yuri Montenegro
Ishihara.-- João Pessoa, 2012.*

90f.

Orientadora: Marta Suely Madruga

Tese (Doutorado) – UFPB/CT

*1. Tecnologia de Alimentos. 2. Carne salgada. 3. Textura.
4. Qualidade. 5. Maturação.*

UFPB/BC

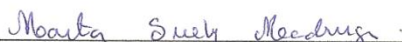
CDU: 664(043)

YURI MONTENEGRO ISHIHARA

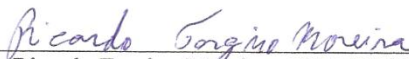
ESTUDO DA MACIEZ EM CARNE-DE-SOL

Tese defendida em 18 de dezembro de 2012.

BANCA EXAMINADORA:



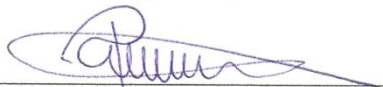
Profª Drª Marta Sueley Madruga – DEA/PPGCTA/CT/UFPB
Coordenadora da Banca Examinadora



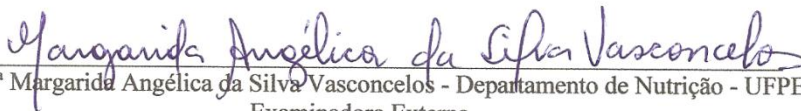
Prof. Dr. Ricardo Targino Moreira – DEA/PPGCTA/CT/UFPB
Examinador Interno



Profª Drª Emiko Shinozaki Mendes – Departamento de Medicina Veterinária - UFRPE
Examinadora Externa



Profª Drª Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga – Departamento de Nutrição - UFPB
Examinadora Interna



Profª Drª Margarida Angélica da Silva Vasconcelos – Departamento de Nutrição - UFPE
Examinadora Externa

Ao meu pai, Akira, à minha amada mãe, Livramento, à minha querida irmã Guigui e ao meu irmão Kinho. Em especial, à minha filha Laís Yumi.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À UFPB, em especial ao Centro de Tecnologia e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela possibilidade de realização do curso.

Ao Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias – Campus III, Bananeiras, pela colaboração com a cessão de material para a realização da pesquisa.

À Prof^a Dr^a Marta Suely Madruga pela dedicada orientação, disponibilidade e apoio proferidos no decorrer do curso.

Ao Prof. Dr. Ricardo Targino Moreira pela ideia inicial da pesquisa e especialmente ao incentivo e apoio nos momentos mais difíceis.

À Prof^a. Dra. Esmeralda Paranhos dos Santos e ao Prof. Dr. Flávio Luiz Honorato da Silva pela colaboração e pelas valiosas sugestões relativas à estatística aplicada.

Às Professoras, Dra. Emiko Shinozaki Mendes, Dra. Maria Lúcia Nunes, Dra. Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga e Dra. Margarida Angélica da Silva Vasconcelos pela disponibilidade e pelas valiosas sugestões na composição das bancas qualificadora e de defesa.

À Professora Dra. Samara Alvachian Cardoso Andrade pela prontidão em aceitar o convite, mesmo sob a forma de suplente, em minha banca de qualificação.

Aos Professores Evandro Leite de Souza e Maria Lúcia da Conceição pela cordialidade na cessão do uso do Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Centro de Ciências da Saúde/Universidade Federal da Paraíba.

A Alanne Tamize de Medeiros Salviano pela amizade verdadeira e por mostrar sempre que devemos realizar nossas tarefas com divertimento e alegria.

A Nely de Almeida Pedrosa pela amizade, colaboração profissional e por mostrar que com esforço e dedicação podemos alcançar muitos objetivos na vida.

A Sonalle Silva Costa pela coragem que teve em representar os discentes do PPGCTA.

Aos meus queridos colaboradores Rayssa Julliane, Geany Targino, Suênia Samara, Taliana Kênia, Marcelo Lima e Erasto Neto que me ajudaram a realizar algumas etapas da pesquisa.

Aos amigos de todo dia e também às vezes confidentes, Ingrid, Fábio, João Paulo, Juliana, meu muito obrigada.

Aos Técnicos dos Laboratórios do Departamento de Engenharia de Alimentos Claudianor José de Oliveira, pela ajuda e incentivos sempre presentes, Eunice Ribeiro pelo seu acolhedor “Bom dia” e Gilvandro Ferreira da Costa pela disponibilidade nunca negada.

Ao painel sensorial pela paciência e boa vontade em participar das análises.

Ao CNPq, pelo auxílio financeiro ao projeto.

Ao Frigorífico Boião, na pessoa de Jordânia, pela colaboração e disponibilidade ofertadas além das matérias primas adquiridas.

A Ian Carneiro da Cunha Nóbrega, pela paciência e compreensão, mas acima de tudo, pelo amor.

À Maga, pelas infinitas colaborações no transporte, cuidado e amor com Laís e, indiretamente a mim.

A todos aqueles que estiveram comigo nessa etapa importante de minha vida.

ESTUDO DA MACIEZ EM CARNE-DE-SOL

RESUMO

A carne-de-sol é um produto de largo consumo e apreciação no Brasil, entretanto, são poucos os estudos científicos relativos à sua maciez. O interesse nesse assunto refere-se ao fato de que a maciez é o principal atributo de qualidade relativo às carnes referido pelo consumidor. Com o objetivo de conhecer e melhorar a qualidade desse produto pesquisou-se a maciez das carnes-de-sol comercializadas no comércio de João Pessoa e em seguida, verificou-se o efeito da maturação natural na maciez de carnes-de-sol processadas em laboratório. Também foi testada a eficácia do leite e do soro de leite como agentes amaciadores da carne-de-sol, sendo utilizados como indicadores a força de cisalhamento (FC), a análise sensorial através da análise descritiva quantitativa (ADQ), o comprimento do sarcômero (CS) e a quantificação do colágeno. Na pesquisa das carnes comercializadas em João Pessoa foram identificadas grandes variações. Da cidade dividida em regiões (R1, R2 e R3) foram adquiridas amostras denominadas A1, A2 e A3, respectivamente. A carne-de-sol da região 3 foi considerada muito macia pelos provadores, com pontuação de 6,7; apresentou FC máxima de 2,70 kgf e maior CS com 1,89 μ m. Paralelamente, as amostras 1 e 2 apresentaram valores de maciez muito próximos (FC e ADQ) exceto pelo CS que indicou a amostra 2 como menos macia. Quando as carnes-de-sol foram processadas em laboratório, testou-se 7, 14 e 21 dias de maturação a 0 °C das matérias-primas previamente ao processamento. Segundo os indicadores testados, a maturação influenciou positivamente na maciez de todas as carnes-de-sol. Através da ADQ, da FC e do IFM verificou-se que a amostra maturada por sete dias foi a mais macia. Já a quantificação de colágeno não se apresentou como um eficaz instrumento avaliativo de maciez em carnes-de-sol provavelmente devido ao corte cárneo utilizado para o processamento conter baixas quantidades de tecido conjuntivo. No estudo do leite e do soro de leite como prováveis agentes amaciantes foram testados a imersão da carne por 24 e 48 horas a 4 °C previamente ao processamento em carne-de-sol. Foi verificado que os tratamentos aplicados não alteraram a composição das carnes processadas, assim como ficou constatado que as enzimas lácteas não modificaram a maciez dos produtos. O que provavelmente ocorre é o fato de que o leite atua como um agente melhorador do sabor da carne, o que é percebido e apreciado pelo consumidor. Diante do exposto, pode-se concluir que maturar a carne por sete dias previamente à elaboração da carne-de-sol ocasiona uma melhoria na qualidade do produto e assim, proporciona um incremento no valor agregado desse alimento tradicional brasileiro.

Palavras-chave: Carne salgada. Textura. Qualidade. Maturação.

STUDY OF SUN-DRIED BEEF TENDERNESS

ABSTRACT

Sun-dried beef is a largely consumed, appreciated product in Brazil. However, there are few scientific studies regarding its tenderness. Tenderness is a relevant issue because consumers usually refer to it as the main quality attribute for meat. Studies on sun-dried beef tenderness in samples sold in the market of João Pessoa, followed by the assessment of the natural maturation effects on the tenderness of laboratory processed sun-dried beef were carried out in order to learn and improve this product quality. The efficiency of both milk and whey as potential tenderizing agents for sun-dried beef was also tested. Therefore, an instrumental analysis, shear force (SF), sensory analysis (QDA), sarcomere length (SL), and collagen quantification were also used as indicators. The research on the meats sold in João Pessoa has identified large variations. City divided into regions (R1, R2 and R3) were called acquired samples A1, A2 and A3, respectively. Sun-dried beef from region 3 was considered very soft by tasters, achieving 6.7 points; the maximum SF was 2.70 kgf and the highest SL was 1.89 μm . Furthermore, samples 1 and 2 showed almost equal values for tenderness (SF and QDA), except for SL, which have indicated sample 2 as the less tender. Concerning the laboratory processed meats, the raw materials were tested in maturation intervals of 7, 14, and 21 days at 0°C before processing. According to the tested indicators, maturation has positively influenced tenderness in every sun-dried beef sample. QDA, SF, and myofibrillar fragmentation index (MFI) showed concordant data, suggesting that the sample matured for seven days was the softest. On the other hand, probably due to the small quantity of connective tissue in the meat cut used in processing, collagen quantification was not suitable as evaluation tool for assessing sun-dried beef tenderness. Immersing meat for 24 and 48 hours at 4 °C in milk and whey before processing helped testing both substances as potential tenderizer agents for sun-dried beef. It was verified that the applied treatments have failed to alter the processed meat composition, as it was also proved that dairy enzymes did not change the tenderness of these products. What probably occurs is the enhanced flavor generated by the use of milk in the meat processing, which provides greater acceptance by consumers. Thus, it is suggested that maturation as raw-material treatment for sun-dried beef processing provides tenderness, improves its quality and provides an increase in the added value of this typically Brazilian product.

Key-words: Salted meat. Texture. Quality. Maturation.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Aa	Atividade de água
ADQ	Análise Descritiva Quantitativa
AMSA	American Meat Science Association
ANOVA	Análise de variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
ASSISTAT	Assistência Estatística
CETENE	Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste
CS	Comprimento de sarcômero
CS14	Carne-de-sol maturada por 14 dias
CS21	Carne-de-sol maturada por 21 dias
CS7	Carne-de-sol maturada por 7 dias
CSC	Carne-de-sol controle
CSL24	Carne-de-sol tratada com leite por 24 horas
CSL48	Carne-de-sol tratada com leite por 48 horas
CSLC	Carne-de-sol tratada com leite controle
CSS24	Carne-de-sol tratada com soro por 24 horas
CSS48	Carne-de-sol tratada com soro por 48 horas
CSSC	Carne-de-sol tratada com soro controle
CT	Centro de Tecnologia
FAO/WHO	Food and Agriculture Organization/World Health Organization
FC	Força de Cisalhamento
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFM	Índice de Fragmentação Miofibrilar
IG	Indicação Geográfica
IGP	Indicação Geográfica de Procedência
kgf	Quilograma força
kV	Kilo volts
LAQA	Laboratório de Análises Químicas de Alimentos
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MP	Matéria-prima
µm	micrômetro
N	Newton
nm	nanômetro
pH	Potencial Hidrogeniônico
PPGCTA	Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos
ppm	Partes por milhão
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
RIISPOA	Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
RTE	Ready to eat
SEDURB	Secretaria de Desenvolvimento Urbano da cidade de João Pessoa
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
WBSF	Warner-Bratzler Shear Force

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	12
2.1	OBJETIVO GERAL	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3	MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1	CARNES-DE-SOL	13
3.1.1	Obtenção da carne-de-sol do comércio de João Pessoa - PB	13
3.1.2	Processamento das carnes-de-sol utilizando a maturação natural e artificial	15
3.2	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS CARNES-DE-SOL, DO LEITE E DO SORO DE LEITE	17
3.3	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	18
3.4	ESTUDO DA MACIEZ	18
3.4.1	Força de cisalhamento (FC)	19
3.4.2	Índice de fragmentação miofibrilar (IFM)	19
3.4.3	Comprimento de sarcômero	20
3.4.4	Quantificação do colágeno	20
3.4.5	Análise sensorial – Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)	21
3.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA	22
4	RESULTADOS	22
4.1	Artigo 1 – INDICADORES DE MACIEZ EM CARNES SALGADAS E DESSECADAS: UMA REVISÃO	23
4.2	Artigo 2 – STUDY OF WARNER BRATZLER SHEAR FORCE, SENSORY ANALYSIS AND SARCOMERE LENGTH AS INDICATORS OF THE TENDERNESS OF SUN-DRIED BEEF	47
4.3	Artigo 3 – EFEITO DA MATURAÇÃO NATURAL NA MACIEZ DA CARNE-DE-SOL	55
4.4	Artigo 4 - UTILIZAÇÃO DE LEITE E SORO DE LEITE NA CARNE-DE-SOL E SEUS EFEITOS NA MACIEZ DO PRODUTO	69
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
	REFERÊNCIAS	84
	APÊNDICES	86
	ANEXOS	88

1 INTRODUÇÃO

Considerada como um produto tipicamente nordestino, a carne-de-sol tem ampla aceitação por suas características sensoriais peculiares. É utilizada em diversas preparações culinárias regionais e possui uma característica de identificação com a cultura nordestina. No entanto, sendo processada artesanalmente pela salga mista seguida de secagem, trata-se de um produto sem regulamentação pelos órgãos competentes, no que tange aos padrões de identidade e qualidade, e consequentemente, com diferenças marcantes em suas características de sabor, cor e textura.

Segundo dados do último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), o consumo de carne-de-sol na Região Nordeste é de 0,89 kg per capita anual. O Estado da Paraíba se destaca com consumo médio superior ao da Região Nordeste, apresentando o valor de 1,41 kg.

Sabendo-se que, em geral, os consumidores tendem a avaliar a qualidade da carne e produtos derivados com base nos parâmetros de sabor, suculência e textura, dentre os quais a textura e a maciez apresentam-se como os atributos mais importantes, a carne-de-sol, apesar de toda sua importância regional, é um produto encontrado no mercado de forma bastante heterogênea, no âmbito de suas características sensoriais, principalmente no tocante à textura. Em consequência, faz-se necessária uma padronização do processo produtivo, além da aplicação de um processo que propicie uma otimização na maciez da carne-de-sol.

Como a maturação ou o condicionamento de carnes é um processo de aplicabilidade tecnológica simples, que visa melhorar a qualidade sensorial do produto, principalmente a maciez e o sabor, sua utilização no processo de elaboração da carne-de-sol poderá resultar em um produto final com melhores características. A utilização de enzimas proteolíticas (através da maturação artificial) apresenta-se também como uma alternativa às modificações desejáveis da textura e da maciez da carne-de-sol.

No Nordeste Brasileiro é comum se observar a aplicação de uma técnica de amaciamento de carnes, na qual o produto fica submerso em leite bovino por alguns minutos antes do seu preparo, acreditando-se que proporcionaria um incremento de maciez nas carnes. A aplicação do soro de queijo, subproduto da indústria queijeira que muitas vezes é usado exclusivamente para a alimentação animal, apresenta-se como

uma provável opção de melhoramento do processo da carne-de-sol, uma vez que poderia melhorar sua maciez tendo em vista a presença de enzimas proteolíticas solúveis.

Mediante a carência de estudos relativos à maciez da carne-de-sol, entende-se que o presente estudo consistirá em uma oportunidade viável para a valorização da carne-de-sol produzida no Estado da Paraíba, através da disponibilização e apropriação de dados técnico-científicos sobre o processo de elaboração da carne-de-sol, orientando para a melhoria nos parâmetros de maciez e sabor, visando sua valorização enquanto produto tipicamente nordestino e contribuindo para a elaboração de legislação padronizadora de identidade e qualidade.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Propor uma tecnologia inovadora para o processamento da carne-de-sol visando melhorar a maciez, através do processo de maturação.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Processar a carne-de-sol da forma tradicional seguindo o método utilizado pelos produtores paraibanos, considerando-o como referência/controle;
- Definir o melhor tempo para a maturação natural da carne bovina e em seguida utilizar a carne maturada para o processamento em carne-de-sol;
- Determinar parâmetros para a maturação artificial (ação enzimática) com o uso do leite bovino e do soro de queijo e em seguida, utilizar as carnes maturadas artificialmente no processamento da carne-de-sol;
- Avaliar os parâmetros de qualidade físico-químicos, microbiológicos, sensoriais e de maciez das carnes-de-sol processadas sob as diferentes metodologias (tradicional, maturada naturalmente e maturada artificialmente).

3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em duas etapas. Na primeira realizou-se o estudo das carnes-de-sol comercializadas na cidade de João Pessoa-PB através de caracterização físico-química, microbiológica e pesquisa de maciez. Na segunda fase, buscou-se estudar o efeito da maturação natural e artificial na maciez de carnes-de-sol processadas em condições controladas no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba (CT/UFPB) e caracterizá-las sob os mesmos parâmetros avaliativos. O procedimento metodológico empregado se encontra na Figura 1.

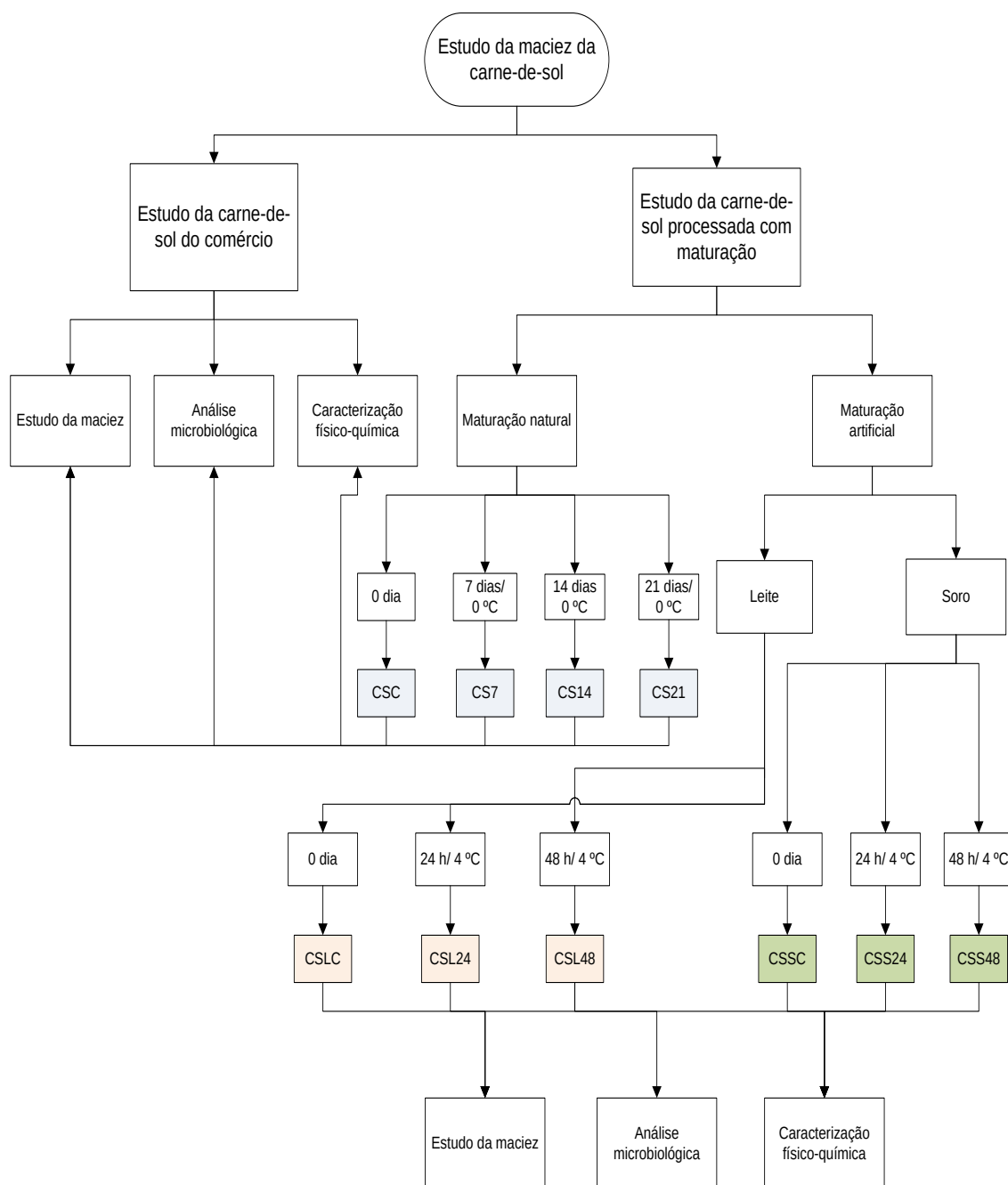
3.1 CARNES-DE-SOL

3.1.1 **Obtenção da carne-de-sol do comércio de João Pessoa - PB**

As amostras de carnes-de-sol foram adquiridas em estabelecimentos cadastrados na Secretaria de Desenvolvimento Urbano (SEDURB) da Prefeitura Municipal de João Pessoa – PB, após a realização de um levantamento em feiras livres e mercados públicos da cidade, no primeiro trimestre de 2010 (APÊNDICE A). Dos 23 estabelecimentos cadastrados no referido órgão, 14 foram objetos do presente estudo, uma vez que comercializavam carne-de-sol.

A cidade foi dividida em três regiões (R1, R2 e R3), onde de cada região foram selecionadas as três feiras/mercados públicos com maior volume de comercialização de carne-de-sol. Desta forma, foram denominadas de amostra 1 (A1), amostra 2 (A2) e amostra 3 (A3), as carnes-de-sol compradas nos três estabelecimentos oriundos das regiões R1, R2 e R3, respectivamente, todas processadas utilizando o corte carne coxão mole bovino.

Figura 1 – Procedimento metodológico do estudo da maciez em carne-de-sol



CSC = carne-de-sol controle; CS7 = carne-de-sol maturada por 7 dias; CS14 = carne-de-sol maturada por 14 dias; CS21 = carne-de-sol maturada por 21 dias; CSLC = carne-de-sol tratada no leite controle; CSL24 = carne-de-sol tratada no leite por 24 horas; CSL48 = carne-de-sol tratada no leite por 48 horas; CSSC = carne-de-sol tratada no soro controle; CSS24 = carne-de-sol tratada no soro por 24 horas; CSS48 = carne-de-sol tratada no soro por 48 horas.

3.1.2. Processamento das carnes-de-sol utilizando a maturação natural e artificial

Para estudar a maciez das carnes-de-sol através da maturação natural e artificial, as carnes-de-sol foram processadas, no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal do CT/UFPB, utilizando o corte bovino coxão mole, uma vez que foi o corte mais reportado pelos produtores no levantamento realizado nas feiras e mercados públicos (APÊNDICE B). Para definir as etapas do processamento das carnes-de-sol foram utilizadas as informações fornecidas pelos comerciantes que além de comercializar, também processavam as carnes. Esse processamento está descrito na Figura 2 sob a denominação de Processamento Tradicional e composto pelas etapas:

a) Manteação das carnes - retirada do excesso de gordura e tecido conjuntivo (toalete) dos coxões mole, seguido da abertura das peças em mantas com aproximadamente 5 cm de espessura. A seguir foram feitos quatro cortes longitudinais para facilitar a entrada do sal;

b) Salga - o sal (cloreto de sódio) foi o único ingrediente utilizado no processamento da carne-de-sol, sendo o sal fino comercial, adicionado na proporção de 10% o mais utilizado. Esse foi depositado manualmente em toda a peça de carne que foi mantida por quatro horas. Após terem transcorrido as duas primeiras horas, as peças foram reviradas e o exsudado permaneceu em contato com a carne durante todo o período da salga;

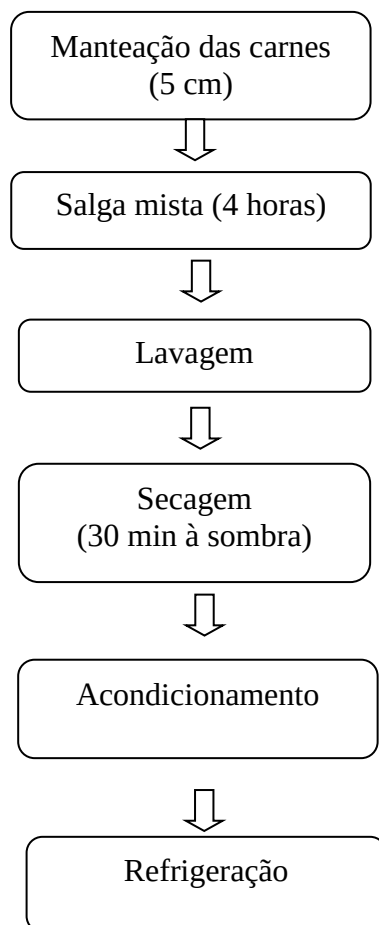
c) Lavagem - as carnes foram lavadas em água corrente para retirar o excesso de sal;

d) Secagem - os cortes foram suspensos em ganchos à temperatura ambiente por um período de 30 minutos, para redução do excesso de água da lavagem;

e) Acondicionamento – as carnes foram acondicionadas em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade devidamente identificados;

f) Refrigeração – as carnes foram mantidas sob refrigeração (4°C).

Figura 2 – Fluxograma do processamento tradicional de carne-de-sol



Para estudar a influência da maturação natural no processamento de carne-de-sol, foram adquiridas seis peças de coxão mole com peso médio unitário de 6,4 kg. Os processamentos foram realizados em triplicata e denominados ensaios E1, E2 e E3 nos quais cada coxão mole foi dividido em quatro partes. Cada $\frac{1}{4}$ do coxão seguiu para etapas distintas. A primeira foi processada em carne-de-sol controle (CSC) como descrito na Figura 2. As demais secções foram maturadas por 7, 14 e 21 dias a $0 \pm 0,2$ °C para em seguida serem processadas em carnes-de-sol segundo o processamento tradicional.

Para o estudo da maturação artificial, foram utilizados leite bovino e soro de leite bovino provenientes da UFPB - campus de Bananeiras, tendo em vista que há um efetivo controle de sanidade e manejo animal, além de cuidados na ordenha e na

obtenção do soro resultante do processamento de queijo com leite pasteurizado de acordo com as devidas normas higiênico-sanitárias.

O leite e o soro foram transportados sob refrigeração de Bananeiras –PB até João Pessoa. No Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal do CT/UFPB, o leite foi pasteurizado a 65 °C por 30 minutos.

Quanto às carnes para o estudo da maturação artificial, foram adquiridas seis peças de coxão mole e cada peça apresentou peso médio de 8,2 kg. Destas, três foram usadas para o tratamento com leite e as outras três para o tratamento com soro de leite. Os processamentos foram repetidos, tanto para o uso do leite quanto para o uso do soro em triplicata denominados ensaios E1, E2 e E3 nos quais cada coxão foi dividido em três partes. Cada 1/3 do coxão seguiu para etapas distintas. A primeira secção foi processada em carne-de-sol tratada no leite controle (CSLC) como descrito na Figura 2. A segunda secção foi imersa em leite na proporção de 1:1 (p/p), mantida sob refrigeração a 4 °C por 24 horas. Em seguida foi retirada do leite e processada em carne-de-sol segundo o processamento descrito na Figura 2. A terceira secção do coxão seguiu nas mesmas etapas que da segunda, excetuando-se o tempo de permanência no leite, que nesse caso foi de 48 horas.

Os tratamentos com soro foram realizados de forma similar ao do leite, ou seja, as peças foram mantidas imersas no soro por 24 e 48 horas na proporção de 1:1 (p/p), mantidas sob refrigeração a 4 °C para serem processadas em carnes-de-sol.

3.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS CARNES-DE-SOL, DO LEITE E DO SORO DE LEITE

Nas amostras de carnes-de-sol, as determinações de umidade, cinzas, proteínas e cloretos foram realizadas segundo os procedimentos analíticos da AOAC (2000). Os lipídios totais foram determinados de acordo com a metodologia de Folch, Less e Stanley, (1957). A determinação do pH foi realizada em pHmetro digital e a atividade de água foi medida através de leitura direta em aparelho de atividade de água de acordo com as normas da AOAC (2000).

Para o leite bovino foram realizadas análises físicas e químicas em cumprimento à Instrução Normativa nº 62 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 2011). Adicionalmente foram realizadas análises

complementares buscando uma caracterização mais detalhada como o teor de gordura (g/100 g) e acidez (em g de ácido láctico/100 mL), segundo a Instrução Normativa nº 68 do MAPA (BRASIL, 2006). As proteínas foram quantificadas de acordo com os procedimentos analíticos da AOAC (2000).

Para o soro de leite bovino, foram realizadas as mesmas análises e metodologias analíticas usadas para o leite, com base na legislação pertinente do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Soro de Leite (BRASIL, 2010).

3.3 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

De acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – RDC ANVISA – nº 12 de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001) em que são estabelecidos os padrões microbiológicos sanitários para alimentos e, tendo em vista que não há uma denominação direta para a carne-de-sol na referida legislação, uma vez que esse produto se encontra com características intermediárias entre a carne resfriada bovina e produtos cárneos salgados, foram realizadas análises de Coliformes a 45 °C/g, Estafilococos coagulase positiva/g e *Salmonella* spp/25g para atendimento às exigências da referida RDC. Adicionalmente, foram realizadas as contagens de Coliformes totais/g e Contagem total de micro-organismos aeróbios mesófilos/g.

Para o leite bovino seguiu-se o citado na RDC nº12, realizando-se as análises de Coliformes a 45°C/g e *Salmonella* spp/25g e para o soro de leite além dessas, a Contagem total de micro-organismos aeróbios mesófilos/g. Entretanto, além do requisito mínimo referido na legislação, foram realizadas as análises de Estafilococos coagulase positiva/g e Coliformes a 35°C.

Todas as análises seguiram as técnicas recomendadas na Instrução Normativa nº 62 do MAPA (BRASIL, 2003).

3.4 ESTUDO DA MACIEZ

Foram avaliados a força de cisalhamento, através do texturômetro acoplado à lâmina de Warner Bratzler, o índice de fragmentação miofibrilar, o comprimento do sarcômero, a quantidade de colágeno e a análise sensorial através de painel treinado para verificação da maciez de carnes-de-sol.

3.4.1 Força de cisalhamento (FC)

A textura instrumental das carnes-de-sol foi avaliada através da Força de Cisalhamento (FC) medida em texturômetro TAXT-2i acoplado com lâmina de Warner-Bratzler utilizando os parâmetros:

- Velocidade do pré-teste: 5,0 mm/s;
- Velocidade do teste: 5,0 mm/s;
- Velocidade do pós-teste: 10,0 mm/s;
- Distância célula/base: 20 mm;
- Força: 10 g.

As carnes-de-sol foram submetidas a um processo de cocção seguindo as recomendações da American Meat Science Association (AMSA, 1995). De cada amostra foram retirados bifos com espessura de 2,5 cm. Em seguida foram assados em grill elétrico com aquecimento na parte inferior e superior das chapas. Para o monitoramento da temperatura do centro geométrico de cada bife durante a cocção utilizou-se termômetro portátil digital. Os bifos foram grelhados e quando a temperatura atingiu 40 °C, foram virados até que atingissem a temperatura final de 71 °C. Depois de cozidas e resfriadas à temperatura ambiente, essas amostras foram embaladas em sacos plásticos impermeáveis e resfriadas à temperatura de $4 \pm 2^\circ \text{C}$ por 24 horas.

De cada bife foram retirados manualmente, por intermédio de um vazador adaptado à uma furadeira elétrica, seis cilindros com diâmetro de 1,27 cm no sentido longitudinal às fibras musculares. Os cilindros de carne foram cisalhados em texturômetro e como valor final utilizou-se a média de seis determinações expressas em kgf.

3.4.2 Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM)

Em todas as amostras de carnes-de-sol foi realizado o Método da Turbidez para a determinação do índice de fragmentação miofibrilar no qual as miofibrilas foram fragmentadas durante a homogeneização. Os fragmentos das miofibrilas foram filtrados, centrifugados, ressuspensos em solução tampão e a turbidez da solução lida a 540 nm. O protocolo de análise seguiu a metodologia proposta por Culler et al. (1978).

3.4.3 Comprimento de sarcômero

Das amostras de carnes-de-sol adquiridas no comércio de João Pessoa, foram retirados cubos com aproximadamente $0,5\text{ cm}^3$ para a microscopia e imersos em solução fixadora Karnovsky, constituída de glutaraldeído 2,5%, paraformaldeído 4% e cacodilato de sódio 0,1 M. Em seguida foram refrigerados e enviados ao Laboratório de Microscopia do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste – CETENE para visualização do sarcômero através de microscopia eletrônica de transmissão.

Os cubos foram cortados com aproximadamente $2\times 2\times 2\text{ mm}^3$, lavados sucessivas vezes com solução tampão caco para remoção do fixador, pós-fixados com tetróxido de ósmio 1%, cloreto de cálcio 10 mM, ferrocianeto de potássio 1,6% e tampão cacodilato de sódio 0,2 M. Em seguida lavados com uranila 5%, desidratados com soluções crescentes de acetona e realizados emblocamentos em resina. Cortes semi-finos foram feitos em ultramicrotomo para verificação do sentido das fibras musculares e em seguida cortes ultrafinos foram realizados nos blocos de cada amostra. Os cortes foram contrastados com uranila a 5% e citrato de chumbo. Foram visualizadas imagens das miofibrilas com identificação dos sarcômeros através de microscópio operado a 80 KV. De cada amostra foram selecionadas duas fotomicrografias com 20 sarcômeros em cada.

3.4.4 Quantificação do colágeno

Para a quantificação do colágeno das amostras de carnes-de-sol, realizou-se a hidrólise em solução ácida e aquecimento prolongado para a liberação da hidroxiprolina. Esta foi oxidada pela ação da cloramina-T formando o ácido pirrol- α -carboxílico, que reagiu com o p-dimetilaminobenzaldeído (p-DABA) adicionado, formando um composto de coloração vermelho-púrpura cuja absorbância foi medida a 558nm. O protocolo de análise seguiu a recomendação da AOAC (1996) e a quantificação da hidroxiprolina, o procedimento de Neuman e Logan (1950) modificado por Bergman e Loxley (1963).

3.4.5 Análise sensorial – Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)

Para compor a equipe de provadores foram recrutados 17 voluntários dentre alunos, pesquisadores e funcionários do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba. A pré-seleção dos candidatos foi realizada com base no interesse e disponibilidade para participar dos testes sensoriais, de suas habilidades discriminativas relacionadas à carne, além da familiaridade com o produto e habilidade de exprimir proporcionalidade através da utilização de escalas. Em seguida, os candidatos realizaram os testes de reconhecimento de gostos básicos e reconhecimento de odores, além de testes triangulares para avaliação do poder discriminativo, de acordo com Meilgaard, Civille e Carr (1999).

Os candidatos assinaram o Termo de Consentimento exigido pela Resolução nº 196 de 10/10/1996 do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 1996) e a presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal da Paraíba sob protocolo nº 154/2011.

A seleção dos provadores foi realizada com base em seu poder discriminativo (pF amostra $< 0,50$, reprodutibilidade PF repetição $> 0,05$) e consenso com a equipe, em mais de 80% dos descritores. Sendo assim, a Análise Descritiva Quantitativa foi realizada pela equipe final de julgadores composta por sete julgadores e cada provador expressou sua opinião quanto à maciez das carnes, utilizando escala linear estruturada de nove centímetros, ancorada no extremo esquerdo, na posição central e no extremo direito com os seguintes termos: pouca maciez (dura), macia e muito macia.

As carnes-de-sol foram descongeladas sob refrigeração e passaram por um processo de cocção, seguindo as recomendações da American Meat Science Association (AMSA, 1995). De cada amostra foram retirados bifes com espessura de 2,5 cm. Em seguida, foram assados em grill elétrico com aquecimento na parte inferior e superior das chapas. Para o monitoramento da temperatura do centro geométrico de cada bife durante a cocção utilizou-se termômetro portátil digital. Os bifes foram grelhados e quando a temperatura atingiu 40 °C foram virados até que atingissem a temperatura final de 71 °C. Foram servidas ao painel sensorial treinado composto por sete provadores, em três sessões.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística descritiva e inferencial foi realizada em software Assistência Estatística - ASSISTAT (2012) versão 7.6 beta e Statistical Analysis System - SAS - (2000) por meio de Análise de Variância (ANOVA). O procedimento PROC CORR (SAS, 2000) foi utilizado para verificar a correlação entre variáveis. A comparação das médias dos tratamentos foi realizada pelo Teste de Tukey, em nível de 5% de significância.

4 RESULTADOS

Os resultados estão dispostos, conforme recomendação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA/CT/UFPB), sob a forma de artigos científicos. Desta forma, os itens 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4 referem-se aos dados coletados e discutidos no decorrer da pesquisa e estão formatados de acordo com as normas de publicação dos respectivos periódicos científicos selecionados para submissão.

4.1 ARTIGO 1 - INDICADORES DE MACIEZ EM CARNES SALGADAS E DESSECADAS: UMA REVISÃO – foi submetido ao periódico SEMINA e consta na página 23.

4.2 ARTIGO 2 – STUDY OF WARNER BRATZLER SHEAR FORCE, SENSORY ANALYSIS AND SARCOMERE LENGTH AS INDICATORS OF THE TENDERNESS OF SUN-DRIED BEEF– foi submetido ao periódico International Journal of Molecular Sciences e consta na página 47.

4.3 ARTIGO 3 – EFEITO DA MATURAÇÃO NATURAL NA MACIEZ DA CARNE-DE-SOL - consta na página 55.

4.4 ARTIGO 4 – UTILIZAÇÃO DE LEITE E SORO DE LEITE NA CARNE-DE-SOL E SEUS EFEITOS NA MACIEZ DO PRODUTO - consta na página 69.

INDICADORES DE MACIEZ EM CARNES SALGADAS E DESSECADAS: UMA REVISÃO

RESUMO

Carnes salgadas e dessecadas são conhecidas e apreciadas em todo o mundo. Muitas vezes são caracterizadas por associarem seu consumo a determinados grupos de pessoas ou de determinadas regiões, e devido a isso, podem ser denominadas de tradicionais. Geralmente possuem tecnologia simples, passada de geração em geração e por esse motivo, há muita variação na qualidade desses produtos. No Brasil destacam-se o charque, o jerked beef e a carne-de-sol. O biltong, a cecina de León, o kilishi, o kaddid e a bresaola são exemplos de carnes salgadas e dessecadas. Apesar da importância desses produtos cárneos, inexitem estudos específicos que retratem sua maciez. E, uma vez que trata-se de um dos atributos mais reportados pelos consumidores, sua pesquisa pode auxiliar na aceitação dos produtos cárneos incrementando sua demanda. Nesse contexto, a presente revisão explanou as características de produtos cárneos salgados e dessecados tradicionais relacionadas aos seus aspectos de processamento, e sugeriu os indicadores de maciez - força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar, comprimento do sarcômero, quantificação do colágeno - para avaliação da maciez de produtos cárneos, uma vez que são de fácil aplicabilidade e compreendem o estudo dos principais responsáveis pela maciez das carnes, as proteínas miofibrilares e o tecido conjuntivo.

Palavras-chave: Carne. Carne-de-sol. Salga. Textura.

SOFTNESS INDICATORS IN SALTED AND DRIED MEAT: A REVIEW

ABSTRACT

Salted and dried meats are known and appreciated worldwide. Their consumption is often associated to certain groups of people or particular regions, and due to this, they can be called traditional. They usually have simple technology, passed on from generation to generation and for this reason, there is much variation in the quality of these products. In Brazil charque, jerked beef and sun-dried beef stand out. Biltong, cecina de León, kilishi, kaddid and bresaola are examples of salted and dried meats. Despite the importance of these meat products, there are no specific studies on their softness. Since softness is one of the attributes most reported by consumers, research may help the acceptance of meat products, increasing their demand. In this context, this review showed the characteristics of traditional salted and dried meat products related to processing aspects and suggested softness indicators - shear force, myofibrillar fragmentation index, sarcomere length, collagen quantification – to assess the softness of meat products, since they are easy to apply and include the study of the main responsible for meat softness, myofibrillar proteins and connective tissue.

Keywords: Meat. Sun-dried beef. Salting. Tenderness.

1. Introdução

As carnes salgadas têm origem imemoriável e são conhecidas em todo mundo. Geralmente possuem tecnologia transmitida de geração em geração e por esse motivo apresentam grandes variações de sabor, composição e conseqüentemente de vida útil. Apesar do avanço da tecnologia no processamento e conservação dos alimentos dos dias atuais, a salga e a dessecação permaneceram na elaboração de produtos cárneos. É bem verdade que a finalidade dessas operações mudou com o passar dos tempos, mas continuam importantes na definição de qualidade dos alimentos processados. Entretanto, muitas vezes a salga e a dessecação são utilizadas no processamento sem grande controle, especialmente tratando-se da elaboração de produtos cárneos denominados tradicionais, que apresentam características específicas que os associam a um determinado grupo de pessoas, cultura ou região.

O Brasil se destaca no cenário mundial com o maior rebanho bovino comercial. Destacam-se como produtos cárneos tradicionais brasileiros salgados e dessecados a carne-de-sol, o charque e o jerked beef. Para expandir as potencialidades da indústria cárnea, especialmente da indústria de produtos salgados com apelo aos produtos tradicionais, surge a necessidade da melhoria na qualidade desses produtos. Para alcançar esse objetivo de incremento da qualidade, a maciez destaca-se como um dos aspectos mais importantes e inclusive mais reportado pelos consumidores, quando são referidos atributos de qualidade em carnes. Entretanto, ainda não é devidamente investigada especificamente nestes alimentos tradicionais.

A maciez dos produtos salgados e dessecados é diretamente influenciada pelo processo tecnológico a que se submete e a pesquisa de maciez poderia sugerir ou mesmo prever a aceitação desses produtos pelos consumidores, além de uniformizar suas características. Para tal, podem ser utilizados alguns indicadores como a análise instrumental através da força de cisalhamento, ou determinações como do índice de fragmentação miofibrilar, da quantificação do colágeno e a visualização do comprimento do sarcômero, por microscopia.

Nesse contexto, a presente revisão pretende explicar características de produtos cárneos salgados e dessecados tradicionais relacionadas aos seus aspectos de processamento e sugerir indicadores para avaliação da maciez desses alimentos.

2. Carnes salgadas e dessecadas

Antes do advento do frio na conservação de produtos cárneos, a utilização de técnicas para preservação desses produtos combinava vários processos - salga, secagem ao sol,

defumação, marinação e fermentação. Essas técnicas, aplicadas isoladas ou conjuntamente, apesar de serem muito antigas, ainda hoje são usadas na indústria cárnea.

Em um estudo detalhado sobre a evolução de carnes bovinas salgadas e dessecadas, que são processadas em peças inteiras, Carvalho Jr. (2002) reportou uma classificação baseada na composição do produto e na maneira de preparo para o consumo: *Produtos com baixo teor de sal* que podem ser consumidos sem qualquer preparo culinário, tendo como exemplos o biltong, a cecina de León, o kilishi, o kaddid e a bresaola. *Produtos que não necessitam de dessalga*, mas que requerem preparo culinário para serem consumidos, um exemplo brasileiro é a carne-de-sol. *Produtos que necessitam de dessalga e cocção* para o consumo, incluem-se nesse grupo a carne de charque e o jerked beef.

Estudos com produtos cárneos salgados e dessecados têm sido publicados, tendo em vista que estes apresentam características próprias, específicas da(s) região(ões) onde são produzidos. São muito apreciados a carne-de-sol, o charque e o jerked beef no Brasil, o biltong na África do Sul, a cecina na Espanha e México, o kilishi oriundo da região de Sohel – Oeste da África, o kaddid na África e sul da Ásia e a bresaola na Itália.

O **Biltong** é um produto cárneo desidratado, tradicional da África do Sul, classificado como um alimento pronto para o consumo (ready to eat - RTE). A palavra biltong é derivada do holandês "bil", que refere-se à alcatra e "tong", que refere-se a tiras. É assim denominada porque as tiras de carne que podem ser de diversas origens como bovina, de aves ou mesmo de pescado, são processadas e o produto final tem forma de "stick", muito apreciado em lanches. Possui em média 65% de proteína, 1,9% de gordura, 7,6% de glicose, de 5 a 10% de sal (em cloreto de sódio), de 10 a 860 ppm de nitrato (NAIDOO, 2010).

Existem diversos métodos para processar o biltong, já que o processamento tradicional foi passado de geração para geração. Entretanto, alguns passos básicos incluem a seleção da carne, os tipos e concentrações das soluções de vinagre, a marinação e a secagem. Atenção maior é dada à etapa de secagem, pois inicialmente era feita ao sol, mas na atualidade requer controle de temperatura e umidade em equipamentos específicos (NAIDOO, 2010). Apresenta uma vida de prateleira prolongada, e estabilidade microbiana em consequência da presença sais de cura, ácidos orgânicos e baixos valores de pH e atividade de água inferior a 0,77 (NAIDOO; LINDSAY, 2010). Hoje em dia muitos consumidores preferem o biltong com teor de umidade relativamente alto (superior a 40%) e níveis de atividade de água normalmente variando entre 0,85 e 0,93 (NORTJÉ; BUYS; MINNAAR, 2005).

A **Cecina de León** é um produto cárneo bovino seco e defumado fabricado tradicionalmente na região de León, noroeste da Espanha. É considerado um produto de umidade intermediária e sua preparação é similar ao pernil curado e seco. Possui uma coloração vermelha típica, sabor defumado e um gosto levemente salgado. É vendido no comércio

varejista sob a forma fatiada embalada à vácuo ou em cortes (RUBIO et al., 2007). De acordo com Reyes-Cano et al. (1994) a cecina tem grande aceitação também no México, onde é processada por pequenos produtores, o que acarreta diferenças de composição do produto de acordo com a localidade em que é produzida.

A cecina de León apresenta, em base seca, teor de sal entre 8,6% e 13%, alto teor de proteínas (60% a 75,1%), teor de gordura variando de 9,9% a 28,9% e umidade entre 52,4% e 57% (MOLINERO et al., 2008).

Trata de um produto salgado que já possui IGP - Indicação Geográfica de Procedência (RUBIO et al., 2006), e segundo o Conselho Regulador da Indicação Geográfica de Proteção (ESPANHA, 2012), o produto pode ser processado em indústrias localizadas em toda a Província de León. A altitude média da Província é de 1500 m, associada ao clima continental mediterrâneo de invernos duradouros com temperatura média de 2 °C e de baixa umidade relativa do ar. Essas condições são ideais para a elaboração da cecina, cujo processo de elaboração dura no mínimo sete meses e é constituído por várias fases: *Perfilhado*: dá-se forma às diferentes peças; *Salga* com sal grosso marinho em temperatura de 2 °C a 5 °C com umidade relativa de 85%; *Lavagem* com água potável morna para eliminar o sal aderido à superfície dos cortes; *Maturação* por 30 a 45 dias, na que elimina-se a água da constituição e o sal penetra de maneira homogênea, favorecendo assim o desenvolvimento da microflora característica; *Defumação* utilizando-se lenha de carvalho, dura de 12 a 16 dias; *Secagem ou cura* em secadores naturais providos de janelas com abertura regulável que permita controlar a temperatura (aproximadamente 11 °C) e umidade de 75 a 80%.

Molinero et al. (2008) ressaltaram que durante o processamento da cecina ocorrem muitas modificações nos nutrientes como a proteólise, lipólise e oxidação. Essas mudanças ocorreram principalmente na etapa de maturação e melhoraram os aspectos sensoriais e propriedades como a textura da cecina. Os autores mencionaram ainda um crescimento de 3% nos últimos anos de produção da cecina na Espanha, e atualmente é exportada para outros países europeus.

De acordo com Musonge e Njolai (1994), o **kilishi**, produto cárneo tradicional do oeste da África, é preparado com carne bovina, mas também podem ser usadas as carnes ovinas e caprinas. É muito apreciado pela população muçulmana e é exportado para a Arábia Saudita especialmente durante as peregrinações religiosas anuais. O processo tradicional de produção do kilishi envolve a remoção de tendões e porções de gordura das carnes para serem finamente cortadas e secas ao sol. Em seguida as lâminas são marinadas numa mistura de ingredientes composta por pimenta do reino, cravo, gengibre, cebola, pimenta doce, açúcar, sal e pasta de amendoim desengordurada (NKAMA; BADAU, 2000). Seguindo novamente para a secagem ao sol e posterior cocção em grelha, ficando pronta para consumo.

Apresenta teor de umidade variando de 10 a 20%, o kilishi é normalmente consumido sob a forma de lanche. Segundo Kalilou, Collignan e Zakhia (1998), o processamento do kilishi em pequena escala apresenta rendimento de 30 a 45 kg do produto para 100 kg de carne fresca. Em pesquisa realizada por Mgbemere, Akpapunam e Igene (2011) ao processarem o kilishi da forma tradicional, encontraram valores de 11,6% para umidade, 49,8% para proteínas, 11,4% para gordura, 5,2% para cinzas, 3,1% para fibras e 18,9% para carboidratos.

Estudos apontam para a necessidade de padronização do processamento do kilishi, especialmente para as etapas de secagem e embalagem, definidas como críticas e que podem afetar a qualidade do produto final (JONES et al., 2001; FLORAND, 1995; MUSONGE; NJOLAI, 1994). Estudo recente demonstrou o sucesso na elaboração de um mix de temperos e condimentos para padronizar o processamento em escala industrial (MGBEMERE; AKPAPUNAM; IGENE, 2011) demonstrando evolução no interesse científico do kilishi.

Para Bennani et al. (1995), o **kaddid** é um produto cárneo muito apreciado em países africanos e do sul da Ásia. É preparado através de um processamento tradicional simples. Para processar o kaddid marroquino pode-se utilizar a carne bovina ou ovina e são obedecidas as etapas de corte da carne em longas peças, salga mista e uso de condimentos como coentro, alho, pimenta e corante. As peças ficam em maturação por 8 a 10 horas e a secagem é feita ao sol por 7 a 10 dias.

Chabbouh et al. (2011) ressaltaram que na Tunísia, o kaddid é processado de forma tradicional, no entanto, cuidados no processamento não são devidamente utilizados e proporcionam produtos finais com qualidade duvidosa. Os autores mencionam ainda que a escolha do tipo de salga (seca ou úmida) deve ser feita de acordo com as características finais do kaddid principalmente relacionadas com a capacidade de retenção de água.

O kaddid é caracterizado por apresentar um forte sabor devido a lipólise e provavelmente devido à oxidação de ácidos graxos livres durante seu processamento. A proteólise também pode ajudar no desenvolvimento do sabor eliminando algumas aminas e/ou aminoácidos que podem ter um papel fundamental na qualidade sensorial do produto (BENNANI; FAID; BOUSETA, 2000).

A **bresaola** surgiu da necessidade de preservar a carne durante todo o ano, diante da inexistência de outros métodos de conservação de alimentos. Segundo Braghieri et al. (2009) a bresaola já existia em Valtellina e Val Chiavenna, cidades da região da Lombardia, Itália, entre os anos de 1.450 e 1.500. Esse produto cárneo é obtido usando diferentes cortes magros do traseiro bovino, entretanto, outras carnes já foram utilizadas para sua fabricação como as carnes de cavalo, veado, javali, cabra e de búfalo (PALEARI et al., 2003). Atualmente no processamento industrial, a carne desossada passa por três etapas:

a) A salga úmida (a carne é “tumbleada” numa mistura de cura para 100 kg de carne fresca composta por 2,5 kg de cloreto de sódio, 120 g de dextrose, 20 g de nitrito de sódio e especiarias) fica em repouso por 5 a 7 dias à temperatura de 3 a 4 °C;

b) As carnes seguem para uma desidratação composta por sucessivas etapas para redução do peso em até 45-50% do peso inicial. Dura aproximadamente 120 dias;

c) Os produtos curados são lavados e secos para serem embalados à vácuo.

A bresaola também é um produto com IGP (EEC 1263/96), possui um mercado caracterizado por consumidores de alto poder aquisitivo e apresenta produção anual italiana de cerca de 8650 toneladas (PALEARI et al., 2000).

3. Carnes salgadas no Brasil

Dentre as carnes salgadas e dessecadas apreciadas no Brasil, destacam-se o charque, o jerked beef e a carne-de-sol. Esta última diferencia-se das demais pela particularidade da desidratação ser muito leve, não a caracterizando assim, como um produto de umidade intermediária, ao contrário do charque e do jerked beef.

O **charque**, também conhecido como carne seca ou jabá, é típico do Brasil e possui grande aceitação pela população. É um alimento de atividade de água intermediária (entre 0,70 e 0,75), e não requer o uso do frio para sua conservação (SHIMOKOMAKI, 2006).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em sua última Pesquisa de Orçamentos Familiares constatou que o maior consumo de charque em termos regionais se deu na Região Nordeste, com um consumo anual per capita foi de 1,059 kg, e destaque principalmente para os estados de Pernambuco e da Paraíba com 2,904 kg e 1,849 kg respectivamente (IBGE, 2010).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 1997) o charque não deve conter mais que 45% de umidade na porção muscular e não mais que 15% de resíduo mineral fixo, com uma tolerância de $\pm 5\%$. De uma forma geral, o charque possui de 20 a 40% de proteína, de 1 a 19% de matéria graxa e de 9 a 21% de cloreto de sódio (GOUVÊA; GOUVÊA, 2007), dependendo do corte cárneo empregado, do grau de gordura e de dessecação utilizados no processamento.

Com o objetivo de melhorar tecnologicamente o charque, as indústrias desenvolveram o **jerked beef**. Neste, o uso de nitrito é permitido e o teor de umidade máximo definido em legislação específica é superior ao do charque.

No processamento desses produtos, inicialmente as carnes são desossadas e manteadas. Em seguida ocorre a salga úmida, quando as peças de carne são imersas e agitadas constantemente por um período de 50 minutos. A etapa seguinte é a salga seca, onde os pedaços

de carne são estendidos sobre um piso recoberto com uma camada de sal. Cada camada de manta é intercalada com uma de sal grosso (cerca de 5 mm) até uma altura de 1,80 m aproximadamente, sendo mantidas nessa pilha por um tempo de 24 a 48 horas. Durante uma semana aproximadamente, as pilhas são movidas para outra plataforma, onde recebem adição de sal, de maneira que as peças dispostas na parte superior passam a ocupar a posição inferior da nova pilha. Esta operação é denominada tombagem ou tombamento. Este procedimento é repetido de 24 a 48 horas, visando manter todas as mantas em contato com o sal e com a inversão da pilha, se uniformiza a pressão sobre as mesmas.

Após estas operações, a carne salgada é imersa rapidamente em um tanque com água corrente, para remoção do sal aderido à superfície da peça. A secagem da carne salgada é o próximo passo, em que se promove a retirada final da água, que pode ser feita em cabines de secagem ou expostas ao sol, método mais usado com frequência na secagem do charque e do jerked beef (SABADINI et al., 2001).

O MAPA (BRASIL, 2000) determinou parâmetros de qualidade para o jerked beef diferenciados aos do charque, tendo em vista suas especificidades tecnológicas. O produto deve ter um valor máximo de atividade de água de 0,78, umidade na porção muscular igual ou inferior a 55%, não mais de 18,3% de resíduo mineral fixo total e o máximo de 150 ppm de nitrito e nitrato residual no produto final.

A **carne-de-sol** é um produto salgado que tem como matérias-primas as carnes bovinas e, eventualmente, caprinas e suínas (SHIMOKOMAKI; FRANCO; CARVALHO Jr., 1987) sendo considerada um alimento de grande teor calórico-proteico, muito apreciada pelas suas características sensoriais pela maioria dos consumidores (NÓBREGA; SCHNEIDER, 1983).

Conforme relatado na pesquisa realizada por Carvalho Jr. (2002), a carne-de-sol é elaborada, na quase totalidade, em pequenos estabelecimentos que se dedicam especificamente a essas atividades e em praticamente todos os açougues nordestinos. Seu consumo, todavia, não desapareceu com a modernidade, ao contrário, tem ampliado pelo uso da refrigeração em sua conservação.

Algumas vezes, especialmente em regiões do Brasil, excetuando-se a Nordeste, ocorre confusão entre as denominações de carne-de-sol e charque sendo muitas vezes generalizado com o uso do termo “jabá”. Entretanto, nem de perto se assemelha ao charque por se tratar de um produto fresco (AMBIEL, 2004). É um produto semi-dessecado e preservado pelo sal, elaborado principalmente com carne bovina, a partir de tecnologia própria, embora empírica, que imprime ao produto final características que o identificam (VIEIRA NETO, 1982).

Para se fabricar a carne-de-sol, submete-se a carne bovina a um leve processo de salga e desidratação, obtendo-se um produto com características muito semelhantes à carne fresca que apresenta vida útil de 72-96 horas em temperatura ambiente. O sal utilizado na sua produção é

mais fino do que o usado para produzir o charque, sendo feita a partir de cortes de toda a carcaça bovina, com umidade de 64-70% e teor de sal 5-6% (NORMAN; CORTE, 1985). De acordo com Lira (1998), os teores de umidade variam entre 66,33 e 70,10%, o sal entre 4,69 e 8,45% e a atividade de água entre 0,92 e 0,97.

De acordo com Vasconcelos (1986), para fabricação de carne-de-sol, há preferência pela carne de animais gordos, que além de um melhor rendimento, dão uma carne de melhor aceitação comercial pela sua cor vermelha mais intensa, sendo o coxão-mole (*semimembranosus* e *adductor femoris*) o corte mais apreciado. Os cortes individuais são manteados na espessura de 3 a 4 cm e em seguida recebem incisões parciais a cada 3 cm para facilitar a penetração do sal no interior do músculo e a perda de umidade para o ambiente. A seguir, é feita a salga seca esfregando-se generosa quantidade de sal nas peças, as quais são empilhadas sobre uma plataforma para permitir o escoamento do líquido expelido ou colocadas em um tanque, permitindo-se ou não o escoamento do exsudado formado. Após certo tempo de salga, alguns processadores efetuam a lavagem das carnes com o exsudado durante a salga, seguindo posteriormente para dessecação.

Dados do IBGE referentes à pesquisa de orçamentos familiares de 2008 a 2009 (IBGE, 2010) dão indicativos de que o consumo per capita anual de carne-de-sol na Região Nordeste é de 0,890 kg. O estado da Bahia apresenta o maior consumo com 1,871 kg, seguido do estado do Rio Grande do Norte com 1,585 kg e logo atrás a Paraíba com 1,405 kg. Esses dados reforçam a tese de que se trata de um produto de grande importância para a região e que carece de maiores investimentos, desde os cuidados técnicos do processamento incluindo melhoramento tecnológico até a comercialização.

Com o objetivo de compilar informações e assim facilitar o entendimento, são apresentados na Tabela 1 algumas características das principais carnes salgadas consumidas no Brasil, quanto aos aspectos de processamento e composição. Nota-se que diante das similaridades, há a formação de dois grupos. O primeiro formado pela carne-de-sol, carne soleada e manta de Petrolina e o segundo compondo o charque e o jerked beef.

Ao analisar as carnes do primeiro grupo especificamente a Manta de Petrolina e mediante as informações constantes nos trabalhos de Madruga e Bressan (2011) e Costa et al. (2011), percebe-se que a manta caracteriza-se como uma carne-de-sol elaborada com carne caprina ou ovina denominada dessa forma porque possui potencial para indicação geográfica (IG). Quanto à denominação “carne soleada”, há poucos estudos relativos a esse produto e de acordo as informações constantes em Alves et al. (2010) chega-se à conclusão que trata-se de uma simples variação dos parâmetros de salga e secagem do processamento da carne-de-sol, fato este muito frequente tendo em vista a inexistência de padrões oficiais de identidade e qualidade.

4. Indicadores de maciez em produtos cárneos

A maciez é um dos atributos mais importantes na aceitação e satisfação do consumidor de carnes, além de ser um fator decisivo para a aquisição desses alimentos, o consumidor consegue discernir entre diferentes categorias de maciez e inclusive está disposto a pagar mais pela aquisição de carnes macias (BOLEMAN et al., 1997).

Pesquisas impulsionadas pelas demandas do consumidor e da indústria cárnea têm sido exaustivamente realizadas na tentativa de alcançar o domínio de técnicas que sejam adequadas a determinação da maciez em produtos cárneos (JATURASITHA et al., 2004; MANÇO, 2006; SANTOS, 2006, ALVES; GOES; MANCIO, 2005). No entanto, tratando-se especificamente de carnes salgadas e dessecadas tradicionais, são poucos os estudos de maciez relativos a esses produtos.

Ramos e Gomide (2007) ressaltaram que devido à complexidade dos músculos e tecidos associados, a maciez é influenciada por uma série de fatores, sendo função do tamanho do feixe de fibras musculares e do tecido conectivo (perímio) que o envolve. O tamanho dos feixes de fibras musculares não é apenas determinado pelo número de fibras, mas também pelo diâmetro dessas. Assim, duas estruturas na carne são diretamente responsáveis pelo seu grau de maciez: o tecido conectivo e as fibras musculares.

Neste contexto, Alves e Mancio (2007) complementaram que a dureza em carnes resulta de dois componentes: a *dureza residual* causada pelo tecido conjuntivo (colágeno e elastina) e outras proteínas do estroma; e a *dureza de actomiosina* causada pelas proteínas miofibrilares. Essa divisão poderia explicar resultados conflitantes encontrados na literatura sobre variações de maciez ou dureza da carne e também porque em certos trabalhos foram mostradas correlações entre quantidade de tecido conjuntivo e dureza, enquanto em outros a correlação não foi boa, talvez devido ao fato dos tecidos conjuntivos contribuírem com apenas um dos dois fatores responsáveis pela dureza. Consequentemente, naqueles músculos (ou animais) em que o teor de tecido conjuntivo é alto, este irá contribuir com maior parcela para a dureza total e a quantidade de tecido conjuntivo estará positivamente relacionada com a dureza ou negativamente relacionada com a maciez.

Tendo em vista que a maciez pode ser influenciada por diversos fatores, alguns indicadores podem ser utilizados, como a medição da força de cisalhamento (FC), o índice de fragmentação miofibrilar (IFM), o comprimento do sarcômero, e a quantificação do colágeno.

Tabela 1 – Características das principais carnes salgadas brasileiras quanto aos aspectos de processamento e composição

Parâmetros	Carne-de-sol	Carne soleada	Manta de Petrolina	Charque	Jerked beef
Matéria-prima	Cortes nobres bovinos ^a	Coxão duro bovino ^c	Manta ovina ^d	Dianteiro bovino ^a	Dianteiro ou traseiro bovino ^a
Salga	10% por 4 horas ^b	3% por 5-6 horas ^c	Seca ^d	Úmida, seca e tombos ^a	Úmida, seca e tombos ^a
Secagem	Ambiente por 30 minutos ^b	Ambiente por 18 horas ^c	Sol por 3 a 5 horas ^d	Ao sol ^a	Ao sol ^a
Vida útil	3-4 dias ^a (ambiente)	2-3 dias ^c	Não informado	6 meses ^a	6 meses ^a
Teor de sal	5-6% ^a	2,7% ^c	1,93% ^d	10-20% ^a	18% ^a
Umidade	Máximo 64-70% ^a	65-73% ^c	67-72% ^d	40-50% ^a	Máximo 55% ^a
Atividade de água	0,92 ^a	0,97 ^c	0,97 ^d	0,70-0,75 ^a	0,78 ^a
Adição de aditivos	Ausente ^a	Ausente ^c	Ausente ^d	Ausente ^a	Nitrito de sódio Máximo 150 ppm ^a
Embalagem	Ausente ^a	Presente e com vácuo ^c	Ausente ^d	Presente e com/sem vácuo ^a	Presente e com vácuo ^a
Legislação	Ausente	Ausente	Ausente	RIISPOA (Decreto nº 2244 de 04/06/1997 - MAPA)	Instrução Normativa nº 22 de 31/07/2000 – MAPA)

^aLira e Shimokomaki (1998); ^bSalviano (2011); ^cAlves et al., (2010); ^dPedrosa (2010)

- Força de cisalhamento (FC)

A força máxima (medida em kgf ou N) necessária para cisalhar um pedaço de carne, de dimensões padronizadas, crua ou que foi cozida por procedimentos também padronizados, é tomada como a medida da maciez da carne, utilizando-se instrumentos denominados de texturômetros. Salienta-se que uma vez que toda carne, ou pelo menos a maioria, será consumida cozida, a análise de textura e maciez são mais relevantes para a carne cozida em comparação à carne crua (RAMOS; GOMIDE, 2007).

Diversos são os estudiosos que relacionaram a maciez de carnes com a força de cisalhamento (FC), medida pelo uso da lâmina Warner Bratzler, e a percepção sensorial dos consumidores. Entretanto, há divergências quanto à classificação e definição de valores limites para a Warner Bratzler Shear Force – WBSF (Tabela 2).

Culler et al. (1978) ao utilizarem um painel sensorial treinado, estudaram vários indicadores de maciez em carnes (*M. longissimus dorsi*) e com relação à WBSF, classificaram em três grupos. Foram ditas duras, quando apresentaram FC de 4,64 kg/cm, ditas carnes de maciez intermediária quando apresentaram valores de FC de 2,81 kg/cm e em carnes macias, quando WBSF foram inferiores a 1,94 kg/cm. Huffman et al. (1996) ao pesquisarem o comportamento do consumidor no Texas-USA, ao provarem bifes de *longissimus dorsi* bovino, verificaram que houve uma boa aceitação global para 98% dos provadores quando o valor da WBSF foi inferior ou igual a 4,1 kg. Shackelford, Wheeler e Koohmaraie (1997) ao estudarem a maciez do *M. longissimus dorsi*, classificaram em “macia”, “intermediária” ou “dura” de acordo com a WBSF para os valores inferiores a 6 kg, entre 6 e 9 kg, ou maior que 9 kg, respectivamente.

Boleman et al. (1997) conseguiram demonstrar que se podem classificar as carnes (*longissimus dorsi*) de acordo com a FC em três categorias. Na categoria de carnes muito macias estão as carnes com WBSF de 2,3 a 3,6 kgf. Foram consideradas moderadamente macias as carnes com WBSF entre 4,1 e 5,4 kgf. E pouco macias, as carnes com WBSF entre 5,9 e 7,2 kgf.

Bellew et al. (2003) classificaram 40 músculos da carcaça bovina de acordo com a FC, foram considerados muito macios aqueles que obtiveram valores de FC inferiores a 3,2 kgf; macios, com valores entre 3,2 e 3,9 kgf; intermediários, com valores de FC entre 3,9 kgf e 4,6 kgf; e duros, os músculos que obtiveram valores de FC acima de 4,6 kgf. Os autores também verificaram que o *M. semimembranosus* foi classificado como intermediário (FC entre 3,9 e 4,6 kgf).

Destefanis et al. (2008) verificaram que o consumidor (não treinado) classifica como macias as carnes (*longissimus thoracis*) com FC inferior a 4,37 kgf e como duras as carnes com FC acima de 5,37 kgf. Essa variação da maciez depende de muitos fatores, como tipo de músculo, processo industrial aplicado, preparo da amostra, método de cocção, processo de medição instrumental utilizado.

Sitka (2007) confirmou que a maciez é um parâmetro decisivo para o consumidor de carnes. Entretanto, outros atributos sensoriais como a suculência e o sabor são também muito importantes e foram reportados pelos consumidores em seu estudo. O autor também ressaltou a problemática gerada através das informações científicas quanto à definição de maciez através da WBSF e da avaliação sensorial, que trata a carne bovina em função de dados específicos para o

M. longissimus dorsi. Esse fato é corroborado por Hildrum et al. (2009), ao verificarem diferenças significativas entre os músculos *M. infraspinatus*, *M. tricepsbrachii* e *M. semimembranosus adductor* e demonstrarem que a utilização do *M. longissimus dorsi* como um indicador de qualidade de todos os músculos é questionável.

Tabela 2 – Classificação de cortes cárneos bovinos quanto à força de cisalhamento com lâmina Warner Braztler

Autores	Músculo	WBSF	Classificação sensorial
Culler et al. (1978)	<i>(M. longissimus dorsi)</i>	4,64 kg/cm 2,81 kg/cm 1,94 kg/cm	dura maciez intermediária carne macia
Huffman et al. (1996)	<i>(M. longissimus dorsi)</i>	< 4,1 kgf	aceitação global 98%
Shackelford; Wheeler; Koohmaraie (1997)	<i>(M. longissimus dorsi)</i>	> 9kg 6 kg < WBSF < 9 kg < 6 kg	dura intermediária macia
Boleman et al. (1997)	<i>(M. longissimus dorsi)</i>	5,9 kgf < WBSF < 7,2 kgf 4,1 kgf < WBSF < 5,4 kgf 2,3 kgf < WBSF < 3,6 kgf	pouco macia moderadamente macia muito macia
Bellew et al. (2003)	<i>M. semimembranosus</i>	> 4,6 kgf 3,9 kgf < WBSF < 4,6 kgf 3,2 kgf < WBSF < 3,9 kgf < 3,2 kgf	dura intermediária macia muito macia
Destefanis et al. (2008)	<i>(M. longissimus thoracis)</i>	> 5,37 kgf < 4,37 kgf	dura macia

Diante das informações referenciais relativas à maciez de carnes bovinas e, tratando-se especificamente de WBSF, pode-se concluir que é mais acurado trabalhar com dados, para esse indicador de maciez, específicos ao corte objeto de estudo.

- Índice de fragmentação miofibrilar (IFM)

Segundo Ramos e Gomide (2007), até 1960 as pesquisas relacionadas à maciez de carnes eram restritas ao tecido conectivo. Com a melhoria da maciez ocasionada pela maturação, em que nenhuma mudança aparente ocorria no tecido conectivo, levou a se ter maior atenção ao componente miofibrilar. A partir dos estudos de Locker, em meados de 1960, que o resfriamento rápido da carcaça acarretava intensa contração muscular e, consequentemente, dureza da carne, estabelecendo-se o início da primeira revolução na ciência da carne. Essas observações conduziram a uma série de trabalhos em que foi mostrado que o diâmetro da fibra muscular está proximamente relacionado à maciez da carne. Posteriormente, com as

contribuições de Huxley, para a contração muscular, apresentado em 1969, ficou evidenciado que as proteínas miofibrilares exercem papel importante na estrutura e no metabolismo da fibra muscular, e, por conseguinte, na textura da carne.

A segunda revolução na ciência da carne foi relacionada ao entendimento das causas do amaciamento proporcionado pela maturação, tendo-se descoberto que a principal mudança que ocorre durante a estocagem *post-mortem* é a degradação física ou enzimática das proteínas citoesqueléticas (desmina, nebulina e titina), a sua avaliação tem sido realizada especialmente através do Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM). A medida do IFM é baseada no fato de que com a degradação das linhas Z, ocorrida na maturação, as miofibrilas tornam-se “fracas”, sendo mais facilmente quebradas em pequenos fragmentos pelo processo de homogeneização. Essa maior facilidade de quebra é relacionada a uma maior maciez.

Culler et al. (1978) ao estudarem bifes de *longissimus dorsi* de 78 carcaças bovinas com graus de maturidade diferentes, verificaram que o IFM foi responsável por mais de 50% na variação da maciez nas carnes. Comparativamente ao teor de colágeno solúvel e o comprimento de sarcômero, o IFM apresentou-se como o indicador de maciez mais efetivo. Foi estabelecida uma classificação baseada nos valores do IFM na qual foram consideradas “macias” as carnes com IFM de 60 ou acima. Carnes foram classificadas como de “maciez intermediária” quando apresentaram IFM próximo a 50. Para carnes com IFM abaixo de 50, foram classificadas como “duras”.

No entanto, Ramos e Gomide (2007) afirmaram que quando amostras de carnes atingem valores altos de IFM (próximos de 100) indicam músculos macios, tendo em vista a grande ruptura da estrutura miofibrilar. Da mesma forma, quando tais valores são baixos (próximos a 30), indicam músculos duros ou menos macios.

Em alguns estudos fica demonstrada a relevância da determinação do IFM para predizer a maciez em carnes. Hawkins et al. (1987) verificaram que o IFM representa uma variação de 19,5% a 26,4% a mais na maciez do *longissimus dorsi* em comparação à força de cisalhamento. Crouse, Koohmaraie e Seideman (1991) verificaram que tanto o IFM quanto a força de cisalhamento são importantes indicadores de maciez, entretanto, variações no IFM não foram observadas quando as carnes foram avaliadas após 6 dias de armazenamento. Isso sugere que a proteólise mensurada através do IFM não pareceu influenciar na maciez de carnes após esse período de armazenamento.

Vestergaard et al. (2000) ao estudarem o IFM nos músculos *longissimus dorsi* (LD), *semitendinosus* (ST) e *supraspinatus* (SU) de bezerros da raça Friesian na Dinamarca, após 24 horas do abate, encontraram valores médios de 31,8; 32,2 e 22,7, respectivamente. Eles verificaram que houve correlação significativa entre a maciez e o IFM de 0,79 ($p < 0,001$) para o LD, sugerindo que o IFM é um potencial indicador de maciez especificamente quando se deseja

a predição da maciez nas primeiras horas após o abate quando comparado à força de cisalhamento.

- Comprimento do sarcômero

Quando se estudou a relação entre o encolhimento pelo frio e a dureza de carnes, descobriu-se que o comprimento do sarcômero pode ser relacionado com a maciez final de carnes, uma vez que está diretamente relacionado à contração muscular. Estudos nesse sentido não são recentes, tendo já sido estudados desde a década de 70 (PARRISH; VANDELL; CULLER, 1973; CULLER et al., 1978; LOCHNER; KAUFFMAN; MARSH, 1980; JUDGE et al., 1989; OLSSON; HERTZMAN; TORNBERG, 1994).

Na pesquisa de Smulders et al. (1990) ficou comprovada uma forte relação de dependência entre a maciez do *longissimus dorsi* mensurada pela WBSF e por um painel sensorial com o comprimento do sarcômero. Maiores comprimentos de sarcômeros foram claramente associados com maior maciez. Entretanto, a correlação entre a avaliação sensorial e o comprimento do sarcômero foi de 0,54 sugerindo que o comprimento do sarcômero é responsável por cerca de 30% da variabilidade observada pelo painel sensorial.

De acordo com Marsh e Leet (1966) o comprimento do sarcômero pode levar tanto ao endurecimento quanto ao amaciamento da carne, dependendo do nível em que ocorre. A dureza da carne, medida pela força de cisalhamento, permanece constante ou aumenta ligeiramente quando o grau de encurtamento do sarcômero encontra-se entre 0 e 20%. Entretanto, a extensão desse encurtamento a níveis maiores acarreta aumento acentuado da dureza, em encurtamentos de 20 a 40%, e em um declínio tão acentuado quanto para valores acima de 60%. Essa redução dramática da dureza em condições de contração extrema é explicada pelo fato de que com o aumento do encurtamento, o músculo vai por si mesmo, tornando-se mais macio, por desintegrar sua própria estrutura.

Sendo assim, a exemplo da WBSF, torna-se fundamental o conhecimento prévio do comprimento do sarcômero do músculo em estudo no estado de repouso para que se obtenha um parâmetro a ser analisado. Diante dessa necessidade, alguns trabalhos são aqui reportados como o de Heinemann et al. (2002) que, ao pesquisarem o comprimento do sarcômero dos músculos *biceps femoris*, *longissimus dorsi* e *semimembranosus* verificaram diferenças entre eles, encontrando comprimentos médios de 1,88 μm , 1,82 μm e 1,95 μm , respectivamente.

Rhee et al. (2004) pesquisaram em músculos bovinos alguns parâmetros relacionados à maciez, encontraram valores de comprimento de sarcômero para os músculos *semimembranosus* (SM) e *aductor* (AD) 1,90 μm e 1,80 μm , respectivamente. Kolczack et al. (2003) ao avaliarem as alterações ocorridas nas fibras musculares durante alguns dias em que a carne foi mantida sob refrigeração (4 °C), constataram que o espaço entre as miofibrilas e o sarcolema, além do espaço entre as miofibrilas sofreu um aumento. O comprimento do sarcômero aumentou devido ao

enlargamento das bandas I e essas alterações estruturais ocorreram mais rápidas e intensamente carnes de animais jovens.

De acordo com Ruddick e Richards (1975), em músculos pré-rigor e em rigor, estendidos contidos ou excisados, observa-se alta correlação ($r > 0,80$) entre a maciez e o comprimento médio dos sarcômeros. Esta correlação, no entanto, é menor ($r = 0,68$) quando os músculos são analisados post rigor. Mas, mesmo que a medida do comprimento do sarcômero de músculos pós-rigor possa ser considerada uma indicação grosseira do arranjo molecular das miofibrilas, trata-se de um método simples e objetivo para se estimar o grau de contração, sendo útil para se predizer a maciez da carne.

- Quantificação do colágeno

Sabe-se que a maciez das carnes pode ser influenciada pela quantidade de tecido conectivo. O colágeno como principal proteína constituinte desse tecido pode ser quantificado através da determinação da hidroxiprolina, levando-se em consideração que o colágeno possui 12,5% desse aminoácido e ainda pelo fato de que a hidroxiprolina é exclusiva do colágeno, além de ser de fácil determinação.

Hadlich, Longhini e Mason (2008) mencionaram que quando se estuda a influência do colágeno na maciez de carnes, as características que mais importam são a idade de abate do animal, pois animais mais velhos apresentam menor solubilidade do colágeno devido à estabilidade de suas ligações cruzadas e a localização do músculo estudado, visto que músculos de locomoção apresentam maior quantidade de colágeno que músculos de suporte.

A maciez é dependente da estrutura do tecido conjuntivo e das fibras musculares e da interação destes. A influência do colágeno na textura da carne se dá pelo estado de suas ligações cruzadas, que com o avanço da idade do animal se estabilizam tornando a molécula de colágeno menos solúvel, comprometendo a maciez da carne. Apesar do conteúdo de colágeno apresentar menor influência em termos quantitativos na maciez de carnes comparativamente ao componente miofibrilar, a quantidade de colágeno em um tecido está diretamente relacionada com a sua função fisiológica. Assim, constitui-se um importante fator na verificação de diferenças de maciez entre músculos de um mesmo animal (RAMOS; GOMIDE, 2007).

É consenso o fato de que a carne bovina é mais macia à medida que o teor de colágeno é menor. Em alguns estudos foi mostrado que um incremento na solubilidade do colágeno está associado a uma maior maciez (BAILEY; LIGHT, 1989), no entanto, a contribuição do teor de colágeno, assim como sua solubilidade é controversa, uma vez que alguns autores acreditam que não exceda 10% da maciez total em carnes (BERGE; KUYPERS; KURTH, 1997; DRANSFIELD, 1977).

Ao pesquisar a influência da alimentação e da pastagem na maciez das carnes produzidas de jovens touros, Vestergaard et al. (2000) obtiveram resultados para o colágeno

total variando de 0,6 a 0,77% para o *M. semitendinosus* e de 0,44 a 0,50% para o *M. longissimus*. Oliveira, Soares e Antunes (1998) encontraram valores de colágeno total nos músculos *bíceps femoris* e *tríceps braquial* de respectivamente 0,62 e 0,81%. Casey, Crosland e Patterson (1985) ao pesquisarem o teor de colágeno para cortes comerciais de traseiro bovino realizados em oito laboratórios diferentes encontraram uma variação de 0,7 a 1,5%. Berge et al. (2003) ao estudarem carnes bovinas (*longissimus dorsi*) advindas de seis países da Europa encontraram diferenças no teor de colágeno que variou de 1,57 mg a 2,90 mg de hidroxiprolina/g carne. Em um estudo mais recente e ao pesquisar o teor de colágeno total do músculo *longissimus thoracis* de bovinos em 15 raças européias, Christensen et al. (2011) encontraram teores variando de 2,02 a 5,33 mg de colágeno/g em base úmida.

5. Considerações finais

A tradição do consumo de carnes salgadas e dessecadas permanece atual, contrariando aqueles que acreditavam que o desenvolvimento da tecnologia iria diminuir ou mesmo extinguir seu consumo. Entretanto, o consumidor não mais aceita alimentos com qualidade duvidosa ou com características variáveis e fazem questão de adquirir tais produtos pois os mesmos caracterizam determinados grupos de pessoas, culturas ou regiões geográficas. Nesse sentido, a busca de conhecimento científico para implementar melhorias tecnológicas é requerida, contudo, alguns produtos não possuem a organização necessária para sua inserção na cadeia produtiva e ficam à margem das condições mínimas requeridas para higiene e aspectos tecnológicos.

Ao se propor indicadores para avaliação de atributos de qualidade pretende-se facilitar o entendimento científico e colaborar no sentido de aplicar tais instrumentos para definição de limites que possam padronizar o processo produtivo de alimentos. Também podem auxiliar na conquista de certificações para assegurar a qualidade do produto. Sendo assim, e considerando os diversos indicadores de maciez em carnes e derivados, são sugeridos a força de cisalhamento, o índice de fragmentação miofibrilar, o comprimento do sarcômero e a quantificação de colágeno, pois, apresentam técnicas simples, eficazes e passíveis de serem aplicadas em tais alimentos. Esses instrumentos avaliativos compõem a pesquisa da dureza no que se referem às contribuições das proteínas miofibrilares e do tecido conjuntivo, responsáveis conjuntamente, pela maciez das carnes.

Importante ressaltar que uma vez divulgado o conhecimento científico acerca da maciez de produtos cárneos salgados tradicionais, o envolvimento entre os elos da cadeia produtiva deve ser sedimentado. Instâncias governamentais precisam elaborar e divulgar legislações padronizadoras, produtores devem aplicar tais orientações, organismos fiscalizadores devem ser

efetivos em sua atribuição, e a sociedade pode colaborar no sentido de fiscalizar e requerer qualidade do produto cárneo adquirido. Isto é, todos os elos devem usufruir de tal conhecimento para que ele possa ser devidamente empregado.

REFERÊNCIAS

ALVES, D. D.; GOES, R. H. T. B.; MANCIO, A. B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, Goiás, v. 6, n. 3, p. 135-149, 2005.

ALVES, D. D.; MANCIO, A. B. Tenderness of bovine meat: a review. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.14, n.1, p. 193-216, 2007.

ALVES, L. L.; DELBEM, A. C. B.; ABREU, U. G. P. LARA, J. A. F. Physicochemical and microbiological evaluation of Pantanal's soleada beef. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 729-734, 2010.

AMBIEL, C. **Efeitos das concentrações combinadas de cloreto e lactato de sódio na qualidade e conservação de um sucedâneo da carne-de-sol**. 2004. 86f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

BAILEY, A. J.; LIGHT, N. D. **The Connective Tissue of Meat and Meat Products**. London: Elsevier Applied Science, 1989.

BELEW, J. B.; BROOKS, J. C.; McKENNA, D. R.; SAVELL, J. W. Warner–Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. **Meat Science**, Texas, v. 64, p. 507–512, 2003.

BENNANI, L.; ZENATI, Y; FAID, M.; ETTAYEBI, M. Physicochemical and microbiological characteristics of a dried salted meat product (Kaddid) in Morocco. **Zeitschrift fur Lebensmittel Untersuchung und-Forschung**, Berlim, v. 201, p. 528–532, 1995.

BENNANI, L.; FAID, M.; BOUSETA, A. Experimental manufacturing of kaddid, a salted dried meat product: Control of microorganisms. **European Food Research and Technology**, Berlim, v. 211, p. 153–157, 2000.

BERGE, P.; SAÑUDO, C.; SANCHEZ, A.; ALFONSO, A.; STAMATARIS, C.; THORKESSON, G.; PIASENTIER, E.; FISHER, A. V. Comparison of muscle composition and meat quality traits in diverse commercial lamb types. **Journal of Muscle Foods**, Connecticut, v. 14, p. 281-300, 2003.

BERGE, P.; KUYPERS, R.; KURTH, L. B. Collagen crosslink profile and meat texture in two beef muscles. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 1997, Auckland. Proceedings 43rd, Auckland, Agosto, p. 548-549.

BOLEMAN, S. J.; BOLEMAN, S. L.; MILLER, R. K.; TAYLOR, J. F.; CROSS, H. R.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S. D.; MILLER, M. F.; WEST, R. L.; JOHNSON, D. D.; SAVELL, J. W. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 1521-1524, 1997.

BRAGHIERI, A.; GIROLAMI, A.; CARLUCCI, A.; PIAZZOLLA, N.; RIVIEZZI, A. M.; NAPOLITANO, F. Sensory properties affecting acceptability of “bresaola” from podolian young bulls. **Journal of Sensory Studies**, Manhattan, v. 24, p. 677–697, 2009.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção e Produtos de Origem Animal. **Regulamento de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Aprovado pelo Decreto nº 30.691 de 29 de março de 1952, alterado pelo Decreto nº 1.225 de 25 de junho de 1962, Decreto nº 1236 de 2 de setembro de 1994, Decreto nº 1.812 de 8 de fevereiro de 1996, Decreto nº 2.244 de 4 de junho de 1997.** Brasília, 1997.

BRASIL. **Instrução Normativa n. 4, de 31 de março de 2000.** Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade do Jerked Beef. Diário Oficial da União, Brasília, 2000. Seção 1, p. 6-10.

CARVALHO Jr. B. C. **Estudo da evolução das carnes bovinas salgadas no Brasil e desenvolvimento de um produto de conveniência similar à carne-de-sol.** 2002. 265f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

CASEY, J. C.; CROSLAND, A. R.; PATTERSON, R. L. S. Collagen content of meat carcasses of known history. **Meat Science**, Great Britain, v. 12, p. 189-203, 1985.

CHABBOUH, M.; AHMED, S. B. H.; FARHAT, A.; SAHLI, A.; BELLAGHA, S. Studies on the Salting Step of Tunisian Kaddid Meat: Experimental Kinetics, Modeling and Quality. **Food and Bioprocess Technology**, Dublin, v. 5, n.5, p. 1882-1895, 2011.

COSTA, R. G.; MEDEIROS, G. R.; DUARTE, T. F.; PEDROSA, N. A.; VOLTOLINI, T. V.; MADRUGA, M. S. Salted goat and lamb meat: Typical regional product of the city of Petrolina, state of Pernambuco. **Small Ruminant Research**, Little Rock, v. 98, p. 51–54, 2011.

CROUSE, J. D.; KOOHMARAIE, M.; SEIDEMAN, S. D. The relationship of muscle fibre size to tenderness of beef. **Meat Science**, Champaign, v. 30, p. 295-302, 1991.

CHRISTENSEN, M.; ERTBJERG, P.; FAILLA, S.; SAÑUDO, C.; RICHARDSON, R. I.; NUTE, G. R.; OLLETA, J. L.; PANEA, B. ALBERTI, P.; JUÁREZ, M.; HOCQUETTE, J. F.; WILLIAMS, J. L. Relationship between collagen characteristics, lipid content and raw and cooked texture of meat from young bulls of fifteen European breeds. **Meat Science**, Champaign, v. 87, p. 61-65, 2011.

CULLER, R. D.; PARRISH, F. C. Jr.; SMITH, G. C.; CROSS, H. R. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine *longissimus* muscle. **Journal of Food Science**, v.43, n.4, p. 1177–1180, 1978.

DESTEFANIS, G.; BRUGIAPAGLIA, A.; BARGE, M. T.; DAL MOLI, E. Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner–Bratzler shear force. **Meat Science**, Champaign, v. 78, p. 153–156, 2008.

DRANSFIELD, E. Intramuscular composition and texture of beef muscles. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Malden, v. 28, p. 833–842, 1977.

ESPANHA. **Consejo Regulador de la Indicación Geográfica Protegida**. Cecina de León. Disponível em: <<http://www.cecinaledon.org/elaboracao/3-146-28-146.htm>> Acesso em: 09 abr. 2012.

FLORAND, P. **Transformation des produits agro-alimentaires et traitement post-recolte**. Rapport de Mission SAT-I au Niger sur la Formulation dun Programme de Promotion des PME Agro-Alimentaires. FAO, Rome, 1995.

GOUVÊA, J. A. G.; GOUVÊA, A. A. L. **Tecnologia de fabricação do charque - Dossiê Técnico**. Bahia: Rede de Tecnologia da Bahia, 2007.

HADLICH, J. C.; LONGHINI, L. G. R.; MASON, M. C. A influência do colágeno na textura da carne. **Pubvet**, Londrina, v. 2, n. 32, 2008.

HAWKINS, R. R.; DAVIS, G. W.; CABLE, J. K.; RAMSEY, C. B. Fragmentation index as an early postmortem predictor of beef tenderness. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, p. 171-176, 1987.

HEINEMANN, R. J. B.; PINTO, M. F.; PONSANO, E. H. G.; PERRI, S. H. V. Método simples para estimar encurtamento pelo frio em carne bovina. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, p. 335-339, 2002.

HILDRUM, K. I.; RODBOTTEN, R.; HOY, M.; BERG, J.; NARUM, B.; WOLD, J. P. Classification of different bovine muscles according to sensory characteristics and Warner Bratzler shear force. **Meat Science**, Champaign, v. 83, p. 302–307, 2009.

HUFFMAN, K. L.; MILLER, M. F.; HOOVER, L. C.; WU, C. K.; BRITTIN, H. C.; RAMSEY, C. B. Effect of beef tenderness on consumer satisfaction with steaks in the home and restaurant. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, p. 91–97, 1996.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em:

<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/pof/Antropometria%20e%20estado%20nutricional%20de%20crianas_adolescentes%20e%20adultos%20no%20Brasil_2008_2009.pdf> Acesso em: 20 mar. 2009.

JATURASITHA, S.; THIRAWONG, P.; LEANGWUNTA, V.; KREUZER, M. Reducing toughness of beef from *Bos indicus* draught steers by injection of calcium chloride: Effect of concentration and time postmortem. **Meat Science**, Champaign, v. 68, p. 61–69, 2004.

JONES, M. J.; TANYA, V. M.; MBOFUNG, C. M. F.; FONKEM, D. N.; SILVERSIDE, D. E. Microbiological and Nutritional Evaluation of the West African dried meat product, “kilishi”. **The Journal of Food Technology in Africa**, Nairobi, v. 6, n. 4, p. 126-129, 2001.

JUDGE, M. D.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; HEDRICK, H. B.; MERKEL, R. A. **Principles of Meat Science**. 2. ed. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing Co., 1989.

KALILOU, S.; COLLIGNAN, A.; ZAKHIA, N. Optimizing the Traditional Processing of Beef into Kilishi. **Meat Science**, Great Britain, v. 50, n. 1, p. 21-32, 1998.

KOLCZAK, T.; POSPIECH, E.; PALKA, K.; LACKI, J. Changes of myofibrillar and centrifugal drip proteins and shear force of Psoas major and minor and Semitendinosus muscles from calves, heifers and cows during postmortem ageing. **Meat Science**, Champaign, v. 64, n.1, p. 69-75, 2003.

LIRA, G. M. **Avaliação de parâmetros de qualidade da carne-de-sol**. 1998. 82f. Tese (Doutorado em 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.

LOCHNER, J. V.; KAUFFMAN, R. G.; MARSH, B. B. Early postmortem cooling rate and beef tenderness. **Meat Science**, Great Britain, v.4, p. 227-241, 1980.

LOCKER, R. H. Degree of muscular contraction as a factor in tenderness of beef. **Food Research International**, Amsterdam, v. 25, n.2, p.304-307, 1960.

MADRUGA, M. S.; BRESSAN, M. C. Goat meats: Description, rational use, certification, processing and technological developments. **Small Ruminant Research**, Little Rock, v. 98, p. 39-45, 2011.

MANÇO, M. C. **Características físico-químicas, sensoriais e higiênicas da carne bovina em duas classes de maturidade e sob influência da maturação**. 2006. 124f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

MARSH, B. B.; LEET, N. G. Studies in meat tenderness. III - The effects cold shortening on tenderness. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 31, p. 450-459, 1966.

MGBEMERE, V. N.; AKPAPUNAM, M. A.; IGENE, J. O. Effect of groundnut flour substitution on yield, quality and storage stability of kilishi – a nigerian indigenous dried meat product. **African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development**, Nairobi, v. 11, n. 2, p. 4719-4738, 2011.

MOLINERO, C.; MARTÍNEZ, B.; RUBIO, B.; GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, C.; GARCÍA-CACHÁN, M. D.; JAIME, I. The anatomical origin of raw meat affects the sensory and chemical characteristics of a dry-cured beef product: cecina de Leon. **Food Science and Technology International**, Los Angeles, v. 14, n. 3, p. 225–232, 2008.

MUSONGE, P.; NJOLAI, E. N. Drying and infusion during the traditional processing of kilishi. **Journal of Food Engineering**, Great Britain, v. 23, p. 159-168, 1994.

NAIDOO, K. **The microbial ecology of biltong in South Africa during production and at point-of-sale**. 2010. 208f. Dissertation (Mestrado em Biologia Celular e Molecular) - University of Witwatersrand, Johannesburg, 2010.

NAIDOO, K.; LINDSAY, D. Survival of *Listeria monocytogenes*, and enterotoxin-producing *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus pasteurii*, during two types of biltong-manufacturing processes. **Food Control**, Amsterdam, v. 21, p. 1042–1050, 2010.

NKAMA, I.; BADAU, M. H. Rheological properties of reconstituted kilishi ingredient mix powder. **Journal of Food Engineering**, Amsterdam, v. 44, p. 1-4, 2000.

NÓBREGA, D. M.; SCHNEIDER, T. S. Contribuição ao estudo da carne-de-sol visando melhorar sua conservação. **Higiene alimentar**; São Paulo, v.2, n.3, p.150-152, 1983.

NORMAN, G. A.; CORTE, O. O. Dried and Salted Meats" Charque and Carne de Sol". (FAO Production and Health Paper No. 51) FAO/UNO, Rome, Italy, pp.1-32, 1985.

NORTJÉ, K.; BUYS, E. M.; MINNAAR, A. Effect of γ -irradiation on the sensory quality of moist beef biltong. **Meat Science**, Champaign, v.71, p. 603–611, 2005.

OLIVEIRA, L. B.; SOARES, G. J. D.; ANTUNES, P. L. Influência da maturação de carne bovina na solubilidade do colágeno e perdas de peso por cozimento. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 4, n. 3, p. 166-171, 1998.

OLSSON, U.; HERTZMAN, C.; TORNBERG, E. The influence of low temperature, type of muscle and electrical stimulation on the course of rigor mortis, ageing and tenderness of beef muscles. **Meat Science**, Great Britain, v. 37, p. 115–131, 1994.

PALEARI, M. A.; BERETTA, G.; COLOMBO, F.; FOSCHINI, S.; BERTOLO, G.; CAMISASCA, S. Buffalo meat as a salted and cured product. **Meat Science**, Champaign, v. 54, p. 365-367, 2000.

PALEARI, M. A.; MORETTI, V. M.; BERETTA, G.; MANTASTI, T.; BERSANI, C. Cured products from different animal species. **Meat Science**, Champaign, v. 63, p. 485-489, 2003.

PARRISH, F. C.; VANDELL, C. J.; CULLER, R. D. Relationship of tenderness measurements made by the Armour Tenderometer to certain objective, subjective and organoleptic properties of bovine muscle. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 38, p. 1214-1219, 1973.

PEDROSA, N. A. **Manta de Petrolina - PE: uma alternativa para agregar valor à carne ovina**. 2010. 83f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

RAMOS, E. M; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologia**. Viçosa: Ed. UFV, 2007.

REYES-CANO, R.; DORANTES-ALVAREZ, L.; HERNANDEZ-SANCHEZ, H.; GUTIERREZ-LOPEZ, G. F. A Traditional Intermediate Moisture Meat: Beef Cecina. **Meat Science**, Great Britain, v. 36, p. 365-370, 1994.

RHEE, M. S.; WHEELER, T. L.; SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M. Variation in palatability and biochemical traits within and among eleven beef muscles. **Journal of Animal Science**. Champaign, v. 82, p. 534-550, 2004.

RUBIO, B.; MARTÍNEZ, B.; GARCÍA-CACHÁN, M. D.; ROVIRA, J.; JAIME, I. Effect of high pressure preservation on the quality of dry cured beef “Cecina de Leon”. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Berlin, v.8, p. 102–110, 2007.

RUBIO, B.; MARTÍNEZ, B.; GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, C.; GARCÍA-CACHÁN, M. D.; ROVIRA, J.; JAIME, I. Influence of storage period and packaging method on sliced dry cured beef “Cecina de Leon”: Effects on microbiological, physicochemical and sensory quality. **Meat Science**, Dublin, v. 74, p. 710–717, 2006.

RUDDICK, J. E.; RICHARDS, J. F. Comparison of sarcomere length measurement of cooked chicken pectoralis muscle by laser diffraction and oil immersion microscopy. **Journal of Food Science**, Chicago, v.40, p.500-501, 1975.

SABADINI, E.; HUBINGER, M. D.; SOBRAL, P. J. A.; CARVALHO Jr., B. C. Alterações da atividade de água e da cor da carne no processo de elaboração da carne salgada desidratada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 14-19, 2001.

SALVIANO, A. T. M. **Processamento da carne-de-sol com carne maturada: qualidade sensorial e textura**. 2011. 115f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

SANTOS, G. B. **Proteínas miofibrilares e maciez da carne de bovinos superprecoces de diferentes grupos genéticos**. 2006. 77f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M. Tenderness classification of beef: Evaluation of beef longissimus shear force at 1 or 2 days post mortem as a predictor of aged beef tenderness. **Journal of Animal Science**, Champaign v. 75, p. 2417–2422, 1997.

SHIMOKAMAKI, M.; FRANCO, B. D. G. M.; CARVALHO Jr., B. C. C. Charque e produtos afins: tecnologia e conservação – uma revisão. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, p. 25-35, 1987.

SHIMOKOMAKI, M. Charque, Jerked Beef e Carne-de-sol. In: SHIMIKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; FRANC, B. D. G. M. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo: Varela, 2006. Cap. 4, p. 47-62.

SITKA, L. **Identification of threshold levels for warner-bratzler shear force of beef value cuts**. 2007. 61f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Texas A&M University, Texas, 2007.

SMULDERS, F. J. M.; MARSH, B. B.; SWARTZ, D. R.; RUSSELL, R. L.; HOENECKE, M. E. Beef tenderness and sarcomere length. **Meat Science**, Great Britain, v. 28, p. 349-363, 1990.

VASCONCELOS, O. Por cima da carne-seca. **Revista Globo Rural**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 5, p. 15-20, 1986.

VESTERGAARD, M.; THERKILDSSEN, M.; HENCKEL, P. JENSEN, L. R.; ANDERSEN, H. R.; SEJRSEN, K. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on meat and eating quality of young bulls and the relationship between muscle fibre characteristics, fibre fragmentation and meat tenderness. **Meat Science**, Champaign, v. 54, p. 187-195, 2000.

VIEIRA NETO, J. **Aspectos tecnológicos da fabricação da “carne de sol”**. 1982. 46p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1982.

Short Note

Study of Warner Bratzler Shear Force, Sensory Analysis and Sarcomere Length as Indicators of the Tenderness of Sun-Dried Beef

Yuri Ishihara^{1,*}, Ricardo Moreira¹, Geany de Souza², Alanne Salviano¹, Marta Madruga¹

¹ Post-Graduate Program in Food Science and Technology. Technology Centre, Federal University of Paraíba (Universidade Federal da Paraíba – UFPB), University City, João Pessoa-PB, Brazil, CEP 58051-900; yuriufpb@yahoo.com.br; motari@gmail.com; msmadruga@uol.com.br

² Graduate Course in Food Engineering. Technology Centre, Federal University of Paraíba (Universidade Federal da Paraíba – UFPB), University City, João Pessoa-PB, Brazil, CEP 58051-900; geanytargino@hotmail.com

* Author to whom correspondence should be addressed; E-Mail: yuriufpb@yahoo.com.br; Tel.: 55-83-9615-8222; Fax: 55-83-3216-7269.

Received: / Accepted: / Published:

Abstract: Sun-dried beef is a frequently consumed and valued product in Brazil, however, there are no scientific studies on its texture. To assess its tenderness, instrumental analysis (Warner-Bratzler Shear Force; WBSF), sensory analysis (Quantitative Descriptive Analysis; QDA) and sarcomere length (SL) were used as indicators. Significant differences were observed among the sun-dried beef samples. The sun-dried beef from sample 3 (comprised sun-dried meat purchased at three fairs from Region 3 of the city of João Pessoa-PB) was considered to be the most tender by the assessors, with a score of 6.7; the WBSF analysis revealed a maximum value of 2.70 kgf. In addition, this sample exhibited the highest SL value (1.89 μm). Samples 1 and 2 (comprised sun-dried-meat purchased at three fairs from Region 1 and 2 of the city of the João Pessoa,

respectively) exhibited very similar tenderness values (WBSF and QDA) but differed in their SL values, which suggested that sample 2 was the least tender. In conclusion, the results demonstrate that the studied parameters are complementary and can be used as tenderness indicators for sun-dried beef; however, the SL analysis appears to have been the most effective, although the difference was beyond the detection limit of the assessors and the texturometer.

Keywords: Sun-dried beef; Tenderness; Sensory; Shear force; Sarcomere.

1. Introduction

Sun-dried meat is a characteristic product of Brazil, where refrigerated meat, usually from cattle, is lightly salted and marketed. Although salted, sun-dried beef has characteristics that are more similar to fresh, refrigerated beef than to salted products, such as charque and jerked beef. The composition of charque and jerked beef is 15 to 20% salt and approximately 45 to 50% moisture; by contrast, sun-dried beef is 5 to 6% salt, and 64 to 70% moisture [1].

The processing of sun-dried beef is typically artisanal. The producers, who usually produce on small scales, process the beef without any technological standardisation; thus, there are frequent variations in the taste, colour and, in particular, the tenderness of commercially available products [2].

Studies on beef tenderness are common because tenderness is a determining factor for the product's acceptance by consumers. Indicators such as sensory evaluation and instrumental analysis by shear force have been reported in several studies [3-8]. The sarcomere length is also frequently studied and has been shown to be related to beef tenderness [9-14].

However, no research has been undertaken with the specific aim to assess the tenderness of sun-dried beef. Thus, this study aimed to fill this information gap through the use of instrumental evaluation, sensory evaluation and sarcomere length evaluation as indicators of the tenderness of this meat product.

2. Results and Discussion

2.1. Sun-dried beef

Differences were observed in the composition of the sun-dried beef samples studied (Table 1). Variations in the moisture, protein and chlorides contents suggested a lack of standardisation in the processing of sun-dried beef, a fact previously reported [15-16] while researching the chemical composition of sun-dried beef sold in a local market. This fact supports the assumption it is a product without specifications related to standards of identity and quality, which explains the heterogeneity of products exposed to marketing, and demonstrates the need for legislation to this product.

The results displayed in Table 1 affirm that sun-dried beef, despite being a salted product, differs from charque and beef jerky in terms of composition, as these products have moisture values ranging from 45.96 to 46.4% and 51.17 to 52.1%, respectively [17-19]. Similar fact is confirmed when we observe that the water activity levels for sun-dried beef are higher to those reported in charqui and jerked beef, ranging from 0.70 to 0.78 [1]. In addition, the neutral pH, the high levels of water activity and low levels of chlorides, compared to salty products, means the short life of sun dried meat, since all parameters contributes to microbial growth.

2.2. Tenderness study

The results from the WBSF analysis of sun-dried beef samples, described in Table 1, demonstrated that the tenderness of samples 1 and 2 did not differ statistically. However, according to the criteria established in Bellew *et al.* [8] the beef cattle carcass muscles were classified by shear force: (i) very tender, SF values less than 3.2 kgf; (ii) tender, SF values between 3.2 and 3.9 kgf; (iii) intermediate, SF values between 3.9 and 4.6 kgf; and (iv) hard, SF values above 4.6 kgf. According to the results of this study, the sun-dried beef sample 1 was classified as intermediate tenderness, sample 2 was classified as hard and sample 3 was classified as very tender.

While developing a product similar to the sun-dried beef, with the addition of 4% sodium chloride, Carvalho Jr. [2] obtained a value of 4.16 kgf for the shear force, similar to that observed for samples 1 and 2 in this sample. Sousa [20] obtained higher values (6.40 kgf) processing another product similar to sun-dried beef that included 3% sodium chloride and was treated with sodium lactate and sodium diacetate. The added products seem to have negatively affected the tenderness of the processed beef.

While investigating the effect of maturation in the processing of sun-dried beef, obtained intermediate values compared to the present study, ranging from 3.08 kgf to 3.51 kgf [15].

The sensory panel identified differences among the sun-dried beef samples, as shown in Table 1. Sample 3 exhibited a higher average score compared to the other samples. The following values were determined by the hedonic scale to classify beef texture: 0 as "hard", 4.5 as "tender" and 9.0 as "very tender". Samples 1 and 2 were not considered to be tender because they exhibited average values below 4.5; therefore, they were characterised as hard samples. Was obtained an average value of 3.5 [15] when using QDA analysis with a panel of nine assessors and using the same hedonic scale as the present study. This value was similar to the averages obtained in the present study for sun-dried beef samples 1 and 2, which suggests that the origin of the beef may have been the same.

A significant correlation (-0.69 ; $p < 0.01$) was observed between WBSF and QDA. Was observed a strong correlation (-0.80 ; $p < 0.05$) between SF and the tenderness values assigned by a trained panel in samples removed in the direction parallel to the *longissimus* muscle fibre axis [21]. While assessing consumer ability to discern different levels of beef tenderness using the WBSF analysis, [3] observed a strong correlation (-0.72 ; $p < 0.01$) between shear force and consumer response. Other studies have also linked sensory attributes reported by the trained panel of assessors with the Warner-Bratzler shear force [22-23].

The most desirable sarcomere shortening is a percentage decrease in the order of 0 to 40% relative to the length under resting conditions [24]. Based on the average length of $1.82 \mu\text{m}$ for the muscles of topside beef (*semimembranosus* and *adductor femoris*) [11], values below $1.09 \mu\text{m}$ would be indicative of hardness. Thus, all sarcomere lengths from the analysed sun-dried beef samples exhibited good tenderness levels. Nevertheless, emphasis is given to sample 3, which appeared to be the most tender because it had a higher sarcomere length.

These results are consistent with the results sarcomere length of the *semimembranosus* post-rigor, obtained an average value of $1.82 \mu\text{m}$ for 18 sarcomeres [11]. These results are also in agreement with the study that investigated the relationship between sarcomere length and tenderness of the bovine *longissimus* muscle, observing an average value of $1.79 \mu\text{m}$ for 15 sarcomeres analysed [9]. In another study was obtained an average value of $1.80 \mu\text{m}$ for the sarcomere length of the *longissimus* and *semimembranosus* muscles and $1.90 \mu\text{m}$ for the *adductor* muscle [14].

In the micrographs shown in Figure 1, the pattern of bands that are characteristic of the muscle fibres formed by the sarcomere (structural unit between the Z-discs) can be observed. In sample 3 (Figure 1c), the Z-discs appear to be more degraded than in samples 1 and 2, suggesting differences in tenderness among the samples.

Given the above, it could be observed that sensory analysis, shear force and sarcomere length were efficient in indicating that one of the samples (sample 3) was the softest. However, the analysis of sarcomere length proved to be the most accurate in relation to the others, as it

could detect differences between the other samples. It is noteworthy that instrumental and sensory analyses should be carried out jointly in order to provide personal and instrumental responses that together contribute to the decision making when performing investigative work.

3. Experimental Section

3.1. Acquisition of sun-dried beef

A quantitative survey on the marketing of sun-dried meat in all fairs in the city of João Pessoa was conducted, which are traditional places that sell this product. The city was divided into three regions (R1, R2 and R3), where three fairs with the highest sales volume of sun-dried meat were surveyed. Thus, Sample 1 comprised sun-dried meat purchased at three fairs from Region 1. Sample 2 comprised sun-dried meats from Region 2 and Sample 3 sun-dried meats from Region 3.

All meats acquired were processed with bovine topside following steps of cutting into blanket (with approximately 5 cm thick), salting (10% w/w using refined salt for 4 hours), washing in running water, shade drying for 30 minutes and cooling. This description of sun-dried meat processing was reported by traders that in addition to marketing, also produce sun-dried meat.

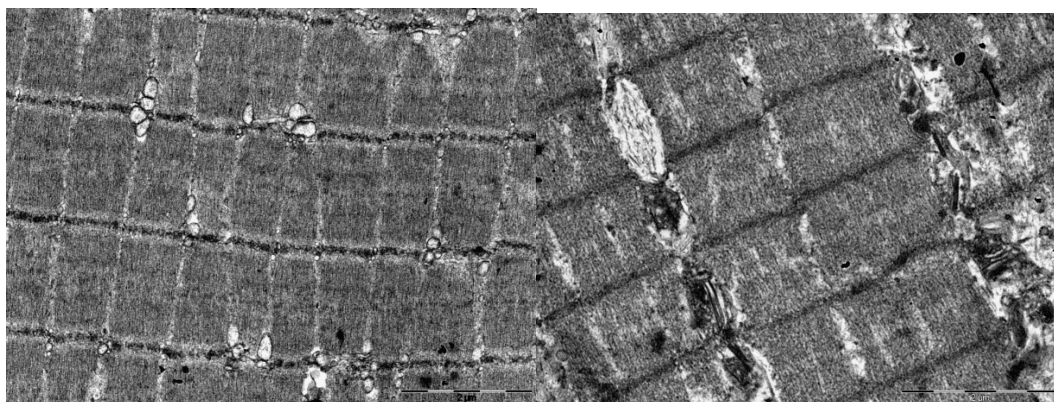
Table 1. Physicochemical qualities and tenderness of sun-dried beef

Parameters ¹	Sample 1	Sample 2	Sample 3
Moisture (g/100g)	74,28±0,21 ^a	71,14±0,13 ^b	70,52±0,04 ^c
Protein (g/100g)	21,86±0,09 ^c	23,73±0,16 ^a	22,64±0,20 ^b
Lipids (g/100g)	0,53±0,02 ^a	0,35±0,12 ^a	0,52±0,10 ^a
Ash (g/100g)	4,40±0,09 ^c	5,09±0,13 ^a	4,63±0,05 ^b
Chlorides	3,24±0,12 ^b	4,92±0,12 ^a	2,90±0,06 ^c
Aw (26,4°C)	0,97±0,06 ^a	0,94±0,06 ^b	0,96±0,06 ^{a,b}
pH	6,01±0,06 ^a	5,92±0,01 ^a	5,87±0,04 ^a
WBSF (Kgf)	4,48 ±0,89 ^a	4,79±0,84 ^a	2,70±0,79 ^b
Sarcomere length (µm)	1,78±0,10 ^b	1,40±0,10 ^c	1,89±0,17 ^a
QDA (average scores)	3,8 ^b	2,8 ^b	6,7 ^a

¹Means with same superscript letters in the same row indicate no significant difference ($p > 0.05$).

Figure 1. Micrographs of sun-dried beef. Longitudinal sections of myofibrils. Magnification:

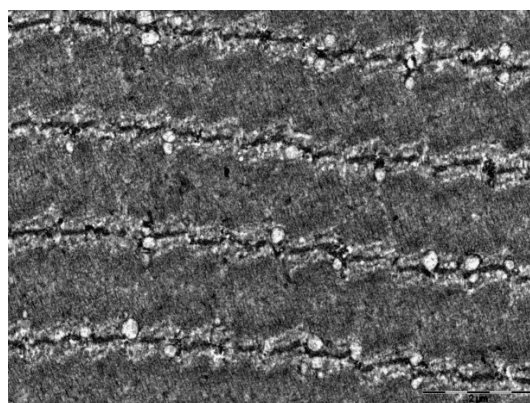
(a) Sample 1 (11Kx); (b) Sample 2 (14Kx); (c) Sample 3 (8,9Kx)



(a)

Sample 1

(b) Sample 2



(c) Sample 3

3.2. Physicochemical analyzes of sun-dried beef

Moisture, protein, ash and chlorides contents were determined according to the Association of Official Analytical Chemists (AOAC) [25]. Total lipids were determined according to methodology of Folch et al. [26]. Water activity was measured by direct reading on a Decagon AquaLab CX-2 meter and pH was determined in Quimis digital pH meter, model Q-400 AS.

3.3. Tenderness study

The instrumental texture of the sun-dried beef was evaluated by shear force, measured on a TAXT-2i texturometer coupled with a Warner-Bratzler blade (Warner-Bratzler Shear Force; WBSF).

The sun-dried beef samples were cooked according to the recommendations of the American Beef Science Association (AMSA) [27]. Once cooked and cooled to room temperature, the samples were packed in sealed plastic bags and cooled at 4 ± 2 °C for 24 hours. Six cylinders with a diameter of 1.27 cm were manually removed from each steak with the help of a punch tool adapted to an electric drill longitudinal to the muscle fibres. The beef cylinders were

sheared in a texturometer, and the average of six readings was used as the final value expressed in kgf.

The quantitative descriptive analysis (QDA) was used for the sensory evaluation of the sun-dried beef. The samples were prepared according to the methodology used in the instrumental determination of texture. The sun-dried beef samples were served to a sensory panel composed of six assessors who had been previously selected and trained in three sessions.

The sensory panel initially consisted of 17 volunteers among the students, researchers and staff of the Technology Centre of UFPB. The pre-selection of the candidates was performed based on their interest, availability to participate in the sensory tests, discriminative ability related to beef, familiarity with the product and ability to express proportionality through the use of scales. The candidates then underwent basic taste and odour recognition tests as well as triangular tests to evaluate their discriminative ability [28].

The selection of the assessors was performed based on their discriminative ability (sample PF < 0.50, reproducibility repetition PF > 0.05) and consensus with the panel in more than 80% of the descriptors, according to the methodology proposed by Meilgaard et al. [28]. Thus, the quantitative descriptive analysis was performed by the final panel of assessors, which was composed of six individuals, all women, from 21 to 50 years of age. Each assessor expressed her opinion regarding the tenderness of the beef using a structured nine-centimetre linear scale, anchored at the extreme left, centre position and the extreme right with terms little tenderness (hard), tender and very tender, respectively.

The candidates signed a consent form required by Resolution No. 196 of 10/10/1996 from the National Health Council [29]. This study was approved by the Ethics Committee for Human Research of UFPB, under protocol No. 154/2011.

To visualise sarcomere length, 0.5 cm³ cubes were removed and immersed in Karnovsky's fixative solution, which consisted of 2.5% glutaraldehyde, 4% paraformaldehyde and 0.1 M sodium cacodylate. Each cube was cut to approximately 2 x 2 x 2 mm³, washed successively with cacodylate buffer to remove the fixative and post-fixed with 1% osmium tetroxide, 10 mM calcium chloride, 1.6% potassium ferrocyanide and 0.2 M sodium cacodylate buffer. The samples were then washed with 5% uranyl acetate, dehydrated with increasing concentrations of acetone and embedded in resin. Semi-thin cuts were made with an ultramicrotome (LEICA EM UC6 MZ6) to determine the direction of the muscle fibres; then, the blocks from each sample were cut into ultrathin sections. The sections were contrasted with 5% uranyl acetate and lead citrate. Myofibril images with sarcomere identification were viewed using the FEI Morgagni 286D microscope, operating at 80 KV. Two photomicrographs, with 20 sarcomeres in each, were selected from each sample. The final sarcomere length was established as the average of 40 measurements.

3.4. Statistical Analysis

The statistical analysis was performed using analysis of variance (ANOVA) and comparison of means was performed by Tukey test at 5% significance. The statistical analysis was performed with the SAS software [30]. A correlation coefficient was generated to describe the relationship between WBSF and the sensory analysis using the procedure PROC CORR [30].

4. Conclusions

Based on results, it could be concluded that there were differences in the processing of sun-dried meat, which were evidenced by variations of composition data, showing the need for specific legislation to standardize the processing of this product, as well as the parameters of product identity and quality.

Differences of softness in the samples studied were also observed. Shear force showed variations from hard (sample 2) to very soft (sample 3). However, all softness indicators showed sample 3 as the softest. Samples 1 and 2 differ only as for the sarcomere length, which showed sample 2 as the softest, which suggests improved accuracy of this analysis, considering that it

showed higher sensitivity compared to sensory analysis and shear force.

In this context, it could be inferred that softness indicators used in this study were satisfactory and complementary when applied to sun-dried meat.

Acknowledgments

The authors would like to thank the National Council for Scientific and Technological Development (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq) for funding this research. Thanks also to the Microscopy Laboratory of the Northeast Centre for Strategic Technologies (Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste - CETENE) for the visualisation of the sarcomere by transmission electron microscopy.

Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest.

References

1. Lira, G. M.; Shimokomaki, M. Quality parameters of carne-de-sol and charques. *Hig. Alim.* 1998, 44, 66-69.
2. Carvalho Jr. B.C. Study of the evolution of salted beef in Brazil and development of a convenience product similar to sun-dried beef. Thesis (Ph.D. in Food Technology), University of Campinas, São Paulo, 2002.
3. Destefanis, G.; Brugiapaglia, A.; Barge, M.T.; Dal Molin, E. Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner–Bratzler shear force. *Meat Sci.* 2008, 78, 153-156.
4. Simões, J.A.; Mendes, M.I.; Lemos, J.P.C. Selection of muscles as indicators of tenderness after seven days of ageing. *Meat Sci.* 2005, 69, 617-620.
5. Ruiz de Huidobro, F.; Miguel, E.; Blazquez, B.; Onega, E. A comparison between two methods (Warner–Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat. *Meat Sci.* 2005, 69, 527-536.
6. Caine, W.R.; Aalhus, J.L.; Best, D.R.; Dugan, M.E.R.; Jeremiah, L.E. Relationship of texture profile analysis and Warner–Bratzler shear force with sensory characteristics of beef rib steaks. *Meat Sci.* 2003, 64, 333-339.
7. Rubio, M.S.L.; Mendez, R.D.M.; Huerta-Leidenz, N. Characterization of beef *semimembranosus* and *adductor* muscles from US and Mexican origin. *Meat Sci.* 2007, 76, 438-443.
8. Bellew, J.B.; Brook, J.C.; McKenna, D.R.; Savell, J.W. Warner–Bratzler shear evaluation of 40 bovine muscles. *Meat Sci.* 2003, 64, 507-512.
9. Smulders, F.J.M.; Marsh, B.B.; Swartz, D.R.; Russell, R.L.; Hoenecke, M.E. Beef tenderness and sarcomere length. *Meat Sci.* 1990, 28, 349-363.
10. Lepetit, J.; Grajales, A.; Favier, R. Modelling the effect of sarcomere length on collagen thermal shortening in cooked meat: consequence on meat toughness. *Meat Sci.* 2000, 54, 239-250.
11. Heinemann, R.J.B.; Pinto, M.F.; Ponsano, E.H.G.; Perri, S.H.V. A simple method to estimate cold shortening in beef. *Cienc. Rural*, 2002, 32, 335-339.
12. Kolczak, T.; Pospiech, E.; Palka, K.; Lackia, J. Changes in structure of psoas major and minor and semitendinosus muscles of calves, heifers and cows during post-mortem ageing. *Meat Sci.* 2003, 64, 77-83.
13. Hwang, I.H.; Park, B.Y.; Cho, S.H.; Lee, J.M. Effects of muscle shortening and proteolysis on Warner–Bratzler shear force in beef *longissimus* and *semitendinosus*. *Meat Sci.* 2004, 68, 497-505.
14. Rhee, M.S.; Wheeler, T.L.; Shackelford, S.D.; Koohmaraie, M. Variation in palatability and biochemical traits within and among eleven beef muscles. *J. Anim. Sci.* 2004, 82, 534-550.

15. Salviano, A.T.M. Processing of sun-dried beef with aged meat: sensory quality and texture. Dissertation (M.Sc.Food Science and Technology), Federal University of Paraíba, João Pessoa, 2011.
16. Farias, S.M.O.C. Quality of sun-dried beef sold in the city of João Pessoa. Dissertation (M.Sc. Food Science and Technology), Federal University of Paraíba, João Pessoa, 2010.
17. Correia, R.T.P.; Biscontin, T.M.B. Desalting and cooking effects on chemical composition and fatty acid profile of charqui and jerked beef. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* **2003**, *23*, 38-42.
18. Pinto, M. F.; Porsano, E. H. G.; Almeida, A. P. S.; Perri, S. H. V.; Shimokomaki, M. Estrous characterization in cross-bred heifers (*Bostaurusindicus* x *Bostaurustaurus*) by radiotelemetry. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* **2006**, *43*, 844-845.
19. Youssef, E.Y.; Garcia, C.E.R.; Yamashita, F.; Shimokomaki, M. Chemical Basis for Beef Charqui Meat Texture. *Braz. Arch. Biol. Technol.* **2007**, *50*, 719-724.
20. Souza, N.L. Effect of combination of salt with lactate and sodium diacetate on the sensory, physical, chemical, color and texture of a product similar to sun-dried beef. Dissertation (M.Sc. Food Technology), University of Campinas, São Paulo, 2005.
21. Stephens, W.J.; Unruh, J.A.; Dikeman, M.E.; Hunt, M.C.; Lawrence, T.E.; Loughlin, T.M. Mechanical probes can predict tenderness of cooked beef *longissimus* using uncooked measurements. *J. Anim.Sci.* **2004**, *82*, 2077-2086.
22. Rodas-González, A.; Huerta-Leidenz, N.; Jerez-Timaure, N.; Miller, M.F. Establishing tenderness thresholds of Venezuelan beef steaks using consumer and trained sensory panels. *Meat Sci.* **2009**, *83*, 218-223.
23. Yancey, J.W.S.; Apple, J.K.; Meullenet, J.F.; Sawyer, J.T. Consumer responses for tenderness and overall impression can be predicted by visible and near-infrared spectroscopy, meullenet-owens razor shear, and Warner-Bratzler Shear force. *Meat Sci.* **2010**, *85*, 487-492.
24. Marsh, B.B.; Leet, N.G. Studies in meat tenderness. III The effects cold shortening on tenderness. *J. Food Sci.* **1966**, *31*, 450-459.
25. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Methods of Analysis. Washington, 2000.
26. Folch, J.; Less, M.; Stanley, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal Biol. Chem.* **1957**, *226*, 497-509.
27. American Meat Science Association (AMSA). Research guidelines for sensory and instrumental tenderness measurement of fresh meat. Chicago, 1995.
28. Meilgaard, M.; Civille, V.; Carr, B.T. *Sensory Evaluation Techniques*, 3rd ed.; CRC Press Inc.: Boca Raton, United States of America, 1999; pp. 26-168.
29. Brasil. Resolução n. 196, 16 out. 1996. Diário Oficial, (Seção 1). Brasília, 1996; pp. 52-53.
30. Statistical Analysis System (SAS). SAS/STAT: User's guide. Version 6, 12 ed. Cary: SAS Institute Inc., 2000.

© 2012 by the authors; licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>).

EFEITO DA MATURAÇÃO NATURAL NA MACIEZ DA CARNE-DE-SOL

RESUMO

A carne-de-sol é um produto levemente salgado, com ampla aceitação pelos brasileiros. Apesar da maciez ser um dos principais atributos de qualidade para carnes, inexistem publicações científicas relativas à maciez de carne-de-sol. Visando melhorar a maciez desse alimento, através da maturação natural e ao mesmo tempo agregar valor ao produto elaborado, as carnes (coxão mole) foram maturadas a 0 °C por diferentes tempos (7, 14 e 21 dias) e a maciez foi aferida pela força de cisalhamento (FC), pelo índice de fragmentação miofibrilar (IFM), pela quantificação de colágeno, pelo comprimento de sarcômero (CS) e pela análise sensorial (ADQ). A maturação influenciou positivamente na maciez de todas as carnes-de-sol. Os resultados da FC, IFM, CS e ADQ foram sugestivos que a maturação das carnes por sete dias foi o tratamento mais indicado, não havendo diferença nos tempos superiores. A quantificação de colágeno não se apresentou como um eficaz instrumento avaliativo, provavelmente devido ao corte cárneo utilizado. Desta forma, sugere-se que a maturação como tratamento da matéria-prima para o processamento da carne-de-sol promove maciez, melhorando sua qualidade e assim, proporciona um incremento no valor agregado desse produto tradicional brasileiro.

Palavras-chave: Carne salgada. Textura. Qualidade.

EFFECT OF NATURAL MATURATION ON SUN-DRIED BEEF TENDERNESS

ABSTRACT

Sun-dried beef is a slightly salty product, with widespread acceptance by Brazilians. Although tenderness is a key quality attributes for meat, there are no scientific publications on sun-dried beef tenderness. Aiming to improve the tenderness of this food, natural maturation is also suggest, aiming to add value to this product. To this end, meat (topside) was matured at 0 °C for different times (7, 14 and 21 days) and the tenderness was measured by shear force (SF), the myofibrillar fragmentation index (MFI), collagen quantification, sarcomere length (SL) and sensory analysis (ADQ). Maturation had a positive influence on sun-dried beef tenderness. The SF, MFI, SL and ADQ results suggested that submitting meat to maturation for seven days was the most appropriate treatment, since there was no difference in tenderness of meat submitted to maturation for longer times. Collagen quantification did not appear to be a good assessment tool probably due to the meat cut used. Thus, it is suggested that maturation as raw-material treatment for sun-dried beef processing provides tenderness, improves its quality and provides an increase in the added value of this typically Brazilian product.

Keywords: Salted meat. Tenderness. Quality.

Introdução

A carne-de-sol é um produto típico brasileiro, em que a carne resfriada, geralmente bovina, é levemente salgada e comercializada. Apesar de salgada, este produto apresenta características mais próximas da carne fresca resfriada do que produtos salgados como o charque e o jerked beef, que apresentam teores de sal de 15 a 20% e umidade de aproximadamente 45 a 50%, enquanto que a carne-de-sol apresenta teor de sal de 5 a 6% e umidade de 64 a 70% (LIRA; SHIMOKOMAKI, 1998).

Seu processamento é em sua grande maioria realizado de forma artesanal. Os produtores, geralmente os de pequeno porte, processam a carne sem qualquer padronização de tecnologia fazendo com que sejam muito frequentes variações de sabor, cor, e principalmente maciez dos produtos disponíveis no mercado (CARVALHO Jr., 2002).

Apesar de sua boa aceitação na região Nordeste do Brasil, fato comprovado pelo último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) no qual o consumo de carne-de-sol na região foi de 0,89 kg per capita anual, o estado da Paraíba se destacou com consumo médio superior ao da região apresentando o valor de 1,41 kg. Contudo, ainda se trata de um produto sem regulamentação pelos órgãos competentes no que tange aos padrões de identidade e qualidade.

A maciez é um dos atributos mais importantes na aceitação e satisfação do consumidor de carnes. Estudos mostram que além de ser um fator decisivo para a aquisição desses alimentos, o consumidor consegue discernir entre diferentes categorias de maciez e inclusive está disposto a pagar mais pela aquisição de carnes macias (BOLEMAN et al., 1997). Sendo assim, pesquisas impulsionadas pelas demandas do consumidor e da indústria cárnea têm sido exaustivamente realizadas na tentativa de alcançar o domínio de técnicas que sejam adequadas às necessidades de todos os elos envolvidos na cadeia produtiva (JATURASITHA et al., 2004; MANÇO, 2006; SANTOS, 2006, ALVES; GOES; MANCIO, 2005).

Como a maturação ou condicionamento de carnes é um processo de aplicabilidade tecnológica simples, que visa melhorar a qualidade sensorial do produto, principalmente a maciez e o sabor, sua utilização no processo de elaboração da carne-de-sol poderá resultar em um produto final com melhores características sob o ponto de vista do consumidor e ainda, agregar valor ao produto final, agradando ao produtor.

Estudar a maciez em carnes não é algo muito simples, pois pode ser influenciada por diversos fatores. Entretanto, alguns indicadores podem auxiliar nessa tarefa. Dentre os diversos métodos para avaliar a maciez em carnes e produtos cárneos destacam-se a força de cisalhamento (DESTEFANIS et al. (2008), BELLEW et al. (2003), BOLEMAN et al. (1997)), o índice de fragmentação miofibrilar (RAMOS; GOMIDE (2007), VESTERGAARD et al. (2000), CROUSE; KOOHMARAIE; SEIDEMAN (1991)), a quantificação do colágeno

(CHRISTENSEN et al. (2011), HADLICH; LONGHINI; MASON (2008), BERGE et al. (2003)), o comprimento do sarcômero (RHEE et al. (2004), KOLCZACK et al. (2003), HEINEMANN et al. (2002)) e a avaliação sensorial (CAINE et al. (2003), RUIZ DE HUIDOBRO et al. (2005), WHEELER; SHACKELFORD; KOOHMARAIE (2000)).

Apesar da importância da carne-de-sol na alimentação, são poucos os estudos científicos relativos à sua maciez. Pretende-se através da presente pesquisa contribuir para o preenchimento dessa lacuna de informações ao utilizar a maturação natural e verificar seu efeito na maciez da carne-de-sol processada. Desta forma, será verificado o efeito da maturação na carne previamente à elaboração da carne-de-sol através dos indicadores de maciez mencionados para definir o melhor tempo de maturação natural para incrementar a qualidade e agregar valor a esse produto cárneo.

Material e Métodos

1. Processamento das carnes-de-sol

Foram utilizadas três peças de coxão mole bovino (*m. semimembranosus*, *adductor femoris*), desossadas e refrigeradas. Cada peça foi seccionada em quatro partes iguais, embaladas a vácuo e mantidas em estufa BOD à temperatura de $0 \pm 0,2$ °C por 0, 7, 14 e 21 dias para a maturação.

Para o processamento das carnes-de-sol utilizando a carne bovina maturada, a escolha do método foi baseada no levantamento do processamento de carnes-de-sol na região metropolitana de João Pessoa-PB realizada por Salviano (2011). As secções do coxão foram manteadas com espessura de aproximadamente 5 cm, adicionado o sal fino comercial na proporção de 10% e mantido por 4 horas. Após terem transcorrido as duas primeiras horas, as peças foram reviradas e o exsudado permaneceu em contato com a carne durante todo o período da salga. Em seguida, as peças foram lavadas em água corrente para retirar o excesso de sal e suspensas em ganchos à temperatura ambiente por um período de 30 minutos, para redução do excesso de água da lavagem. Foram acondicionadas em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade e mantidas sob refrigeração por 24 horas para então serem congeladas a -18 °C até a realização das análises. Para cada processamento foi realizado o cálculo do rendimento através da pesagem das matérias-primas e das carnes-de-sol e expresso em termos percentuais.

As denominações das carnes-de-sol foram definidas como carne-de-sol controle (CSC) quando não houve a maturação da matéria-prima; carne-de-sol maturada por sete dias (CS7), carne-de-sol maturada por catorze dias (CS14) e carne-de-sol maturada por vinte e um dias (CS21), assim definidas com relação ao tempo de maturação das matérias-primas.

2. Caracterização físico-química das carnes-de-sol

As determinações de umidade, cinzas, proteínas e cloretos foram realizadas segundo os procedimentos analíticos da AOAC (2000). Os lipídios totais foram determinados de acordo com a metodologia de Folch, Less e Stanley (1957).

A determinação do pH foi realizada em pHmetro digital, de acordo com as normas da AOAC (2000) e a atividade de água foi medida através de leitura direta em aparelho de atividade de água.

3. Estudo da maciez das carnes-de-sol

3.1 Força de cisalhamento (FC)

A textura instrumental das carnes-de-sol foi avaliada através da força de cisalhamento medida em texturômetro acoplado com lâmina de Warner-Bratzler. As carnes-de-sol foram descongeladas sob refrigeração e foram retirados bifes com espessura de 2,5 cm de cada amostra. Em seguida, foram assados em grill elétrico, com aquecimento na parte inferior e superior das chapas. Para o monitoramento da temperatura do centro geométrico de cada bife durante a cocção, utilizou-se termômetro portátil digital. Os bifes foram grelhados e quando a temperatura atingiu 40 °C foram virados até que atingissem a temperatura final de 71 °C (AMSA, 1995). Após atingirem a temperatura ambiente foram embaladas em sacos plásticos impermeáveis e resfriadas à temperatura de 4 ± 2 °C por 24 horas. De cada bife foram retirados manualmente, por intermédio de um vazador adaptado a uma furadeira elétrica, seis cilindros com diâmetro de 1,27 cm no sentido longitudinal às fibras musculares. Foram utilizados parâmetros de velocidade de teste de 5,0 mm/s; distância célula/base de 20 mm e força de 10g de acordo com Souza (2005). Os cilindros de carne foram cisalhados em texturômetro e como valor final utilizou-se a média de seis determinações expressas em kgf.

3.2 Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM)

O IFM foi medido segundo o Método da Turbidez (CULLER et al., 1978), no qual as miofibrilas foram fragmentadas durante a homogeneização para em seguida, serem filtradas, centrifugadas, ressuspensas em solução tampão e a turbidez da solução lida a 540 nm.

3.3 Quantificação do colágeno

Foi realizada a hidrólise em solução ácida e aquecimento prolongado para a liberação da hidroxiprolina. Esta foi oxidada pela ação da cloramina-T formando o ácido pirrol- α -carboxílico, que reagiu com o p-dimetilaminobenzaldeído (p-DABA) adicionado, formando um composto de coloração vermelho-púrpura cuja absorbância foi medida a 558nm. O protocolo de análise seguiu a recomendação da AOAC (1996) e a quantificação da hidroxiprolina, o procedimento de Neuman e Logan (1950) modificado por Bergman e Loxley (1963).

3.4 Comprimento de sarcômero (CS)

O método escolhido para o estudo histológico foi o sugerido por Biscontini et al. (1996), no qual as amostras de carnes-de-sol foram seccionadas em cubos com aproximadamente $2 \times 2 \times 2 \text{ mm}^3$, tratadas quimicamente e visualizadas as imagens das miofibrilas com identificação dos sarcômeros através do microscópio eletrônico de transmissão operado a 80 KV. De cada amostra foram selecionadas duas fotomicrografias com 20 sarcômeros em cada.

3.5 Análise sensorial – Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)

A pré-seleção e a seleção de candidatos para comporem o painel de avaliadores treinados na ADQ de carne-de-sol seguiu as orientações de Meilgaard, Civille e Carr (1999) de tal forma que a equipe final de julgadores foi composta por sete provadores que expressaram sua opinião quanto à maciez das carnes, utilizando escala linear estruturada de nove centímetros, ancorada no extremo esquerdo, na posição central e no extremo direito com os seguintes termos: pouca maciez (dura), macia e muito macia.

Os candidatos assinaram o Termo de Consentimento exigido pela Resolução n.196 de 10/10/1996 do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 1996) e a presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal da Paraíba sob protocolo nº 154/2011.

As carnes-de-sol foram descongeladas sob refrigeração e passaram por um processo de cocção, seguindo as recomendações da American Meat Science Association (AMSA, 1995) similar ao realizado para a determinação da força de cisalhamento. Foram servidas ao painel sensorial treinado composto por sete provadores, em três sessões.

4. Análises microbiológicas

Tendo em vista que não há uma denominação direta para a carne-de-sol na legislação (BRASIL, 2001), uma vez que esse produto encontra-se com características intermediárias entre a carne resfriada bovina e produtos cárneos salgados, foram realizadas análises de Coliformes a 45°C/g , *Estafilococos* coagulase positiva/g e *Salmonella* spp/25g. Adicionalmente, foi realizada a contagem de Coliformes totais/g e todas as análises seguiram as técnicas recomendadas pela Instrução Normativa nº 62 do MAPA (BRASIL, 2003).

5. Análise estatística

A análise estatística descritiva e inferencial foi realizada em software Statistical Analysis System - SAS (2000) por meio de Análise de Variância (ANOVA). A comparação das médias dos tratamentos foi realizada pelo Teste de Tukey, em nível de 5% de significância.

Resultados, Discussão e Conclusão

a) Caracterização físico-química das carnes-de-sol

O tempo de maturação não influenciou na composição físico-química das carnes processadas em todas as variáveis estudadas (Tabela 1). Os dados de composição foram semelhantes aos obtidos por Salviano (2011) que, ao maturar a carne bovina por 14 dias e então processá-la em carne-de-sol, obteve para o teor de umidade 72%, cinzas 5%, proteínas 22% e lipídios 1%.

As etapas de salga e secagem influenciaram nos teores de umidade, cinzas e cloretos das carnes-de-sol, mas parece não terem sido suficientes para modificar os teores de proteínas, lipídios e atividade de água. Isso se deve ao fato de que essas etapas (salga e secagem) foram muito brandas a tal ponto que não requerem dessalga quando do preparo para o consumo, quando comparadas, por exemplo, à carne de charque.

Outro fator que confirma tal afirmação trata-se do rendimento dos processamentos. Estes foram elevados quando comparados ao processamento do charque, que proporciona uma desidratação muito mais intensa ocasionando ao produto final o teor de cloretos variando de 9 a 21% (GOUVÊA; GOUVÊA, 2007). Mendes (2010) obteve valores médios para o rendimento das carnes-de-sol próximos a 10%, entretanto, a salga utilizada foi a 3% por 8 horas e a secagem feita à temperatura ambiente por 12 horas.

Os valores de cloretos, atividade de água e pH foram próximos aos descritos por Farias (2010), Mendes (2010), Souza (2005) e Ambiel (2004), excetuando-se os teores de pH nas pesquisas de Mendes (2010) e Ambiel (2004), nas quais as carnes-de-sol foram tratadas com cloreto de cálcio e lactato de sódio o que provavelmente influenciou este parâmetro de qualidade.

b) Avaliação microbiológica

Em todas as amostras de carnes-de-sol processadas os resultados foram satisfatórios para os micro-organismos pesquisados. Estando, desta forma, em acordo com os padrões microbiológicos definidos na legislação para carnes salgadas (BRASIL, 2001), o que demonstra que as condições higiênicas no processamento e armazenamento foram adequadas e aptas para consumo.

c) Estudo da maciez das carnes-de-sol

Os resultados da força de cisalhamento para as quatro amostras de carnes-de-sol foram similares aos obtidos no índice de fragmentação miofibrilar e no comprimento do sarcômero. Observou-se nessas determinações que a amostra controle foi mais dura que as maturadas, independentemente do tempo de maturação empregado (Tabela 2).

Tabela 1 – Valores médios das variáveis físico-químicas das carnes-de-sol

Variáveis	TRATAMENTOS				
	MP	CSC	CS7	CS14	CS21
Rendimento(%)	-	95,05 ^a	98,73 ^a	98,03 ^a	98,06 ^a
Umidade (g/100g)	77,11±0,49 ^a	73,04±0,41 ^b	73,58±0,84 ^b	71,84±0,90 ^b	72,32±2,20 ^b
Cinzas (g/100g)	1,08±0,09 ^b	4,14±1,02 ^a	4,46± 0,85 ^a	4,99± 0,28 ^a	4,86± 0,94 ^a
Proteínas (g/100g)	20,03± 0,95 ^a	21,20±1,32 ^a	21,33±0,94 ^a	21,23±0,80 ^a	21,65±1,52 ^a
Lipídeos (g/100g)	0,96 ± 0,15 ^a	0,75± 0,21 ^a	1,02± 0,38 ^a	0,59± 0,16 ^a	1,03± 0,36 ^a
Cloretos (g/100g)	0,16± 0,05 ^b	3,53± 0,98 ^a	3,76± 1,10 ^a	4,31± 0,20 ^a	4,09± 1,21 ^a
Aa	0,96± 0,01 ^a	0,95± 0,02 ^a	0,95± 0,01 ^a	0,96± 0,01 ^a	0,94± 0,01 ^a
pH	6,37±0,23 ^a	6,22±0,25 ^a	6,01±0,14 ^a	6,16±0,17 ^a	5,94±0,23 ^a

Valor médio±desvio padrão.Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha indicam haver diferença significativa pelo teste de Tukey (p<0,05). MP= matéria-prima (carne bovina resfriada sem ser maturada); CSC=carne-de-sol controle; CS7=carne-de-sol maturada por 7 dias; CS14=carne-de-sol maturada por 14 dias; CS21=carne-de-sol maturada por 21 dias.

De acordo com a classificação proposta por Bellew et al. (2003), os músculos da carcaça bovina foram classificados em muito macios, aqueles que obtiveram valores de FC inferiores a 3,2 kgf; macios, com valores entre 3,2 e 3,9 kgf; intermediários, com valores de FC entre 3,9 kgf e 4,6 kgf; e duros, os músculos que obtiveram valores de FC acima de 4,6 kgf. Segundo essa classificação, pode-se classificar as amostras CS7, CS14 e CS21 como carnes macias e a CSC como de maciez intermediária, o que comprova que a maturação nas condições estudadas foi eficiente no amaciamento das carnes.

Produtos similares à carne-de-sol, preparados com o coxão mole bovino, foram elaborados por pesquisadores como Carvalho Jr. (2002) que usou 4% de cloreto de sódio e obteve o valor de 4,16 kgf para a força de cisalhamento. Sousa (2005) encontrou valores superiores (6,40 kgf), quando além de utilizar 3% de cloreto de sódio, também verificou o efeito do lactato de sódio e diacetato de sódio. Tais produtos parecem ter influenciado negativamente na maciez da carne processada. Salviano (2011) ao pesquisar o efeito da maturação no processamento da carne-de-sol encontrou variação de 3,08 kgf a 3,51 kgf.

Foi estabelecida por Culler et al. (1978), uma classificação baseada nos valores do IFM, na qual foram consideradas “macias” as carnes com IFM de 60 ou acima. Carnes foram classificadas como de “maciez intermediária” quando apresentaram IFM próximo a 50 e as com IFM abaixo de 50, foram classificadas como “duras”. Diante do exposto, a CSC pode ser

considerada como “dura” e as carnes que foram maturadas podem ser consideradas como de maciez intermediária.

Sabendo-se que a relação entre o comprimento do sarcômero e a maciez das carnes refere-se à relação do encurtamento do sarcômero na ordem de 0 a 40% em relação ao comprimento na condição de repouso (MARSH; LEET, 1966) e tomando como base o comprimento médio de 1,82 μm para os músculos componentes do coxão mole (*semimembranosus* e *adductor femoris*), segundo Heinemann et al., (2002), valores inferiores a 1,09 μm seriam indicativos de dureza. Desta forma, todos os comprimentos de sarcômeros das amostras de carnes-de-sol refletiram bons índices de maciez. A amostra CSC foi a que apresentou menor comprimento de sarcômero comparativamente às demais, corroborando as determinações de FC e IFM, sugestivos como menos macia a carne-de-sol controle.

Em seus estudos relativos ao comprimento do sarcômero para o *longissimus* bovino, Smulders et al. (1990) encontraram o valor médio para 15 sarcômeros, 1,79 μm . Rhee et al. (2004) encontraram valores médios iguais (1,80 μm) tanto para o músculo *longissimus* quanto para o *semimembranosus* e para o músculo *adductor*, o valor de 1,90 μm . Deve-se observar que os valores aqui obtidos foram superiores aos mencionados pelos autores, tendo em vista que as carnes passaram pela etapa de maturação (CS7, CS14 e CS21), que proporciona a degradação ou enfraquecimento das linhas Z ocasionado pela ação das calpaínas e consequentemente, promove um incremento na maciez das carnes (KOOHMARAIE, 1994).

A quantidade de colágeno encontrada em todas as amostras foi muito pequena, em comparação ao reportado por Oliveira, Soares e Antunes (1999) que encontraram para os músculos *Biceps femoris* e *Triceps braquial* os valores percentuais de 0,62 e de 0,81, respectivamente. Vestergaard et al. (2000) reportaram para os músculos *semitendinosus* e *longissimusdorsi* os teores de colágeno de 0,73% e de 0,49%, respectivamente. O fato da baixa quantidade de colágeno total determinada nos músculos *semimembranosus* e *adductor femoris* pode explicar que tal componente não afetaria significativamente a maciez das carnes processadas. Ramos e Gomide (2007) reportaram que tanto o teor de colágeno total quanto a quantidade de ligações cruzadas devem ser altas para que o tecido conectivo contribua significativamente para a dureza da carne.

Quanto à avaliação sensorial, os degustadores não identificaram com clareza a carne mais macia entre as maturadas, entretanto, identificou a CSC como a menos macia, sendo a CS7 (maturada por sete dias) a de maior preferência.

Salviano (2011) maturou a carne (coxão mole), similarmente ao realizado na presente pesquisa, por 14 dias para em seguida processar em carne-de-sol. Sua avaliação sensorial também realizada por painel treinado, tendo obtido um escore médio de 4,1, próximo ao aqui obtido (4,88).

Tabela 2 – Valores médios das variáveis de maciez das carnes-de-sol

VARIÁVEIS ¹	CSC	CS7	CS14	CS21
FC (kgf)	4,52± 0,64 ^a	3,59± 0,61 ^b	3,81± 1,02 ^b	3,75± 0,09 ^b
IFM	33,6± 1,86 ^a	53,80± 1,35 ^b	51,55± 1,98 ^b	48,15± 0,98 ^b
Comprimento do sarcômero (µm)	2,19 ± 0,38 ^b	2,82 ± 0,50 ^a	2,77 ± 0,60 ^a	2,70 ± 0,33 ^a
Quantificação do colágeno (%)	0,13 ± 0,11 ^a	0,16± 0,09 ^a	0,14± 0,09 ^a	0,23± 0,26 ^a
Maciez sensorial (ADQ)	2,38 ^c	6,58 ^a	4,88 ^{a,b}	4,41 ^b

¹Médias com letras iguais sobscritas na mesma linha indicam não haver diferença significativa ($p \geq 0,05$); CSC=carne-de-sol controle; CS7=carne-de-sol maturada por 7 dias; CS14=carne-de-sol maturada por 14 dias; CS21=carne-de-sol maturada por 21 dias

Ao avaliar a legislação brasileira para cortes maturados (BRASIL, 1988) que consta a determinação que a maturação dos cortes cárneos bovinos deva ser feita sob temperatura de -1 °C a 0 °C por no mínimo 15 dias e no máximo 20 dias e diante dos resultados aqui obtidos, verifica-se uma inadequação da referida legislação. Essa afirmação pode ser confirmada quando se observa trabalhos em que foi usada a maturação como objeto de pesquisa, em que as temperaturas empregadas foram de 2 °C (OLIVEIRA; SOARES e ANTUNES (1999), maturaram a carne por 28 dias; GONÇALVES et al. (2004) maturaram por 1, 3, 7 e 14 dias; SANTOS (2006), maturou por 7 dias, ou intervalos de temperatura de 0 a 1 °C (MANÇO, (2006) maturou por 1, 14 e 49 dias ou no intervalo de temperatura variando de 0 a 2 °C (PUGA; CONTRERAS e TURNBULL (1999), que maturaram por 9 e 14 dias).

Diante do exposto, conclui-se que a maturação influenciou positivamente na maciez das carnes-de-sol. Dentre os indicadores de maciez utilizados, a força de cisalhamento, o índice de fragmentação miofibrilar, o comprimento do sarcômero e a análise sensorial, revelaram dados concordantes sugestivos de que a amostra maturada por sete dias foi classificada como macia e, para fins tecnológicos de aplicação, faz-se a recomendação do referido tempo, uma vez que não foi verificada diferença entre os tratamentos por 14 e 21 dias. A quantificação de colágeno não se apresentou como um eficaz instrumento avaliativo de maciez em carnes-de-sol provavelmente devido ao corte cárneo utilizado para o processamento conter baixas quantidades de tecido conjuntivo.

Desta forma, sugere-se uma reavaliação da legislação brasileira relativa à maturação cárnea, revendo parâmetros de tempo e/ou temperaturas empregados. Adicionalmente sugere-se a elaboração e implementação de uma legislação de âmbito estadual que contemple todos os requisitos de identidade e qualidade para a carne-de-sol, além de requisitos tecnológicos para seu processamento. Nas condições avaliadas, o tempo de sete dias para a maturação da carne

como tratamento da matéria-prima para o processamento da carne-de-sol é sugerido visando maior aplicabilidade tecnológica, tendo em vista o encurtamento do processo produtivo e consequentemente levando à redução de custos de fabricação.

REFERÊNCIAS

ALVES, D. D.; GOES, R. H. T. B.; MANCIO, A. B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, Goiás, v. 6, n. 3, p. 135-149, 2005.

AMBIEL, C. **Efeitos das concentrações combinadas de cloreto e lactato de sódio na qualidade e conservação de um sucedâneo da carne-de-sol**. 2004. 86f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

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

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTIS (AOAC). **Official Methods of Analysis**. Washington, 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTIS (AOAC). **Official Methods of Analysis**. 16 ed. Washington, 1996.

BELEW, J. B.; BROOKS, J. C.; McKENNA, D. R.; SAVELL, J. W. Warner–Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. **Meat Science**, Texas, v. 64, p. 507–512, 2003.

BERGE, P.; SAÑUDO, C.; SANCHEZ, A.; ALFONSO, A.; STAMATARIS, C.; THORKELSSON, G.; PIASENTIER, E.; FISHER, A. V. Comparison of muscle composition and meat quality traits in diverse commercial lamb types. **Journal of Muscle Foods**, Connecticut, v. 14, p. 281-300, 2003.

BERGMAN, I.; LOXLEY, R. Two improved and simplified methods for the spectrophotometric determination of hydroxyproline. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 35, p. 1961-1965, 1963.

BISCONTINI, T. M. B.; SHIMOKOMAKI, M.; OLIVEIRA, S. F.; ZORN, T. M. T. An ultrastructural observation of charquis, salted and intermediate moisture meat products. **Meat Science**, Champaign, v. 43, n.3, p. 351–358, 1996.

BOLEMAN, S. J.; BOLEMAN L, S. L.; MILLER, R. K.; TAYLOR, J. F.; CROSS, H. R.; WHEELER, T. L.; KOOHARAIE, M.; SHACKELFORD, S. D.; MILLER, M. F.; WEST, R. L.; JOHNSON, D. D.; SAVELL, J. W. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 1521-1524, 1997.

BRASIL, Instrução Normativa nº62 de 29 de Dezembro de 2011. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado**. Disponível em: <http://www.leite.pr.gov.br/arquivos/File/legislacao/anexo_V.pdf> Acesso em 19 jan. 2010.

BRASIL, Resolução RDC nº 12, de 02 de Janeiro de 2001. **Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>> Acesso em 23 maio 2009.

BRASIL, **Diretrizes e normas reguladoras de pesquisas envolvendo seres humanos**. Conselho Nacional de Saúde Resolução nº 196 de 10 de outubro de 1996.

BRASIL, Circular nº 53, de 19 de Maio de 1988. **Critérios adotados para obtenção do produto “Carne Resfriada (ou congelada) de bovinos sem osso (corte maturado)**. Disponível em: <<http://www.extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id...>> Acesso em 21 out. 2009.

CAINE, W. R.; AALHUS, J. L.; BEST, D. R.; DUGAN, M. E. R.; JEREMIAH, L. E. Relationship of texture profile analysis and Warner-Bratzler shear force with sensory characteristics of beef rib steaks. **Meat Science**, Champaign, v. 64, p. 333-339, 2003.

CARVALHO Jr. B. C. **Estudo da evolução das carnes bovinas salgadas no Brasil e desenvolvimento de um produto de conveniência similar à carne-de-sol**. 2002. 265f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

CROUSE, J. D.; KOOHMARAIE, M.; SEIDEMAN, S. D. The relationship of muscle fibre size to tenderness of beef. **Meat Science**, Champaign, v. 30, p. 295-302, 1991.

CHRISTENSEN, M.; ERTBJERG, P.; FAILLA, S.; SAÑUDO, C.; RICHARDSON, R. I.; NUTE, G. R.; OLLETA, J. L.; PANEA, B. ALBERTI, P.; JUÁREZ, M.; HOCQUETTE, J. F.; WILLIAMS, J. L. Relationship between collagen characteristics, lipid content and raw and cooked texture of meat from young bulls of fifteen European breeds. **Meat Science**, Champaign, v. 87, p. 61-65, 2011.

CULLER, R. D.; PARRISH, F. C. Jr.; SMITH, G. C.; CROSS, H. R. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine *longissimus* muscle. **Journal of Food Science**, v.43, n.4, p. 1177–1180, 1978.

DESTEFANIS, G.; BRUGIAPAGLIA, A.; BARGE, M. T.; DAL MOLI, E. Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner–Bratzler shear force. **Meat Science**, Champaign, v. 78, p. 153–156, 2008.

FARIAS, S. M. O. C. **Qualidade da carne-de-sol comercializada na cidade de João Pessoa**. 2010. 142f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, p. 497-509, 1957.

GONCALVES, L. A. G.; ZAPATA, J. F. F.; RODRIGUES, M. C. P.; BORGES, A. S. Efeitos do sexo e do tempo de maturação sobre a qualidade da carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, p. 459-467, 2004.

GOUVÊA, J. A. G.; GOUVÊA, A. A. L. **Tecnologia de fabricação do charque - Dossiê Técnico**. Bahia: Rede de Tecnologia da Bahia, 2007.

HADLICH, J. C.; LONGHINI, L. G. R.; MASON, M. C. A influência do colágeno na textura da carne. **Pubvet**, Londrina, v. 2, n. 32, 2008.

HEINEMANN, R. J. B.; PINTO, M. F.; PONSANO, E. H. G.; PERRI, S. H. V. Método simples para estimar encurtamento pelo frio em carne bovina. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, p. 335-339, 2002.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em:

<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/pof/Antropometria%20e%20estado%20nutricional%20de%20crianas_adolescentes%20e%20adultos%20no%20Brasil_2008_2009.pdf> Acesso em: 20 mar. 2010.

JATURASITHA, S.; THIRAWONG, P.; LEANGWUNTA, V.; KREUZER, M. Reducing toughness of beef from *Bos indicus* draught steers by injection of calcium chloride: Effect of concentration and time postmortem. **Meat Science**, Champaign, v. 68, p. 61–69, 2004.

KOLCZAK, T.; POSPIECH, E.; PALKA, K.; LACKI, J. Changes of myofibrillar and centrifugal drip proteins and shear force of Psoas major and minor and Semitendinosus muscles from calves, heifers and cows during postmortem ageing. **Meat Science**, Champaign, v. 64, n.1, p. 69-75, 2003.

KOOHMARAIE, M. Muscular proteases and meat aging. **Meat Science**, Champaign, v.36, n.3, p.93-104, 1994.

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.

MANÇO, M. C. **Características físico-químicas, sensoriais e higiênicas da carne bovina em duas classes de maturidade e sob influência da maturação**. 2006. 124f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

MARSH, B. B.; LEET, N. G. Studies in meat tenderness. III - The effects cold shortening on tenderness. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 31, p. 450-459, 1966.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. Boca Raton: CRC Press Inc., 1999.

MENDES, A. E. P. **Efeito do cloreto de cálcio e do tempo de maturação sobre a textura e aceitabilidade da carne-de-sol embalada a vácuo**. 2010. 98f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

NEUMAN, R. E.; LOGAN, M. A. The determination of collagen and elastin in tissues. *Journal of Biological Chemistry*, Maryland, v. 186, p. 549-556, 1950.

OLIVEIRA, L. B.; SOARES, G. J. D.; ANTUNES, P. L. Influência da maturação de carne bovina na solubilidade do colágeno e perdas de peso por cozimento. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 4, n. 3, p. 166-171, 1999.

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**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 1-10, 1999.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologia**. Viçosa: Ed. UFV, 2007.

RHEE, M. S.; WHEELER, T. L.; SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M. Variation in palatability and biochemical traits within and among eleven beef muscles. **Journal of Animal Science**. Champaign, v. 82, p. 534-550, 2004.

RUIZ DE HUIDOBRO, F.; MIGUEL, E.; BLÁZQUEZ, B.; ONEGA, E. A comparison between two methods (Warner–Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat. **Meat Science**, Champaign, v. 69, p. 527-536, 2005.

SALVIANO, A. T. M. **Processamento da carne-de-sol com carne maturada: qualidade sensorial e textura**. 2011. 115f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

SANTOS, G. B. **Proteínas miofibrilares e maciez da carne de bovinos superprecoces de diferentes grupos genéticos**. 2006. 77f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

SMULDERS, F. J. M.; MARSH, B. B.; SWARTZ, D. R.; RUSSELL, R. L.; HOENECKE, M. E. Beef tenderness and sarcomere length. **Meat Science**, Great Britain, v. 28, p. 349-363, 1990.

SOUZA, N. L. de **Efeito da combinação de sal com lactato e diacetato de sódio nas características sensoriais, físico-químicas, cor e textura de um produto similar à carne-de-sol**. 2005. Dissertação (Mestrado em Química de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

STATISTICAL ANALYSIS SISTEM (SAS). **SAS/STAT: User's guide**. Version 6, 12 ed. Cary: SAS Institute Inc., 2000.

VESTERGAARD, M.; THERKILDSSEN, M.; HENCKEL, P. JENSEN, L. R.; ANDERSEN, H. R.; SEJRSEN, K. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on meat and eating quality of young bulls and the relationship between muscle fibre characteristics, fibre fragmentation and meat tenderness. **Meat Science**, Champaign, v. 54, p. 187-195, 2000.

WHEELER, T. L.; SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M. Relationship of beef *longissimus* tenderness classes to tenderness of *gluteus medius*, *semimembranosus*, and *biceps femori*. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 2856-2861, 2000.

UTILIZAÇÃO DE LEITE E SORO DE LEITE NA CARNE-DE-SOL E SEUS EFEITOS NA MACIEZ DO PRODUTO

RESUMO

A carne-de-sol é um produto levemente salgado, com ampla aceitação pelos brasileiros. Na cultura popular do Nordeste Brasileiro, local de maior tradição na produção e consumo desse alimento, acredita-se que para aumentar a maciez dessa carne, é suficiente a imersão do produto por alguns minutos no leite antes de seu preparo culinário. Para averiguar essa afirmação, peças de coxão mole foram imersas em soro de leite e em leite bovino na proporção de 1:1 por 24 e 48 horas e mantidas a 4 °C para em seguida serem processadas em carnes-de-sol. A maciez foi aferida pela força de cisalhamento (FC), pelo índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e pela análise sensorial (ADQ). Os tratamentos com leite e com soro não alteraram a composição das carnes processadas e não apresentaram efeito positivo na maciez das carnes-de-sol, nas condições pesquisadas. A ação positiva que o leite exerce, muitas vezes relatada pelo conhecimento popular, deve ser ocasionada pelo incremento de sabor gerado pelo uso do leite no tratamento da carne que proporciona uma maior aceitação do consumidor.

Palavras-chave: Carne salgada. Textura. Sabor. Produtos lácteos.

USE OF MILK AND WHEY IN SUN-DRIED BEEF AND THEIR EFFECTS ON THE PRODUCT TENDERNESS

ABSTRACT

Sun-dried beef is a slightly salty product, with widespread acceptance by Brazilians. In the popular culture of Northeastern Brazil, which is the most traditional region in the production and consumption of this food, soaking the product in milk for a few minutes before its culinary preparation is believed to increase the sun-dried beef tenderness. To verify this claim, topside pieces were immersed in whey and milk at a ratio of 1:1 for 24 and 48 hours and kept at 4 °C to then be processed into sun-dried beef. Tenderness was measured by shear force (SF), myofibrillar fragmentation index (MFI) and sensory analysis (ADQ). Treatment with milk and whey did not alter the composition of processed meats and did not show any positive effect on sun-dried beef. What probably occurs is the enhanced flavor generated by the use of milk in the meat processing, which provides greater acceptance by consumers.

Keywords: Salted meat. Texture. Flavor. Dairy products.

Introdução

A carne-de-sol é um produto típico brasileiro, onde a carne resfriada geralmente bovina é submetida a leve salgada e secagem. Apesar de salgada, a carne-de-sol apresenta características mais próximas da carne fresca resfriada do que produtos salgados, como o charque e o jerked beef (SABADINI et al., 2001). Estes apresentam teores de sal de 15 a 20% e umidade de aproximadamente 45 a 50%, enquanto que a carne-de-sol apresenta teor de sal de 5 a 6% e umidade de 64 a 70% (LIRA; SHIMOKOMAKI, 1998).

Seu processamento é em sua grande maioria realizado de forma artesanal. Os produtores, geralmente os de pequeno porte, processam a carne sem qualquer padronização de tecnologia, fazendo com que sejam muito frequentes variações de sabor, cor e principalmente, maciez dos produtos disponíveis no mercado (CARVALHO Jr., 2002).

Apesar de sua boa aceitação na Região Nordeste do Brasil, fato comprovado pelo último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), no qual o consumo de carne-de-sol na região foi de 0,89 kg per capita anual, o estado da Paraíba se destacou com consumo médio superior ao da região apresentando o valor de 1,41 kg. Contudo, ainda se trata de um produto sem regulamentação pelos órgãos competentes no que tange aos padrões de identidade e qualidade.

A maciez é um dos atributos mais importantes na aceitação e satisfação do consumidor de carnes, tendo sido demonstrado que além de ser um fator decisivo para a aquisição desses alimentos, o consumidor consegue discernir entre diferentes categorias de maciez e inclusive está disposto a pagar mais pela aquisição de carnes macias (BOLEMAN et al., 1997). Sendo assim, pesquisas impulsionadas pelas demandas do consumidor e da indústria cárnea têm sido realizadas na tentativa de alcançar o domínio de técnicas que sejam adequadas às necessidades de todos os elos envolvidos na cadeia produtiva (JATURASITHA et al., 2004; MANÇO, 2006; SANTOS, 2006, ALVES; GOES; MANCIO, 2005).

Na cultura popular do Nordeste Brasileiro acredita-se que para aumentar a maciez de carnes, é suficiente a imersão do produto por alguns minutos no leite antes de seu preparo culinário. Essa suposição pode ser verdadeira baseada no fato de que enzimas presentes no leite poderiam agir e alterar a estrutura das miofibrilas, aumentando assim, a maciez cárnea. A técnica que usa enzimas proteolíticas adicionadas intencionalmente às carnes para melhorar a maciez é denominada de maturação artificial (LAWRIE, 2005).

Considerando que o soro de leite muitas vezes é usado exclusivamente para a alimentação animal, surge uma possibilidade de sua aplicação nas carnes supondo que apresentarão o mesmo efeito de amaciamento referido para o leite, tendo em vista a presença de enzimas solúveis remanescentes da coagulação proteica, quando da elaboração de queijos (SILVA; BOLINI; ANTUNES, 2004).

Apesar da importância da carne-de-sol na alimentação, são poucos os estudos científicos relativos à sua maciez. Pretende-se através da presente pesquisa contribuir para o preenchimento dessa lacuna de informações ao utilizar o leite e o soro de leite como agentes do amaciamento das carnes-de-sol. Desta forma, serão verificados os efeitos da maturação artificial com o leite e soro de leite bovino, utilizando como indicadores de maciez a força de cisalhamento, a análise sensorial e o índice de fragmentação miofibrilar para averiguação da eficácia dos produtos como agentes da maturação.

Material e Métodos

1 Processamento das carnes-de-sol

O leite e o soro de leite bovinos foram provenientes da UFPB - campus de Bananeiras, tendo em vista que há um efetivo controle de sanidade e manejo animal, além de cuidados na ordenha e na obtenção do soro resultante do processamento de queijo com leite pasteurizado de acordo com as devidas normas higiênico-sanitárias. Foram transportados sob refrigeração de Bananeiras –PB até João Pessoa e o leite foi pasteurizado a 65°C por 30 minutos.

Foram adquiridas seis peças de coxão mole bovino (*m. semimembranosus*, *adductor femoris*) desossadas e refrigeradas com peso médio de 8,2 kg. Três foram usadas para o tratamento com leite e três para o tratamento com soro de leite. Cada coxão foi dividido em três partes.

Cada 1/3 do coxão seguiu para etapas distintas. No tratamento com soro de leite, a primeira secção foi processada em carne-de-sol denominada de controle (CSSC), pois o coxão mole não passou pelo tratamento com soro. A segunda e a terceira secções foram imersas em soro de leite na proporção de 1:1 (p/p) para permitir o pleno contato do soro na peça cárnea, em seguida o conjunto (carne+soro) foi mantido sob refrigeração a 4 °C por 24 e 48 horas respectivamente, seguindo para o processamento em carne-de-sol. Estas amostras foram denominadas, respectivamente de CSS24 e CSS48.

Os tratamentos com leite foram realizados de forma similar aos do soro, assumidas as denominações CSLC, CSL24 e CSL48 para as amostras de carnes-de-sol processadas.

Os processamentos das carnes-de-sol foram repetidos em triplicata. A escolha do método para elaborar as carnes-de-sol foi baseada no levantamento do processamento de carnes-de-sol na região metropolitana de João Pessoa-PB realizada por Salviano (2011) e denominada de “Processamento Tradicional”. As secções do coxão foram manteadas com espessura de aproximadamente 5 cm, adicionado o sal fino comercial na proporção de 10% e mantido por 4 horas. Após terem transcorrido as duas primeiras horas, as peças foram reviradas e o exsudado

permaneceu em contato com a carne durante todo o período da salga. Em seguida, as peças foram lavadas em água corrente para retirar o excesso de sal e suspensas em ganchos à temperatura ambiente por um período de 30 minutos, para redução do excesso de água da lavagem. Foram acondicionadas em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade e mantidas sob refrigeração por 24 horas para então serem congeladas a -18 °C até a realização das análises.

2 Caracterização físico-química do leite, do soro de leite e das carnes-de-sol

Foram realizadas análises físicas e químicas em cumprimento à Instrução Normativa nº 62 do MAPA (BRASIL, 2011) para leite e o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Soro de Leite (BRASIL, 2010) para o soro de leite.

Para as amostras de carnes-de-sol, as determinações de umidade, cinzas, proteínas e cloretos foram realizadas segundo os procedimentos analíticos da AOAC (2000). Os lipídios totais foram determinados de acordo com a metodologia de Folch, Less e Stanley (1957). A determinação do pH foi realizada em pHmetro digital, e a atividade de água foi medida através de leitura direta em aparelho de atividade de água, de acordo com as normas da AOAC (2000).

3 Análise microbiológica

Tendo em vista que não há uma denominação direta para a carne-de-sol na legislação Brasil, (2001), uma vez que esse produto encontra-se com características intermediárias entre a carne resfriada bovina e produtos cárneos salgados, foram realizadas análises de Coliformes a 45 °C/g, *Estafilococos* coagulase positiva/g e *Salmonella* spp/25g. Adicionalmente, foi realizada a contagem de Coliformes totais/g.

Para o leite bovino seguiu-se a RDC nº12 (BRASIL, 2001) realizando-se as análises de Coliformes a 45°C/g e *Salmonella* spp/25g e para o soro de leite além dessas, a Contagem total de micro-organismos/g. Entretanto, além do requisito mínimo solicitado pela referida legislação, foram realizadas as análises de *Estafilococos* coagulase positiva/g e Coliformes a 35°C.

Todas as análises seguiram as técnicas recomendadas pela Instrução Normativa nº 62 do MAPA (BRASIL, 2003).

4 Estudo da maciez das carnes-de-sol

a) Análise sensorial – Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)

A pré-seleção e a seleção de candidatos para comporem o painel de avaliadores treinados na ADQ de carne-de-sol seguiu as orientações de Meilgaard, Civille e Carr (1999) de tal forma que a equipe final de julgadores foi composta por dez provadores que

expressaram sua opinião quanto à maciez das carnes, utilizando escala linear estruturada de nove centímetros, ancorada no extremo esquerdo, na posição central e no extremo direito com os seguintes termos: pouca maciez (dura), macia e muito macia.

Os candidatos assinaram o Termo de Consentimento exigido pela Resolução n.196 de 10/10/1996 do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 1996), e a presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal da Paraíba sob protocolo nº 154/2011.

As carnes-de-sol foram descongeladas sob refrigeração e passaram por um processo de cocção seguindo as recomendações da American Meat Science Association (AMSA, 1995) similar ao realizado para a determinação da força de cisalhamento. Foram servidas ao painel sensorial treinado composto por dez provadores, em três sessões.

b) Força de cisalhamento (FC)

A textura instrumental das carnes-de-sol foi avaliada através da força de cisalhamento medida em texturômetro acoplado com lâmina de Warner-Bratzler. Foram utilizados parâmetros de velocidade de teste 5,0 mm/s; distância célula/base de 20 mm e força de 10g de acordo com Souza (2005).

As carnes-de-sol foram descongeladas sob refrigeração e foram retirados bifos com espessura de 2,5 cm de cada amostra. Em seguida foram assados em grill elétrico, com aquecimento na parte inferior e superior das chapas. Para o monitoramento da temperatura do centro geométrico de cada bife durante a cocção utilizou-se termômetro portátil digital. Os bifos foram grelhados e quando a temperatura atingiu 40 °C foram virados até que atingissem a temperatura final de 71 °C (AMSA, 1995). Após atingirem a temperatura ambiente foram embaladas em sacos plásticos impermeáveis e resfriadas à temperatura de $4 \pm 2^\circ \text{C}$ por 24 horas. De cada bife foram retirados manualmente, por intermédio de um vazador adaptado a uma furadeira elétrica, seis cilindros com diâmetro de 1,27 cm no sentido longitudinal às fibras musculares. Os cilindros de carne foram cisalhados em texturômetro e como valor final utilizou-se a média de seis determinações expressas em kgf.

b) Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM)

O método da Turbidez foi utilizado para a determinação do índice de fragmentação miofibrilar. Inicialmente as miofibrilas foram fragmentadas durante a homogeneização em homogeneizador a 18.000 rpm. Os fragmentos das miofibrilas foram filtrados, centrifugados, ressuspensos em solução tampão e a turbidez da solução lida a 540 nm. O protocolo de análise seguiu a metodologia proposta por Culler et al. (1978).

5 Análise estatística

A análise estatística descritiva e inferencial foi realizada em software Assistência Estatística - ASSISTAT (2012) versão 7.6 beta. Análises de variância foram realizadas e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados, Discussão e Conclusões

- d) Caracterização físico-química do leite e do soro de leite bovino utilizados no tratamento das carnes

De acordo com as legislações pertinentes para o soro de leite doce e para o leite pasteurizado integral, todos os requisitos de qualidade foram atingidos (Tabela 1).

Tabela 1 – Parâmetros de composição do leite e soro bovinos usados no tratamento da matéria-prima

Variáveis	Soro		Leite	
	Dados coletados	Valores Referência*	Dados coletados	Valores Referência**
Proteína (g/100mL)	0,58 ± 0,01	Mín. 0,5	3,3 ± 0,07	-
Lipídios (g/100g)	0,54 ± 0,06	-	3,7 ± 0,17	Mín. 3,0
Sólidos totais (g/100mL)	6,33 ± 0,02	Mín. 5,5	12,56 ± 0,04	Mín. 8,4
pH	6,1 ± 0,06	6,0 a 6,8	-	-
Acidez titulável em ácido láctico (g/100mL)	0,11 ± 0,03	0,10 a 0,14	0,17 ± 0,01	0,14 a 0,18

* Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Soro de Leite (BRASIL, 2010)

** Instrução Normativa nº 62 do MAPA (BRASIL, 2011)

- e) Caracterização físico-química e microbiológica das carnes-de-sol

Os tratamentos com leite e soro de leite bovinos não influenciaram nas características físico-químicas das carnes-de-sol processadas (Tabelas 2 e 3). Salviano (2011), ao maturar naturalmente a carne bovina a 0 °C por 14 dias e então processar em carne-de-sol, encontrou dados de composição muito próximos ao do presente estudo, como o teor de umidade (72%), cinzas (5%), proteínas (22%) e lipídios (1%).

Os valores de cloretos, atividade de água e pH foram próximos aos descritos por Nascimento (2011), Farias (2010), Mendes (2010), Souza (2005) e Ambiel (2004), excetuando-se os teores de pH nas pesquisas de Mendes (2010) e Ambiel (2004), que foram inferiores aos

aqui relatados, tendo em vista que as carnes-de-sol foram tratadas com cloreto de cálcio e lactato de sódio o que provavelmente causou a redução neste parâmetro de qualidade.

Tabela 2 - Valores médios das variáveis físico-químicas das carnes-de-sol tratadas com soro de leite

Variáveis	SORO		
	CSSC	CSS24	CSS48
Umidade (g/100g)	72,01 ± 0,61 ^a	72,71 ± 0,71 ^a	72,16 ± 0,86 ^a
Cinzas (g/100g)	3,39 ± 1,56 ^a	3,93 ± 0,18 ^a	3,87 ± 0,80 ^a
Proteínas (g/100g)	24,70 ± 1,43 ^a	24,17 ± 1,17 ^a	24,04 ± 1,00 ^a
Lipídeos (g/100g)	0,95 ± 0,37 ^a	0,93 ± 0,15 ^a	0,98 ± 0,25 ^a
Cloretos (g/100g)	2,95 ± 0,78 ^a	2,58 ± 0,49 ^a	3,09 ± 0,64 ^a
Aa	0,94 ± 0,02 ^a	0,94 ± 0,01 ^a	0,95 ± 0,01 ^a
pH	5,82 ± 0,02 ^a	5,86 ± 0,01 ^a	5,89 ± 0,06 ^a

Valor médio±desvio padrão. Médias seguidas de letras iguais na mesma linha indicam não haver diferença significativa pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$); CSSC=carne-de-sol tratada com soro controle; CSS24=carne-de-sol tratada com soro por 24 horas; CSS48= carne-de-sol tratada com soro por 48 horas

Os resultados microbiológicos das amostras de carnes-de-sol estavam adequados à legislação, o que demonstra que as condições higiênicas no processamento e armazenamento foram satisfatórias.

f) Estudo da maciez das carnes-de-sol

Verificou-se que o leite e o soro não foram eficazes como agentes amaciadores (Tabelas 4 e 5) das carnes-de-sol, através dos resultados obtidos com os indicadores utilizados, evidenciando-se que as enzimas lácteas não contribuíram para o amaciamento da carne nas condições de tempo e temperaturas empregados. Esse fato pode ter sido ocasionado pela ação lenta da plasmina, enzima responsável pela principal atividade proteolítica endógena normalmente associada à fração de caseína (RICHARDSON, 1983). Ela é responsável por cerca de 90% da proteólise total em leite (BARRY; DONNELLY, 1981), é resistente à ultra pasteurização (MUIR, 1986), entretanto, na pesquisa de Corassin, Rosim e Oliveira (2010) foi constatado que durante o armazenamento do leite UHT ocorreu aumento da atividade da plasmina no período de estudo de 120 dias.

Tabela 3 - Valores médios das variáveis físico-químicas das carnes-de-sol tratadas com leite

Variáveis	LEITE		
	CSLC	CSL24	CSL48
Umidade (g/100g)	73,74 ± 0,35 ^a	72,48 ± 2,00 ^a	74,62 ± 1,03 ^a
Cinzas (g/100g)	3,29 ± 0,93 ^a	3,77 ± 0,25 ^a	3,96 ± 0,66 ^a
Proteínas (g/100g)	21,18 ± 0,62 ^a	22,20 ± 0,27 ^a	20,20 ± 0,44 ^a
Lipídeos (g/100g)	0,8 ± 0,32 ^a	1,01 ± 0,34 ^a	0,86 ± 0,25 ^a
Cloretos (g/100g)	2,26 ± 0,54 ^a	2,42 ± 0,44 ^a	3,31 ± 0,63 ^a
Aa	0,94 ± 0,01 ^a	0,93 ± 0,03 ^a	0,94 ± 0,03 ^a
pH	5,90 ± 0,13 ^a	5,92 ± 0,13 ^a	6,06 ± 0,12 ^a

Valor médio±desvio padrão. Médias seguidas de letras iguais na mesma linha indicam não haver diferença significativa pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$); CSLC=carne-de-sol tratada com leite controle; CSL24=carne-de-sol tratada com leite por 24 horas; CSL48= carne-de-sol tratada com leite por 48 horas

Diante dessas constatações, a suposição presente na cultura popular nordestina de que a imersão da carne no leite causaria seu amaciamento não foi comprovada. Um fator que reforça tal afirmação se refere aos tempos de imersão aplicados (24 e 48 horas), que foram muito superiores aos usados pelas donas-de-casa nordestinas, que aguardam poucas horas antes do preparo culinário da carne. Acredita-se então, que o efeito positivo relatado empiricamente pelos consumidores da carne tratada com leite, refere-se a um incremento de sabor provocado pelo leite bovino e não a alterações na maciez cárnea.

Com relação à FC, de acordo com a classificação proposta por Bellew et al. (2003), onde os músculos da carcaça bovina foram classificados em muito macios, aqueles que obtiveram valores de FC inferiores a 3,2 kgf; macios, com valores entre 3,2 e 3,9 kgf; intermediários, com valores de FC entre 3,9 kgf e 4,6 kgf; e duros, os músculos que obtiveram valores de FC acima de 4,6 kgf. Pode-se classificar as amostras CSSC, CSL24 e CSL48 como carnes macias e as CSS24, CSS48 e CSLC como de maciez intermediária.

Ao elaborar um produto similar à carne-de-sol, com adição de 4% de cloreto de sódio, Carvalho Jr. (2002) obteve o valor de 4,16 kgf para a força de cisalhamento. Salviano (2011), ao pesquisar o efeito da maturação no processamento da carne-de-sol encontrou valores variando de 3,08 kgf a 3,51kgf.

Partindo da classificação de maciez de carnes quanto ao IFM proposta por Culler et al. (1978), todas as carnes-de-sol podem ser consideradas como “duras” pois apresentaram IFM

inferior a 50. Esse resultado confirma que não ocorreu o enfraquecimento das linhas Z, responsáveis pela fragmentação das miofibrilas e que, acarreta no incremento da maciez da carne como ocorre ao longo da maturação natural pela ação de enzimas endógenas (SHIMADA; TAKAHASHI, (2003); AHN; SHIMADA; TAKAHASHI, (2003)).

A FC nas carnes tratadas com o soro foi diferente, sendo a carne controle considerada a mais macia, concordando com o painel sensorial. Entretanto, esses dois indicadores divergiram quanto à maciez das outras duas amostras, pois na ADQ foi identificada a amostra tratada por 48 horas como a menos macia enquanto na FC foram iguais ($p \geq 0,05$).

Tabela 4 – Valores médios das variáveis de maciez das carnes-de-sol tratadas com soro de leite

VARIÁVEIS	SORO		
	CSSC	CSS24	CSS48
FC (kgf)	$3,46 \pm 0,75^b$	$4,38 \pm 1,05^a$	$4,57 \pm 1,11^a$
IFM	$39,2 \pm 2,62^a$	$33,6 \pm 1,58^b$	$36,94 \pm 2,57^{a,b}$
Maciez sensorial (ADQ)	$6,88^a$	$4,81^b$	$2,88^c$

Médias com letras iguais sobrescritas na mesma linha indicam não haver diferença significativa ($p \geq 0,05$); CSSC=carne-de-sol tratada com soro controle; CSS24=carne-de-sol tratada com soro por 24 horas; CSS48= carne-de-sol tratada com soro por 48 horas.

Tabela 5 – Valores médios das variáveis de maciez das carnes-de-sol tratadas com leite

VARIÁVEIS	LEITE		
	CSLC	CSL24	CSL48
FC (kgf)	$4,1 \pm 0,9^a$	$3,67 \pm 1,18^a$	$3,77 \pm 1,29^a$
IFM	$34,90 \pm 2,80^a$	$34,87 \pm 1,68^a$	$37,30 \pm 2,26^a$
Maciez sensorial (ADQ)	$4,75^a$	$5,05^a$	$5,61^a$

Médias com letras iguais sobrescritas na mesma linha indicam não haver diferença significativa ($p \geq 0,05$); CSLC=carne-de-sol tratada com leite controle; CSL24=carne-de-sol tratada com leite por 24 horas; CSL48= carne-de-sol tratada com leite por 48 horas

A aplicabilidade tecnológica do soro de leite na alimentação humana tem sido exitosa por diversos fatores. Um deles refere-se ao fato de possuir uma boa composição de aminoácidos essenciais, próximo dos padrões de necessidades recomendados pela Food and Agriculture Organization – FAO - e World Health Organization – WHO - (FERREIRA, 2006). Juntamente com sua composição, associa-se a boa digestibilidade, o que faz com que o valor biológico

destas proteínas seja alto quando comparado com outras proteínas alimentares (TORRES, 2005). Além destas, outras características das proteínas lácteas estão relacionadas com melhorias nas propriedades sensoriais de produtos cárneos como ligação e retenção de gordura, retenção de água, emulsificação, viscosidade, estabilidade térmica e geleificação (CHEN, 1995). Entretanto, em nenhuma fonte científica foi encontrada o efeito do soro de leite na diminuição da maciez da carne observada no presente estudo.

Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que o leite e o soro de leite não são agentes de amaciamento nas carnes. Isto é, não houve maturação artificial, como foi levantada a hipótese baseada no conhecimento empírico popular. Desta forma, torna-se claro que nas condições pesquisadas, o uso do leite na melhoria da maciez das carnes é equivocada. O que provavelmente deve ocorrer é o incremento de sabor gerado pelo uso do leite no tratamento da carne que proporciona uma maior aceitação do consumidor.

REFERÊNCIAS

- AHN, D. H.; SHIMADA, K.; TAKAHASHI, K. Relationship between weakening of Z-disks and liberation of phospholipids during postmortem aging of pork and beef. **Journal of Food Science**, v.68, p. 94-98, 2003.
- ALVES, D. D.; GOES, R. H. T. B.; MANCIO, A. B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, Goiás, v. 6, n. 3, p. 135-149, 2005.
- AMBIEL, C. **Efeitos das concentrações combinadas de cloreto e lactato de sódio na qualidade e conservação de um sucedâneo da carne-de-sol**. 2004. 86f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION (AMSA). **Research guidelines for cookery, sensory and instrumental tenderness measurement of fresh meat**. Chicago, 1995.
- ASSISTÊNCIA ESTATÍSTICA – ASSISTAT. Versão 7.6 beta, 2012.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis**. Washington, 2000.
- BELEW, J. B.; BROOKS, J. C.; McKENNA, D. R.; SAVELL, J. W. Warner–Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. **Meat Science**, Texas, v. 64, p. 507–512, 2003.
- BOLEMAN, S. J.; BOLEMAN L, S. L.; MILLER, R. K.; TAYLOR, J. F.; CROSS, H. R.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S. D.; MILLER, M. F.; WEST, R. L.; JOHNSON, D. D.; SAVELL, J. W. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 1521-1524, 1997.
- BRASIL, **Diretrizes e normas reguladoras de pesquisas envolvendo seres humanos**. Conselho Nacional de Saúde Resolução nº 196 de 10 de outubro de 1996.

BRASIL, Instrução Normativa nº62 de 26 de Agosto de 2003. **Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água.**

Disponível em: < <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=2851>>

BRASIL, Instrução Normativa nº62 de 29 de Dezembro de 2011. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado.**

Disponível em: <http://www.leite.pr.gov.br/arquivos/File/legislacao/anexo_V.pdf> Acesso em 19 jan. 2012.

BRASIL, **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Soro de Leite.**

Disponível em: <<http://www.terraviva.com.br/cliقة/minuta.html>> Acesso em 19 jan. 2010.

BRASIL, Resolução RDC nº 12, de 02 de Janeiro de 2001. **Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.** Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>> Acesso em 23 maio 2009.

CARVALHO Jr. B. C. **Estudo da evolução das carnes bovinas salgadas no Brasil e desenvolvimento de um produto de conveniência similar à carne-de-sol.** 2002. 265f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

CHEN, H. Functional properties and applications of edible films made of milk proteins. **Journal of Dairy Science**, v.78, p. 2563-2583, 1995.

CORASSIN, C. H.; ROSIM, R. E.; OLIVEIRA, C. A. F. Atividade de plasmina e plasminogênio no leite longa vida com alta e baixa contagem de células somáticas durante o armazenamento. **Ciência Rural**, v.40, p. 2588-2592, 2010.

CULLER, R. D.; PARRISH, F. C. Jr.; SMITH, G. C.; CROSS, H. R. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine *longissimus* muscle. **Journal of Food Science**, v.43, n.4, p. 1177–1180, 1978.

FARIAS, S. M. O. C. **Qualidade da carne-de-sol comercializada na cidade de João Pessoa.** 2010. 142f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

FERREIRA, A. C. B. **Avaliação físico-química e sensorial de linguiça de carne suína produzida com reduzido teor de gordura e adicionada de concentrados protéicos.** 2006. 51f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, p. 497-509, 1957.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/pof/Antropometria%20e%20estado%20nutricional%20de%20crianas_adolescentes%20e%20adultos%20no%20Brasil_2008_2009.pdf> Acesso em: 20 mar. 2010.

JATURASITHA, S.; THIRAWONG, P.; LEANGWUNTA, V.; KREUZER, M. Reducing toughness of beef from *Bos indicus* draught steers by injection of calcium chloride: Effect of concentration and time postmortem. **Meat Science**, Champaign, v. 68, p. 61–69, 2004.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne.** 6. ed. São Paulo: Artmed. 2005.

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.

MANÇO, M. C. **Características físico-químicas, sensoriais e higiênicas da carne bovina em duas classes de maturidade e sob influência da maturação.** 2006. 124f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. Boca Raton: CRC Press Inc., 1999.

MENDES, A. E. P. **Efeito do cloreto de cálcio e do tempo de maturação sobre a textura e aceitabilidade da carne-de-sol embalada a vácuo**. 2010. 98f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

MUIR, D.D. The shelf-life of dairy products: 1. factors influencing raw milk and fresh products. **Journal of the Society of Dairy Technology**, v.49, p.24-32, 1996.

NASCIMENTO, E. P. S. **Efeito do ácido láctico sobre as características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais na carne de sol**. 2011. 88f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

RICHARDSON, B.C. The proteinases of bovine milk and the effect of pasteurization on their activity. **New Zealand Journal of Dairy Science and Technology**, v.18, p.233-245, 1983.

SABADINI, E.; HUBINGER, M. D.; SOBRAL, P. J. A.; CARVALHO Jr, B. C. Alterações da atividade de água e da cor da carne no processo de elaboração da carne salgada desidratada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, p. 14-19, 2001.

SALVIANO, A. T. M. **Processamento da carne-de-sol com carne maturada: qualidade sensorial e textura**. 2011. 115f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

SANTOS, G. B. **Proteínas miofibrilares e maciez da carne de bovinos superprecoces de diferentes grupos genéticos**. 2006. 77f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

SHIMADA, K.; TAKAHASHI, K. Relationship between fragmentation of myofibrils and liberation of phospholipids from Z-disks induced by calcium ions at 0.1 mM: mechanism of tenderization of pork and beef during postmortem aging. **Journal of Food Science**, v. 68, p. 2623-2629, 2003.

SILVA, K.; BOLINI, H. M. A.; ANTUNES, A. J. Soro de leite bovino em sorvete. **Alimentação e Nutrição**, Araraquara, v. 15, p. 187-196, 2004.

SOUZA, N. L. de **Efeito da combinação de sal com lactato e diacetato de sódio nas características sensoriais, físico-químicas, cor e textura de um produto similar à carne-de-sol**. 2005. Dissertação (Mestrado em Química de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

TORRES, D. P. M. **Gelificação térmica de hidrolizados enzimáticos de proteínas do soro de leite bovino**. 2005. 99f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia / Engenharia de Bioprocessos) - Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2005.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos dados encontrados pode-se concluir que:

- As carnes salgadas e desidratadas são importantes alimentos tradicionais que caracterizam povos ou determinada região/local. Nesse contexto, apesar da carne-de-sol ser representativa do povo nordestino brasileiro, não há normas ou legislação para padronizar produto e processo produtivo. Em face disso, mais pesquisas científicas devem ser realizadas para colaborar na construção de normas regulamentadoras e auxiliar os elos envolvidos em sua cadeia produtiva;
- Diante da importância da maciez em produtos cárneos, sugere-se maior aprofundamento de estudos nesse tema, no qual a maturação surge como uma alternativa para melhorar a qualidade da carne-de-sol no que tange ao aspecto de maciez. Trata-se de uma operação tecnológica simples, mas que quando devidamente empregada apresenta influência positiva na carne-de-sol;
- O tempo de maturação sugerido, de acordo com os indicadores de maciez testados, foi de sete dias a 0 °C. Esse resultado tem sua devida importância, pois quanto menor o tempo empregado no processamento maior será sua produtividade e, consequentemente, reduzirá o custo de produção. Adicionalmente, tais resultados são relevantes, uma vez que sugerem uma reavaliação da legislação brasileira relativa à maturação carne, no que tange à definição dos parâmetros de tempo e temperatura.
- Diante dos indicadores usados para quantificar a maciez, apresentaram boa resposta a força de cisalhamento, a análise descritiva quantitativa, o índice de fragmentação miofibrilar e o comprimento do sarcômero. Este último pareceu ser mais acurado em comparação aos demais, uma vez que apresentou melhor limiar de detecção;
- A quantificação do colágeno não apresentou boa resposta quando comparado aos outros indicadores, uma vez que, ao se utilizar um corte cárneo com baixo teor de tecido colágeno, um índice referente a essa substância pode não influenciar na maciez do produto;

- Tendo em vista que a baixa temperatura inibe a ação das enzimas presentes nas carnes, sugere-se um estudo para verificação do efeito da maturação cárnea a 1 °C e a 2 °C pois tais resultados podem complementar o estudo aqui realizado. Essa sugestão de pesquisa poderia esclarecer a tendência observada pelo painel sensorial, força de cisalhamento, comprimento de sarcômero e índice de fragmentação miofibrilar quando se pesquisou o melhor tratamento da matéria-prima referindo-se à maturação natural. Essa sugestão baseia-se nos trabalhos publicados com a maturação natural que utilizaram esse intervalo de temperatura, o que pode sugerir prováveis parâmetros a serem designados em legislação a priori, de âmbito estadual, e futuramente, de maior amplitude de atuação;

- O efeito do leite e do soro de leite como agentes de amaciamento em carnes não foi verificado, nas condições de pesquisa. O que provavelmente deve ocorrer é o incremento de sabor gerado pelo uso do leite no tratamento da carne que proporciona uma maior aceitação do consumidor. Outro aspecto que pode ser explorado é o tratamento com leite/soro ser aplicado após o processamento da carne-de-sol e a verificação dos efeitos na maciez do produto elaborado;

- Formas de divulgação dos resultados aqui obtidos devem ser disponibilizados no meio acadêmico para que possam ser devidamente aplicados. Almeja-se com isso, além da informação científica aos profissionais da área, dar suporte à elaboração de normas técnicas e legislações específicas para a regulamentação da carne-de-sol, proporcionando assim, a efetiva melhoria da qualidade e através de todas essas ações, promover a valorização da carne-de-sol como produto alimentício importante e de destaque não só no Nordeste Brasileiro, mas em todo o território nacional.

REFERÊNCIAS

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

ASSISTÊNCIA ESTATÍSTICA – ASSISTAT. Versão 7.6 beta, 2012.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTIS (AOAC). **Official Methods of Analysis.** 16 ed. Washington, 1996.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTIS (AOAC). **Official Methods of Analysis.** Washington, 2000.

BERGMAN, I.; LOXLEY, R. Two improved and simplified methods for the spectrophotometric determination of hydroxyproline. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 35, p. 1961-1965, 1963.

BRASIL, **Diretrizes e normas reguladoras de pesquisas envolvendo seres humanos.** Conselho Nacional de Saúde Resolução nº 196 de 10 de outubro de 1996.

BRASIL, Resolução RDC nº 12, de 02 de Janeiro de 2001. **Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.** Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>> Acesso em 23 maio 2009.

BRASIL, Instrução Normativa nº62 de 26 de Agosto de 2003. **Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água.** Disponível em: < <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=2851>>

BRASIL, Instrução Normativa nº68 de 12 de Dezembro de 2006. **Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos.** Disponível em: <[http:// extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=17472](http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=17472)> Acesso em 19 jan. 2010.

BRASIL, **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Soro de Leite.** Disponível em: <<http://www.terraviva.com.br/clique/minuta.html>> Acesso em 19 jan. 2010.

BRASIL, Instrução Normativa nº62 de 29 de Dezembro de 2011. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado.**

Disponível em: <http://www.leite.pr.gov.br/arquivos/File/legislacao/anexo_V.pdf>
Acesso em 19 jan. 2012.

CULLER, R. D.; PARRISH, F. C. Jr.; SMITH, G. C.; CROSS, H. R. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine *longissimus* muscle. **Journal of Food Science**, v.43, n.4, p. 1177–1180, 1978.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em:
<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/pof/Antropometria%20e%20estado%20nutricional%20de%20crianas_adolescentes%20e%20adultos%20no%20Brasil_2008_2009.pdf> Acesso em: 20 mar. 2010.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques.** Boca Raton: CRC Press Inc., 1999.

NEUMAN, R. E.; LOGAN, M. A. The determination of collagen and elastin in tissues. *Journal of Biological Chemistry*, Maryland, v. 186, p. 549-556, 1950.

Statistical Analysis System (SAS). SAS/STAT: User's guide. Version 6, 12 ed. Cary: SAS Institute Inc., 2000.

APÊNDICE A - Roteiro de entrevistas: Estabelecimentos que comercializam carne-de-sol

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CENTRO DE TECNOLOGIA PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS	
ROTEIRO DE ENTREVISTAS: Estabelecimentos que comercializam carne-de-sol	
PARTE A – IDENTIFICAÇÃO	
Ficha nº _____ Feira: _____ Banca: _____ Nome do responsável: _____ Grau de instrução do responsável: _____ Idade: _____ Tempo de trabalho na feira: _____ Número de funcionários: _____ Tem cadastro na SEDURB: Sim () Não ()	
PARTE B – COMERCIALIZAÇÃO DA CARNE-DE-SOL	
Quantidade de carne comercializada/semana: _____ Dia de maior volume de vendas: _____ Quantidade vendida neste dia (kg): _____ Qual corte de carne de sol é mais comercializado? _____ Comercializa carne de sol em outras feiras: () Sim. Qual? _____ () Não	
PARTE C – PROCEDÊNCIA DA CARNE-DE-SOL	
Quem produz a carne de sol: () Próprio comerciante () Outro Número de fornecedores: _____ Fornecedor: _____ Endereço: _____ Contato: _____	

APÊNDICE B – Questionário de processamento da carne-de-sol

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CENTRO DE TECNOLOGIA PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS Questionário Processo de Fabricação da carne-de-sol	
1. Qual o corte utilizado?	_____
2. Qual a procedência da carne?	_____
3. Existe algum controle na aquisição da carne (sexo, idade, peso)?	
☐ Sim ☐ Não	Qual? _____
4. De que forma a carne chega ao estabelecimento?	
☐ Em quartos ☐ Desossada	
5. A carne chega refrigerada?	☐ Sim ☐ Não
6. Para fatiar os cortes antes da salga segue algum sentido específico?	
☐ Sim ☐ Não	Qual? _____
7. Qual a temperatura do corte durante a salga?	_____
8. Os cortes recebem incisões parciais antes da salga?	
☐ Sim ☐ Não	Quanto cm aproximadamente? _____
9. Qual a porcentagem de sal?	_____
10. Utiliza outro ingrediente fora o NaCl?	
☐ Sim Qual/Quantidade? _____	☐ Não
11. Qual o tipo de salga:	
☐ Seca ☐ Mista ☐ Úmida	
12. Qual o tempo de salga?	_____
13. Faz lavagem após salga?	_____
14. Após lavagem seca a carne?	
☐ Sim Onde/Tempo/Temperatura? _____	☐ Não
15. Qual a temperatura de armazenamento da carne após processada?	_____
16. Com quantos dias a carne é distribuída ao comércio?	_____
17. A carne é distribuída embalada?	
☐ Sim Qual o material? _____	☐ Não

ANEXO A – Certidão do Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA - UFPB
HOSPITAL UNIVERSITÁRIO LAURO WANDERLEY - HULW
**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES
HUMANOS - CEP**

CERTIDÃO

Com base na Resolução nº 196/96 do CNS/MS que regulamenta a ética da pesquisa em seres humanos, o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Lauro Wanderley – CEP/HULW, da Universidade Federal da Paraíba, em sua sessão realizada no dia 26/04/2011, após análise do parecer do relator, resolveu considerar **APROVADO** o projeto de pesquisa intitulado **PERCEPÇÃO SENSORIAL DA MACIEZ EM CARNES-DE-SOL COMERCIALIZADAS NAS FEIRAS LIVRES DE JOÃO PESSOA-PB.** Protocolo CEP/HULW nº. 154/11, Folha de Rosto nº 416838, dos pesquisadores **YURI MONTENEGRO ISHIHARA; ALANNE TAMIZE DE ALMEIDA SALVIANO; GEANY TARGINO DE SOUZA; MARTA SUELY MADRUGA e RICARDO TARGINO MOREIRA.**

Ao final da pesquisa, solicitamos enviar ao CEP/HULW, uma cópia desta certidão e da pesquisa, em CD, para emissão da certidão para publicação científica.

João Pessoa, 09 de maio de 2011.


Iaponira Cortez Costa de Oliveira
Coordenadora do Comitê de Ética
em Pesquisa - CEP/HULW

Profª Drª Iaponira Cortez Costa de Oliveira
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa-HULW

Endereço: Hospital Universitário Lauro Wanderley-HULW – 4º andar. Campus I – Cidade Universitária.
Bairro: Castelo Branco – João Pessoa - PB. CEP: 58051-900 CNPJ: 24098477/007-05
Fone: (83) 32167302 — Fone/fax: (083)32167522 E-mail - cepulw@hotmail.com

ANEXO B - Documentação de encaminhamento dos artigos aos periódicos

Editor handles MEATSCI-D-12-00366

DE: David Ledward

PARA: yuriufpb@yahoo.com.br

Quinta-feira, 17 de Maio de 2012 16:45

Ms. Ref. No.: MEATSCI-D-12-00366

Title: STUDY OF THE TENDERNESS OF A BRAZILIAN BEEF PRODUCT: SUN-DRIED BEEF

Meat Science

Dear Mrs Yuri M Ishihara,

Your submission entitled "STUDY OF THE TENDERNESS OF A BRAZILIAN BEEF PRODUCT: SUN-DRIED BEEF" will be handled by Associate Editor Elisabeth Huff-Loneragan, PhD.

You may check on the progress of your paper by logging on to the Elsevier Editorial System as an author. The URL is <http://ees.elsevier.com/meatsci/>.

Your username is: yuri ishihara

If you need to retrieve password details, please go to:

http://ees.elsevier.com/meatsci/automail_query.asp

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,

Elsevier Editorial System
Meat Science

For further assistance, please visit our customer support site at <http://support.elsevier.com>. Here you can search for solutions on a range of topics, find answers to frequently asked questions and learn more about EES via interactive tutorials. You will also find our 24/7 support contact details should you need any further assistance from one of our customer support representatives.

Mensagem encaminhada -----

De: Odilon Vidotto <vidotto@uel.br>

Para: Sra Yuri Montenegro Ishihara <yuriufpb@yahoo.com.br>

Enviadas: Terça-feira, 30 de Outubro de 2012 15:58

Assunto: [SCA] Agradecimento pela submissão

Sra Yuri Montenegro Ishihara,

Agradecemos a submissão do trabalho "INDICADORES DE MACIEZ EM CARNES SALGADAS E DESSECADAS: UMA REVISÃO" para a revista Semina: Ciências Agrárias.

Acompanhe o progresso da sua submissão por meio da interface de administração do sistema, disponível em:

URL da submissão:

<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/author/submission/13596>

Em caso de dúvidas, entre em contato via e-mail.

Agradecemos mais uma vez considerar nossa revista como meio de compartilhar seu trabalho.

Odilon Vidotto

Semina: Ciências Agrárias

Editor Chefe

Odilon Vidotto

Semina Ciências Agrárias

<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias>