



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
LONDRINA**

---

**CRISTIAN HENRIQUE MONTEIRO POUSADA GOMEZ**

**JERKED BEEF FERMENTADO: DESENVOLVIMENTO DE  
NOVA TECNOLOGIA DE PROCESSAMENTO**

---

Londrina  
2006

**CRISTIAN HENRIQUE MONTEIRO POUSADA GOMEZ**

**JERKED BEEF FERMENTADO: DESENVOLVIMENTO DE  
NOVA TECNOLOGIA DE PROCESSAMENTO**

Dissertação apresentado ao Programa de Pós Graduação em Ciência de Alimentos do Departamento de Tecnologia de Alimentos e Medicamentos da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr. Massami Shimokomaki

Londrina  
2006

**CRISTIAN HENRIQUE MONTEIRO POUSADA GOMEZ**

**JERKED BEEF FERMENTADO: DESENVOLVIMENTO DE  
NOVA TECNOLOGIA DE PROCESSAMENTO**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Profº Dr. Massami Shimokomaki

---

Londrina, 10 de abril de 2006.

## DEDICATÓRIA

À minha mãe (*in memoriam*), exemplo restrito de caráter, honestidade, determinação, Amor incondicional e uma vida de dedicação aos filhos; ao meu pai, pelo apoio nos momentos difíceis; à minha irmã, razão de orgulho e amizade; à Simoni, pelos momentos de felicidade e compreensão nas horas difíceis; aos amigos, pelo companheirismo e crescimento pessoal; à Deus, por mais uma vez ajudar-me na superação de obstáculos.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao prof. Dr. Massami Shimokomaki pela orientação e amizade.

À coordenação e docentes do Programa de Pós Graduação em Ciência de Alimentos pela atenção dispensada.

Aos funcionários do Departamento de Alimentos e Medicamentos, especialmente à Nelson e Alessandra, pela amizade e colaboração constantes.

Aos colegas deste Programa, em especial ao Cláudio e ao estagiário Alberto.

Ao laboratório Chr Hansen pela gentileza em fornecer a cultura iniciadora.

À CAPES pela bolsa fornecida à execução desse trabalho.

A minha família e amigos pela contribuição nos momentos difíceis.

À Deus pela existência e sabedoria proporcionadas.

**“Para ser grande, sê inteiro: nada**

**Teu exagera ou exclui.**

**Sê todo em cada coisa.**

**Põe quanto és**

**No mínimo que fazes.**

**Assim em cada lago a lua toda**

**Brilha, porque alta vive”.**

“Ricardo Reis” (Fernando Pessoa)

GOMEZ, Cristian Henrique Monteiro Pousada. **Jerked beef fermentado:** desenvolvimento de nova tecnologia de processamento. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

## RESUMO

As condições atuais de processamento de charque e jerked beef são higienicamente precárias, acarretando dificuldades na implementação da gestão de controle de qualidade. Nesse sentido é notória a necessidade de desenvolvimento de tecnologia para modernizar a produção artesanal e assim expandir o mercado consumidor. Os objetivos do projeto foram desenvolver uma nova tecnologia de processamento de jerked beef e avaliar sua qualidade pela introdução de cultura iniciadora BACTOFERM C-P-77, cepa *Staphylococcus carnosus* M17. As amostras foram elaboradas com músculo *Vastus lateralis* bovino. A solução de salmoura foi preparada com mistura de 100 ppm de nitrito e 100 ppm de nitrato de sódio, 20 % de cloreto de sódio e inóculo padronizado equivalente a  $10^6$  UFC/g. O volume da solução de salmoura inoculada foi fixado em 10 % sobre o peso da carne (v/p). A inoculação dessa solução foi realizada em múltiplos pontos visando sua melhor distribuição e homogeneização. Após inoculação da solução de salmoura, as sub-amostras foram adicionadas superficialmente com 5 % de sal grosso sobre peso da sub-amostra (p/p) e armazenadas em estufa à 30°C/24 h. Após armazenamento das sub-amostras na etapa de salga úmida inoculada foi realizado manteamento das mesmas, originando “bifes” de 1,5 cm de espessura. A etapa de salga seca foi realizada sob dois intervalos de tempo de 24 horas, sendo os “bifes” acondicionados em bandejas de polipropileno com camadas de sal grosso na razão de 2:1 (p/p). Após 24 horas de salga seca, as bandejas foram higienizadas, sal grosso foi repostado e a ordem dos “bifes” invertida. O monitoramento do processamento de JBF e JB foi realizado com medições periódicas da atividade de água até atingir o valor final já conhecido entre 0,70 a 0,75. Os resultados da contagem de aeróbios mesófilos nas matérias-primas mostraram valores abaixo de  $10^4$  UFC/g. Os parâmetros físico-químicos mostraram que os níveis de proteína, cinzas, cloreto, atividade de água e pH foram similares ( $P \geq 0,05$ ). Os teores de umidade de JBF e JB foram de 53,31 e 54,62%, respectivamente, ( $P < 0,05$ ). O teor de lipídios de JBF foi cerca de 36,67% menor ao JB, refletindo possível atividade da lipase presente na cultura. Os valores da oxidação lipídica de JBF e JB foram de 0,25 e 0,41 mg TBARS/kg, respectivamente, ( $P < 0,05$ ), sendo 39,02% menor em JBF. O desenvolvimento do aroma de requeijado durante 90 dias de armazenamento foi cerca de 38,80 % menor em JBF. Esses inesperados resultados podem ser explicados pela menor concentração de nitrato observado em JBF indicando maior atividade da enzima nitrato redutase e, conseqüentemente, maior disponibilidade de nitrito de sódio. Como já conhecido, a presença de nitrito inibe a oxidação lipídica. Os valores de  $a^*$  foram maiores em JBF ( $P < 0,05$ ) refletindo novamente a maior concentração de nitrito e maior intensidade da cor vermelha pela formação de nitrosohemocromo. Testes de aceitação medidos através dos valores hedônicos médios de JBF e JB foram 7,1 e 6,0, respectivamente ( $P < 0,05$ ) enquanto os índices de aceitação de JBF e JB foram de 93,33% e 70 %, respectivamente. Os parâmetros benéficos desta nova tecnologia de produção de JB foram a significativa redução de tempo de 20 para 3 dias de processamento e elevada aceitação de JBF

pelos panelistas. Finalmente, a oportunidade de se implementar as ferramentas de controle de qualidade foi viabilizada, uma vez que todas as etapas do processamento foram controladas, com possibilidades de se implementar HACCP e ISO e melhorar, dessa maneira, a segurança alimentar desses produtos.

**Palavras-chave:** Carne. Conservação. Alimentos Fermentados. Tecnologia de alimentos.

## ABSTRACT

The current conditions of charqui meat (CHM) and jerked beef (JB) processing are hygienically poor bringing about difficulties for implementing quality control tools. It is obvious the needs of technology development in order to modernize the old technology thus having the opportunity to enlarge the consumption market. The aims of this project were to develop a modern of JB processing thus its quality by the introduction of BACTOFERM C-P-77, cepa *Staphylococcus carnosus* M17 starter culture. JB samples were produced from beef *Vastus lateralis*. Brine was prepared with a mixture of 100 ppm of sodium nitrite and 100 ppm of sodium nitrate, 20% sodium chloride and standardized starter culture equivalent to  $10^6$  UFC/g. The quantity of brine injected was 10% in relation to meat weight (v/w). The injection of this solution was carried out at multiple locations aiming the best brine components distribution and homogenization within the muscle. Further, samples were sliced at 1.5 cm thickness and submitted to dry salting at the proportion of salt:meat of 2:1 when the meat pieces were stacked into piles separated each other by layers of coarse marine salt. This assay was repeated at 24h interval in a polypropylene tray and this time the meat was restacked and the uppermost meat pieces were repositioned on the bottom of the new piles. In this manouvre every sliced sample suffered similar weight treatment. The processing was monitored by carrying out frequent  $A_w$  measurement up to the known final value of 0.70-0.75 typical of intermediate moisture meat products. Original fresh meat total counts of mesophilic anaerobes showed a low contamination of  $10^4$  UFC/g. The determined physical-chemical parameters showed no statistically difference in both samples of JB and fermented JB (JBF) in relation to values of protein, ash, chloride,  $A_w$  and pH ( $P \geq 0.05$ ). On the other hand, contents of moisture were 53.31 and 54.62 % for JBF and JB, respectively ( $P < 0.05$ ). JBF lipid fraction values was around 36.67% lower than JB reflecting a possible lipases starter culture activity. However there was a value of 0.25 and 0.41 mg of TBARS/kg, respectively, for JBF and JB, 39.02% less lipid oxidation in relation to JB. Warmed over flavour was also evaluated throughout storage and at 90 days again values for JBF were 38.8% lower. All these conflicting results has an explanation in the lower nitrate concentration in the JBF indicating a higher nitrate reductase activity making more availability of nitrite. As we know, the presence of nitrite inhibits lipid oxidation. Color measurement was also carried out and  $L^*$  and  $b^*$  values were not statistically different in these two samples and  $a^*$  values were higher in JBF ( $P < 0.05$ ) reflecting again the higher contents of nitrite forming more red colour towards the formation of nitrosohemochrome in JBF. Sensorial tests through the average hedonic values of JBF and JB were 7.1 and 6.0 , respectively ( $P < 0.05$ ) while the acceptance index was 93.3 and 70.0%, respectively, for JBF and JB. The beneficial parameters of this developed new technology for JB production is the significative reduction of time for 3 days of production instead of the current 20 days with a very high acceptance of the JBF by the panelists. Finally, the opportunity to implement the quality control tools has arisen since every step of its production was under control opened up possibilities to implement quality control tools such as HACCP and ISO improving therefore the food safety of these products.

**Keywords:** Meat. Preservation. Fermented foods.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Fluxograma de processamento do jerked beef .....	21
Figura 2 -	Etapas do processo de oxidação lipídica .....	41
Figura 3 -	Fluxograma do processamento de jerked beef fermentado .....	47
Figura 4 -	Evolução da atividade de água ( $A_w$ ) durante o processamento de jerked beef e jerked beef fermentado .....	63
Figura 5 -	Evolução do pH durante o processamento de jerked beef e jerked beef fermentado .....	64
Figura 6 -	Evolução da oxidação lipídica durante o processamento de jerked beef e jerked beef fermentado .....	69
Figura 7 -	Evolução do aroma de requeijado durante o processamento de jerked beef e jerked beef fermentado .....	71
Figura 8 -	Efeitos do processamento e tratamento térmico sobre a luminosidade de jerked beef e jerked beef fermentado. ....	72
Figura 9 -	Efeitos do processamento e tratamento térmico sobre a intensidade da cor vermelha de jerked beef e jerked beef fermentado .....	74
Figura 10 -	Efeitos do processamento e tratamento térmico sobre a intensidade da cor amarela de jerked beef e jerked beef fermentado .....	75
Figura 11 -	Efeitos do processamento e tratamento térmico sobre a razão $a^*/b^*$ de jerked beef e jerked beef fermentado .....	76
Figura 12 -	Frequência de respostas dos provadores utilizando valores de 1 à 9 da escala hedônica .....	79

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Diferenças do processamento do charque e do jerked beef.....	19
Quadro 2 -	Espécies microbianas empregadas como culturas iniciadoras em carnes .....	29
Quadro 3 -	Características fisiológicas importantes sob o aspecto tecnológico das <i>Micrococcaceae</i> .....	30
Quadro 4 -	Identificação dos principais microrganismos em amostras de matéria-prima, salmoura e jerked beef .....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Composição química aproximada de músculos <i>Vastus lateralis</i> bovinos utilizados no processamento de jerked beef e jerked beef fermentado, em base úmida .....	59
Tabela 2 -	Atividade de água (Aw) e pH de músculos <i>Vastus lateralis</i> bovinos utilizados no processamento de jerked beef e jerked beef fermentado, em base úmida. ....	62
Tabela 3 -	Força de cisalhamento de músculos <i>Vastus lateralis</i> bovino utilizados no processamento de jerked beef e jerked beef fermentado.....	65
Tabela 4 -	Oxidação lipídica em músculos <i>Vastus lateralis</i> bovinos utilizados no processamento de jerked beef e jerked beef fermentado, em mg TBARS/kg .....	67
Tabela 5 -	Aroma de requeijado em músculos <i>Vastus lateralis</i> bovinos utilizados no processamento de jerked beef e jerked beef fermentado, em mg TBARS/kg. ....	70
Tabela 6 -	Cor em músculos <i>Vastus lateralis</i> bovinos utilizados no processamento de jerked beef e jerked beef fermentado. ....	72
Tabela 7 -	Valores de nitrito e nitrato de sódio em jerked beef e jerked beef fermentado.....	77
Tabela 8 -	Contagem total de aeróbios mesófilos em músculos <i>Vastus lateralis</i> bovinos utilizados para processamento de jerked beef e jerked beef fermentado. ....	78
Tabela 9 -	Teste de preferência em jerked beef e jerked beef fermentado.....	78

## NOMENCLATURA

a\* - Intensidade da Cor Vermelha

AGI – Ácidos Graxos Insaturados

Aw – Atividade de Água

b\* - Intensidade da Cor Amarela

CIE – Commission Internationale de l'Eclairage

HACCP – Hazard Analysis and Critical Control Points

ISO – International Organization for Standardization

JB – Jerked Beef

JBDC – Jerked Beef Dessalgado Cozido

JBF – Jerked Beef Fermentado

JBFDC – Jerked Beef Fermentado Dessalgado Cozido

L\* - Luminosidade

MP – Matéria-Prima

NO – Óxido Nítrico

PVC – Polivinilcarbonato

R. – Radical Livre

RH – Lipídio Insaturado

RIISPOA – Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem  
Animal

RO<sub>2</sub>. – Radical Peróxido

RO<sub>2</sub>H – Hidroperóxido

RO<sub>2</sub>OH – Hidroperóxido

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	17
2.1 CHARQUE E JERKED BEEF .....	17
2.1.1 Processamento do Charque e Jerked Beef.....	18
2.2 TECNOLOGIA DE OBSTÁCULOS .....	22
2.2.1 Atividade de Água .....	23
2.2.2 Concentração de Cloreto de Sódio .....	24
2.2.3 Embalagem .....	24
2.2.4 pH.....	24
2.2.5 Nitrito e Nitrato de Sódio .....	25
2.2.6 Contaminação Inicial .....	26
2.3 PRODUTOS CÁRNEOS FERMENTADOS.....	27
2.3.1 Alimentos Fermentados.....	27
2.3.2 Culturas Iniciadoras.....	28
2.3.3 Gênero <i>Staphylococcus</i> .....	29
2.4 TEXTURA.....	35
2.5 COR .....	36
2.6 CARACTERÍSTICAS E FUNÇÕES DOS LIPÍDIOS.....	38
2.6.1 Aspectos Gerais da Oxidação Lipídica.....	39
2.6.2 Oxidação Lipídica em Carnes e Derivados Cárneos .....	41
2.6.3 Aroma de Requentado (Warmed-Over Flavour).....	43
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	44
3.1 OBJETIVO GERAL.....	44
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	44
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	45
4.1 MATERIAIS .....	45
4.1.1 Matéria-prima .....	45
4.1.2 Cultura Iniciadora BACTOFERM C-P-77 .....	45
4.1.3 Preparo das Sub-amostras.....	45
4.1.4 Retirada das Alíquotas Amostrais .....	52
4.2 AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA .....	52

4.2.1 Contagem de Aeróbios Mesófilos.....	53
4.3 AVALIAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS.....	53
4.3.1 Umidade.....	53
4.3.2 Proteínas.....	53
4.3.3 Lipídios.....	53
4.3.4 Cinzas e Cloreto de Sódio.....	54
4.3.5 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	54
4.3.6 Atividade de Água (Aw).....	54
4.3.7 Oxidação Lipídica.....	54
4.3.8 Aroma de Requentado (WOF).....	55
4.3.8.1 Dessalga das Alíquotas Amostrais.....	55
4.3.8.2 Cozimento.....	56
4.3.9 Nitrito e Nitrato de Sódio.....	56
4.3.10 Maciez.....	56
4.3.11 Cor.....	57
4.3.12 Análise Sensorial.....	57
4.3.13 Análise Estatística.....	58
<b>5 RESULTADO E DISCUSSÃO.....</b>	<b>59</b>
5.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE JERKED BEEF E JERKED BEEF FERMENTADO.....	59
5.2 ATIVIDADE DE ÁGUA (AW) E PH.....	61
5.3 MACIEZ.....	65
5.4 OXIDAÇÃO LIPÍDICA.....	66
5.5 WOF.....	69
5.6 COR.....	71
5.7 NITRITO E NITRATO DE SÓDIO.....	76
5.8 CONTAGEM DE AERÓBIOS MESÓFILOS.....	77
5.9 ÍNDICE DE ACEITAÇÃO DO PRODUTO.....	78
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>81</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXO I</b> Ficha de Avaliação do Índice de Aceitação.....	<b>94</b>
<b>ANEXO II</b> Curva Padrão de Oxidação Lipídica.....	<b>95</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Produtos cárneos de umidade intermediária são processados em escala global, apresentando cada qual características específicas (Chang et al., 1996). Charque e jerked beef são produtos cárneos genuinamente brasileiros, secos, salgados e de umidade intermediária com boa aceitação nacional (Shimokomaki et al., 1998; Biscontini et al., 1992), sendo caracterizados como alimentos de alto valor biológico e importante fonte protéica de baixo custo. São produtos que apresentam fonte de divisas importantes ao país, com movimentação financeira estimada em 2 bilhões de dólares em 1999 (Lara et al., 1999) e consumo per capita em torno de 3,0 kg (Fayrdin, 1991).

O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) define que o charque deve conter 45 % de umidade e 15 % de resíduo mineral fixo na porção muscular, aceitando-se tolerância de  $\pm 5$  % (Brasil, 1962). O maior consumo de charque ocorre principalmente nas regiões Norte e Nordeste, porém as migrações de parte dessas populações e a utilização do produto como ingrediente em pratos típicos, tais como, a “feijoada” foram fatores de suma importância para a difusão nacional do charque (Pinto et al., 1993a).

A forma de processamento do charque mantém-se inalterada durante séculos, dificultando a implementação de melhorias na padronização do produto.

No intuito de melhorar a qualidade do produto e em decorrência de necessidades por melhores condições higiênico-sanitárias de processamento surgiu uma nova variação do charque, denominado “jerked beef”, na década de 80 (Shimokomaki et al., 1987; Biscontini et al., 1992).

De acordo com a legislação vigente, jerked beef caracteriza-se como produto cárneo curado, salgado, com 55 % de umidade e 15 % de resíduo mineral fixo na porção muscular, com tolerância de  $\pm 5$  % (Brasil, 2000), além de atividade de água intermediária e antioxidantes, tais como, nitrato e nitrito de sódio. Além desses fatores, jerked beef difere do charque em alguns aspectos, tais como, matéria-prima de melhor qualidade, injeção automática de salmoura contendo nitrato e nitrito de sódio em ambiente climatizado, processo de salga seca climatizada e embalagem à vácuo (Fayrdin, 1991).

Ambos os produtos apresentam atividade de água intermediária, entre 0,7 a 0,75, sendo estáveis à temperatura ambiente por meses (Torres et al., 1994). São derivados da Tecnologia dos Obstáculos ou “Hurdle Technology”, postulada por Leistner (1985), segundo a qual a estabilidade de um produto é atribuída a dois ou mais obstáculos que, de forma isolada, não produziram esse efeito (Shimokomaki et al., 1998).

Avanços importantes têm sido conduzidos por pesquisadores sobre as modificações dos constituintes e parâmetros qualitativos. Torres et al. (1989) e Correia (1998) avaliaram as modificações bioquímicas na composição; Torres et al. (1994), os aspectos físico-químicos; Biscontini et al. (1996), os aspectos histológicos; Pinto et al. (1998), Senigalia (1999) e Lara (2000), os aspectos microbiológicos; Garcia (2000) e Garcia et al. (2003), os nutricionais; Sabadini et al. (1998), a transferência de massa e difusão de sal e Youssef (2000), mudanças físico-químicas nos componentes que afetam a textura e cor.

As recentes descobertas motivaram a continuação do aprimoramento das técnicas do seu processamento. Ressalte-se a importância da utilização de culturas fermentadoras na sua produção (Pinto, 1996). Além disso, vale ressaltar a importância da utilização de culturas fermentadoras no produto, passível de fermentação (Pinto, 1996), bem como a análise sistemática da evolução de parâmetros físico-químicos.

A preocupação em obter um produto de melhor qualidade e produzido sob condições higiênico-sanitárias satisfatórias têm sido fundamental para atender as necessidades do mercado consumidor. Nesse sentido, tem ocorrido uma busca incessante para melhorar o aspecto tecnológico do processamento e incrementar características sensoriais, nutricionais, microbiológicas e de estabilidade físico-química no produto.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CHARQUE E JERKED BEEF

Produtos cárneos de umidade intermediária são processados em todo o mundo, apresentando cada qual características específicas (Chang et al., 1996). Charque e jerked beef são produtos nacionais, secos, salgados, de umidade intermediária e com boa aceitação no mercado interno (Shimokomaki et al., 1998; Biscontini et al., 1992). São produtos alimentícios de alto valor biológico e destacada fonte protéica.

A tradição da produção industrial de charque remonta desde o século XVIII, no Nordeste e por volta do século XIX, no Rio Grande do Sul. Nos anos de 1890/91, o Estado do Rio Grande do Sul abatia anualmente mais de 450.000 bovinos para a produção de charque, tendo sido o maior produtor brasileiro no período de 1933/37, com 57 % da produção nacional. Em 1982, o maior produtor nacional de charque passou a ser o Estado de São Paulo, com 68,3 %, seguido pelo Estado do Rio de Janeiro, com 15,9 %. Em 1987, São Paulo continuava com a liderança de produção, com taxa de 67,6 %, porém seguido do Estado de Minas Gerais, com 12,9 % e Rio de Janeiro, com 12,4 % (Pardi et al., 2001).

Segundo Lara et al. (1999), a produção nacional de charque em 1999 foi de 500 mil toneladas, representando financeiramente, 2 bilhões de dólares. De acordo com Fayrdin (1991), o consumo per capita foi em torno de 3,0 kg.

O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) caracteriza o charque como produto cárneo com 45 % de umidade e 15 % de resíduo mineral fixo na porção muscular, com tolerância de  $\pm 5$  % (Brasil, 1962).

A forma de processamento do charque mantém-se praticamente inalterada durante séculos, dificultando a implementação de melhorias em seu padrão qualitativo.

Na década de 80, em virtude de necessidades crescentes dos consumidores por um produto elaborado sob condições higiênico-sanitárias

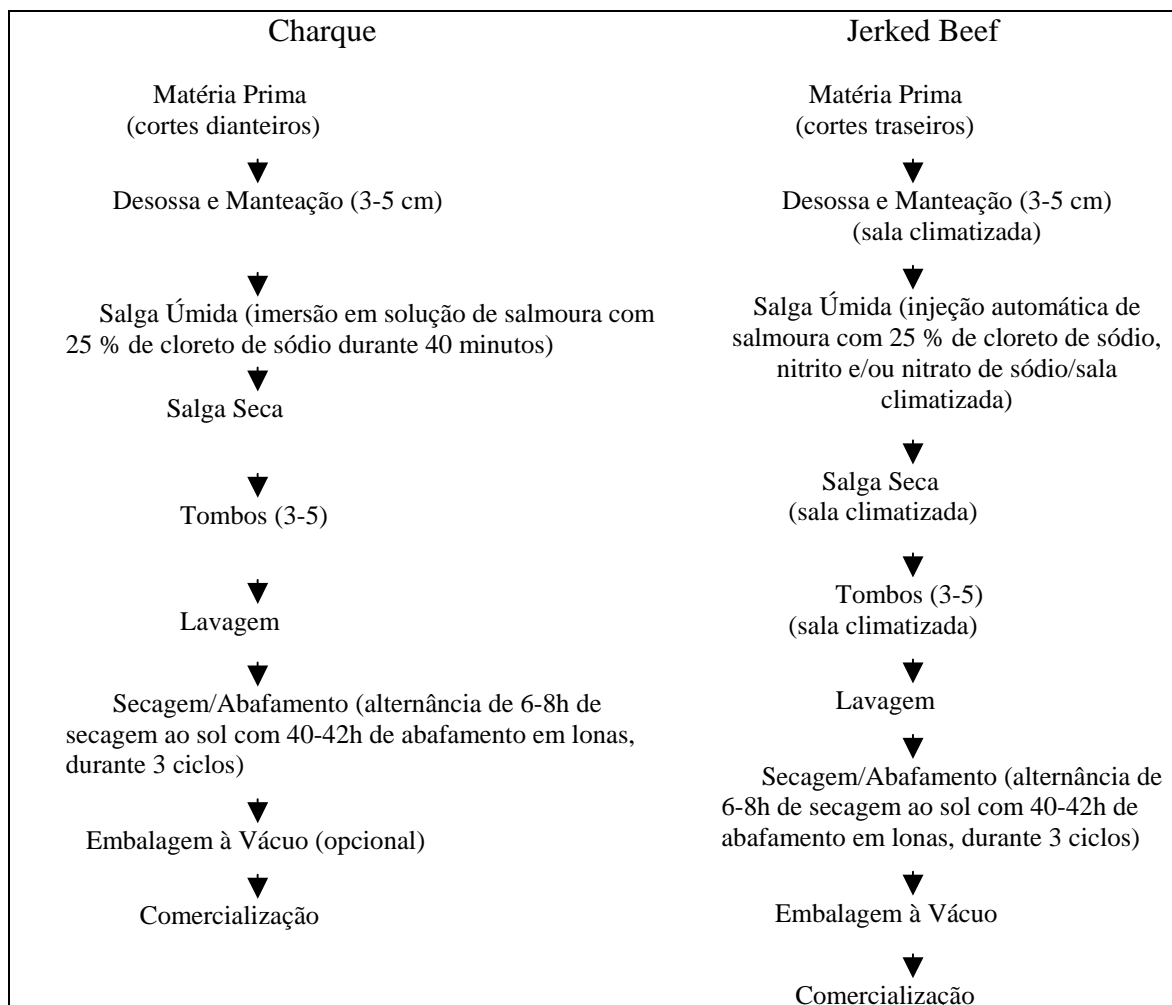
satisfatórias e com melhor padrão qualitativo surgiu o “jerked beef”, nova variação do charque (Shimokomaki et al., 1987; Biscontini et al., 1992).

O jerked beef caracteriza-se como produto cárneo curado, salgado, apresentando 55 % de umidade e 15 % de resíduo mineral fixo na porção muscular, aceitando-se tolerância de  $\pm 5$  % (Brasil, 2000). Este produto difere do charque em alguns aspectos, tais como, matéria-prima de melhor qualidade, injeção automática de salmoura com nitrato e nitrito de sódio, realizada em ambiente climatizado, processo de salga seca em ambiente climatizado e embalagem à vácuo (Fayrdin, 1991; Shimokomaki et al., 2006).

Ambos os produtos apresentam atividade de água intermediária, sendo estáveis à temperatura ambiente por meses (Torres et al., 1994). Além disso são derivados da Tecnologia dos Obstáculos ou “Hurdle Technology”, postulada por Leistner (1985), segundo a qual a estabilidade de um produto é atribuída a dois ou mais obstáculos que, isoladamente, não produziriam esse efeito (Shimokomaki et al., 1998).

### **2.1.1 Processamento do Charque e Jerked Beef**

O quadro 1 representa diferenças do processamento de charque e jerked beef. O processamento do charque tem sido descrito por diversos autores (Torres et al., 1994; Pinto, 1996; Pavia et al., 1997; Pinto et al., 1998; Lira & Shimokomaki, 1998; Shimokomaki et al., 1998), sendo realizado para promover a diminuição da atividade de água nos tecidos, devido à adição de cloreto de sódio e etapa de secagem ao sol.



**Quadro 1** - Diferenças do processamento do charque e do jerked beef.

No processamento, a carne bovina (matéria-prima) é desossada, adelgada e cortada em camadas de 3 a 5 cm, denominadas “mantas”. Estas são submetidas à salga úmida, por meio de imersão em solução de salmoura com 25 % de cloreto de sódio, durante 40 minutos ou por injeção automática da solução salina.

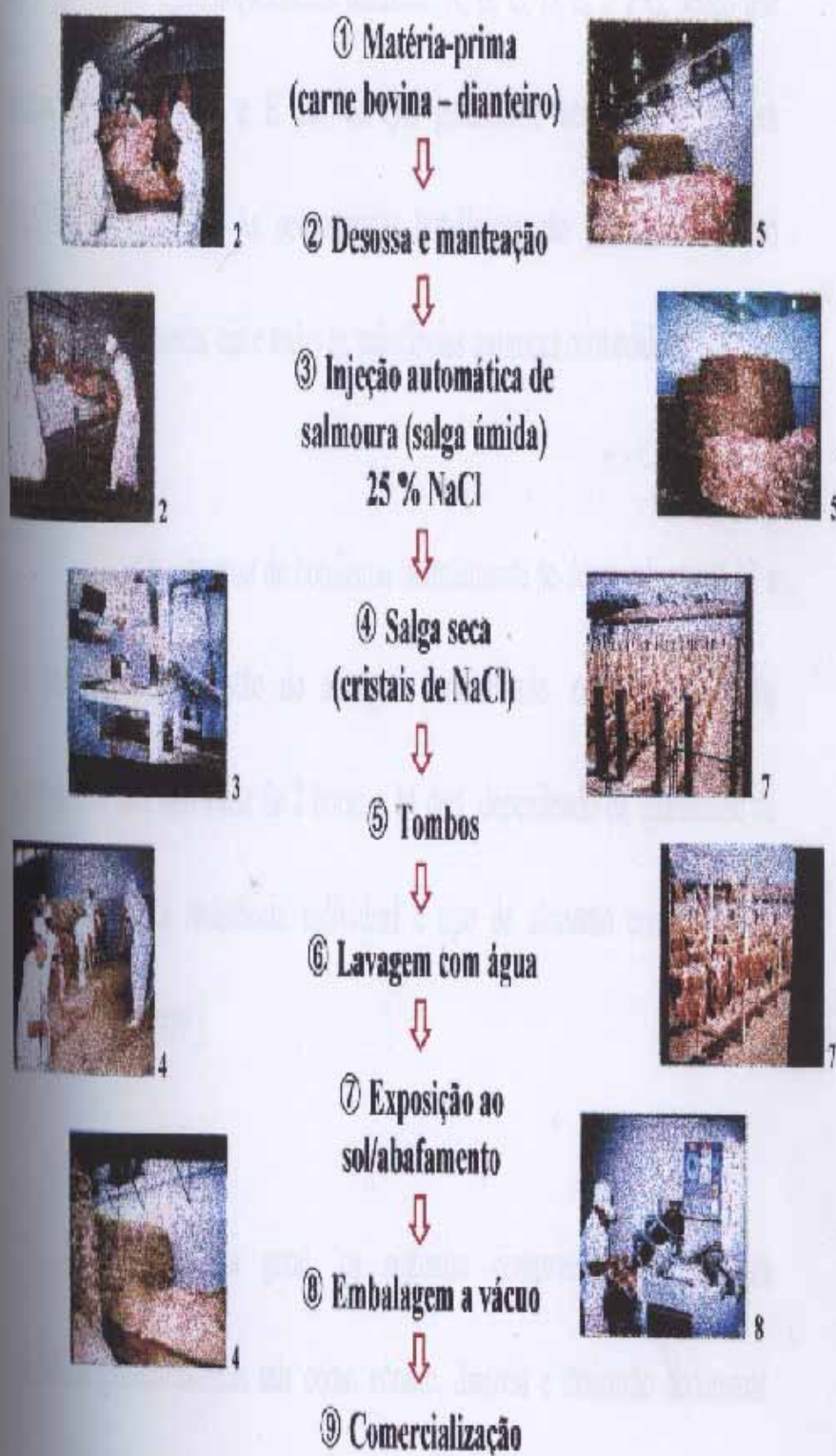
Posteriormente à salga úmida, as mantas são intercaladas com sal grosso e empilhadas até altura máxima de 2 metros, etapa denominada de salga seca. Após período aproximado de 24 horas, a ordem da pilha é invertida e sal grosso é repostado. As pilhas de carne são invertidas diariamente, durante 3 a 5 dias, procedimento conhecido como “tombo”.

No final do último tombo, as mantas são lavadas para retirar excesso de sal grosso superficial e levadas para exposição ao sol, em varais. Ocorre alternância da exposição das mantas ao sol com a cobertura das mesmas em lonas,

fato caracterizado como “abafamento”. A cada 6 a 8 horas de exposição das mantas ao sol há intercalação das mesmas em lonas, entre 40 a 42 horas. Geralmente são empregados 3 ciclos de sol-abafamento para que o produto esteja apto ao consumo (Shimokomaki et al., 1998).

O processamento do jerked beef é semelhante ao charque, exceto pela utilização de matéria-prima de melhor qualidade, injeção de salmoura com nitrato e nitrito de sódio, refrigeração nas etapas de salga seca e úmida e embalagem à vácuo (Fayrdin, 1991; Shimokomaki et al., 2003). A figura 1 representa o fluxograma de processamento de jerked beef.

Figura 1 – Fluxograma de processamento do *jerked beef* (LARA *et al.*, 1999).



## 2.2 TECNOLOGIA DE OBSTÁCULOS

Esse sistema foi descrito por Leistner (1985, 1987), na qual aborda o mecanismo de processamento de produtos para garantir sua estabilidade. De acordo com o autor, um produto obtido pela Tecnologia dos Obstáculos é estável à temperatura ambiente pela ação de dois ou mais fatores (“obstáculos”) que, de forma isolada, não produziria tal efeito.

Nesse sentido, a conceituação de obstáculos aborda, de forma genérica, o modo em que as interações responsáveis pela estabilidade em alimentos podem ser utilizadas no monitoramento da qualidade, desenvolvimento de processamento e de novos produtos.

Alimentos preservados por métodos combinados continuam estáveis e seguros, mesmo sem refrigeração e apresentam intensas propriedades sensoriais e nutritivas, mesmo com os processos aplicados (Leistner, 1992).

Até o ano de 1995, cerca de 50 diferentes obstáculos tinham sido identificados para a preservação dos alimentos. Os obstáculos mais importantes e freqüentemente usados são as alta e baixa temperaturas, baixa atividade de água, acidez, baixo potencial redox, microrganismos competitivos (bactéria acidolática) e conservantes (nitrito, sorbato e sulfito) (Leistner & Gorris, 1995). A combinação de vários obstáculos na preservação e armazenamento de alimentos visa garantir produtos seguros e estáveis, em relação aos microrganismos deteriorantes (Leistner & Gorris, 1995).

Leistner (1985) cita vários exemplos de alimentos de umidade intermediária, como presuntos crus e embutidos fermentados, na Europa; charque, no Brasil; pemmican, na América do Norte; dendeng giling, na Indonésia; njor sougam, na China.

O desenvolvimento dos sistemas de processamento e armazenamento de jerked beef, produto obtido pela tecnologia dos obstáculos (Leistner, 1985) pressupõe uma análise acurada dos seus principais obstáculos durante o processamento e armazenamento, nas quais supõem serem a atividade de água, concentração de cloreto de sódio, pH, contaminação inicial da matéria-prima, nitrito e nitrato de sódio e embalagem à vácuo.

### 2.2.1 Atividade de Água

A atividade de água e a concentração de sal são os principais parâmetros para garantir a estabilidade do jerked beef. Dentro das especificações legais de umidade e concentração salina, o produto encontra-se em faixa intermediária de atividade de água. Vale ressaltar que a atividade de água não é tida como parâmetro oficial de padronização do produto (Biscontini et al., 1992; Torres et al., 1994).

Nessa faixa de atividade de água, os únicos microrganismos capazes de se desenvolver são os bolores xerofílicos, leveduras e bactérias halofílicas (Franco & Landgraf, 1996). Apenas as bactérias halofílicas têm sido relacionadas com a deterioração do charque. No entanto, em virtude de serem estritamente aeróbias apresentam desenvolvimento comprometido, em função da presença da embalagem à vácuo (Pinto, 1996).

Durante o processamento de jerked beef ocorre drástica redução da umidade, variando de 75 % para cerca de 45 % (Biscontini et al., 1992), sendo os principais fatores para a retirada de água do produto a elevada concentração salina na superfície e no interior do produto, temperatura e pressão mecânica durante o empilhamento.

De acordo com Offer et al. (1989), a carne fresca pode perder água pela evaporação superficial ou exsudação, por meio dos canais existentes ao nível de perimísio, fato observado em jerked beef em estudos de microscopia ultraestrutural (Biscontini et al., 1996).

No decorrer do processamento de jerked beef há dois pontos potenciais de contaminação microbiana. O primeiro refere-se à matéria-prima, cuja atividade de água não estando em faixa intermediária facilita o desenvolvimento de patógenos, tais como, *Staphylococcus aureus*, bactéria facultativamente anaeróbia e halotolerante (Buchanan & Gibbons, 1974; Bergdoll, 1979) e o segundo ponto, a etapa de secagem das mantas ao sol, desprovidas de qualquer proteção contra insetos, pássaros e poeira. O controle do obstáculo representado pela microbiota competitiva é de fundamental importância para a inibição de *Staphylococcus aureus*.

### 2.2.2 Concentração de Cloreto de Sódio

Os microrganismos capazes de se desenvolverem em jerked beef são os halofílicos e halotolerantes. Os halofílicos estão subdivididos em levemente halofílicos, nas quais requerem níveis de cloreto de sódio entre 0,5 e 3,0 %, os moderadamente halofílicos, entre 3 e 15 % e os halofílicos extremos, entre 15 e 30 % (Franco & Landgraf, 1996). *Staphylococcus aureus* merece destaque por desenvolver-se em concentração salina de até 15 % (Buchanan & Gibbons, 1974) e produzir enterotoxina termoestável.

### 2.2.3 Embalagem

Os únicos microrganismos capazes de se desenvolver no produto são bolores, leveduras e bactérias halofílicas (Shimokomaki et al., 1987), sendo estas últimas pertencentes ao gênero *Halobacterium* e *Halococcus* (Buchanan & Gibbons, 1974). Estas bactérias produzem pigmentos vermelhos e uma alteração putrefativa, denominada “vermelhão”. Por outro lado, essas bactérias têm crescimento lento, ainda que as condições do meio sejam ideais e são estritamente aeróbias (Buchanan & Gibbons, 1974).

A embalagem à vácuo previne o desenvolvimento das bactérias halofílicas, bem como bolores e leveduras, pois a maioria desses microrganismos é aeróbio (Geisen et al., 1992).

### 2.2.4 pH

A utilização de abates supervisionados por serviços oficiais de inspeção tem acarretado melhorias na padronização do produto. O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) preconiza jejum sólido e hídrico de 24 horas aos animais destinados ao abate, visando a

repleção das reservas musculares de glicogênio, depletadas pelo estresse de transporte, embarque e desembarque (Brasil, 1962; Pardi et al., 2001).

Após o abate, em virtude da diminuição do aporte de oxigênio decorrente do colapso circulatório, a obtenção de energia proveniente do glicogênio para manter a integridade muscular passa a ocorrer principalmente por via anaeróbica, resultando em acúmulo de ácido láctico e, em consequência, diminuição do pH muscular. Carnes provenientes de animais exauridos antes do abate, sem prévio repouso para repleção das reservas de glicogênio muscular sofrem uma menor diminuição do pH muscular (Judge et al., 1989).

O pH apresenta efeito significativo na capacidade de retenção de água da carne. Quanto menor o valor do pH, mais próximo situa-se o ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares, onde há equivalência de grupos carregados positiva e negativamente. Nesse sentido restam poucos grupos excedentes para ligar água. Essa influência do pH denomina-se net charge effect (Judge et al., 1989) e explica a menor capacidade de retenção de água da carne em animais abatidos sob condições preconizadas pelo RIISPOA (Judge et al., 1989; Geisen et al., 1992).

Dessa forma, a maior produção de ácido láctico favorece a maior redução do valor de pH, que contribui para maior abaixamento da capacidade de retenção de água, sendo um obstáculo importante para assegurar a estabilidade microbiológica do produto.

### **2.2.5 Nitrito e Nitrato de Sódio**

O nitrito de sódio é um dos obstáculos mais importantes e comumente usados. Nos estágios iniciais de produção de salame, o nitrito e cloreto de sódio são importantes obstáculos, por inibirem o desenvolvimento de muitas bactérias presentes na massa cárnea (Leistner & Gorris, 1995).

Nitrito e nitrato de sódio são usados há séculos para curar carnes, sendo seu uso regulado nos EUA desde os anos 90. As carnes curadas resultam em propriedades na cor, sabor e textura, com boa aceitação pelos consumidores. Além disso, o nitrito proporciona proteção específica contra *Clostridium botulinum* (Cassens, 1995).

Em condições apropriadas, o nitrito de sódio atua em reações de nitroação para produzir compostos nitrosos, muitos dos quais são específicos e potentes carcinógenos (Cassens, 1995). Nesse sentido torna-se imperiosa a racionalização de nitrito em produtos cárneos curados.

Dentre as ações do nitrito, a atividade antimicrobiana é a mais importante, especialmente em relação à inibição de *Clostridium botulinum* (Cassens, 1995). Em determinadas condições, o nitrito pode reagir com aminas secundárias e terciárias, originando compostos carcinogênicos, conhecidos como N-nitrosaminas. Além disso, nitratos e nitritos podem originar quadros de metahemoglobinemia, principalmente em crianças (Toledo, 1996).

Nitrito e não nitrato é aparentemente o componente efetivo dos sais de cura. Age com a mioglobina, originando nitrosomioglobina, de cor avermelhada, que sob ação térmica passa a nitrosohemocromo, composto responsável pelo aspecto rosado das carnes curadas (Toledo, 1996).

O nitrato de sódio atua como fonte de nitrito e sua conversão ocorre por meio de algumas bactérias durante o processamento e estocagem (Cassens, 1995). Torres (1987) não encontrou nenhum efeito inibidor oxidativo ao adicionar nitrato de sódio no estudo da oxidação lipídica em charque. Sugeriu que a elevada concentração salina do produto impediu a conversão de nitrato em nitrito de sódio.

### **2.2.6 Contaminação Inicial**

A contagem em placas de bactérias aeróbias mesófilas é realizada para indicar a qualidade sanitária do alimento. Mesmo na ausência de patógenos e condições organolépticas inadequadas, a contagem elevada de microrganismos pode indicar alimento insalubre, exceto em alimentos fermentados (Franco & Landgraf, 1996).

A contagem elevada de aeróbios mesófilos em alimentos não perecíveis indica matéria-prima contaminada ou processamento insatisfatório, sob aspecto sanitário. Já em alimentos perecíveis pode ser sinônimo de irregularidades durante o armazenamento, em relação ao binômio tempo/temperatura. É importante salientar o fato da grande maioria das bactérias patogênicas de origem alimentar

serem mesófilas, sendo que altas contagens nos alimentos indicam a existência de condições propícias ao desenvolvimento desses microrganismos (Franco & Landgraf, 1996).

É importante a quantidade de cultura iniciadora adicionada em alimentos. De forma geral, o número de microrganismos iniciadores deve superar o número da contagem total da matéria-prima em dois ciclos logarítmicos, visando obtenção de êxito no trabalho. O número máximo de microrganismos aeróbios mesófilos (contagem total) aceitável na carne refrigerada é de  $10^6$  UFC/g (Terra, 2003).

## **2.3 PRODUTOS CÁRNEOS FERMENTADOS**

### **2.3.1 Alimentos Fermentados**

Nas sociedades ricas, os consumidores têm dado muita importância para aspectos responsáveis por melhorias na qualidade de vida. Nesse sentido, a dieta tem sido considerada como um dos fatores mais importantes ao bem-estar e saúde (Colmenero et al., 2001).

Alimentos fermentados atuam como substratos para microrganismos comestíveis, cujas enzimas, particularmente amilases, proteases e lipases hidrolisam polissacarídeos, proteínas e lipídios, respectivamente, e são importantes na obtenção de produtos não tóxicos, providos de sabor, aroma e textura atrativos ao consumidor (Steinkraus, 1997).

O desenvolvimento de alimentos fermentados deu-se por meio de dois fatores ocorridos na metade do século XIX. O primeiro, baseado no suprimento alimentar de grandes concentrações populacionais, devido à Revolução Industrial. E o segundo, a partir do desenvolvimento da ciência microbiológica, resultando em técnicas de fermentação mais controladas e eficientes (Caplice & Fitzgerald, 1999).

Exemplos de alimentos fermentados são: “ogi”, na Nigéria e África Ocidental; “Bongknek” e “Oncom”, na Indonésia; “kenkey”, em Gana; “mahewu”, na

África do Sul; “gari”, na África Ocidental, “kimchi”, na Coréia; “tempeh”, na Indonésia e Suriname; “nan”, na Índia; “olives”, no Mediterrâneo (Caplice & Fitzgerald, 1999).

### 2.3.2 Culturas Iniciadoras

Culturas iniciadoras são preparações de microrganismos que desenvolvem no substrato de fermentação as desejáveis atividades metabólicas. Geralmente, esses microrganismos multiplicam-se no substrato (Hammes & Hertel, 1998).

A adição de microrganismos desejáveis em carne pode ter quatro diferentes propósitos: 1. melhorar a segurança (inativação de patógenos); 2. melhorar a estabilidade (estender a vida útil de prateleira pela inibição de mudanças indesejáveis, ocasionadas por microrganismos deteriorantes ou reações abióticas); 3. produzir diversidade (modificação da matéria-prima para obter novas propriedades sensoriais); 4. produzir benefícios à saúde (benefícios positivos sobre a microbiota intestinal) (Lucke, 2000).

As culturas iniciadoras são usadas para modificar as propriedades sensoriais dos alimentos. Nas fermentações cárneas, bactérias acidoláticas geralmente desempenham os propósitos 1 a 3, enquanto microrganismos denominados cocos catalase positivos (*Staphylococcus*, *Kocuria*), leveduras (*Debaryomyces*) e fungos (*Penicillium*) normalmente atuam e estabilizam as propriedades sensoriais desejáveis (propósito 3) (Lucke, 2000).

A quantidade de cultura iniciadora a ser adicionada na carne depende do potencial de crescimento dos microrganismos nos produtos. Além disso, a distribuição homogênea dos microrganismos adicionados é importante para promover os efeitos desejados (Katsaras & Leistner, 1991).

O uso de culturas antagônicas para inibir patógenos e/ou estender a vida útil (propósitos 1 e 2), enquanto modificam as propriedades sensoriais dos produtos são denominadas de “culturas protetoras”. A utilização destas ou de seus produtos metabólicos, bacteriocinas ou enzimas é designado como biopreservação (Lucke, 2000).

Culturas probióticas são utilizadas pelos seus efeitos benéficos à saúde (Hammes & Hertel, 1998). Além da atuação nas propriedades sensoriais, as culturas iniciadoras podem atuar na cor, firmeza e qualidade higiênica dos produtos (Montel et al., 1996).

Os componentes bacterianos dos iniciadores consistem de *micrococci*, *staphylococci*, bactéria acidolática e, em menor importância, *Streptomyces griseus* ou *Aeromonas sp.* Para selecionar os microrganismos apropriados e garantir ótima performance no processo fermentativo, as propriedades tecnológica, ecológica, fisiológica e genética deveriam ser bem conhecidas (Hammes & Knauf, 1994). O quadro 2 mostra espécies empregadas em culturas iniciadoras em carnes (Hammes & Hertel, 1998).

<b>Bactéria</b>
<b>Bactéria Ácidolática</b>
<i>Lactobacillus acidophilus</i> <sup>a</sup> , <i>L. alimentarius</i> <sup>b</sup> , <i>L. casei</i> <sup>a</sup> , <i>L. curvatus</i> , <i>L. platarum</i> , <i>L. pentosus</i> , <i>L. sakei</i> , <i>Lactococcus lactis</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i> , <i>P. pentosaceus</i>
<b>Actinobactéria</b>
<i>Kocuria varians</i> <sup>c</sup> , <i>Streptomyces griseus</i> , <i>Bifidobacterium spec.</i> <sup>a</sup>
<b>Staphylococci</b>
<i>Staphylococcus xylosus</i> , <i>S. carnosus subsp. Carnosus</i> , <i>S. carnosus subsp. Utilis</i> , <i>S. equorum</i> <sup>b</sup>
<b>Halomonadaceae</b>
<i>Halomonas elongata</i> <sup>b</sup>
<b>Enterobactéria</b>
<i>Aeromonas spec.</i>
<b>Fungo</b>
<i>Penicillium nalgiovense</i> , <i>P. chrysogenum</i> , <i>P. camemberti</i>
<b>Levedura</b>
<i>Debaryomyces hansenii</i> , <i>Candida famata</i>

<sup>a</sup> usadas em culturas probióticas.

<sup>b</sup> usadas em estudos de mercado para escala industrial.

<sup>c</sup> designado, anteriormente como *Micrococcus varians*.

**Quadro 2** - Espécies microbianas empregadas como culturas iniciadoras em carnes (Hammes & Hertel, 1998).

### 2.3.3 Gênero *Staphylococcus*

Staphylococci são microrganismos fermentativos capazes de sobreviver em baixo pH e em condições osmóticas estressantes. Certas espécies

são regularmente encontradas em produtos cárneos “fermentados naturalmente”, nas quais são produzidos sem adição de culturas iniciadoras e têm sido relacionadas ao desenvolvimento de aromas específicos (Berdagué et al., 1993). Geralmente apresentam níveis elevados das atividades catalase e nitrato redutase, podem metabolizar eficientemente lipídios e apresentar endo e exopeptidases (Miralles et al., 1996). Estudos mostram que essas atividades têm sido relacionadas com desenvolvimento de cor específica e possivelmente aroma de produtos cárneos fermentados (Lucke & Hechelmann, 1987).

As espécies mais comuns são *Staphylococcus xylosum* e *Staphylococcus carnosus* (Miralles et al., 1996), sendo *S. carnosus* exemplo específico de sucesso de bactéria modificada para utilização em carnes (Hammes & Knauf, 1994). O quadro 3 mostra características fisiológicas importantes das *Micrococcaceae*.

<b>Características</b>	<i>M. varians</i>	<i>S. xylosum</i>	<i>S. carnosus</i>
catalase	++	++	++
redução do nitrato	++	++	++
hidrólise da caseína	-	-	-
hidrólise do amido	-	-	-
hidrólise da gelatina	-	+	-
ácido láctico	L	L(D)	DL
<b>Produção de ácido de:</b>			
D-sacarose	-	++	-
S-maltose	-	+	-
D-lactose	+	+	++
<b>Crescimento em presença de NaCl:</b>			
7,5 %	++	++	++
10 %	++	++	++
15 %	-	++	++
<b>Crescimento a:</b>			
15 °C	++	++	++
45 °C	++	++	++

**Quadro 3** - Características fisiológicas importantes sob o aspecto tecnológico das *Micrococcaceae* (Hammes et al., 1985 Apud Terra, 2003).

De forma a operar eficientemente sobre a microbiota da carne, a quantidade de iniciadores deve-se sobrepôr ao número de microrganismos presentes na microbiota. Os mecanismos envolvidos incluem competição por nutrientes, formação de um meio desfavorável e competição por fixação/adesão (Caplice & Fitzgerald, 1999).

Staphylococci têm sido utilizados como iniciadores na produção de salsichas, por serem as espécies mais importantes na produção de compostos de aroma, ainda que haja pouca informação sobre a capacidade de produção de aroma e como essa capacidade é afetada por parâmetros de processamento envolvidos na produção de salsicha (Stahnke, 1999).

A característica de aroma de carne fresca, produtos cárneos fermentados e pernil seco curado dá-se por um sutil balanço entre componentes não voláteis contendo propriedades de sabor e componentes voláteis, havendo interação de ambos com proteínas e lipídios. Os aromas distinguindo os produtos cárneos são associados às variações no tipo desses diferentes componentes e o desbalanço entre eles pode gerar perda de aromas. O processo de formação de aroma tem relação com as atividades enzimáticas endógenas e microbianas e com as reações químicas sobre o processamento tecnológico (Montel et al., 1998). A oxidação lipídica atua como componente importante na formação de aroma (Hammes & Hertel, 1998).

A característica de aroma de diferentes tipos cárneos geralmente acredita-se ser derivada das fontes de lipídios. Aldeídos, principais produtos de degradação de lipídios estão provavelmente envolvidos em certas espécies características. O mecanismo é baseado na relação direta entre teor de ácidos graxos insaturados com produção de aldeídos voláteis insaturados (Mottram, 1998).

Berdagué et al. (1993), ao estudarem efeitos de iniciadores na formação de compostos de aroma em salsichas mostraram que salsichas produzidas com diferentes culturas iniciadoras pertencentes à família *Micrococcaceae* apresentaram diferentes padrões voláteis, indicando que estes poderiam resultar em salsichas com diferentes perfis sensoriais (Berdagué et al., 1993).

A contribuição relativa da microbiota dá-se pela caracterização e quantidade dos microrganismos, suas atividades metabólicas intrínsecas e a expressão dessas atividades nos produtos. Essas atividades dependem da composição da carne, quaisquer ingredientes adicionados, tais como, açúcar, sal, nitrato, nitrito e sobre variáveis tecnológicas, tais como, pH, temperatura, tempo de secagem e constituintes gasosos do ambiente (Montel et al., 1998).

Lucke (2000) mostrou que microrganismos, em particular cocos catalase positivos podem afetar o aroma e sabor de salsichas fermentadas pela

transformação de componentes da degradação de lipídios e proteínas em componentes que apresentam características desejáveis de aroma.

Estudos em salsichas sugerem a ocorrência da má fermentação, quando fatores ecológicos e condições tecnológicas são desfavoráveis durante o processo fermentativo, tais como, a presença de peróxido de hidrogênio, acarretando rancidez e descoloração (Hammes & Hertel, 1998).

Montel et al. (1996), ao estudarem 19 cepas de *Micrococcaceae* em salsichas secas detectaram que cepas de *S. carnosus* e *S. xylosus* produziram o mais intenso odor de curado. As cepas apresentaram atividades lipolítica e proteolítica de baixa intensidade e não produziram acetoína, porém apresentaram papel importante na redução de nitrato. Além da baixa atividade proteolítica de *S. carnosus*, Reuter (Apud Pérez & Legarreta, 2003) verificou ausência desta atividade, sugerindo a limitação da proteólise, em virtude de as proteínas endógenas estarem bem estruturadas.

Montel et al. (1996) sugeriram que enzimas tissulares são suficientemente ativas para prover ácidos graxos e aminoácidos necessários ao desenvolvimento do aroma.

Estudo de Stahnke (1999) mostrou que culturas iniciadoras provenientes de *S. carnosus* e *S. xylosus* produziram uma grande quantidade de voláteis em concentrações de importância sensorial, sugerindo a habilidade de *Staphylococcus* estar relacionada à catálise de aminoácidos.

Nitratos e nitritos são usados em produtos cárneos com a finalidade de desenvolver e fixar a cor, inibir microrganismos, tais como *Clostridium botulinum* (Cassens, 1995) e conferir sabor e aroma específicos (Toledo, 1996). O nitrito em carnes reage com a hemoglobina formando nitrosomioglobina, de cor avermelhada que, sob ação térmica transforma-se em nitrosohemocromo, responsável pelo aspecto rosado de carnes curadas (Cassens, 1995).

Papamanoli et al. (2002), ao estudarem a caracterização de *Micrococcaceae* em salsichas fermentadas secas isolaram uma centena de cepas durante quatro estágios diferentes no processamento. Observaram que 91 % dos isolados pertenciam ao gênero *Staphylococcus*. Dentro deste, as espécies mais isoladas foram *S. saprophyticus* (22 %), *S. carnosus* (20 %) e *S. xylosus* (10 %), observando crescimento da maioria das cepas de 10 a 15 % de cloreto de sódio e redução do nitrato à 18 °C (Papamanoli et al., 2002).

Estudos de Miralles et al. (1996) para selecionar cepas de *Staphylococcus* como potenciais culturas iniciadoras em carnes verificaram que a maioria das cepas testadas apresentaram acentuada atividade nitrato redutase, conforme staphylococci foram mantidos em condições anaeróbicas ou microaerofílicas. A atividade da catalase foi quase proporcional à atividade nitrato redutase.

Montel et al (1996), ao estudarem as atividades bioquímicas de *Micrococcaceae* observaram redução efetiva de nitrato quando salsichas eram inoculadas com cepas de *S. carnosus* e *S. xylosus*.

A ação nitrato redutase e catalase de espécies de *Staphylococcus* foram verificadas por Montel et al. (1998) e Hugas & Monfort (1997). Essas ações têm sido correlacionadas como fatores limitantes na oxidação de ácidos graxos e produção de aldeídos (Montel et al., 1998).

As espécies de *Micrococcaceae* são usadas para enriquecer a quantidade de microrganismos fermentativos durante a maturação dos produtos, visando acentuar a estabilidade de cor de carnes curadas e prevenir rancidez (Papamanoli et al., 2002).

Montel et al (1996) relataram a importância de desenvolvimento da cor pelo uso comercial de culturas iniciadoras, ao estudarem as atividades bioquímicas das *Micrococcaceae*. Testes bioquímicos para seleção de cepas de *Staphylococcus* conduzidos por Miralles et al. (1996) mostraram intensa atividade nitrato redutase em muitas cepas. A atividade de lipase foi encontrada em diferentes cepas de *Staphylococcus*.

Pinto (1996), ao estudar culturas iniciadoras no processamento de jerked beef observou a evolução dos principais microrganismos identificados em amostras de matéria-prima, produto final e salmoura. De acordo com o quadro 4, verificou-se que as condições de processamento de jerked beef selecionam a microbiota, permanecendo no produto final apenas bactérias da família *Micrococcaceae*, com predominância de estafilococos coagulase negativos, com 84,2 %, seguido de *Micrococcus spp*, com 15,8 %. (Pinto et al., 1993b; 1996).

Amostra	Composição da microbiota	Porcentagem (%)
Matéria-prima	<i>Staphylococcus spp</i> (coagulase negativo)	47,2
	<i>Micrococcus spp</i>	17,6
	<i>Lactobacillus spp</i>	17,6
	Corineformes	17,6
Produto Final	<i>Staphylococcus spp</i> (coagulase negativo)	84,2
	<i>Micrococcus spp</i>	15,8
Salmoura	<i>Staphylococcus spp</i> (coagulase negativo)	63,0
	<i>Micrococcus spp</i>	14,8
	<i>Bacillus spp</i>	7,4
	Corineformes	14,8

**Quadro 4** - Identificação dos principais microrganismos em amostras de matéria-prima, salmoura e jerked beef (Pinto, 1996).

O teor de nitrito de sódio do produto final não ultrapassou 40 ppm. Não foi verificada diferença de textura em amostras de jerked beef, elaborado com e sem culturas iniciadoras, ainda que tais culturas tenham promovido um aumento na proteólise do produto (Pinto, 1996). Youssef (2000) mostrou que a adição de nitrato e nitrito de sódio no processamento de jerked beef confere menor índice nos valores de TBARS, em relação ao desenvolvimento de aroma de requentado e as amostras analisadas apresentaram valores médios de 13,98 ppm de nitrito de sódio.

Youssef et al. (1998) mostraram que os números de TBARS para o charque foram quase duas vezes maiores do que os encontrados em jerked beef, indicando que a adição de sais de cura (nitrito e nitrato de sódio) resulta em menores teores de rancidez para jerked beef.

As culturas iniciadoras de estafilococos inibiram o desenvolvimento de *Staphylococcus aureus* provavelmente por mecanismo competitivo, em virtude da ausência de produção de compostos ativos. E amostras de jerked beef elaboradas com as culturas iniciadoras apresentaram maior aceitabilidade, em comparação ao controle (Pinto, 1996).

## 2.4 TEXTURA

A textura da carne bovina adquiriu importância com o advento de animais zebuínos em rebanhos taurinos. O genótipo zebuíno introduziu grande variação na maciez da carne de bovinos europeus (Monteiro, 2001).

A textura de um alimento é a soma das sensações sinestésicas derivadas da degustação, que englobam sensações percebidas na cavidade oral, propriedades mastigatórias, residuais, acústicas e/ou a relação de aplicação de uma força em um alimento. Vários métodos têm sido empregados para correlacionar as características de textura com as propriedades sensoriais, com destaque para a força de cisalhamento (Campos, 1989).

A textura é um dos atributos mais importantes da qualidade em carnes e está diretamente associada ao tecido conjuntivo, proteínas miofibrilares (Light et al., 1985; Bailey & Light, 1989). Outros fatores também merecem destaque, entre os quais, enzimas do sistema calpaína e calpastatina, gordura marmórea (Taylor et al., 1995) e quantidade de água no músculo (Offer et al., 1989).

A textura da carne depende de fatores ligados aos períodos ante e pós morte do animal (Light et al., 1985; Shorthose & Harris, 1990; Dransfield, 1994), além do tipo de músculo, idade e sexo (Avery & Bailey, 1995; Bosselmann et al., 1995).

De acordo com Bailey & Light (1989), as características físico-químicas e bioquímicas sofrem influência das temperaturas de armazenamento e cozimento, sendo a maciez da carne cozida influenciada pela temperatura de cozimento dos componentes do conjuntivo e miofibrilar. A resistência da estrutura miofibrilar sofre influência do encolhimento do músculo e condições de pré-rigor, pH final, idade e binômio tempo/temperatura durante a cocção (Harris & Shorthose, 1981).

Shimokomaki et al. (1972) mostraram que a concentração e o tipo de ligação cruzada nos diferentes tipos de colágeno contribuem para a dureza da carne e verificaram a relação entre o aumento de ligações cruzadas com o envelhecimento do animal, estando diretamente relacionada à maior dureza da carne.

A adição de sal afeta a hidratação de proteína e a capacidade de retenção de água, influenciando os fenômenos “salting in” e “salting out”. Com o

aumento da concentração salina, a solubilidade de algumas proteínas diminui, em virtude da competição entre proteína e íons do sal pela molécula de água, na qual remove água de hidratação da proteína. Nesse sentido, verifica-se aumento da interação proteína-proteína (“salting out”), em relação à interação proteína-água, seguido de precipitação (Offer & Night, 1989; Samejima et al., 1992; Damodaram & Paraf, 1997). Por outro lado, na presença de baixa concentração salina e na dependência do pH e temperatura há aumento da solubilidade da maioria das proteínas, em virtude da estabilização das interações eletrostáticas do sal com cargas na superfície das proteínas (“salting in”).

O tamanho e o espaço entre os filamentos da fibra muscular na imobilização de moléculas de água dependem do pH. Nos valores de pH próximos ao ponto isoelétrico ocorre a menor capacidade de retenção de água e a carne apresenta a maior liberação de fluido e menor extração de proteína, provocando redução da maciez (Wismer-Pedersen, 1994).

Tal fato ocorre em função da diminuição dos espaços interfilamentares e aumento dos espaços extracelulares. Valores acima e abaixo do ponto isoelétrico sinalizam excesso de cargas negativas e positivas, respectivamente, provocando repulsão entre os filamentos e aumento do espaço interfilamentar, que pode conter mais água. Dessa forma ocorre maior solubilização e extração de proteínas (Biscontin et al., 1996; Laack & Solomon, 1994; Wismer-Pedersen, 1994).

## **2.5 Cor**

A cor da carne é um importante parâmetro de qualidade e utilizado pelos consumidores na aquisição de produtos cárneos, por ser indicativo de sabor, frescor, suculência e maciez (Laack et al., 1996).

A cor da carne deve-se sobretudo ao pigmento mioglobina e, em menor grau, à hemoglobina. A quantidade de mioglobina nos animais varia com a espécie, a idade, o sexo, o músculo e a atividade física. Via de regra, a carne de bovinos possui mais mioglobina do que a de suínos, peixes e aves (Pardi et al., 2001).

As diferenças de teor de mioglobina nas diversas espécies dependem dos tipos de fibras musculares de cada espécie. As fibras vermelhas, com alto teor em citocromo e mioglobina predominam nos membros dos mamíferos; as fibras brancas, com baixo teor em citocromo, mioglobina e mitocôndrias são típicas dos músculos peitorais de peru e galinha. E existem as fibras intermediárias entre os dois tipos citados (Pardi et al., 2001).

A mioglobina consiste de duas porções, a protéica globular (globina) e a não protéica (grupo heme) (Judge et al., 1989), sendo a cor determinada primariamente pela concentração e estado de oxidação ou oxigenação do ferro do grupo heme da mioglobina (Laack et al., 1996).

Este pigmento ocorre em três formas em carnes frescas: 1) desoximioglobina ou mioglobina reduzida, cor vermelho púrpura, com átomo de ferro no estado  $Fe^{+2}$ ; 2) oximioglobina ou mioglobina oxigenada, cor vermelho brilhante, com átomo de ferro no estado  $Fe^{+2}$  e 3) metamioglobina ou mioglobina oxidada, cor marrom, com átomo de ferro no estado  $Fe^{+3}$  (Rust & Olson, 1973; Conforth, 1994).

A oxigenação da desoximioglobina para oximioglobina (forma ferrosa para férrica), fisiologicamente é um processo lento e pode durar horas ou dias (Rust & Olson, 1973; Conforth, 1994). A interconversão entre as três formas do pigmento mioglobina é reversível. No entanto, em virtude de transformações químicas da mioglobina reduzida e presença de aquecimento, responsável pela desnaturação protéica ocorre a formação de um pigmento marrom denominado de metamioglobina desnaturada, irreversível, com átomo de ferro na forma  $Fe^{+3}$  (Rust & Olson, 1973).

O mecanismo pormenorizado da interconversão ainda não foi totalmente elucidado. Sabe-se que há interdependência da oxidação lipídica e formação de metamioglobina. A oxidação do pigmento pode atuar como catalisador da oxidação lipídica. Esta pode ser induzida por compostos que contêm ferro, tais como, ferritina e ferro livre. Radicais livres oriundos da oxidação lipídica podem oxidar o grupo heme (Rhee et al., 1988; 1996).

Em produtos curados com sais de cura contendo nitrito e nitrato de sódio há formação de óxido nítrico (NO) pela decomposição do nitrito e nitrato. O óxido nítrico reage com a mioglobina para formar nitrosomioglobina, de cor vermelho escuro, com ferro no estado  $Fe^{+2}$ . Sob ação térmica, o nitrosomioglobina desnatura e dá origem ao nitrosohemocromo, de cor róseo, com ferro<sup>+3</sup> (Belitz & Grosch, 1997).

## 2.6 CARACTERÍSTICAS E FUNÇÕES DOS LIPÍDIOS

Os lipídios consistem em um amplo grupo de compostos, geralmente solúveis em solventes orgânicos, mas pouco solúveis ou insolúveis em água. São os principais componentes do tecido adiposo e junto com proteínas e carboidratos constituem os principais componentes estruturais de todas as células vivas. Os ésteres de glicerol de ácidos graxos, nas quais representam 99% dos lipídios de origem vegetal e animal são tradicionalmente chamados de gorduras e óleos, dependendo do estado físico à temperatura ambiente (Fennema, 1996).

Os lipídios são importantes na alimentação, em virtude do alto valor energético, dos ácidos graxos essenciais, das vitaminas lipossolúveis e dos fosfolipídios. Atuam nas características organolépticas. O maior valor calórico procede dos ácidos graxos, triglicerídios e fosfolipídios (Pardi et al., 2001).

Constituem o componente mais variável da carne, cuja proporção oscila de acordo com a espécie, raça, sexo, manejo, alimentação, região anatômica, idade do animal e clima (Pardi et al., 2001). Caracterizam-se como excelentes fontes de armazenamento de energia, além de proverem o organismo com compostos essenciais, tais como, ácidos linoléico, linolênico, vitaminas A, D, E, K e facilitam a absorção das vitaminas solúveis (Pomeranz & Meloan, 1994).

A estabilidade dos lipídios em carne e produtos cárneos é influenciada por muitos fatores, incluindo a espécie, tipo de músculo, a quantidade e tipo de gordura na dieta, o status nutricional do animal no abate, a presença ou ausência de doença ou infecção e o tipo de processamento a qual a carne é submetida (moagem, adição de sal, irradiação, refrigeração, congelamento e cozimento) (Morrissey et al., 1998).

A dieta de lipídios tem importante atuação na nutrição. Fornece calorias e aminoácidos essenciais, atuam como carreadores de vitaminas e aumentam a palatabilidade de alimentos, mas durante décadas têm sido centro de controvérsias em relação à toxicidade, obesidade e doenças (Fennema, 1996).

### 2.6.1 Aspectos Gerais da Oxidação Lipídica

O interesse de pesquisadores e consumidores no fenômeno oxidativo tem sido um problema nos últimos anos. A relação entre oxidação e saúde é atualmente um assunto de considerável interesse e uma série de desordens metabólicas têm sido associadas a doenças relacionadas direta ou indiretamente com a oxidação (Chizzolini et al., 1998).

No músculo vivo, o controle do processo oxidativo previne a destruição oxidativa de lipídios em membranas, proteínas e ácidos nucléicos. A estabilidade oxidativa do músculo esquelético depende da composição, concentração e reatividade do substrato da oxidação, catálise oxidativa e antioxidantes. Há vários sistemas no músculo esquelético para manter o balanço entre os fatores responsáveis pelas reações de oxidação. No entanto, o balanço pode ser rompido, acarretando descontrole do processo oxidativo e desencadear alterações musculares, responsáveis pelo desenvolvimento de “off-flavours” em músculos processados (Decker & Xu, 1998).

O desbalanço oxidativo do músculo esquelético dá-se por três fatores: a) redução do tamanho da partícula, acarretando catálise oxidativa dos lipídios e introdução de oxigênio intracelular; b) cozimento, responsável pela desnaturação protéica, resultando na perda das atividades das enzimas antioxidantes e liberação de ferro ligado à proteína e c) salga, responsável por acelerar a atividade catalítica do ferro e reduzir a atividade das enzimas antioxidantes (Decker & Xu, 1998).

A oxidação lipídica é um dos principais fatores limitantes da qualidade e aceitabilidade de carnes e produtos cárneos. Danos oxidativos em lipídios ocorrem no animal vivo, em virtude de desbalanço entre a produção de espécies reativas de oxigênio e mecanismos de defesa animal. Isso pode ser conduzido por um influxo elevado de lipídios oxidados ou ácidos graxos polinsaturados ou baixo influxo de nutrientes envolvidos no sistema antioxidante de defesa (Morrissey et al., 1998; Sárraga & Regueiro, 1999).

Os danos aos lipídios podem ser acentuados imediatamente após o abate e, em particular, durante o manejo, processamento, armazenamento e cozimento (Morrissey et al., 1998). Produtos de oxidação lipídica são muito comuns

em alimentos, ainda que exista muita variação nos níveis presentes. Ainda que estes níveis estejam geralmente baixos, o problema da oxidação lipídica compromete severamente a qualidade de muitos alimentos e limita a vida útil de outros (Addis, 1986).

A oxidação lipídica representa uma barreira ao desenvolvimento de novos produtos alimentícios e processos de manufatura. Mudanças danosas em alimentos ocasionadas pela oxidação lipídica incluem perda de aroma, desenvolvimento de “off-flavours”, perdas de cor, valor nutricional, funcionalidade e acúmulo de compostos, que podem ser maléficos à saúde dos consumidores (Addis, 1986).

O substrato às reações de oxidação lipídica estão presentes nas frações dos fosfolipídios, ao nível das membranas subcelulares, ricas em ácidos graxos insaturados (AGI) (Buckley et al., 1995). Estes, ao serem oxidados podem gerar processo autocatalítico (St. Angelo, 1996).

O teor total de lipídios não é o fator mais importante ao desenvolvimento das reações oxidativas, mas a quantidade de AGI (Labuza, 1971), sendo a velocidade da reação dependente do grau de insaturação da molécula de ácido graxo. Os principais ácidos graxos em carne bovina são oléico, linoléico e linolênico (Belitz & Grosch, 1997).

A peroxidação autocatalítica inicia-se após o abate do animal (Morrissey et al., 1994), em função do colapso circulatório e falha do sistema antioxidante natural. As condições de pré-abate, tais como, alimentação, estresse e as condições pós-abate, como temperatura da carcaça, pH e técnicas de estimulação elétrica influenciam a extensão da oxidação lipídica em carnes (Asghar et al., 1988; Buckley et al., 1995).

A quebra da integridade da membrana celular pela desossa mecânica, moagem e cozimento altera os compartimentos celulares, ocasionando liberação de AGI dos fosfolipídios e íons  $Fe^{+2}$  da mioglobina e de outras proteínas (Asghar et al., 1988; Buckley et al., 1995). A desnaturação protéica, além da liberação de íons metálicos ferro também libera íons cobre. Estes, uma vez dissociados das proteínas tornam-se potentes catalisadores da rancidez (Morrissey et al., 1998). Dessa forma há interação dos prooxidantes com os AGI formando radicais livres e propagando as reações oxidativas (Asghar et al., 1988; Buckley et al., 1995).

O mecanismo da oxidação lipídica pode ser explicada por três etapas: iniciação, propagação e terminação, de acordo com a figura 2. Na etapa de iniciação há formação de radical livre (**R.**), a partir de uma molécula de lipídio insaturado com grupo metileno alílico (**RH**) ou a partir de um hidroperóxido (**RO<sub>2</sub>H**). Esta etapa ocorre sob ação de um iniciador, como luz, temperatura ou metais (St. Angelo, 1996).

Etapas	Reações
Iniciação	$\text{RH} + \text{iniciador} \rightarrow \text{R.} + \text{H.}$ $\text{RO}_2\text{H} \rightarrow \text{RO}_2.$
Propagação	$\text{R.} + \text{O}_2 \rightarrow \text{RO}_2.$ $\text{RO}_2. + \text{RH} \rightarrow \text{RO}_2\text{H} + \text{R.}$
terminação	$\text{R.} + \text{R.} \rightarrow \text{R-R}$ $\text{RO}_2. + \text{R.} \rightarrow \text{RO}_2$ $\text{ROO.} + \text{ROO.} \rightarrow \text{ROOR} + \text{O}_2$

**Figura 2** - Etapas do processo de oxidação lipídica (St Angelo, 1996).

Na etapa de propagação, o radical livre (**R.**) pode reagir com o oxigênio para formar radical peróxido (**RO<sub>2</sub>.**). Este pode reagir com uma molécula de lipídio (**RH**) e formar hidroperóxido (**RO<sub>2</sub>OH**) e radical livre (**R.**). E na etapa de terminação, dois radicais reagem entre si formando produtos estáveis que não prolongam a reação. Esta etapa também pode ocorrer quando antioxidantes ou supressores de radicais reagem com radicais livres formados na etapa de propagação (St. Angelo, 1996).

### 2.6.2 Oxidação Lipídica em Carnes e Derivados Cárneos

A rancidez oxidativa acarreta perda de qualidade em carnes e derivados, em função da fragmentação dos hidroperóxidos, originando compostos intermediários de baixo peso molecular, tais como, aldeídos, cetonas, álcoois e ácidos (Asghar et al., 1988; Kanner, 1994; Shahidi, 1994). Os compostos intermediários podem reagir com proteínas, carboidratos e vitaminas (Labuza, 1971)

e comprometer a textura, solubilidade, cor, sabor, odor, valor nutricional (Pearson et al., 1983; Torres et al., 1989; Buckley & Morrissey, 1992) e a segurança dos alimentos (Kanner, 1994).

Os catalisadores da oxidação lipídica em carnes e derivados são mioglobina, hemoglobina, citocromos, ferro não hemínico, outros metais pesados de transição (Kanner, 1994; Ahn et al., 1995; Pegg & Shahidi, 1997) e cloreto de sódio (Torres et al., 1989).

Na carne há dois tipos de ferro: o heme, presente na mioglobina e hemoglobina, sendo o mais importante na catálise da oxidação lipídica e o não heme, também com capacidade de oxidar os AGI (Pegg & Shahidi, 1997).

As proteínas heme, nos estados ferroso e férrico são ativadas pelo peróxido de hidrogênio e originam o estado intermediário ferril ( $\text{Fe}^{+4}$ ) do radical oxo-ferril. As proteínas heme ativadas podem oxidar compostos orgânicos, formar ligações com proteínas e iniciar a lipoperoxidação. Dessa forma, o ferro heme da mioglobina oxida-se, transformando-se em metamioglobina (Kanner, 1994; Pegg & Shahidi, 1997).

De acordo com Kanner et al. (1991), o pH, umidade e atividade de água são importantes nos processos lipoxidativos em carnes e derivados, além do emprego do sal. Torres et al. (1994) verificaram elevação da oxidação lipídica em charque, em decorrência da diminuição da atividade de água.

O efeito prooxidante do cloreto de sódio deve-se à habilidade em alterar a distribuição e reatividade do ferro (Decker & Xu, 1998). O cloreto de sódio também está associado à liberação de íons ferro de macromoléculas (Kanner et al., 1991). A habilidade do cloreto de sódio em formar um complexo cataliticamente ativo com o ferro tem sido destacada (Oscinchak et al., 1992, apud Decker & Xu, 1998).

No charque, a secagem das mantas em temperaturas elevadas e as elevadas concentrações salinas favorecem o desenvolvimento de reações oxidativas (Torres et al., 1988). A catálise da rancidez oxidativa também pode estar associada aos níveis de ferro e cobre, presentes no sal grosso (Torres et al., 1989).

### 2.6.3 Aroma de Requentado (Warmed-Over Flavour)

O aroma de requentado ou “warmed-over flavour” (WOF) representa um dos mais importantes problemas oxidativos em carnes. O fenômeno WOF ocorre com o desenvolvimento de aromas oxidados em carnes cozidas e refrigeradas, cujo processo de rancidez ocorre em torno de 48 horas, à 4°C, após cozimento das carnes. Tal fenômeno difere da rancidez verificada em carnes cruas e tecidos gordurosos (Pearson et al., 1977; Asghar et al., 1988). O aroma de requentado também pode ocorrer em carnes cruas moídas (Asghar et al., 1988).

A oxidação dos fosfolipídios da membrana e a degradação de proteínas e compostos associados com o aroma da carne fresca cozida são responsáveis pela formação de sabor desagradável (oxidado/rançoso/azedo). O aquecimento libera o ferro da mioglobina e de outras metaloproteínas que atuam como catalisadores, acelerando a reação da oxidação de fosfolipídios, transforma a mioglobina em molécula prooxidante, induz à decomposição de peróxido e desnatura enzimas protetoras que atuam no controle da oxidação (Monteiro, 2001).

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver nova tecnologia de processamento de jerked beef e modernizar sua produção com utilização de cultura iniciadora BACTOFORM C-P-77, cepa *Staphylococcus carnosus* M17 em músculo *Vastus lateralis* bovino (patinho).

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a nova tecnologia de processamento sob parâmetros físico-químicos de jerked beef (JB) e jerked beef fermentado (JBF);
- Avaliar os níveis de oxidação lipídica durante o processamento e armazenamento de JB e JBF;
- Avaliar aroma de requentado (WOF) de JB e JBF;
- Determinar as alterações de cor durante processamento de JB e JBF;
- Determinar os níveis residuais de nitrito e nitrato de sódio de JB e JBF;
- Avaliar a contaminação inicial das matérias-primas utilizadas para elaboração de JB e JBF;
- Avaliar o índice de aceitação de JB e JBF.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAIS

#### 4.1.1 Matéria-Prima

As amostras embaladas à vácuo foram obtidas em supermercado na região de Londrina e mantidas sob refrigeração. Foram utilizados músculos bovino *Vastus lateralis*, vulgo “patinho”, com peso médio de 4,4 kg, provenientes de seis animais precoces da espécie *Bos indicus*, raça Nelore, criados em confinamento parcial.

#### 4.1.2 Cultura Iniciadora BACTOFERM C-P-77

A cultura iniciadora foi gentilmente cedida pelo laboratório Chr Hansen e mantida à -18°C, de acordo com recomendação técnica. Não houve necessidade de prévia dissolução, tendo sido a mesma adicionada diretamente em solução de salmoura com 20% de concentração de cloreto de sódio e concentrações de 100 ppm de nitrato e nitrito de sódio.

#### 4.1.3 Preparo das Sub-amostras

As amostras embaladas à vácuo foram acondicionadas em caixas de isopor contendo gelo e transportadas para o laboratório de Tecnologia de Alimentos e Medicamentos (TAM) da Universidade Estadual de Londrina. Foi realizada retirada de excesso de tecido conjuntivo e gordura e duas porções de cada peça para análises. A primeira porção foi destinada para análises de umidade, proteína, lipídio,

cinzas, pH, atividade de água, maciez, oxidação lipídica e cor. A outra porção foi destinada para contagem total de aeróbios mesófilos. Posteriormente, cada amostra foi dividida em duas sub-amostras, uma controle e outra teste.

Foi realizada prévia contagem da quantidade total de *Staphylococcus carnosus* viáveis no envelope fornecido pelo laboratório, por meio de diluições diferentes, cujo meio de cultura foi o ágar Baird Parker.

As sub-amostras foram pesadas sob condições assépticas e inoculadas com solução de salmoura contendo 20 % de cloreto de sódio, 100 ppm de nitrito e 100 ppm de nitrato de sódio, sendo o volume de cada solução correspondente à 10% sobre o peso da respectiva sub-amostra (v/p). As sub-amostras foram inoculadas sob múltiplos pontos, de forma a garantir melhor distribuição e homogeneização da solução de salmoura. Nas sub-amostras testes, a solução de salmoura apresentava inóculo padronizado, com concentração de  $10^6$  UFC/g de peso da carne. A inoculação da solução de salmoura foi realizada de forma criteriosa, por meio de seringa de plástico e agulha de canulação 45x18 cm, previamente esterilizadas.

Após a inoculação, as sub-amostras foram recobertas, superficialmente, com 5 % de cloreto de sódio sobre peso da carne (v/p) e, em bandejas de polipropileno foram cobertas com filme PVC e acondicionadas em BOD à 30°C por 24 horas. Posteriormente, as sub-amostras, sob condições assépticas, foram manteadas na espessura de 1,5 cm e acondicionadas em sal grosso, na proporção de 2:1, com reposição de cloreto de sódio em dois períodos pré-determinados. No tempo de 24 horas de salga seca houve higienização das bandejas de polipropileno, inversão da posição dos “bifes” e reposição de sal grosso. A duração da etapa de salga seca em estufa foi realizada à 30°C, por 48 horas.

Após a etapa de salga seca, o excesso de cloreto de sódio dos “bifes” foi retirado e estes foram embalados à vácuo e acondicionados em BOD à 25°C durante o período de armazenamento.



Matéria-Prima (carne bovina traseira)



Preparo da Matéria-Prima



Pesagem da Sub-Amostra





Preparo da Solução de Salmoura 20% com Antioxidantes



Pesagem da Cultura Iniciadora



Inoculação da Solução de Salmoura com Antioxidantes e Cultura Iniciadora



Término da Inoculação



Pesagem do Sal Grosso



Armazenamento em BOD à 30°C/24 h





Preparo e Manteamento da Sub-Amostra



1ª Etapa da Salga Seca



2º Etapa da Salga Seca





Retirada do Excesso de Sal Grosso



Embalagem à Vácuo





Armazenamento em BOD à 25°C

**Figura 3** - Fluxograma do processamento de jerked beef fermentado.

#### 4.1.4 Retirada das Alíquotas Amostrais

As alíquotas amostrais para a realização das análises físico-químicas durante o período de armazenamento foram retiradas, em triplicata, dos “bifes” das respectivas sub-amostras, previamente embalados à vácuo e armazenados em BOD, marca Marconi, modelo MA 415/5, sob temperatura de 25°C.

## **4.2 AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA**

### **4.2.1 Contagem de Aeróbios Mesófilos**

A contagem total de aeróbios mesófilos nas matérias-primas foi realizada, de acordo com os métodos descritos no Manual do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em “Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos” (Brasil, 1992).

## **4.3 AVALIAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS**

### **4.3.1 Umidade**

A avaliação da umidade foi determinada em estufa regulada à temperatura de 105°C (AOAC, 1995).

### **4.3.2 Proteínas**

A determinação de proteína foi realizada pelo método de Kjeldahl, adotando-se o fator 6,25 para conversão do nitrogênio (AOAC, 1995).

### **4.3.3 Lipídios**

A determinação de lipídios foi realizada pela técnica da hidrólise ácida, ao utilizar água fervente e ácido clorídrico 8,0 N, seguida de aquecimento por

quinze minutos, filtração do material e secagem do papel de filtro em estufa regulada à 105°C por duas horas. O material foi submetido à extração em Soxhlet e a quantidade de lipídios determinada por diferença de peso (AOAC, 1995).

#### **4.3.4 Cinzas e Cloreto de Sódio**

A determinação do resíduo mineral fixo foi obtido pela incineração em mufla sob temperatura de 550 à 570°C e a partir das cinzas, determinou-se o teor de cloreto de sódio, de acordo com o método descrito pela AOAC (1995).

#### **4.3.5 Potencial Hidrogeniônico (pH)**

O pH foi medido em potenciômetro, marca Hanna, modelo HI 8314, após calibração em pHs 4,0 e 7,0, de acordo com metodologia recomendada pela (AOAC, 1995).

#### **4.3.6 Atividade de Água (Aw)**

A atividade de água foi determinada com auxílio de um aparelho automático da marca Aqualab-Decagon Devices Inc., modelo CX-2, sob temperatura de 25°C ( $\pm 1$ ).

#### **4.3.7 Oxidação Lipídica**

A análise da oxidação lipídica foi determinada pelo método do ácido 2-tiobarbitúrico, conforme procedimento descrito por Tarladgis et al. (1964),

modificado por Crackel et al. (1988), conforme recomendações de Shahidi et al. (1985). O método consistiu em determinar, espectrofotometricamente à 530 nm, o complexo de coloração vermelho formado pela condensação de dois mols de ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS) com um mol de malonaldeído e/ou outras substâncias reativas ao TBARS, por meio de espectrofotômetro modelo Cinta 20, marca GBC. Os valores foram expressos em mg de TBARS por kg de amostra analisada.

#### **4.3.8 Aroma de Requentado (WOF)**

Na análise do aroma de requentado ou warmed-over flavour (WOF), as alíquotas amostrais foram tratadas de acordo com metodologia descrita por Igene & Pearson (1979). As alíquotas amostrais foram embaladas à vácuo em saco plástico e aquecidas em banho-maria à 85°C, até a temperatura interna atingir 75°C ± 5°C.

Após o aquecimento foram colocadas em bandejas de polipropileno cobertas com uma camada de filme permeável e armazenadas por 48 horas sob refrigeração à 6 ± 1°C com luz fluorescente.

Posteriormente foram reaquecidas em banho-maria até a temperatura interna do músculo atingir 75±5°C. Em seguida foram analisadas conforme procedimento descrito no item 4.3.7 e os resultados expressos em mg de TBARS/kg de amostra.

##### **4.3.8.1 Dessalga das Alíquotas Amostrais**

As alíquotas amostrais de jerked beef e jerked beef fermentado foram dessalgadas em água destilada sob imersão, na proporção de 1:5 (p/v), na faixa de temperatura entre 8 à 10°C.

#### **4.3.8.2 Cozimento**

As alíquotas amostrais pesando entre 100 a 150 gramas foram embaladas em sacos de polipropileno e seladas em seladora à vácuo, marca Selovac 120B. O cozimento foi realizado em banho-maria à 85°C, até a temperatura interna atingir 75±5°C. Posteriormente foram retiradas do banho-maria, resfriadas à temperatura ambiente e enxugadas com papel absorvente (Avery et al., 1996).

#### **4.3.9 Nitrito e Nitrato de Sódio**

Os teores de nitrito e nitrato de sódio foram determinados, de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (1995).

#### **4.3.10 Maciez**

Os testes foram realizados na matéria-prima “in natura” (MP), jerked beef (JB), jerked beef dessalgado cozido (JBDC), jerked beef fermentado (JBF), jerked beef fermentado dessalgado cozido (JBFDC). A força de cisalhamento foi analisada em analisador de textura, marca SMS, modelo TA-XT2i, equipado com o acessório Warner-Bratzler, lâmina com corte em “V” invertido, pressionada em direção transversal em relação à fibra muscular (Bouton et al., 1971). Os parâmetros adotados foram distância (20,0mm), pre test (5,0 mm/s), test (5,0 mm/s), pos test (5,0 mm/s), type auto, force (0,20 N).

Os “bifes” de cada sub-amostra foram cortados em 16 cubos, com dimensões de 2x1x1 cm (Avery et al, 1996). A dessalga e o cozimento foram determinados, conforme itens 4.3.8.1 e 4.3.8.2, respectivamente. Os resultados foram expressos como força máxima de cisalhamento em Newtons (N).

#### 4.3.11 Cor

As medidas de cor foram realizadas para verificar a oxidação do jerked beef e jerked beef fermentado. Esse ensaio foi realizado com auxílio de um colorímetro da marca Minolta CR10, calibrado de acordo com especificação do fabricante. O programa empregado para a determinação da cor foi o CIELab (Comission Internacionale de l'Eclairage)  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ . Os valores obtidos foram em  $L^*$  (luminosidade ou porcentagem de refletância), valores positivos de  $a^*$  (intensidade da cor vermelha) e positivos de  $b^*$  (intensidade da cor amarela).

As alíquotas amostrais de matéria-prima (MP), jerked beef (JB), jerked beef dessalgado cozido (JBDC), jerked beef fermentado (JBF) e jerked beef fermentado dessalgado cozido (JBFDC) foram analisadas em quadruplicata, tomando-se quatro pontos de leitura diferentes de cada sub-amostra analisada. O cozimento foi igual ao descrito no item 4.3.8.2.

A razão entre os valores positivos dos componentes  $a^*$  e  $b^*$  do CIELab foi utilizada, de forma indireta, para determinar o teor de oximioglobina e metamioglobina presentes nas sub-amostras analisadas, de acordo com Stewart et al. (1965) e adotado por Mitsumoto et al. (1998). Dessa forma, valores com tendência maior que 1 apresentaram maior teor de oximioglobina e valores com tendência a zero, maior teor de metamioglobina.

#### 4.3.12 Análise Sensorial

A análise sensorial realizada no jerked beef e jerked beef fermentado foi baseada em teste afetivo, com uso de escala hedônica de nove pontos (Ferreira et al., 2000). Foram utilizados 30 provadores não treinados para ambos os produtos.

### **4.3.13 Análise Estatística**

A análise estatística foi determinada com auxílio do programa Statistica® for Windows versão 5.0, da Statsoft (1995).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey para verificar as diferenças entre médias.

## 5 RESULTADO E DISCUSSÃO

### 5.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE JERKED BEEF E JERKED BEEF FERMENTADO

Os efeitos das novas condições de processamento de jerked beef e jerked beef fermentado após três dias de processamento sobre a composição química de músculos bovinos *Vastus lateralis* estão representados na tabela 1, expressos em base úmida.

**Tabela 1** - Composição química aproximada de músculos *Vastus lateralis* bovinos utilizados no processamento de jerked beef e jerked beef fermentado, em base úmida.

	MP	JB	JBF
umidade (%)	73,28 <sup>a</sup> (± 2,43)	54,62 <sup>b</sup> (± 0,91)	53,31 <sup>c</sup> (± 1,09)
proteína (%)	23,89 <sup>b</sup> (± 0,78)	24,67 <sup>a,b</sup> (± 2,71)	25,7 <sup>a</sup> (± 1,03)
lipídio (%)	3,45 <sup>a,b</sup> (± 0,75)	4,2 <sup>a</sup> (± 1,56)	2,66 <sup>b</sup> (± 0,59)
cinzas (%)	1,02 <sup>b</sup> (± 0,07)	19,14 <sup>a</sup> (± 0,75)	19,68 <sup>a</sup> (± 0,79)
cloreto (%)	0,57 <sup>b</sup> (± 0,008)	11,96 <sup>a</sup> (± 0,38)	12,41 <sup>a</sup> (± 0,54)

Os resultados são médias de análises dos músculos em triplicata, provenientes de 6 animais diferentes, com desvio padrão entre parênteses. MP (matéria-prima) - JB (jerked beef) - JBF (jerked beef fermentado). Médias com letras minúsculas iguais, na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \geq 0,05$ ).

Os resultados encontrados para umidade em jerked beef e jerked beef fermentado foram, em média, de 54,62 e 53,31 %, respectivamente, com pequena diferença significativa entre si ( $P < 0,05$ ). Os teores de cinzas em jerked beef e jerked beef fermentado foram de 19,14 e 19,68 %, respectivamente, sem variação significativa ( $P \geq 0,05$ ), sendo os valores encontrados para umidade e cinzas dentro das especificações legais. A redução dos teores de umidade e aumento dos teores de cinzas em jerked beef e jerked beef fermentado, em relação à matéria-prima é resultado da adição de cloreto de sódio nas etapas de salgas úmida e seca durante o processamento.

A drástica redução da umidade durante o processamento, ocasionando perda considerável de água dos produtos é resultado das elevadas concentrações de cloreto de sódio na superfície e no interior dos produtos, temperatura e pressão osmótica durante o empilhamento (Biscontini et al., 1992).

Torres (1987) ao estudar a oxidação lipídica em charques encontrou valores de umidade entre 46 e 54 % e, em charques recém-processados, valores médios correspondentes à 30,8 % (Torres et al., 1994). Correia (1998) encontrou valores de umidade de 45,7 % em charque e 51,7 % em jerked beef. Biscontini et al. (1996) ao estudarem jerked beef processados com diferentes tipos musculares encontraram valores de umidade entre 45,94 e 51,23 %. Youssef (2000) encontrou valores entre 46,35 e 43,32 % em charques processados com músculos *Vastus lateralis*, provenientes de bovinos de 54 e 72 meses de idade, respectivamente.

Biscontini et al. (1992) encontraram em jerked beef teores de cinzas entre 17,38 e 18,98 %. Estudo conduzido por Correia (1998) em charque e jerked beef comercializado em Recife encontrou valores de 17,25 e 18,07 %, respectivamente. Youssef (2000) encontrou valores de 23,32 e 23,63 % em charques provenientes de animais com 54 e 72 meses de idade, respectivamente, estando estes valores acima dos permitidos pela legislação (15 a 20g/100g de produto), provavelmente em virtude da exposição da matéria-prima à etapa de salga úmida durante 10 horas.

Os valores encontrados para cloreto de sódio em jerked beef e jerked beef fermentado foram de 11,96 e 12,41 %, respectivamente, sem variação significativa entre si ( $P \geq 0,05$ ), estando de acordo com os padrões oficiais (Brasil, 2000). Youssef (2000) encontrou valores entre 22,87 e 21,65 % em charques processados com músculos *Vastus lateralis* de bovinos entre 54 e 72 meses de idade, respectivamente. Estes níveis não estão de acordo com os padrões oficiais (Brasil, 2000).

Os valores de proteína encontrados para jerked beef e jerked beef fermentado foram de 24,67 e 25,7 %, respectivamente, sem diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ). Lira & Shimokomaki (1998), ao estudarem o efeito de processamento em carne de sol elaborada com músculo bovino *Vastus lateralis* detectaram perda de 19 % das frações protéicas após a salga, em base seca.

Youssef (2000) detectou perda de proteínas totais em charques processados com músculos *Vastus lateralis* provenientes de bovinos de 54 e 72

meses de idade entre 45,28 e 45,09 %, respectivamente, expressos em base seca. Biscontini et al. (1996) observaram perdas protéicas entre 35 e 40 % durante as etapas de salga seca no processamento de jerked beef, em base seca. A perda da fração protéica decorre da adição de cloreto de sódio, que favorece a desnaturação e solubilização de proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas (Offer et al., 1989; Samejima et al., 1992).

De acordo com os teores de proteína verificados neste estudo e cultura iniciadora utilizada, a atividade proteolítica da cultura pode ter sido de baixa intensidade (Montel et al., 1996) ou mesmo ausente, em virtude de as proteínas endógenas estarem bem estruturadas (Reuter Apud Pérez & Legarreta, 2003).

Os teores de lipídios de jerked beef e jerked beef fermentado foram de 4,2 e 2,66 %, diferindo significativamente entre si ( $P < 0,05$ ). Biscontini et al. (1992) ao estudarem jerked beef elaborado com ponta de agulha e pescoço bovinos encontraram valores de lipídios de 5,3 e 3,2 %, respectivamente. Youssef (2000) encontrou em músculos provenientes de animais com 54 e 72 meses de idade valores de lipídios de 2,47 e 4,64 %, respectivamente.

Em virtude dos teores de lipídios encontrados em jerked beef e jerked beef fermentado diferirem entre si ( $P < 0,05$ ) e o teor de jerked beef fermentado ser menor ao da matéria-prima, mesmo não diferindo estatisticamente desta ( $P \geq 0,05$ ) sugere-se que a cultura iniciadora, em virtude de seu potencial para metabolizar de forma eficiente lipídios (Miralles et al., 1996) apresentou destacada atividade lipolítica. Montel et al. (1996) também detectaram a atividade lipolítica de *Staphylococcus carnosus*, ao estudarem 19 cepas de *Micrococcaceae* em salsichas.

## 5.2 ATIVIDADE DE ÁGUA (AW) E PH

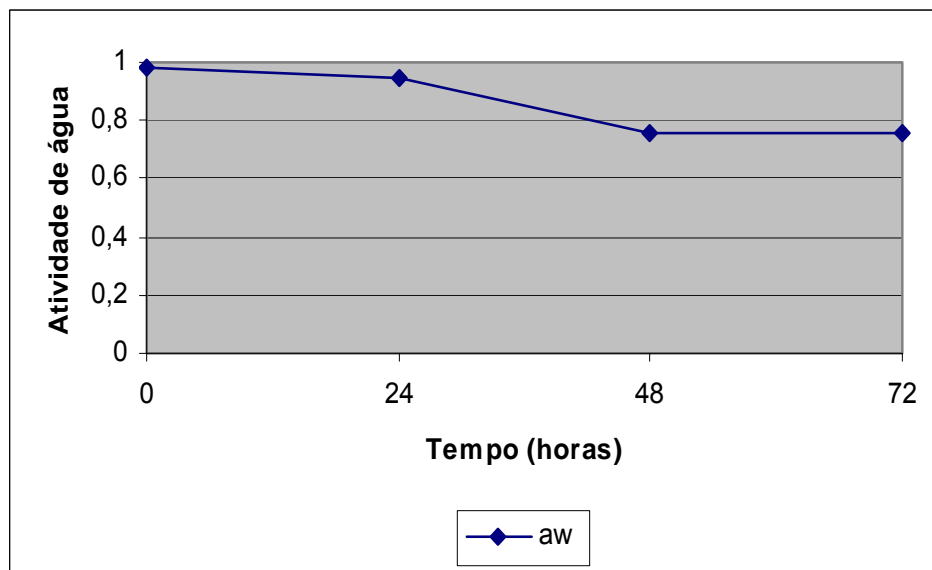
Os resultados da Aw e pH para matéria-prima e processamento de jerked beef e jerked beef fermentado sob três tempos fixos encontram-se na tabela 2. O parâmetro adotado para término do processamento de ambos os produtos foi a redução da Aw para níveis intermediários.

**Tabela 2** - Atividade de água ( $A_w$ ) e pH de músculos *Vastus lateralis* bovinos utilizados no processamento de jerked beef e jerked beef fermentado, em base úmida.

	MP	JB	JB	JB	JBF	JBF	JBF
	0 h	24 h	48 h	72 h	24 h	48 h	72 h
$A_w$	0,98 <sup>a</sup> (± 0,001)	0,95 <sup>b</sup> (± 0,02)	0,76 <sup>c</sup> (± 0,002)	0,76 <sup>c</sup> (± 0,004)	0,94 <sup>b</sup> (± 0,02)	0,76 <sup>c</sup> (± 0,007)	0,76 <sup>c</sup> (± 0,002)
pH	5,80 <sup>a</sup> (± 0,18)	5,84 <sup>a</sup> (± 0,1)	5,66 <sup>b</sup> (± 0,1)	5,72 <sup>b</sup> (± 0,09)	5,81 <sup>a</sup> (± 0,06)	5,67 <sup>b</sup> (± 0,09)	5,69 <sup>b</sup> (± 0,09)

Os resultados são médias de análises dos músculos em triplicata, provenientes de 6 animais diferentes, com desvio padrão entre parênteses. MP (matéria-prima) - JB (jerked beef) - JBF (jerked beef fermentado). Médias com letras minúsculas iguais, na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \geq 0,05$ ).

De acordo com a tabela 2, a  $A_w$  da matéria-prima foi de 0,98. Os valores de  $A_w$  das sub-amostras para processamento de jerked beef e jerked beef fermentado, dentro de tempos fixos de 24, 48 e 72 horas não apresentaram diferenças significativas entre si ( $P \geq 0,05$ ). E nos tempos de 48 e 72 horas, os valores de  $A_w$  das sub-amostras de JB e JBF não diferiram estatisticamente entre si ( $P \geq 0,05$ ). Embora as sub-amostras para processamento de JB e JBF tenham apresentado valores intermediários de  $A_w$  no tempo fixo de 48 horas, a etapa de salga seca sob condições controladas foi mantida por mais 24 horas, de modo a assegurar maior homogeneidade dos valores de  $A_w$  em todas as regiões dos produtos. A figura 4 mostra a evolução dos valores de  $A_w$  durante o processamento de JB e JBF.



**Figura 4** - Evolução da atividade de água (Aw) durante o processamento de jerked beef e jerked beef fermentado.

A Aw e a concentração de sal são os principais parâmetros para garantir a estabilidade de jerked beef. Na faixa intermediária de Aw, os únicos microrganismos capazes de se desenvolver são bolores, leveduras e bactérias halofílicas (Franco & Landgraf, 1996).

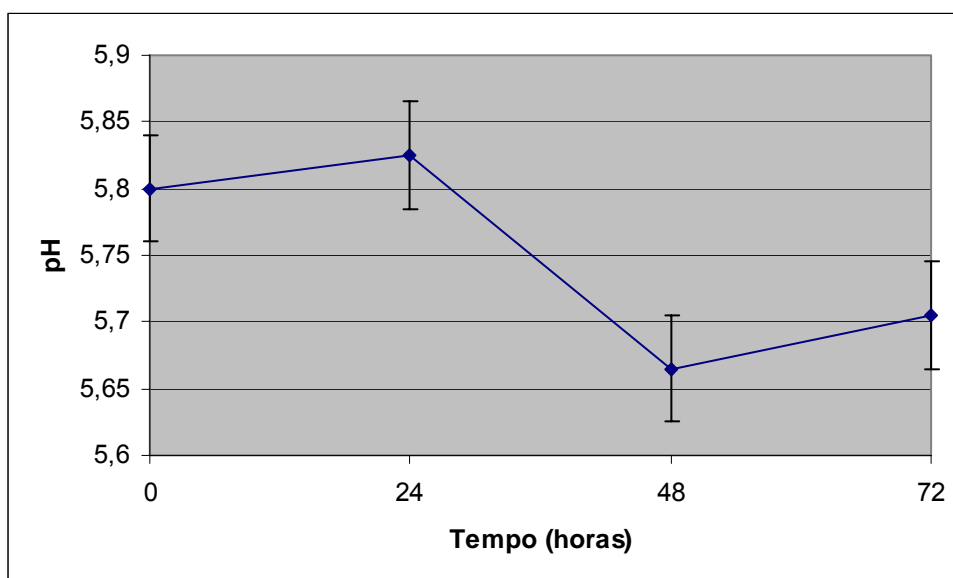
Sabadini et al. (1998), em estudos de transferência de massa verificaram que a Aw foi diretamente influenciada pela penetração de sal e perda de água, nas quais ocorreram de forma simultânea.

Biscontini et al. (1996) observaram encolhimento das fibras musculares e formação de espaços intra e extracelulares, fato que propiciou a saída de água e de outros componentes, caracterizando reduções dos teores de umidade e Aw.

Torres et al. (1994) verificaram que o valor de 0,75 de atividade de água caracteriza ponto de equilíbrio entre a difusão de cloreto de sódio ao interior da carne, com estabilização do teor de umidade do produto.

Segundo Pinto (1996), as condições de processamento de jerked beef selecionam a microbiota, permanecendo no produto final apenas bactérias da família *Micrococcaceae*, com predominância de estafilococos coagulase negativos, com potencial para atuar como culturas iniciadoras, viabilizando o emprego de *Staphylococcus carnosus*.

De acordo com a tabela 2, o pH da matéria-prima foi de 5,80. Os valores de pH das sub-amostras para processamento de JB e JBF dentro de tempos fixos de 24, 48 e 72 horas não foram significativos entre si ( $P \geq 0,05$ ). Nos tempos de 48 e 72 horas, os valores de pH das sub-amostras de JB e JBF não diferiram estatisticamente entre si ( $P \geq 0,05$ ). A figura 5 mostra a evolução dos valores de pH durante o processamento de JB e JBF.



**Figura 5** - Evolução do pH durante o processamento de jerked beef e jerked beef fermentado.

Os valores de pH associados às elevadas concentrações salinas constituem importante obstáculo à estabilidade dos produtos. Youssef (2000) encontrou valores de pH para matérias-primas provenientes de músculos *Vastus lateralis* bovinos de animais entre 54 e 72 meses de idade correspondentes a 6,1 e 5,8, respectivamente. Os valores de pH encontrados para charques provenientes de músculos *Vastus lateralis* bovinos de animais entre 54 e 72 meses de idade foram de 5,92 e 5,7, respectivamente. Lira & Shimokomaki (1998) encontraram na matéria-prima e carne de sol valores de pH correspondentes a 6,09 e 5,78, respectivamente. Biscontini (1996), ao trabalhar com músculos bovinos *Sternomandibulares* e *Sternomastoideo* no processamento de jerked beef encontrou valores similares aos obtidos por Lira & Shimokomaki (1998).

Torres et al. (1988), ao estudarem o efeito do sal sobre o pH verificaram que o valor inicial de pH na carne não salgada no pré-rigor (6,78) foi em

torno de uma unidade de pH mais elevada aos das amostras salgadas no pré-rigor, cujos valores 6,65, 6,63 e 6,62 corresponderam às concentrações de cloreto de sódio de 0,5, 2,0 e 4,0 %, respectivamente.

### 5.3 MACIEZ

A tabela 3 mostra os valores da força de cisalhamento de JB, JBDC, JBF, JBFDC e MP, expressas em Newtons (N), provenientes de músculos bovinos *Vastus lateralis*.

**Tabela 3** - Força de cisalhamento de músculos *Vastus lateralis* bovino utilizados no processamento de jerked beef e jerked beef fermentado.

Força de Cisalhamento (N)	
MP	29,70 <sup>d</sup> (± 4,83)
JB	59,22 <sup>a,b</sup> (± 5,71)
JBDC	46,41 <sup>c</sup> (± 3,22)
JBF	62,39 <sup>a</sup> (± 8,27)
JBFDC	52,74 <sup>b,c</sup> (± 7,26)

Os resultados são médias de análises dos músculos em 12 cubos, provenientes de 6 animais diferentes, com desvio padrão entre parênteses. MP (matéria-prima) - JB (jerked beef) – JBDC (jerked beef dessalgado cozido) - JBF (jerked beef fermentado) – JBFDC (jerked beef fermentado dessalgado cozido). Médias com letras minúsculas iguais, na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \geq 0,05$ ).

De acordo com os valores obtidos da força de cisalhamento, JBF apresentou maior valor ao JB, seguido de JBFDC e JBDC. JBF e JB apresentaram, em média, força de cisalhamento duas vezes maior à MP, embora não variaram significativamente entre si ( $P \geq 0,05$ ), sugerindo que as condições de processamento de ambos os produtos não foram relevantes para diferença significativa em relação à textura. Em relação aos produtos dessalgados cozidos, a força de cisalhamento foi maior em JBFDC ao JBDC, porém sem diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ).

A força de cisalhamento de JB foi maior ao JBDC, com diferença significativa entre si ( $P < 0,05$ ). Resultado semelhante ocorreu com JBF, cuja força de cisalhamento foi maior ao JBFDC, ao nível de significância estabelecido ( $P < 0,05$ ).

A drástica redução dos teores de umidade dos dois produtos provocaram o aumento da força de cisalhamento. A MP com 73,28 % de umidade apresentou força de cisalhamento de 29,70 N, enquanto JB e JBF com teores de umidade de 54,62 e 53,31 % apresentaram forças de cisalhamento de 59,22 e 62,39 N, respectivamente. Youssef et al. (2001), ao estudarem os fatores que influenciam a textura do charque observaram a importância da redução da umidade ao aumento da força de cisalhamento do produto.

A resistência da estrutura miofibrilar é influenciada pelo encolhimento, decorrente das condições de pré-rigor, pH, aumento da idade e condições de tempo e temperatura durante o cozimento (Harris & Shorthose, 1981).

No presente estudo, as forças de cisalhamento dos dois produtos dessalgados cozidos foram menores aos seus respectivos produtos crus. Isso pode ser explicado pelo fato de a temperatura interna de cozimento da carne ter ultrapassado 80 °C. Nesse sentido, a resistência ao cisalhamento tende a diminuir, em função da gelatinização e aumento da solubilidade de colágeno pelo calor, fazendo com que a fibra perca sua característica de ligação e torne a carne mais macia (Burson & Hunt, 1986).

Em virtude dos valores das forças de cisalhamento observados entre os dois produtos crus e dessalgados cozidos, somado a ausência ou baixa atividade proteolítica da cultura iniciadora, a textura não sofreu influência da cultura iniciadora. Este resultado está de acordo com o obtido por Pinto (1996), ao estudar culturas iniciadoras em JB.

#### **5.4 OXIDAÇÃO LIPÍDICA**

A oxidação lipídica foi determinada pelo número de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS) e avaliada durante processamento e armazenamento de JB e JBF por 90 dias. O método apresentou porcentagem de

recuperação de 96,95 %, indicando exatidão satisfatória. A análise está representada na tabela 4 e figura 6.

As matérias-primas apresentaram, em média, 0,16 mg TBARS/kg de amostra. Os níveis de oxidação encontrados ao final do processamento de JB e JBF foram de 0,13 e 0,10 mg TBARS/kg, respectivamente.

De acordo com a tabela 4, os níveis máximos de oxidação de JB e JBF ocorreram no 45º dia de armazenamento e após esse período houve tendência de queda dos níveis de TBARS. Os níveis encontrados neste período para JB e JBF foram de 0,55 e 0,34 mg TBARS/kg, respectivamente. Neste período, JB e JBF apresentaram níveis de oxidação maiores em relação às matérias-primas, de 3,5 e 2 vezes, em média, respectivamente. Ao final do período de 90 dias de armazenamento, JB e JBF apresentaram níveis de oxidação de 0,38 e 0,27 mg TBARS/kg, respectivamente, tendo a média geral de JB e JBF apresentado diferença significativa entre si ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 4** - Oxidação lipídica em músculos *Vastus lateralis* bovinos utilizados no processamento de jerked beef e jerked beef fermentado, em mg TBARS/kg.

	0 d	15 d	30 d	45 d	60 d	75 d	90 d	Média Geral
JB	0,13 (± 0,12)	0,37 (± 0,14)	0,44 (± 0,22)	0,55 (± 0,23)	0,50 (± 0,2)	0,48 (± 0,3)	0,38 (± 0,12)	0,41 <sup>a</sup> (± 0,14)
JBF	0,10 (± 0,09)	0,20 (± 0,11)	0,30 (± 0,17)	0,34 (± 0,22)	0,28 (± 0,13)	0,26 (± 0,06)	0,27 (± 0,14)	0,25 <sup>b</sup> (± 0,08)

Os resultados são médias de análises dos músculos em triplicata, provenientes de 6 animais diferentes, com desvio padrão entre parênteses. MP (matéria-prima) - JB (jerked beef) – JBF (jerked beef fermentado). Médias com letras minúsculas iguais, na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \geq 0,05$ ).

Youssef (2000), ao estudar o processamento de charque com músculos *Vastus lateralis* provenientes de animais com 54 meses de idade detectou nível máximo de oxidação lipídica no 82º dia de armazenamento, com valor de 1,63 mg TBARS/kg, sendo que após esse período houve tendência de diminuição dos valores de TBARS.

Amostras de jerked beef processadas com adição de nitrito de sódio na salga úmida apresentaram níveis de rancidez inferiores aos verificados nas

amostras controles (Youssef et al., 1998), sinalizando ação antioxidante do nitrito de sódio.

Pinto (1996) encontrou valores decrescentes de TBARS em jerked beef após dois meses de armazenamento. Torres (1987) encontrou valores máximos de oxidação de 4,53 mg TBARS/kg, no processamento de charques elaborados com ponta de agulha.

As elevadas concentrações de cloreto de sódio no processamento de JB e JBF apresentam relação direta com os níveis de oxidação encontrados, em virtude do efeito catalítico do cloreto de sódio (Decker & Xu, 1998). O tipo de sal, refinado ou grosso é outro fator que colabora à rancidez. De acordo com Torres et al. (1989), o sal grosso apresenta metais, como ferro e cobre, nas quais aceleram a oxidação lipídica. Lira et al. (2000), ao avaliarem a influência do sal na oxidação de carne de sol elaborada com músculos bovinos *Vastus lateralis* encontraram valores para matéria-prima e carne de sol de 0,075 e 0,101 mg TBARS/kg, respectivamente, com concentração de sal intramuscular de 5 % em carne de sol.

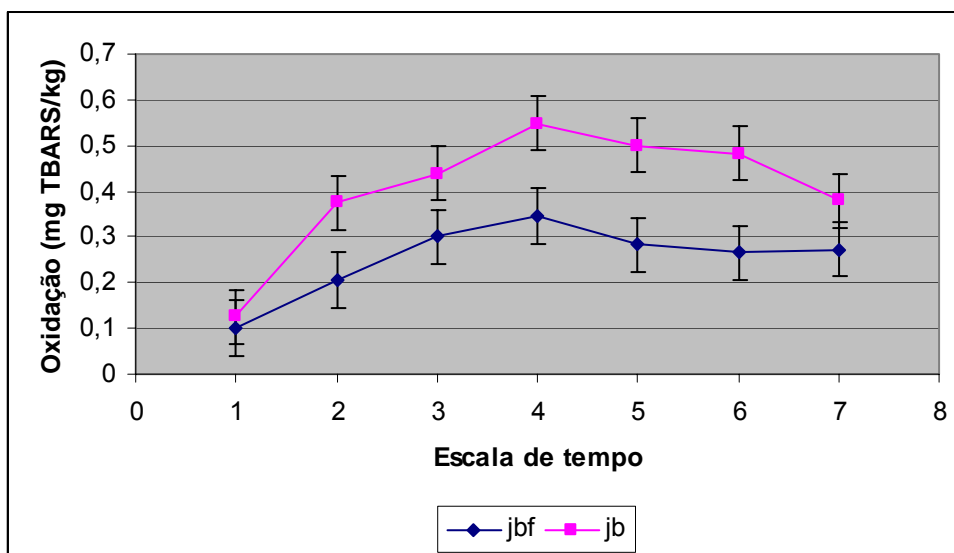
Torres et al. (1989, 1994), ao estudarem oxidação lipídica em charques elaborados com músculos bovinos *Sternomandibulares* demonstraram a atuação prooxidante do sal e a atuação da embalagem à vácuo, como fator responsável ao aumento dos níveis de oxidação.

Processos de desidratação e congelamento, que diminuem o teor de água livre em alimentos são responsáveis pelo aumento da viscosidade e rancidez (Kanner, 1994). Torres et al. (1994) verificaram que a diminuição da atividade de água para valores intermediários em charque está relacionado ao aumento da oxidação lipídica.

De acordo com Melton (1983), o método de TBARS monitora a oxidação lipídica somente na fase final de iniciação e durante a propagação. Durante o armazenamento, os níveis de oxidação são frequentemente reduzidos pelas reações de malonaldeído com proteínas (Ledward, 1981), transformando-as em compostos insolúveis. Nesse sentido, os compostos originados da oxidação lipídica não podem ser detectados de forma analítica, em virtude dos valores obtidos encontrarem-se abaixo dos níveis reais de rancidez do produto (Greene & Cumuza, 1982).

O nível de oxidação de JBF foi em média 39,02 % menor ao JB durante o período de armazenamento, com diferença significativa entre as médias

gerais ( $P < 0,05$ ). Os baixos níveis de oxidação encontrados em ambos os produtos provavelmente são decorrentes da utilização de matéria-prima de melhor qualidade, nitrato de sódio e novas condições de processamento. JBF apresentou níveis de rancidez menores ao JB, possivelmente em virtude da ação da atividade nitrato redutase da cultura iniciadora.



Escala de tempo: 1 = 0 dia; 2 = 15 dias; 3 = 30 dias; 4 = 45 dias; 5 = 60 dias; 6 = 75 dias; 7 = 90 dias.

**Figura 6** - Evolução da oxidação lipídica durante o processamento de jerked beef e jerked beef fermentado.

## 5.5 WOF

O desenvolvimento de aroma de requeijado (WOF) em JB e JBF durante o armazenamento foi avaliado pelo método de TBARS, sendo os resultados expressos em mg de TBARS/kg de amostra, conforme tabela 5 e figura 7. Foi realizada prévia dessalga das amostras para simular condições reais de consumo.

De acordo com os resultados da tabela 5, nota-se que houve aumento nos níveis de oxidação de ambos os produtos, ao longo dos diferentes tempos de armazenamento, sendo as médias gerais dos dois produtos apresentando diferença significativa entre si ( $P < 0,05$ ). O desenvolvimento do aroma de requeijado durante o armazenamento até 90 dias foi cerca de 38,80 % menor nas amostras de JBF.

**Tabela 5** - Aroma de requeijado em músculos *Vastus lateralis* bovinos utilizados no processamento de jerked beef e jerked beef fermentado, em mg TBARS/kg.

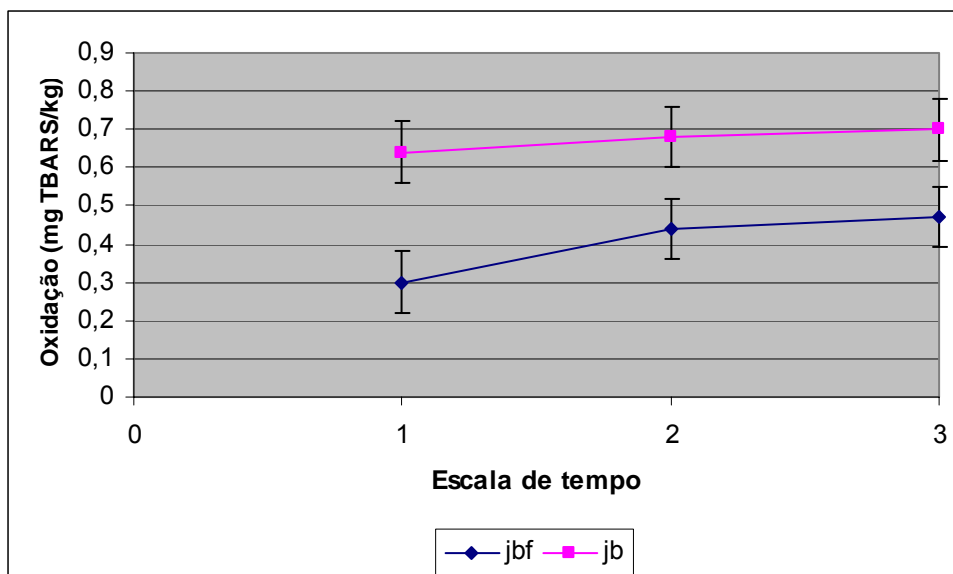
	30 d	60 d	90 d	Média Geral
JB	0,64 <sup>a</sup> (± 0,13)	0,68 <sup>a</sup> (± 0,17)	0,7 <sup>a</sup> (± 0,14)	0,67 <sup>a</sup> (± 0,03)
JBF	0,3 <sup>b</sup> (± 0,1)	0,44 <sup>b</sup> (± 0,13)	0,47 <sup>b</sup> (± 0,19)	0,41 <sup>b</sup> (± 0,09)

Os resultados são médias de análises dos músculos em triplicata, provenientes de 6 animais diferentes, com desvio padrão entre parênteses. MP (matéria-prima) - JB (jerked beef) – JBF (jerked beef fermentado). Médias com letras minúsculas iguais, na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \geq 0,05$ ).

Youssef (2000), ao estudar o desenvolvimento de WOF em charque e jerked beef, provenientes de músculos bovinos *Vastus lateralis* de animais com 54 meses de idade obtiveram valores de 1,54 e 0,56 mg TBARS/kg, respectivamente. No tempo de 30 dias de armazenamento, o valor de JB de animais com 54 meses de idade é cerca de duas vezes maior ao JBF.

A oxidação dos fosfolípidios da membrana e a degradação de proteínas e compostos associados com o aroma da carne fresca cozida são responsáveis pelo sabor desagradável. O aquecimento libera o ferro da mioglobina e de outras metaloproteínas que atuam como catalisadores, acelerando a oxidação de fosfolípidios, transforma a mioglobina em molécula prooxidante, induz decomposição de peróxido e desnatura enzimas importantes ao controle oxidativo (Monteiro, 2001).

O maior desenvolvimento do aroma de requeijado de JB ao JBF, provavelmente tenha decorrido da ação da atividade nitrato redutase da cultura iniciadora, cuja maior conversão de nitrato em nitrito tenha sido responsável por maior deposição de nitrito em lípidios das membranas celulares, estabilizando-as e diminuindo os fenômenos oxidativos.



Escala de tempo: 1 = 30 dias; 2 = 60 dias; 3 = 90 dias.

**Figura 7** - Evolução do aroma de requeijado durante o processamento de jerked beef e jerked beef fermentado.

## 5.6 COR

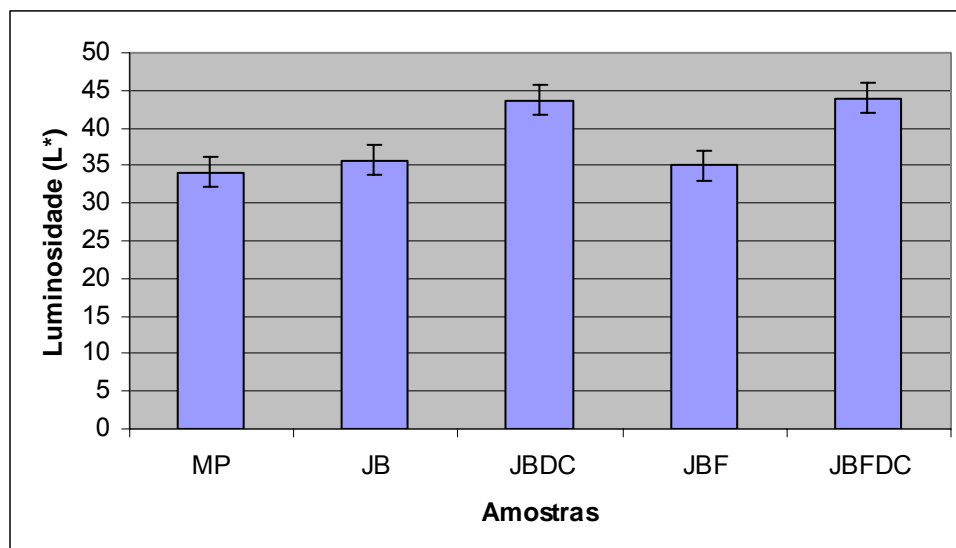
A tabela 6 e figuras 8, 9, 10 e 11 apresentam os resultados de luminosidade ( $L^*$ ) da MP, JB, JBDC, JBF e JBFDC. Os resultados de  $L^*$  de JB e JBF foram de 35,71 e 35,05, respectivamente, sem diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ). Estes valores foram menores aos respectivos produtos dessalgados cozidos. Os valores de  $L^*$  de JBDC e JBFDC foram de 43,66 e 43,94, respectivamente, sem diferença significativa entre si ( $P \geq 0,05$ ).

**Tabela 6** - Cor em músculos *Vastus lateralis* bovinos utilizados no processamento de jerked beef e jerked beef fermentado.

	L* (0 d)	a* (0 d)	b* (0 d)	a*/b* (90 d)
MP	34,10 <sup>b</sup> (± 3,09)	19,88 <sup>a</sup> (± 2,38)	10,82 <sup>a,c</sup> (± 1,63)	1,85 <sup>a</sup> (± 1,7)
JBCRU	35,71 <sup>b</sup> (± 4,41)	8,84 <sup>c</sup> (± 3,3)	9,43 <sup>b,a,c</sup> (± 2,03)	0,94 <sup>b,c</sup> (2,46)
JBDC	43,66 <sup>a</sup> (± 5,11)	7,92 <sup>c</sup> (± 3,21)	12,49 <sup>a</sup> (± 2,93)	0,63 <sup>c</sup> (± 2,06)
JBFCRU	35,05 <sup>b</sup> (± 2,15)	16,09 <sup>a,b</sup> (± 2,94)	9,17 <sup>b,a,c</sup> (± 1,81)	1,76 <sup>a</sup> (± 2,99)
JBFCDC	43,94 <sup>a</sup> (± 4,07)	14,32 <sup>b</sup> (± 3,09)	11,11 <sup>a,b</sup> (± 3,70)	1,29 <sup>b</sup> (± 2,17)

Os resultados são médias de análises dos músculos em triplicata, provenientes de 6 animais diferentes, com desvio padrão entre parênteses. MP (matéria-prima) - JB (jerked beef) – JBF (jerked beef fermentado). Médias com letras minúsculas iguais, na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \geq 0,05$ ).

Comparando o valor de L\* da MP com JB e JBF, nota-se que não houve diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ), sugerindo que a adição dos antioxidantes nitrito e nitrato de sódio aos dois produtos mantém o parâmetro L\* mais próximo da cor natural da carne não processada, em decorrência de modificações irrelevantes no estado de oxidação da mioglobina.



**Figura 8** - Efeitos do processamento e tratamento térmico sobre a luminosidade de jerked beef e jerked beef fermentado.

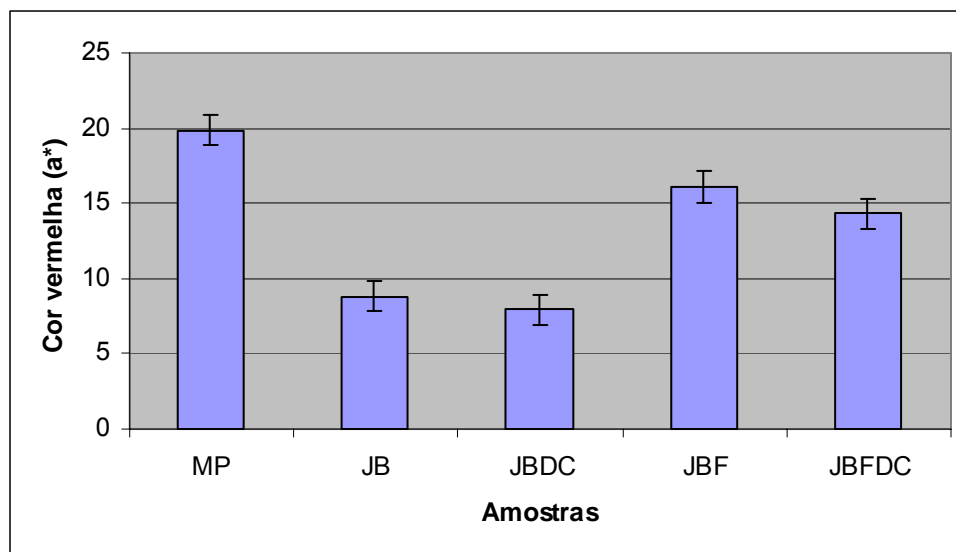
A avaliação do parâmetro  $a^*$ , intensidade da cor vermelha é mostrada na tabela 6 e figura 9. Nota-se que os valores de  $a^*$  para JB, JBDC, JBF e JBFDC são menores aos da MP. Os valores de  $a^*$  da MP e JBF foram de 19,88 e 16,09, respectivamente, sem diferença significativa entre si ( $P \geq 0,05$ ), sendo que este último apresentou diferença significativa do valor de  $a^*$  de JB, de 7,92.

Os valores de  $a^*$  de JBF, JBFDC, JB e JBDC foram de 16,09, 14,32, 8,84 e 7,92, respectivamente, sendo que não houve diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ) entre JBF com JBFDC e entre JB com JBDC.

A variação de  $a^*$  da MP para JB, JBDC, JBF e JBFDC foram de 11,04, 11,96, 3,79 e 5,56 unidades, respectivamente. De acordo com os resultados, nota-se que os valores de JB e JBDC foram menores aos valores de JBF e JBFDC, respectivamente, indicando menor tendência para cor vermelha de JB e JBDC.

O maior valor de  $a^*$  de JBF ao JB pode ser explicado, em função da atividade nitrato redutase da cultura, sugerindo maior formação e concentração endógena de óxido nítrico, proveniente da degradação de nitrato, resultando maior concentração de nitrosomioglobina.

O menor valor do parâmetro  $a^*$  de JBDC ao JBFDC pode ter ocorrido em função de dois fatores: maior concentração de nitrosomioglobina e menor desnaturação protéica. Sabe-se que a valência +2 do átomo de ferro é mantida com a formação de nitrosomioglobina, de cor vermelho escura, antes do cozimento, e após cozimento há desnaturação da proteína (Judge et al., 1989; Pegg & Shahidi, 1997; Belitz & Grosh, 1997).



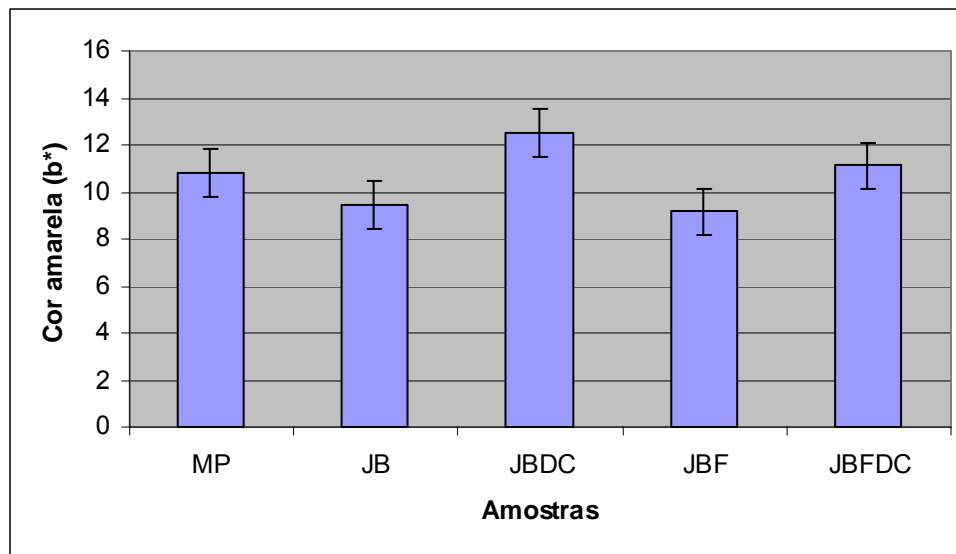
**Figura 9** - Efeitos do processamento e tratamento térmico sobre a intensidade da cor vermelha de jerked beef e jerked beef fermentado.

Os valores do parâmetro  $b^*$ , intensidade da cor amarela são mostrados na tabela 6 e figura 10. Observa-se que o valor da MP, de 10,82 não apresentou diferença significativa com os valores de JB, JBDC, JBF e JBFDC.

Os valores de  $b^*$  para JB e JBDC foram de 9,43 e 12,49, respectivamente, com diferença significativa entre si ( $P < 0,05$ ). Os valores de  $b^*$  para JBF e JBFDC foram de 9,17 e 11,11, respectivamente, com diferença significativa entre si ( $P < 0,05$ ).

Ainda que o valor de  $b^*$  de JB tenha sido ligeiramente maior ao JBF, sinalizando maior tendência para intensidade de cor amarela, a diferença observada não foi significativa ( $P \geq 0,05$ ).

Fato semelhante ocorreu com JBDC e JBFDC, cujos valores de  $b^*$  foram 12,49 e 11,11, respectivamente, sem diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ), porém com maior tendência de JBDC apresentar maior intensidade de cor amarela, em relação ao JBFDC.



**Figura 10** - Efeitos do processamento e tratamento térmico sobre a intensidade da cor amarela de jerked beef e jerked beef fermentado.

Os resultados da razão  $a^*/b^*$  são mostrados na tabela 6 e figura 11 e utilizados para avaliar indiretamente as modificações ocorridas no estado de oxidação do ferro do grupo heme da mioglobina.

Os valores de  $a^*/b^*$  da MP e JBF foram de 1,85 e 1,76, respectivamente, sem diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ). Os valores de  $a^*/b^*$  de JB e JBDC, de 0,94 e 0,63, respectivamente, não apresentaram diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ), enquanto JBF e JBFDC, cujos valores foram 1,76 e 1,29, respectivamente apresentaram diferença significativa entre si ( $P < 0,05$ ). De acordo com a tabela 6, JBF e JBFDC apresentaram as maiores razões  $a^*/b^*$  do que JB e JBDC, respectivamente, com diferenças significativas ( $P < 0,05$ ).

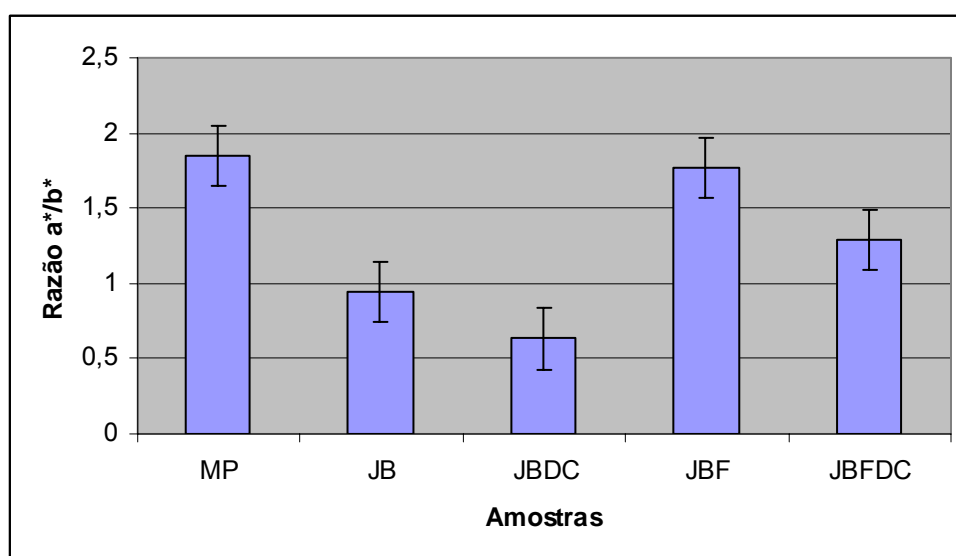
Em produtos curados com sais de cura contendo nitrito e nitrato de sódio há formação de óxido nítrico (NO) pela decomposição do nitrito e nitrato de sódio. O óxido nítrico reage com a mioglobina para formar nitrosomioglobina, de cor vermelho escura, com ferro no estado  $Fe^{+2}$  que, sob ação térmica desnatura e origina nitrosohemocromo, de cor rósea, com ferro no estado  $Fe^{+3}$  (Belitz & Grosch, 1997). A mudança de cor das carnes também pode ser influenciada pela oxidação lipídica, por meio da transformação de oximioglobina em metamioglobina (Kanner, 1994).

A cor é determinada primariamente pela concentração, estado de oxidação ou oxigenação do ferro do grupo heme da mioglobina (Laack et al., 1996),

além de sofrer influência das espécies pertencentes à família *Micrococcaceae* (Lucke & Hechelmann, 1987; Papamanoli et al., 2002).

O maior valor do parâmetro  $a^*/b^*$  de JBF ao JB pode ser justificado pela atividade nitrato redutase da cultura iniciadora, responsável por aumento da formação de óxido nítrico e maior interação deste com grupo heme da mioglobina, conservando parte considerável dos átomos de ferro na valência +2 e caracterizando menores deslocamentos de  $a^*$  e  $b^*$ , em relação ao JB.

JBFDC apresentou maior razão  $a^*/b^*$  ao JBDC. A explicação de tal fato pode ter sido em virtude da maior formação do pigmento nitrosohemocromo, de cor rósea, por JBFDC, em relação ao JB, uma vez observada a maior concentração sérica de nitrosomioglobina de JBF, decorrente da atividade nitrato redutase e, possivelmente, do menor estado de oxidação, decorrente da desnaturação protéica de JBFDC.



**Figura 11** - Efeitos do processamento e tratamento térmico sobre a razão  $a^*/b^*$  de jerked beef e jerked beef fermentado.

## 5.7 NITRITO E NITRATO DE SÓDIO

A tabela 7 apresenta os níveis residuais de nitrito e nitrato de sódio em JB e JBF, expressos em ppm/kg. Os níveis residuais de nitrato de sódio de JB e

JB foram de 0,46 e 0,29 ppm/kg, respectivamente, com diferença significativa entre si ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 7** - Valores de nitrito e nitrato de sódio em jerked beef e jerked beef fermentado.

	JB	JBF
nitrito (ppm/kg)	8,6 <sup>a</sup> (± 0,09)	8,54 <sup>a</sup> (± 0,08)
nitrato (ppm/kg)	0,46 <sup>a</sup> (± 0,16)	0,29 <sup>b</sup> (± 0,09)

Os resultados são médias de análises dos músculos em triplicata, provenientes de 6 animais diferentes, com desvio padrão entre parênteses. JB (jerked beef) – JBF (jerked beef fermentado). Médias com letras minúsculas iguais, na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P \geq 0,05$ ).

De acordo com a tabela, os níveis residuais de nitrito de sódio de JB e JBF foram de 8,6 e 8,54 ppm/kg, respectivamente, sem diferença significativa entre si ( $P \geq 0,05$ ). Youssef (2000) encontrou em amostras de JB valores médios de 13,98 ppm/kg de nitrito de sódio. Pinto (1996), ao estudar culturas iniciadoras no processamento de jerked beef verificou níveis de nitrito de sódio inferiores a 40 ppm/kg durante o processamento e inferiores a 10 ppm/kg no produto final, em virtude da ação das culturas pertencentes à família *Micrococcaceae*.

Nesse estudo, os níveis residuais de nitrito de sódio presentes nos dois produtos estão dentro das condições preconizadas pela legislação, cujo limite residual máximo no produto final não pode exceder 50 ppm/kg (Brasil, 2000).

Devido às diferenças significativas dos níveis residuais de nitrato de sódio nos dois produtos e presença da atividade nitrato redutase em estafilococos (Miralles et al., 1996; Papamanoli et al., 2002; Montel et al., 1996, 1998; Hugas & Monfort, 1997), sugere-se que a cepa utilizada neste estudo apresentou a ação desta atividade no processamento de JBF.

## 5.8 CONTAGEM DE AERÓBIOS MESÓFILOS

A tabela 8 apresenta os valores da contagem total de aeróbios mesófilos das matérias-primas utilizadas para produção de JB e JBF.

**Tabela 8** - Contagem total de aeróbios mesófilos em músculos *Vastus lateralis* bovinos utilizados para processamento de jerked beef e jerked beef fermentado.

Amostra	Contagem total
1	$1,0 \cdot 10^3$ UFC/g
2	$5,33 \cdot 10^2$ UFC/g
3	$1,0 \cdot 10^2$ UFC/g
4	$6,0 \cdot 10^3$ UFC/g
5	$6,66 \cdot 10^2$ UFC/g
6	$3,66 \cdot 10^4$ UFC/g

Em virtude de o número máximo aceitável de microrganismos aeróbios mesófilos na carne refrigerada ser de  $10^6$  UFC/g e a necessidade da quantidade de microrganismos da cultura iniciadora superar em dois ciclos logarítmicos o número de microrganismos das matérias-primas (Terra, 2003) para promover os efeitos desejáveis, nota-se que as contagens totais obtidas nas matérias-primas estão dentro da condição para atuação da cultura.

Além disso, as contagens totais verificadas de bactérias aeróbias mesófilas sinalizam boas condições sanitárias das matérias-primas utilizadas para produção de JB e JBF (Franco & Landgraf, 1996).

## 5.9 ÍNDICE DE ACEITAÇÃO DO PRODUTO

A tabela 9 apresenta valores hedônicos médios de jerked beef e jerked beef fermentado de provadores não treinados, utilizando-se escala hedônica de 9 pontos. Nota-se que JBF apresentou maior valor hedônico médio, em comparação ao JB, com diferença significativa entre si ( $P < 0,05$ ).

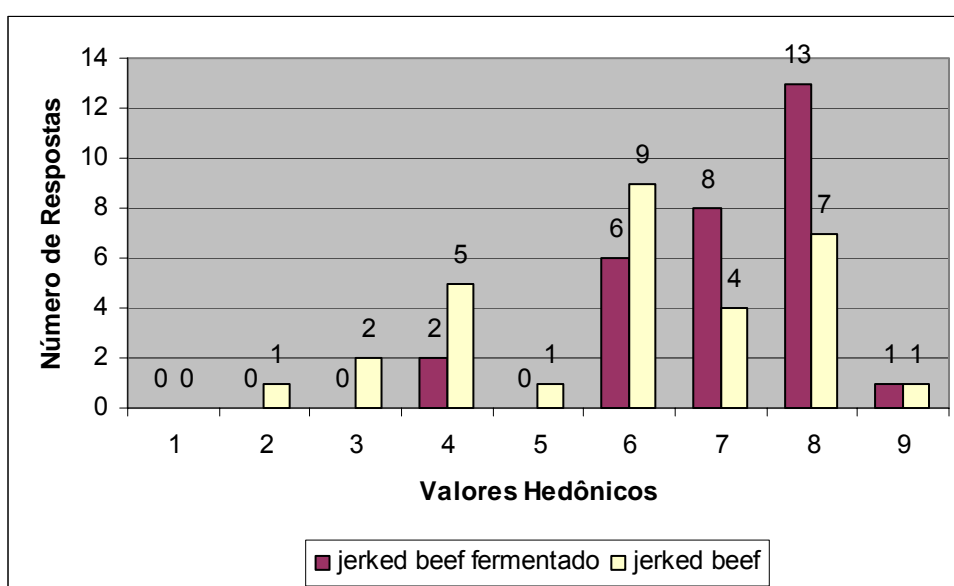
**Tabela 9** - Teste de preferência em jerked beef e jerked beef fermentado.

Amostra	Valor Hedônico Médio*
jerked beef fermentado	7,1 <sup>a</sup>
jerked beef	6,0 <sup>b</sup>

\* Valor médio de 30 provadores. Médias acompanhadas pela mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente entre si ( $P \geq 0,05$ ).

A análise do índice de aceitação baseou-se em 3 intervalos de valores hedônicos estabelecidos. Valores compreendidos de 1 a 4 indicam reprovação; valor 5, indiferença e valores entre 6 a 9 aprovação.

De acordo com os resultados presentes na figura 12, JBF apresentou a maior porcentagem de aprovação, com 93,33 % de notas iguais ou acima de 6 e a menor rejeição, com 6,67 % de notas iguais ou menores a 4. JB apresentou taxa de aprovação de 70 %, com 26,67 % de rejeição. As taxas de indiferença de JBF e JB foram de 0 e 3,33 %, respectivamente.



**Figura 12** - Frequência de respostas dos provadores utilizando valores de 1 à 9 da escala hedônica.

A contribuição relativa da microbiota decorre da caracterização e quantidade dos microrganismos, bem como a expressão de suas respectivas atividades metabólicas intrínsecas, nas quais dependem da composição da carne e ingredientes, tais como, açúcar, sal, nitrato e nitrito de sódio, além de variáveis tecnológicas, quer sejam, pH, temperatura, tempo de secagem e constituintes gasosos (Montel et al., 1998).

Em virtude das variáveis tecnológicas terem sido similares nos dois produtos, bem como a composição da matéria-prima das sub-amostras para ambos os produtos e concentração de sal, sugere-se que a maior porcentagem de aceitação de JBF ao JB pode estar relacionada aos antioxidantes nitrito e nitrato de sódio (Toledo, 1996) e cultura iniciadora (Hammes & Hertel, 1998). Culturas de

estafilococos têm sido utilizadas para modificar as propriedades sensoriais e atuar no sabor (Lucke, 2000; Terra, 2003). Berdagué et al. (1993) verificaram diferentes culturas iniciadoras pertencentes à família *Micrococcaceae* responsáveis pela formação de diferentes perfis sensoriais.

Pinto (1996) verificou que jerked beef elaborado com culturas iniciadoras de estafilococos, *S. carnosus* e *S. xylosus* apresentaram maior aceitabilidade em amostras controles. Em virtude das concentrações dos antioxidantes nitrito e nitrato de sódio terem sido utilizadas de forma similar nos dois produtos, sugere-se que o maior índice de aceitação de JBF ao JB tenha decorrido da utilização da cultura iniciadora no presente estudo.

## 6 CONCLUSÕES

- a tecnologia de processamento implementada contribuiu de forma satisfatória para acelerar o processamento dos produtos e padronizá-los, de acordo com as especificações legais;

- o teor de lipídios de jerked beef fermentado (JBF) foi 36,67 % menor ao jerked beef (JB), devido à ação lipolítica da cultura iniciadora;

- os teores protéicos de JBF e JB não apresentaram diferenças significativas, em virtude da ausência ou baixa atividade proteolítica da cultura;

- a textura de ambos os produtos não variou de forma significativa;

- o uso da cultura reduziu cerca de 39,02 % os níveis de oxidação de JBF durante o armazenamento e diminuiu o desenvolvimento de aroma de requeijado de JBF em aproximadamente 38,80 % em 90 dias de armazenamento;

- a cor sofreu influência da cultura iniciadora. A intensidade da cor vermelha e razão  $a^*/b^*$  de JBF foram de 45,06 e 46,59 % maiores aos valores obtidos de JB, respectivamente;

- JBF e JB apresentaram boa aceitação junto aos provadores, com índices de aceitação de 93,33 e 70 %, respectivamente, com maior preferência ao JBF;

- finalmente, as condições de processamento mostram que JB pode ser elaborado em três dias, mantendo e melhorando as características originais de jerked beef.

## REFERÊNCIAS

ADDIS, P.B. Occurrence of lipid oxidation products in foods. **Food and Chemical Toxicology**, v.24, p.1021-1030, 1986.

AHN, D.U.; WOLFE, F.H.; SIM, J.S. Dietary  $\alpha$ -linolenic and mixed tocopherols, and packaging influences on lipid stability in broiler chicken breast and leg muscle. **Journal of Food Science**, Chicago, v.60, n.5, p.1013-1017, 1995.

ASGHAR, A.; GRAY, J.L.; BUCKLEY, D.J. Perspectives on Warmed-over flavour. **Food Technology**, Chicago, v.42, n.6, p.102-108, 1988.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC). **Official methods of analysis of AOAC International**. 16.ed. Arlington, v.2, 1995.

AVERY, N.C.; SIMS, T.J.; WARKUP, C. Collagen cross-linking in porcine M. longissimus lumborum: absence of a relationship with variation in texture at pork weight. **Meat Science**, Barking, v.42, n.3, p.355-369, 1996.

AVERY, N.C.; BAILEY, A.J. An efficient method for isolation of intramuscular collagen. **Meat Science**, Barking, v.41, n.1, p.97-100, 1995.

BAILEY, A.J.; LIGHT, N.D. **Connective tissue in meat and meat products**. London: Elsevier, 1989.

BELITZ, H.D.; GROSCH, W. **Química de los Alimentos**. 2.ed. Zaragoza. Acribia, 1997.

BERDAGUÉ, J.L.; MONTEIL, P.; MONTEL, M.C.; TALON, R. Effects of starter cultures on the formulation of flavour compounds in dry sausage. **Meat Science**, v.35, p.275-287, 1993.

BERGDOLL, M.S. Staphylococcal intoxications. In: RIEMANN, H. & BRYAN, F.L. **Foodborne infections and intoxications**. 2 ed. New York, Academic Press, p.443-518, 1979.

BISCONTINI, T.M.B.; SHIMOKOMAKI, M.; OLIVEIRA, S.F.; ZORN, T.M.T. An ultrastructural observation on charquis, salted and intermediate moisture meat products. **Meat Science**, Chicago, v.43, n.3-4, p.351-358, 1996.

BISCONTINI, T.M.B.; LOPES-FILHO, A.; SHIMOKOMAKI, M. “Jerked beef” – uma evolução tecnológica do charque. **Revista Nacional da Carne**, n.183, p.43, 1992.

BOSELDMANN, A.; MOLLER, C.; STEINNHARDT, H. Pyridinoline cross-links in bovine muscle collagen. **Journal of Food Science**, Chicago, v.60, n.5, p.953-958, 1995.

BOUTON, P.E.; HARRIS, P.V.; SHORTHOSE, W.R. Effect of ultimate pH upon the water holding capacity and tenderness of mutton. **Journal of Food Science**, Chicago, v.36, p.435-439, 1971.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Divisão de Produtos de Origem Animal. **Circular nº 16/DICAR de 24/01/2000**. Brasília, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. **Métodos de Análise Microbiológica para Análise de Alimentos**. 2ª revisão, 1991/1992.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. Rio de Janeiro, 1962.

BUCHANAN, R.E.; GIBBONS, N.E. **Bergey’s manual of determinative bacteriology**. 8 ed. Baltimore. Williams Wilkins, 1974.

BUCKLEY, D.J.; MORRISSEY, P.A.; GRAY, J.I. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, p.3122-3130, 1995.

BUCKLEY, D.J.; MORRISSEY, P.A. **Vitamin E and quality: animal production highlights – vitamins and fine chemicals**. Basel: Roche, 1992.

BURSON, D.E.; HUNT, M.C. Heat – induced changes in the proportion of types I and III collagen in bovine *Longissimus dorsi*. **Meat Science**, Barking, v.17, p.153 –160, 1986.

CAMPOS, S.D.S. **Reologia e textura em alimentos**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos. Apostila, 84p, 1989.

CAPLICE, E.; FITZGERALD, G.F. Food fermentations: role of microorganisms in food production and preservation. **International Journal of Food Microbiology**, v.50, p.131-149, 1999.

CASSENS, R.G. Use of sodium nitrite in cured meats today. **Food Technology**, v.49, n.7, 1995.

CHANG, S.F.; HUANG, T.C.; PEARSON, A.M. Control of the dehydration process in production of intermediate-moisture meat products: a review. IN: PEARSON, A.M. **Advances in Food and Nutrition Research**. San Diego: Academic Press, 1996. v.39, p.71-161.

CHIZZOLINI, R.; NOVELLI, E.; ZANARDI, E. Oxidation in Traditional Mediterranean Meat Products. **Meat Science**, v.49, p.87-99, 1998.

COLMENERO, F.J.; CARBALLO, J.; COFRADES, S. Healthier meat and meat products: their role as functional foods. **Meat Science**, v.59, p.5-13, 2001.

CONFORTH, D. Color its basis and importance. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. (Eds.). **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. Advance Meat Research**. Westport: AVI, v.9, p.34-78, 1994.

CORREIA, T.P.R. **Modificações bioquímicas em charque e jerked beef submetidos a dessalga e cocção**. Recife, 1998. Tese (Mestrado) – Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Pernambuco.

CRACKEL, R.L.; GRAY, J.I.; PEARSON, A.M. Some further observations on the TBA test as an index of lipid oxidation in meats. **Food Chemistry**, v.28, p.187-196, 1988.

DAMODARAM, S.; PARAF, A. **Food proteins and theirs applications**. New York. Decker, 1997.

DECKER, E.A.; XU, Z. Minimizing Rancidity in Muscle Foods. **Food Technology**, Chicago, v.52, n.10, p.54-59, 1998.

DRANSFIELD, E. Tenderness of meat, poultry and fish. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products**. Glasgow. Blackie Academic & Professional, 1994.

FAYRDIN, A. Modernidade e tecnologia chegam à indústria de charque. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v.16, n. 144, p.3-4, 1991.

FENNEMA, O.R. **Food Chemistry**. 3.ed. New York. Marcel Dekker, 1996.

FERREIRA, V.L.P.; ALMEIDA, T.C.A.; PETTINELLI, M.L.C.V.; SILVA, M.A.A.P.; CHAVES, J.B.P.; BARBOSA, E.M.M. **Análise Sensorial – Testes Discriminativos e Afetivos**, 1ed., SBCTA, Campinas, 127p, Manual – Série Qualidade, 2000.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo. Editora Atheneu, 1996.

GARCIA, F.A.; MIZUBUTI, I.Y.; KANASHIRO, M.Y.; GOMEZ, C.H.M.P.; SHIMOKOMAKI, M. Biological evaluation of charqui meat protein quality. **49th International Congress of Meat Science and Technology**, Proceedings, Campinas, p.419-420, 2003.

GARCIA, F.A. **Avaliação química e nutricional do charque**. Londrina, 2000. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Tecnologia de Alimentos e Medicamentos, Universidade Estadual de Londrina.

GEISEN, R.; LUCKE, F.K.; KROCKEL, L. Starter and protective cultures for meat and meat products. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt, v.72, n.6, p.894-898, 1992.

GREENE, B.E.; CUMUZE, T.H. Relationship between TBA numbers and unexperimental panelists assessments of oxidized flavour in cooked beef. **Journal of Food Science**, Chicago, v.47, p.52-54, n.58, 1982.

HAMMES, W.P.; HERTEL, C. New Developments in Meat Starter Cultures. **Meat Science**, v.49, p.125-138, 1998.

HAMMES, W.P.; KNAUF, H.J. Starters in the processing of meat products. **Meat Science**, v.36, p.155-168, 1994.

HARRIS, P.V.; SHORTHOSE, W.R. Meat texture. In: LAWRIE, R. **Developments in Meat Science**. 4. ed. London. Elsevier Applied Science, p.245-246, 1981.

HUGAS, M.; MONFORT, J. Ma. Bacterial starter cultures for meat fermentation. **Food Chemistry**, v.59, n.4, p.547-554, 1997.

IGENE, J.O.; PEARSON, A.M. Role of phospholipids and triglycerides in warmed-over flavor development in meat model systems. **Journal of Food Science**, Chicago, v.44, n.5, p.1285-1290, 1979.

JUDGE, M.D.; ABERLE, E.D.; FORREST, J.C.; HEDRICK, H.B.; MERKEL, R.A. Principles of meat science. 2.ed. Iowa. Kendall Hunt, 1989.

KANNER, J. Oxidative process in meat and meat products: quality implications. **Meat Science**, Barking, n.36, p.169-189, 1994.

KANNER, J.; HAREL, H.; JAFFE, R. Lipid peroxidation of muscle foods as affected by NaCl. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.39, p.1017-1021, 1991.

KATSARAS, K.; LEISTNER, L. Distribution and development of bacterial colonies in fermented sausages. **Biofouling**, v.5, p.115-124, 1991.

LAACK, R.L.J.M.V.; SOLOMON, M.B.; WARNER, R. Comparison of procedures for measurement of pigments concentration in pork. **Journal of Muscle Foods**, Trumbull, v.7, p.149-163, 1996.

LAACK, R.L.J.M.V.; SOLOMON, M.B. Biochemistry of lean muscle tissue as related to water-holding capacity. Muscle biochemistry. **Reciprocal Meat Conference Proceedings**, v.47, p.91-97, 1994.

LABUZA, T.E. Kinetics of lipid oxidation in foods. **Critical Reviews in Food Technology**, Cleveland, v.2, n.3, p.355-405, 1971.

LARA, J.A.F. **Desenvolvimento e produção de toxina tipo B pelo *Clostridium botulinum* durante o processamento do charque**. Londrina, 2000. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Tecnologia de Alimentos e Medicamentos, Universidade Estadual de Londrina.

LARA, J.A.F.; SHIMOKOMAKI, M.; DUTRA, I.S.; PINTO, M.F. Botulismo: riscos decorrentes do processamento inadequado de alimentos. O charque como enfoque. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.13, n.66-67, p.56-62, 1999.

LEDWARD, P. Intermediate moisture meats. In: LAWRIE, R. **Developments in Meat Science**. London. Applied Science, v.2, p.159-194, 1981.

LEISTNER, L.; GORRIS, L.G.M. Food Preservation by hurdle technology. **Trends in Food Science & Technology**, v.6, p.41-46, 1995.

LEISTNER, L. Food Preservation by combined methods. **Food Research International**, v.25, n.2, p.151-158, 1992.

LEISTNER, L. Shelf stable products and intermediate moisture foods based on meats. In: ROCKLAND, L.B.; BEUCHAT, L.R. (Ed.). **Water Activity: theory and applications to food**. New York: Mercel Dekker, p.295-327, 1987.

LEISTNER, L. Hurdle technology applied to meat products of the shelf stable products and intermediate moisture foods types. In: MULTON, J.L. (Ed.). **Properties of water in foods**. Dordrecht: Martinus Niyhoff. The Netherlands, p.309-329, 1985.

LIGHT, N.D.; CHAMPION, A.E.; VOYLE, C.; BAILEY, A.J. The role of epimysial, perimysial and endomysial collagen in determining the texture in six bovine muscles. **Meat Science**, Barking, v.13, p.137-149, 1985.

LIRA, G.M.; SHIMOKOMAKI, M.; MANCINI-FILHO, J. Avaliação da oxidação lipídica em carne de sol. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.44, n.68-69, p.66-69, 2000.

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.

LUCKE, F.K. Utilization of microbes to process and preserve meat. **Meat Science**, v.56, p.105-115, 2000.

LUCKE, F.K.; HECHELMANN, H. Starter cultures for dry sausages and raw ham. Composition and effect. **Fleischwirtsch**, v.67, p.307-314, 1987.

MELTON, S.L. Methodology for folling lipid oxidation in muscle foods. **Food Technology**, Chicago, v.37, n.7, p.105-111, 1983.

MIRALLES, M.C.; FLORES, J.; MARTINEZ, G.P. Biochemical tests for the selection of *Staphylococcus* strains as potencial meat starter cultures. **Food Microbiology**, v.13, p.227-236, 1996.

MITSUMOTO, M.; OZAWA, S.; MITSUHASHI, T. Effect of dietary vitamin E supplementation for one week before slaughter on drip, colour and lipid stability during display in japanese black steer beef. **Meat Science**, Barking, v.49, n.2, p.165-174, 1998.

MONTEIRO, E.M. **Curso de Qualidade da Carne**. 86p. RS. Embrapa CPPSul, Documentos, 38, Apostila, 2001.

MONTEL, M.C.; MASSON, F.; TALON, R. Bacterial Role in Flavour Development. **Meat Science**, v.49, p.111-123, 1998.

MONTEL, M.C.; REITZ, J.; TALON, R.; BERDAGUÉ, J.L.; AKRIM, S.R. Biochemical activities of Micrococcaceae and their effects on the aromatic profiles and odours of a dry sausage model. **Food Microbiology**, v.13, p.489-499, 1996.

MORRISSEY, P.A.; SHEEHY, P.J.A.; GALVIN, K.; KERRY, J.P.; BUCKLEY, D.J. Lipid Stability in Meat and Meat Products. **Meat Science**, v.49, p.73-86, 1998.

MORRISSEY, P.A.; BUCKLEY, D.J.; SHEERY, P.J.A. Vitamin E and meat quality. **Proceeding Nutrition of the Society**, Wallingford, v.53, p.289-295, 1994.

MOTTRAM, D.S. Flavour formation in meat and meat products: a review. **Food Chemistry**, v.62, n.4, p.415-424, 1998.

OFFER, G.; KNIGHT, P. The structural basis of water-holding in meat. Part 1: General principles and water uptake in meat processing. In: LAWRIE, R.D. **Developments in Meat Science**. London. Elsevier Applied Science, v.4, p.63-171, 1989.

OFFER, G.; KNIGHT, P.; JEACOCKE, R.; ALMOND, R.; COUSINS, T.; ELSEY, J.; PARSONS, N.; SHARP, A.; STARR, R.; PURSLOW, P. The structural basis of the water holding, appearance and toughness of meat and meat products. **Food Microstructure**, v.8, p.151-170, 1989.

PAPAMANOLI, E.; KOTZEKIDOU, P.; TZANETAKIS, N.; TZANETAKI, E.L. Characterization of Micrococcaceae isolated from dry fermented sausage. **Food Microbiology**, v.19, p.441-449, 2002.

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. Goiânia. Editora UFG, 2001.

PAVIA, P.C.; OLIVEIRA, L.A.; FRANCO, R.M. Recuperação de salmouras utilizadas no preparo do charque. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v.22, n.248, p.41-54, 1997.

PEARSON, A.M.; GRAY, J.I.; WOLZAK, A. Safety implications of oxidized lipids in muscle foods. **Food Technology**, Chicago, v.37, n.7, p.121-129, 1983.

PEARSON, A.M.; LOVE, J.D.; SHORLAND, F.B. "Warmed-over" flavour in meat, poultry and fish. **Advances in Food Research**, San Diego, v.23, p.1-74, 1977.

PEGG, R.B.; SHAHIDI, F. Unraveling the Chemical Identity of Meat Pigments. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.37, n.6, p.561-589, 1997.

PÉREZ, H.M.; LEGARRETA, I.G. Effect of the lactic fermentation with *Staphylococcus carnosus* and *Lactobacillus alimentarius* on the myofibrillar of proteins fraction from pork meat. **Revista Mexicana de Ingeniería Química**, v.2, p.57-62, 2003.

PINTO, M.F.; PONSANO, E.H.G.; FRANCO, B.D.G.M. et al. Controle de *Staphylococcus aureus* em charques (Jerked beef) por culturas iniciadoras. **Ciência e tecnologia de alimentos**, Campinas, v.18, n.2, p.200-204, 1998.

PINTO, M.F. **Culturas iniciadoras – STARTERS – no processamento de Jerked beef, um derivado do charque**. São Paulo, 1996. Tese (Doutorado) – Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo.

PINTO, M.F.; PONSANO, E.H.G.; FRANCO, B.D.G.M.; SHIMOKOMAKI, M. Charque e sucedâneos são produtos cárneos obtidos por processos combinados (HURDLE-TECHNOLOGY). **Revista Nacional da Carne**, n.195, p.66-68, 1993a.

PINTO, M.F.; PONSANO, E.H.G.; FRANCO, B.D.G.M.; SHIMOKOMAKI, M. Flora microbiana desejável em "jerked beef". **Revista Nacional da Carne**, n.189, p.44-47, 1993b.

POMERANZ, Y.; MELOAN, C. **Foods Analysis – Theory and Practice**. 3ed. New York. Chapman & Hill, 1994.

RHEE, K.S.; ANDERSON, L.M.; SAMS, A.R. Lipid oxidation potencial of beef, chicken and pork. **Journal Food Research**, Champaign, v.61, p.8-12, 1996.

RHEE, K.S.; ZIPRIN, Y.A.; ORDONEZ, G. Fatty acid profiles and lipid oxidation in beef steer muscles from different anatomical locations. **Meat Science**, Barking, v.23, p.293-301, 1988.

RUST, R.E.; OLSON, D.G. Meat factors affecting curing. In: **Meat Curing: principles and modern practice**. Kansas. Koch Supplies Inc., 30p, 1973.

SABADINI, E.; CARVALHO JR., B.C.; SOBRAL, P.J.A. Mass transfers and diffusion coefficient determination in wet and dry salting of meat. **Drying Technology**, Monticello, v.16, n.9-10, p.2095-2115, 1998.

SAMEJIMA, K.; LEE, N.H.; ISHIOROSHI, M. Protein extractability and thermal gel formability of miofibrils isolated from skelectral and cardiac muscle at different post mortem periods. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.58, p.385-393, 1992.

SÁRRAGA, C.; REGUEIRO, J.A.G. Membrane lipid oxidation and proteolytic activity in thigh muscles from broilers fed different diets. **Meat Science**, v.52, p.213-219, 1999.

SENIGALIA, S.W.B. **Estudo da presença de *Staphylococcus aureus* em charque e sua capacidade de sobreviver durante o processamento**. Londrina, 1999. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Tecnologia de Alimentos e Medicamentos, Universidade Estadual de Londrina.

SHAHIDI, F. Assessment of lipid oxidation and off-flavour development in meat and meat products. In: SHAHIDI, F. **Flavour of meat and meat products**. London. Academic of Professional, p.247-266, 1994.

SHAHIDI, F.; RUBIN, L.J.; BIOSADY, L.L. et al. Effect of sulfanilamide on the TBA values of cured meats. **Journal of Food Science**, Chicago, v.50, p.274-275, 1985.

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N.N.; FRANCO, B.G.M. In: **Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Paulo. Editora Varela, p.47-62, no prelo, 2006.

SHIMOKOMAKI, M.; IDA, E.I.; TERRA, N.N. Curing. In: **Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition**, St Louis, Elsevier, 2.ed, p.1702-1707, 2003.

SHIMOKOMAKI, M.; FRANCO, B.D.G.M.; BISCONTINI, T.M.B.; PINTO, M.F.; TERRA, N.N.; ZORN, T.M.T. Charqui meats are hurdle technology meat products. **Food Review Int.**, New York, v.14, n.4, p.339-349, 1998.

SHIMOKOMAKI, M.; FRANCO, B.D.G.M.; CARVALHO JR, B.C. Charque e produtos afins: tecnologia e conservação – uma revisão. **Boletim SBCTA**, 21:25-35, 1987.

SHIMOKOMAKI, M.; ELSDEN, D.F.; BAILEY, A.J. Meat tenderness: age related changes in bovine intramuscular collagen. **Journal of Food Science**, Chicago, v.37, p.892-896, 1972.

SHORTHOSE, W.R.; HARRIS, P.V. Effect of animal age on the tenderness of selected beef muscles. **Journal of Food Science**, Chicago, v.55, n.1, p.1-8, 1990.

St. ANGELO, J.A. Lipid oxidation in foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.36, n.3, p.175-224, 1996.

STAHNKE, L.H. Volatiles produced by *Staphylococcus xylosus* and *Staphylococcus carnosus* during growth in sausage minces. Part I. Collection and Identification. **Lebensm.-Wiss.u.-Technol.**, v.32, p.357-364, 1999.

STATSOFT. **Statistica for Windows, v.5.0**. Tulsa-US, 1995.

STEINKRAUS, K.H. Classification of fermented foods: worldwide review of household fermentation techniques. **Food Control**, v.8, n.5/6, p.311-317, 1997.

STEWART, M.R.; ZIPSER, M.W.; WATTS, B.M. The use of reflectance spectrophotometry for the assay of raw meat pigments. **Journal of Food Science**, Chicago, v.30, p.464-469, 1965.

TARLADGIS, B.G.; PEARSON, A.M.; DUGAN Jr, L.R. Chemistry of the 2-thiobarbituric test for determination of oxidative rancidity in foods II. Formation of the TBA-malonaldehyde complex without acid-heat treatment. **Journal of Food Science and Agriculture**, v.5, p. 602-604, 1964.

TAYLOR, R.G.; GEESINK, G.H.; THOMPSON, V.F. Is z-disk degradation responsible for postmortem tenderization?. **Journal Animal Science**, Albany, v.73, p.1351-1367, 1995.

TERRA, N.N. **Apontamentos de tecnologia de carnes**. Rio Grande do Sul. Editora Unisinos, 2003.

TOLEDO, M.C.F. Nitratos e nitritos: presença em alimentos e riscos de sua ingestão. **Revista Nacional da Carne**, n.230, p.54-58, 1996.

TORRES, E.A.F.S.; SHIMOKOMAKI, M.; FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M.; CARVALHO JR., B.C.; SANTOS, J.C. Parameters determining the quality of charqui, an intermediate moisture meat product. **Meat Science**, v.38, n.2, p.229-234, 1994.

TORRES, E.; PEARSON, A.M.; GRAY, J.I. et al. Lipid oxidation in charqui (salted and dried beef). **Food Chemistry**, Barking, v.32, p.257-268, 1989.

TORRES, E.; PEARSON, A.M.; GRAY, J.I.; BOOREN, A.M.; SHIMOKOMAKI, M. Effect of salt on oxidative changes in pre and post rigor ground beef. **Meat Science**, v.23, p.151-163, 1988.

TORRES, E. **Oxidação lipídica em charque**. São Paulo, 1987. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo.

WISMER-PEDERSEN, J. Química de los tejidos animales. In: PRICE, J.F.; SCHWEIGERT, B.S. **Ciencia de la carne y de los productos carnicos**. 2.ed. Zaragoza. Acribia, p.125-138, 1994.

YOUSSEF, Y.E.; GARCIA, C.E.R.; SHIMOKOMAKI, M. Fatores que influenciam a textura do charque. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 4, p.241. Campinas. **Anais: SLACA**, 2001.

YOUSSEF, E.Y. **Produtos cárneos de umidade intermediária. Mudanças físico-químicas nos componentes que afetam a textura e cor do charque e jerked beef**. São Paulo, 2000. Tese (Doutorado) – Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo.

YOUSSEF, Y.E.; GARCIA, C.E.R.; SHIMOKOMAKI, M. Ação antioxidante do nitrato e nitrito de sódio em jerked beef. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 16. Rio de Janeiro. **Anais: SBCTA**, p.715-718, 1998.

## **ANEXOS**

**ANEXO I** Ficha de Avaliação do Índice de Aceitação.

Nome \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Avalie a amostra codificada e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou da amostra.

1. desgostei muitíssimo
2. desgostei muito
3. desgostei regularmente
4. desgostei ligeiramente
5. indiferente
6. gostei ligeiramente
7. gostei regularmente
8. gostei muito
9. gostei muitíssimo

Amostra: \_\_\_\_\_ Valor: \_\_\_\_\_

Comentário(s):

---

---

**ANEXO II** Curva Padrão de Oxidação Lipídica.