



**UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA**

CARLOS EDUARDO ROCHA GARCIA

**USO DE CARRAGENA NO PROCESSAMENTO DE
SUCEDÂNEO DO CHARQUE**

Londrina
2007

CARLOS EDUARDO ROCHA GARCIA

**USO DE CARRAGENA NO PROCESSAMENTO DE
SUCEDÂNEO DO CHARQUE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciência de Alimentos.

Orientador: Prof Dr Massami Shimokomaki

Londrina
2007

CARLOS EDUARDO ROCHA GARCIA

**USO DE CARRAGENA NO PROCESSAMENTO DE
SUCEDÂNEO DO CHARQUE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciência de Alimentos.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Massami Shimokomaki.
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Marcos Franke Pinto
Universidade Estadual Paulista

Prof. Dr. Nelcindo Nascimento Terra
Universidade Federal de Santa Maria

Profa. Dra. Marta de Toledo Benassi
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Fábio Yamashita
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, 18 de outubro de 2007.

DEDICATÓRIA

À minha família,

Que mesmo sem entender o que
ando fazendo torce
incondicionalmente por mim.

À Patricia,

Que embora eu não mereça,
nunca perde a paciência e tem
sempre um sorriso pronto para
qualquer situação.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Massami Shimokomaki, não apenas pela dedicada orientação nos caminhos da ciência ao longo destes anos, mas principalmente pelos exemplos de sábia conduta perante a vida em seus aspectos profissionais e humanos. Meu eterno obrigado pela tutoria desde o início da graduação até meu exercício profissional! Será sempre um orgulho ter sido seu aluno!

Aos professores do Programa de Mestrado e Doutorado em Ciência de Alimentos que souberam exemplificar, cada um a sua maneira, como ser pesquisador.

Ao Prof. Dr. Fábio Yamashita pela cordialidade, atenção e colaboração no planejamento dos experimentos e análises estatísticas.

À Dra Lenita Brunetto Bruniera, pelo apoio diante das dificuldades, incentivo nas horas de desânimo e consultoria em tempo integral sobre ciência de alimentos.

À Dra. Adriana Lourenço Soares pela constante disponibilidade em auxiliar nos ensaios laboratoriais e amizade vivenciada ao longo desses anos.

Aos estagiários Alberto Nampo, Bruno Mariano e ao químico Eduardo de Toledo pela colaboração nas análises laboratoriais.

À Deus, pela oportunidade de construir e viver do conhecimento.

ROCHA GARCIA, Carlos Eduardo. **Uso de carragena no processamento de sucedâneo do charque**. 2007. 91f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo desenvolver um sucedâneo do charque (CH) com melhor maciez e aumento do rendimento do processo através da utilização de carragena (CGN). Amostras de patinho (*Vastus lateralis*) foram injetadas com solução salina de hidrocolóides, mantidas imersas no excesso de solução utilizada e submetidas à salga. A CGN apresentou a maior capacidade de retenção de água (53%) e proporcionou maior rendimento ao processo (77%) em relação à goma xantana ou proteína isolada de soja. Com estes resultados, foram pesquisadas as melhores condições para uso da CGN no processamento do CH. Os resultados mais expressivos da CGN na retenção de umidade e rendimento foram obtidos quando utilizada sem aquecimento, na concentração de 1%, diluída em salmoura (15% NaCl) injetada em volume proporcional a 60% da matéria-prima (p/v). Nestas condições, a umidade e rendimento (57% e 97%) no CH com CGN foram maiores ($p < 0,05$) que o observado no controle que apresentou 50% e 73%, respectivamente. O aumento da umidade foi acompanhado pela elevação da concentração salina de 18% no controle para 20% no CH com CGN mantendo a atividade de água do produto final em 0,76. A CGN não influenciou a oxidação do charque, porém, a adição de 100 ppm de nitrito de sódio no produto reduziu os níveis de TBARS pela metade durante o período de armazenamento. No CH contendo CGN foram verificados maiores valores de L^* em razão do maior conteúdo de água. A salga proporcionou alterações na cor do CH reduzindo em diferentes intensidades os valores de L^* , a^* e b^* . O uso de nitrito de sódio conferiu coloração vermelha ao produto assegurando maior valor de a^* durante praticamente todo período de armazenamento. Ao término da salga, a razão a^*/b^* foi maior ($p < 0,05$) no produto contendo nitrito (2,75) quando comparado ao controle (1,61). Amostras contendo hidrocolóide apresentaram menor ($p < 0,05$) força de cisalhamento em relação ao controle, na forma crua foram registrados os valores de 124N e 131N para o CH com CGN e o controle, respectivamente. Na forma como seria consumido, dessalgado e cozido, o CH com CGN apresentou 92N enquanto o controle 113N. O efeito da adição de CGN foi detectado ($p < 0,05$) pelos provadores em teste triangular, no entanto, o produto apresentou um elevado índice de aceitação (80%) e foi preferido ($p < 0,05$) quando comparado ao CH controle indicando que o hidrocolóide influenciou de forma positiva as características sensoriais do produto. A contagem microbiana indicou redução da contaminação durante a salga e período de armazenamento demonstrando que a CGN não comprometeu os obstáculos que asseguram a estabilidade do CH. Os resultados demonstram que o uso da carragena é uma inovação capaz de gerar um novo sucedâneo do charque com maior rendimento do processo e qualidade superior à apresentada atualmente.

Palavras-chave: Salga. Hidrocolóide. Produto cárneo de umidade intermediária. Jerked beef.

ROCHA GARCIA, Carlos Eduardo. **Use of carrageenan in the processing of beef charqui meat substitute**. 2007. 91p. Thesis (Doctor of Food Science) – Londrina State University, Londrina, 2007.

ABSTRACT

The aim of this work was to develop a technology in order to substitute the traditional beef charqui meat product by a substitute using carrageenan in order to improving its tenderness and processing yield. Samples of patinho, *Vastus lateralis m.*, were injected with hydrocolloids dissolved in saline solution and kept immersed before salting. Carrageenan presented higher water holding capacity (WHC) of 53% and higher processing yield (PY) of 77% in relation to xanthan gum or soy isolated protein. Consequently the better conditions to use CGN to process charqui were evaluated. Improved results for both WHC and PY were observed for moisture retention without application of heating conditions under concentration of 1.0% diluted in 15.0% brine thus injected in a proportional volume of 60.0% in relation to fresh meat (w/w). Under these experimental conditions, values of moisture and processing yield were 57% and 97%, respectively and they were higher than the control samples of 50% and 73%, respectively. The increase of moisture content was followed proportionally by saline concentration from 18% in the control samples to 20% of CGN-charqui meat with CGN and NaCl keeping the A_w value of 0.76. The addition of CGN did not play any significant role towards lipid oxidation however the addition of 100ppm of sodium nitrite reduced the TBARS levels down to the half of its value throughout product storage. Also CGN-charqui meat samples presented higher values of L^* due to their higher water content. Salting step altered the charqui meat color decreasing in different intensities values of L^* , a^* and b^* . The presence of sodium nitrite kept the red color to the CGN charqui meat samples thus higher a^* value and at the final of salting step the ratio a^*/b^* was higher (2.75) in the samples containing nitrite in relation to the nitrite free-samples (1.61) ($p < 0.05$). Raw samples containing CGN presented lower Warner Bratzler (WB) values of 124 in relation to raw non-CGN charqui meat samples of 131N ($p < 0.05$). Under conditions of desalted and cooked, CGN-charqui meat presented WB value of 92N while the control samples WB value of 113N. The effect of CGN addition was detected by the taste panel using triangular test and the CGN-charqui meat samples presented a relevant acceptance index of 80.0% ($p < 0.05$) indicating the panelists positive response to the product. Microbiological counting was very low showing a reduced contamination throughout processing and storage. Finally, results demonstrated that the use of CGN represents an innovation capable of generating a new beef charqui meat substitute with higher processing yield and sensorial qualities bringing about benefits to the charqui meat companies and particularly to the consumers.

Keywords: Brine. Hydrocolloids. Intermediate moisture meat product. Jerked beef.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma de produção do charque	18
Figura 2 – Estrutura química dos principais tipos comerciais de carragena.....	33
Figura 3 – Fluxograma do processamento do charque elaborado com hidrocolóides.....	44
Figura 4 – Iridescência em amostras de charque injetada com proteína isolada de soja.....	57
Figura 5 – Rendimento do charque em função da concentração de carragena e da temperatura a uma concentração de NaCl de 7,5%.....	58
Figura 6 – Rendimento do charque em função da concentração de NaCl e da temperatura a uma concentração de carragena de 0,75%.....	60
Figura 7 – Rendimento do charque em função das concentrações de NaCl e carragena a temperatura de 47,5°C.....	61
Figura 8 – Rendimento do charque em função do tempo de contato entre a matéria-prima e a solução salina (15%NaCl) de carragena (1%).....	63
Figura 9 – Evolução da oxidação lipídica em amostras de charque processadas com carragena e NaNO ₂	68
Figura 10 – Alterações no valor de L* durante as etapas de processamento e armazenamento do charque contendo carragena.....	72
Figura 11 – Alterações no valor de a* durante as etapas de processamento e armazenamento do charque contendo carragena.....	73
Figura 12 – Alterações no valor de b* durante as etapas de processamento e armazenamento do charque contendo carragena.....	74
Figura 13 – Alterações no valor de a*/b* durante as etapas de processamento e armazenamento do charque contendo carragena.....	75

Figura 14 – Teste triangular entre amostras de charque elaboradas com e sem adição de carragena	77
Figura 15 – Índice de aceitação de charque processado com adição de carragena.....	78
Figura 16 – Teste de preferência pareada entre amostras de charque elaboradas com e sem adição de carragena	79
Figura 17 – Contagem microbiana durante o processamento e armazenamento do charque com carragena	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Planejamento fatorial para produção de charque utilizando solução salina de carragena.....	49
Tabela 2 – Umidade e rendimento em amostras de charque processadas com injeção individual de hidrocolóides na concentração de 0,5%	55
Tabela 3 – Rendimento e composição química centesimal do charque processado com carragena (1%), expressos em base úmida	64
Tabela 4 – Atividade de água e pH durante as etapas de produção do charque processado com carragena (1%).....	66
Tabela 5 – Avaliação do efeito da salga sobre a cor de charque processado com carragena e nitrito de sódio	71
Tabela 6 – Força de cisalhamento em amostras de charque cruas ou dessalgadas e cozidas, elaboradas com carragena (1%)	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Aa	Atividade de água
CH	Charque
CH+CGN	Charque com carragena
CH+CGN+NaNO₂	Charque com carragena e nitrito de sódio
CGN	Carragena
CRA	Capacidade de retenção de água
HDC	Hidrocolóide
I-CGN	Iota-carragena
IH	Etapa Injeção do hidrocolóide
ISO	International Organization for Standardization
JB	Jerked beef
K-CGN	Kappa-carragena
L-CGN	Lambda-carragena
Mb	Mioglobina reduzida
MbO₂	Oximioglobina
MMb	Metamioglobina
MP	Matéria-prima
NaCl	Cloreto de sódio
NaNO₂	Nitrito de sódio
PIS	Proteína Isolada de soja
TBARS	Substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico
TH	Etapa término da imersão no hidrocolóide
TS	Etapa término da salga
XTN	Goma xantana

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 CARACTERÍSTICAS DO CHARQUE	16
2.2 PROCESSAMENTO DO CHARQUE	16
2.3 JERKED BEEF	18
2.4 MODIFICAÇÕES BIOQUÍMICAS E FÍSICAS DURANTE O PROCESSAMENTO DO CHARQUE	20
2.4.1 Alterações na composição química, pH e Aa	20
2.4.2 Influência da salga sobre a textura do charque	21
2.4.3 Oxidação lipídica no charque	21
2.4.4 Alterações de cor durante o processamento do charque	24
2.5 MICROBIOLOGIA DO CHARQUE	25
2.6 PRODUTOS CÁRNEOS DE UMIDADE INTERMEDIÁRIA: POSSIBILIDADE DE INOVAÇÕES	27
2.7 UTILIZAÇÃO DA CARRAGENA EM ALIMENTOS	29
2.7.1 Hidrocolóides utilizados em alimentos	29
2.7.2 Características da carragena	30
2.7.3 Tipos de carragena utilizadas nos alimentos	32
2.7.4 Mecanismo de gelificação da carragena	34
2.7.5 Interações entre carragena e proteínas	36
2.7.6 Uso de carragena em produtos cárneos	37
3 OBJETIVOS	42
3.1 OBJETIVO GERAL	42
3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS	42
4 MATERIAIS E METODOS	43
4.1 MATERIAIS	43
4.1.1 Matéria-prima cárnea	43
4.1.2 Preparo das amostras	43
4.1.3 Reagentes	45

4.1.4 Hidrocolóides.....	45
4.2 MÉTODOS ANALÍTICOS	46
4.2.1 Avaliações físico-químicas	46
4.2.1.1 Umidade	46
4.2.1.2 Proteínas	46
4.2.1.3 Lipídios	47
4.2.1.4 Resíduo mineral fixo	47
4.2.1.5 Determinação de pH	47
4.2.1.6 Determinação da atividade de água (Aa)	47
4.2.1.7 Rendimento do processo	46
4.2.2 Rendimento do charque em função do hidrocolóide e das condições de processamento	48
4.2.2.1 Efeito dos hidrocolóides sobre a umidade e rendimento do charque	48
4.2.2.2 Efeito das concentrações de carragena, NaCl e temperatura da solução salina sobre a umidade e rendimento do charque	48
4.2.2.3 Efeito do tempo de imersão da matéria-prima na solução salina de carragena sobre o rendimento do processamento do charque	50
4.2.3 Composição química aproximada, pH, atividade de água e rendimento do charque processado com carragena	50
4.2.4 Avaliação da força de cisalhamento	50
4.2.4.1 Dessalga das amostras	51
4.2.4.2 Cozimento	51
4.2.4.3 Determinação da força de cisalhamento	51
4.2.5 Avaliação da oxidação no charque com carragena.....	52
4.2.6 Avaliação da cor em charque processado com carragena.....	52
4.2.7 Contagem microbiana no charque contendo carragena.....	52
4.2.8 Análise sensorial de charque elaborado com carragena.....	53
4.2.9 Análise estatística	54
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
5.1 EFEITO DOS HIDROCOLÓIDES SOBRE A UMIDADE E RENDIMENTO DO CHARQUE	55
5.2 EFEITO DAS CONCENTRAÇÕES DE CARRAGENA, NaCl E TEMPERATURA DA SOLUÇÃO SALINA SOBRE A UMIDADE E RENDIMENTO DO CHARQUE	57

5.3 EFEITO DO TEMPO DE IMERSÃO DA MATÉRIA-PRIMA CÁRNEA NA SOLUÇÃO SALINA DE CARRAGENA SOBRE O RENDIMENTO DO CHARQUE	62
5.4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA E RENDIMENTO DO CHARQUE PROCESSADO COM CARRAGENA.....	64
5.5 ALTERAÇÕES DE ATIVIDADE DE ÁGUA, PH, UMIDADE E RESÍDUO MINERAL DURANTE O PROCESSAMENTO DO CHARQUE COM CARRAGENA	65
5.6 EFEITO DA CARRAGENA NA OXIDAÇÃO DO CHARQUE	67
5.7 AVALIAÇÃO DA COR EM CHARQUE PROCESSADO COM CARRAGENA	70
5.8 MEDIDA DA TEXTURA	76
5.9 ANÁLISE SENSORIAL DE CHARQUE ELABORADO COM CARRAGENA	77
5.10 CONTAGEM MICROBIANA NO CHARQUE CONTENDO CARRAGENA	80
6 CONCLUSÕES	82
REFERÊNCIAS.....	83

1 INTRODUÇÃO

O charque (CH) é um produto cárneo de umidade intermediária elaborado através de processamento baseado na desidratação promovida pela salga e secagem ao sol. Originado como alternativa para conservação das carnes nos tempos anteriores à cadeia do frio, o sabor característico do CH tornou o produto apreciável pela população permitindo a expansão de seu consumo mesmo após o advento da refrigeração (SHIMOKOMAKI et al., 1998).

As drásticas condições de processamento do CH promovem a redução da umidade e aumento da concentração salina a valores próximos a 45% e 15%, respectivamente, resultando numa atividade de água (Aa) ao redor de 0,75. Estas características permitem classificá-lo como produto cárneo de umidade intermediária obtido a partir da tecnologia de obstáculos (LEISTNER, 1995, SHIMOKOMAKI et al., 2003).

Por outro lado, a salga e conseqüente desidratação são responsáveis pelo baixo rendimento do processo e o desenvolvimento de características prejudiciais à qualidade sensorial do CH. O aumento da rigidez é um dos efeitos promovidos pela salga, a extração e desnaturação de proteínas miofibrilares durante o processamento reduz a capacidade de retenção de água (CRA) compactando as fibras musculares e reduzindo a maciez do produto (YOUSSEF et al., 2007). Outro inconveniente reside no surgimento de sabor rançoso e o desenvolvimento de substâncias tóxicas que acompanham a produção do CH. A exposição ao sol e a elevada concentração salina tornam o produto especialmente suscetível ao desenvolvimento de reações oxidativas (TORRES et al., 1988, YOUSSEF et al., 2003). Experimentos demonstraram a viabilidade do uso de antioxidantes para retardar os processos oxidativos no CH (TORRES et al., 1994; ROCHA GARCIA et al., 2003). O consumidor associa a coloração vermelha à qualidade e frescor dos produtos cárneos, a manutenção dessa cor tem relevante importância econômica, pois exerce influência definitiva sobre a decisão de compra do consumidor (SARANTOPOULOS; PIZZINATTO, 1990). No entanto, o processo de salga está associado à modificação da valência do ferro da mioglobina de Fe^{2+} para Fe^{3+} e à formação do pigmento metamioglobina, responsável pela coloração marrom do CH (YOUSSEF et al., 2003).

Inovações no processamento do CH originaram o Jerked Beef (JB), um sucedâneo processado sob melhores condições tecnológicas, como injeção automática de salmoura e processamento em ambiente climatizado. Porém, as maiores inovações referem-se à adição de nitrito ao processamento do CH e uso de embalagem à vácuo para acondicionamento do produto. Na época do desenvolvimento, estas inovações tinham como objetivo a busca de maior segurança e qualidade ao JB reduzindo os perigos microbiológicos, retardando a rancidez oxidativa e promovendo a coloração vermelha característica dos produtos cárneos curados (BISCONTINI et al., 1992).

Os aspectos bioquímicos e microbiológicos do CH têm sido exaustivamente estudados e alternativas propostas para o controle da rancidez oxidativa, manutenção da cor e estímulo aos processos fermentativos (PINTO et al., 2002, SHIMOKOMAKI et al., 2003, YOUSSEF et al., 2003, 2007). No entanto, ainda não foram investigadas inovações capazes de aumentar a retenção de água e prover aumento da maciez e maior rendimento ao processo do CH.

A carragena (CGN) é um polímero de galactose amplamente utilizado na produção de alimentos em razão da diversidade de aplicações industriais como gelificante, espessante e estabilizante. Diversos estudos demonstram que uso de CGN aumenta a retenção de água e melhora a qualidade sensorial dos produtos cárneos, principalmente em razão da maciez que acompanha o aumento da umidade (TRIUS; SEBRANEK, 1996). Hambúrgueres, salsichas, lingüiças, presuntos e almôndegas são exemplos de produtos cárneos que se valem do uso da CGN para melhoria das qualidades sensoriais (CANDOGAN; KOLSARICI, 2003, EGBERT et al., 1991, DONATUS et al., 2001).

A utilização de CGN na produção do CH poderia aumentar a CRA, reduzindo as perdas que acompanham o processamento e conferindo maior maciez ao produto. No entanto, o CH é um produto cárneo de características singulares e o aumento da umidade não pode comprometer os obstáculos originados pela salga, responsáveis pela estabilidade microbiológica. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo modernizar a tecnologia do charque visando a melhoria da qualidade sensorial e o aumento do rendimento do processo através do uso de carragena.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS DO CHARQUE

O CH é um produto cárneo de umidade intermediária elaborado através de processamento baseado na desidratação promovida pela salga e secagem ao sol. Originado como alternativa para conservação das carnes nos tempos anteriores à cadeia do frio, o sabor característico tornou o CH apreciável pela população permitindo a expansão de seu consumo mesmo após o advento da refrigeração (SHIMOKOMAKI et al., 1998).

A produção do CH tem suas raízes entremeadas com a própria história do país. Largamente consumido nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, o CH alcançou todo o território nacional através da migração nordestina e do consumo como ingrediente da feijoada, prato típico e apreciado em quaisquer regiões ou classes sociais. O consumo de CH é estimado em aproximadamente 206 mil toneladas/ano, movimentando ao redor de 700 milhões de dólares (BRAZILFOCUS, 2007).

O CH, segundo o Ministério da Agricultura, deve apresentar 45% de umidade e 15% de resíduo mineral, sendo aceita uma tolerância de $\pm 5\%$ (BRASIL, 1962). Estudos demonstraram que o CH apresenta atividade de água ao redor de 0,75 permitindo classificá-lo como produto cárneo de umidade intermediária (TORRES et al., 1994, SHIMOKOMAKI et al., 1998).

2.2 PROCESSAMENTO DO CHARQUE

A produção do CH segue métodos tradicionais de processamento onde a salga e a exposição ao sol promovem severa desidratação das peças cárneas assegurando sua conservação, porém, conferindo baixo rendimento ao processo. Os cortes utilizados para produção do CH geralmente são de menor valor

comercial e provenientes da parte dianteira do bovino, como a ponta de agulha (SHIMOKOMAKI et al., 1987, 2003).

O processo do CH tem início efetuando-se a salga úmida das mantas cárneas através da imersão em tanques ou, atualmente, injetoras automáticas de salmoura. Posteriormente, as carnes são secas em pilhas formando camadas intercaladas com sal grosso moído. Estas pilhas são submetidas aos chamados “tombos”, onde durante de 3 a 5 dias a posição das mantas cárneas são diariamente invertidas, alterando-se verticalmente a posição dos cortes. Terminada a salga seca, o excesso de sal é retirado da superfície do produto através de lavagem com água potável clorada. A cloração da água é um tratamento bactericida utilizado na prevenção do desenvolvimento de halobactérias deteriorantes (SHIMOKOMAKI et al., 1998). O processamento prossegue com a secagem das peças cárneas ao sol estendendo-as em varais por 5 dias de sol. Durante as noites e dias chuvosos as mantas são mantidas empilhadas e abafadas por lonas permitindo o desenvolvimento de microrganismos fermentativos (PINTO et al., 1993, SHIMOKOMAKI et al., 1998).

Originalmente, o CH era embalado em fardos de aninhagem e comercializado à granel ao consumidor. Atualmente, o CH ainda é exposto à granel, mas apresentações embaladas a vácuo são predominantes nos pontos de venda, ofertando melhores condições de higiene (SHIMOKOMAKI et al., 1987). O fluxo de produção do CH pode ser sintetizado segundo a figura abaixo:

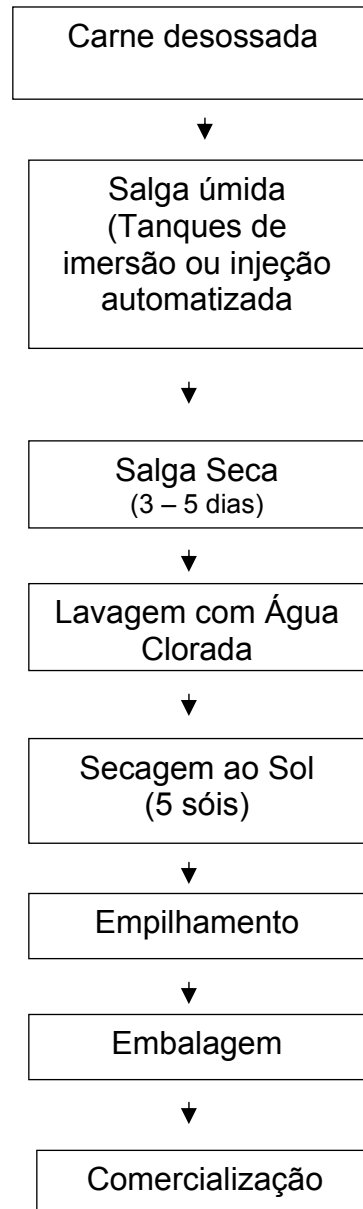


Figura 1 – Fluxograma de produção do charque (SHIMOKOMAKI et al., 1998, 2006).

2.3 JERKED BEEF: A EVOLUÇÃO DO CHARQUE

A produção do CH durante décadas seguiu modelos artesanais de produção. O JB surgiu em meados dos anos 80 através de inovações implementadas no processamento do CH que modernizaram o produto. Os objetivos desta modernização foram melhorar a segurança e apresentação do produto em busca de consumidores resistentes ao consumo do CH em razão da imagem

negativa originada de deficiências higiênicas nas antigas charqueadas (BISCONTINI et al., 1992).

As inovações no processamento do CH tiveram início com a substituição da salga úmida realizada em tanques de imersão por injetoras de salmoura automatizadas que padronizam a dispersão do sal e reduzem o tempo da etapa de salga (SHIMOKOMAKI et al., 1987). O JB também apresentava como matéria-prima (MP) cortes de maior valor comercial e processamento em salas climatizadas (BISCONTINI et al., 1992). A climatização dos ambientes de produção, no entanto não representou efeitos significativos na redução da contaminação microbiana. Testes realizados por Pinto (1996) não encontraram diferenças significativas na avaliação microbiana das peças cárneas processadas a 25°C ou a 35°C.

A apresentação do CH ao consumidor também foi alvo de inovações, sobretudo para alcançar o mercado da Região Sudeste, o produto passou a ser embalado a vácuo melhorando sua apresentação e aspectos higiênicos. Porém, o uso da embalagem a vácuo, despertou a atenção dos produtores e autoridades quanto à possibilidade do desenvolvimento do *Clostridium botulinum*. Embora os parâmetros físico-químicos oficiais do produto tornem-se obstáculos significativos ao *C. botulinum*, a produção clandestina e sem padronização poderia propiciar casos de botulismo (LARA et al., 1999). Dessa forma, para assegurar a estabilidade microbiológica e promover o desenvolvimento da desejável coloração vermelha, típica dos produtos cárneos curados, os nitritos passaram a ser adicionados durante processamento do JB (BISCONTINI et al., 1992).

As inovações foram responsáveis não apenas pela modernização do CH mas originaram um novo produto. As diferenças entre CH e JB são afirmadas inclusive pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que respeitando a maior estabilidade do JB estabeleceu legislação própria ao sucedâneo do CH. Segundo a legislação vigente, JB é um produto cárneo, curado, salgado, com valores máximos de: atividade de água de 0,78, umidade de 55%, residual mineral máximo de 18,3%, nitrito de sódio residual de 50 ppm e embalado a vácuo (BRASIL, 2000). Parte das inovações propostas para o JB com o tempo passaram a ser utilizadas no processamento do CH, como o uso de injetoras automáticas de salmoura e embalagem à vácuo.

2.4 MODIFICAÇÕES BIOQUÍMICAS E FÍSICAS DURANTE O PROCESSAMENTO DO CHARQUE

2.4.1 Alterações na composição química, pH e Aa

As drásticas condições de processamento do CH são responsáveis pela redução da umidade de aproximadamente 76% na MP para cerca de 45% no CH. Paralelo ao decréscimo da umidade, ocorre o aumento da concentração de resíduo mineral de aproximadamente 1% na carne fresca para concentrações superiores a 15% no CH. A desidratação e a elevação da concentração salina do produto são responsáveis pela redução da Aa à valores próximos a 0,75 (SHIMOKOMAKI et al. 1998, 2003). Produtos de umidade intermediária apresentam Aa entre 0,6 e 0,9 e apresentam estabilidade microbiológica durante meses (LEISTNER, 1995).

As concentrações de proteína, água e sal no CH alcançam um equilíbrio quando a Aa é reduzida a valores próximos a 0,75 (TORRES et al., 1994). Segundo Lioutas et al. (1984), a Aa de 0,75 corresponde ao ponto de saturação de soluções de NaCl e abaixo desse valor ocorre redução da interação entre NaCl e a água, limitando a difusão do sal para o interior da carne. Biscontini et al (1996) relataram que para compreender o comportamento da água no CH deve ser considerado a ocorrência de dois eventos. O primeiro, na fase inicial do processo, está associado à entrada e distribuição uniforme do sal nas mantas cárneas. No segundo evento, pressões físicas e osmóticas verificadas durante a produção do CH, associadas à solubilização da miosina, induzem a água a deixar o compartimento miofibrilar passando a ocupar o espaço interfibrilar, posteriormente, direcionar-se ao meio extracelular e por fim alcançar a superfície do produto.

Concentrações salinas elevadas podem promover a extração da banda A e comprometer a CRA (Capacidade de Retenção de Água) da miosina (OFFER et al., 1989). O desaparecimento da banda A indica perda de proteínas durante o processamento do CH. As frações proteicas e lipídicas estão mais concentradas no CH em relação à MP. No entanto, analisando as concentrações em base seca é verificada uma redução protéica de 30 a 40%. Conseqüentemente, o espaço intercelular é reduzido de 20 a 30% em relação ao controle, enquanto é

verificado um aumento do espaço extracelular. Temperaturas de 35-40°C observadas durante o processamento podem colaborar para a desnaturação da miosina, estimulando a desidratação do CH (SHIMOKOMAKI et al., 1998).

2.4.2 Influência da salga sobre a textura do charque

A textura dos produtos cárneos é influenciada por vários fatores incluindo o conteúdo de gordura intramuscular, CRA, estado do complexo actomiosina e a quantidade e qualidade do colágeno. As ligações cruzadas do colágeno aumentam com o avanço da idade dos animais e promovem o endurecimento das carnes (SHIMOKOMAKI et al., 1972). Porém, no CH, em razão da severa desidratação durante o processamento e reduzida umidade, a CRA pelas proteínas miofibrilares torna-se o principal fator responsável pela textura do produto (YOUSSEF et al, 2007).

Estudos avaliando a textura de JB indicaram que o produto apresenta maior rigidez em relação à MP, independente se as amostras estão nas formas crua, cozida ou dessalgada e cozida (SHIMOKOMAKI et al., 1998). O CH cru apresenta força de cisalhamento aproximadamente 6 vezes superior ao observado na MP, o aumento da rigidez no produto salgado é acompanhado pela redução da umidade de 76% na MP para 46% no CH. Na forma como o CH é comumente consumido, dessalgado e cozido, não foram observadas diferenças significativas relacionadas à dureza e à umidade do CH cru, indicando que o aquecimento e a desnaturação do colágeno influenciaram menos a textura do produto quando comparados à influencia da redução de umidade promovida pela salga (YOUSSEF et al., 2007).

2.4.3 Oxidação lipídica no charque

Durante o processamento das carnes, o controle oxidativo é rapidamente perdido e o surgimento da rancidez ocorre em um período menor que o observado nas carnes frescas. Em sua maioria, os processos envolvidos na

elaboração dos produtos cárneos favorecem a ocorrência da oxidação lipídica (GRAY et al., 1996).

Procedimentos como a moagem, por exemplo, permitem o contato do oxigênio com os lipídios, enquanto o cozimento provoca a desestruturação das membranas celulares do músculo, além de ocasionar a desnaturação e perda da atividade antioxidante de determinadas proteínas (MORRISEY et al., 1998). A desnaturação também ocasiona a liberação de íons metálicos como ferro e cobre que, originalmente, permaneciam associados às proteínas e, quando livres, tornam-se potentes catalisadores da rancidez (MORRISEY et al., 1998).

O emprego de sal nos produtos cárneos é mais um fator que favorece a ocorrência da oxidação. Decker e Xu (1998) revisaram os mecanismos propostos para elucidar o efeito pró-catalítico do cloreto de sódio. Os autores relatam que o efeito oxidante do NaCl está associado à sua capacidade de alterar a distribuição e reatividade do ferro. Outro mecanismo proposto está associado à liberação do ferro de macromoléculas provocada pelo NaCl. O íon cloreto também pode, em conjunto com o ferro, formar um complexo de ação catalítica (OSINCHAK et al., 1992). Por outro lado, o NaCl também poderia favorecer a ocorrência da oxidação lipídica através da inibição de enzimas de ação antioxidante presentes no músculo como a catalase, superóxido dismutase e glutathione oxidase (LEE et al., 1997).

As altas concentrações de NaCl e a exposição das peças cárneas à temperaturas relativamente elevadas criam no CH condições favoráveis ao desenvolvimento da oxidação lipídica (TORRES et al., 1988). Altos níveis de íons ferro e cobre encontrados no sal grosso, empregado em seu preparo, podem estar envolvidos na catálise de rancidez oxidativa (TORRES et al., 1989).

Nas etapas iniciais do processamento do CH, existe uma estreita relação entre os valores de Aa e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), onde, enquanto a Aa decresce ocorre aumento dos valores de TBARS. Segundo os autores esta relação é determinada pela concentração de NaCl que enquanto reduz Aa também atua como pró-oxidante da oxidação lipídica (TORRES et al., 1994).

Youssef et al. (2003) avaliando a oxidação no CH verificaram que durante os 8 primeiros dias de armazenamento ocorre um aumento de 4 vezes nos valores de TBARS, indicando que a oxidação alcançou a fase de propagação.

Durante os 90 dias de armazenamento foi verificado um aumento acima de 9 vezes nos níveis de TBARS (YOUSSEF et al., 2003). Segundo Melton (1983) a detecção da rancidez ocorre quando a oxidação ultrapassou a fase de indução. A oxidação lipídica no CH, inicialmente, ocorre nos pigmentos e somente em segundo estágio alcançará o envolvimento dos lipídios (TORRES et al., 1988).

O tratamento de amostras de JB com NaNO_2 não apenas retarda a oxidação lipídica, como também inibe o desenvolvimento do aroma de requeijado (YOUSSEF et al., 2003). A utilização de NaNO_2 no processamento do JB foi efetiva no controle da oxidação lipídica mesmo em níveis residuais (~13ppm) consideravelmente abaixo dos limites máximos permitidos pela legislação (~50ppm), reduzindo os níveis de TBARS (0,39 mg/kg amostra) para cerca de metade do observado no controle que apresentou 0,72 mg TBARS/kg amostra (YOUSSEF et al., 2003).

Originalmente utilizado no processo de cura como um conservante inibindo o desenvolvimento do *Clostridium botulinum*, o NaNO_2 além dos desejáveis efeitos sobre a coloração e aroma, proporciona aos produtos cárneos curados maior estabilidade oxidativa (CASSENS, 1995). Vários mecanismos têm sido propostos para esclarecer a capacidade antioxidante deste composto. Segundo Honikel (2007), os nitritos podem formar complexos com heme pigmentos impedindo que os íons ferro presentes nestas moléculas possam atuar como catalisadores da rancidez. Os nitritos poderiam também estabilizar os lipídios das membranas as quais são rompidas durante os processos de cozimento ou moagem. Sua atividade antioxidante também poderia ser esclarecida em razão de sua capacidade quelante e redutora da ação catalítica dos metais pró-oxidativos.

O óxido nítrico, formado a partir das reações do NaNO_2 , possui a capacidade de reagir com a mioglobina ou oximioglobina presente nos produtos cárneos levando à formação de nitrosomioglobina. Sofrendo desnaturação, a molécula de nitrosomioglobina passa a permanecer irreversivelmente no estado de nitrosohemocromo conferindo coloração avermelhada estável ao produto (SKIBISTED, 1992).

O NaNO_2 pode reagir com aminas secundárias, terciárias ou compostos contendo aminas para formar as nitrosaminas, compostos tóxicos reconhecidamente mutagênicos. Neste contexto, existe o crescente interesse na redução dos níveis de nitritos a valores mínimos, suficientes para evitar a ocorrência

de botulismo sem a perda do controle oxidativo. O emprego de substâncias bloqueadoras da reação de nitrosação como os ascorbatos e os tocoferóis têm sido utilizados em alguns países como instrumentos eficazes na inibição da formação das nitrosaminas (CASSENS, 1995).

2.4.4 Alterações de cor durante o processamento do charque

A cor das carnes é o índice de frescor e qualidade mais óbvio para o consumidor, determinado pela proporção relativa das três formas de mioglobina: mioglobina reduzida (Mb - coloração vermelho púrpura), oximioglobina (MbO₂ - coloração vermelho brilhante) e metamioglobina (MMb - coloração marrom). Os pigmentos de mioglobina apresentam em sua estrutura um átomo de ferro, na Mb e MbO₂ o ferro encontra-se no estado ferroso (Fe²⁺) enquanto na MMb o metal está na forma férrica (Fe³⁺) (PEGG; SHAHIDI, 1997).

O consumidor associa a coloração vermelha das carnes à qualidade e frescor do produto. A manutenção da coloração tem relevante importância econômica, pois se trata de um fator decisivo no momento da aquisição e opção de compra pelo consumidor. O controle da cor das carnes exige conhecimento das reações que envolvem as formas de pigmento. O ciclo da cor das carnes é reversível e, portanto, à medida que ocorra associação de ligantes ao átomo de ferro da mioglobina ocorre também a mudança de cor do produto cárneo (SARANTÓPOULOS; PIZZINATTO, 1990).

Estudos envolvendo a adição de NaCl às carnes evidenciou que o aumento da concentração salina é acompanhado pela redução do conteúdo de oximioglobina e aumento de metamioglobina (TORRES et al., 1988). O uso de NaCl no processamento do CH está associado à oxidação do ferro ligado à mioglobina da forma Fe²⁺ para Fe³⁺ (SHIMOKOMAKI et al., 1987).

A avaliação da cor do CH indica que a presença de NaCl, NaNO₂ e cozimento promovem mudanças nos parâmetros de cor avaliados pelo sistema CIELAB. A cocção do CH promoveu elevação dos valores de L* (luminosidade) em relação ao CH não-cozido devido à mudança do Fe²⁺ para Fe³⁺ que promove a alteração da cor do produto de vermelho à marrom. A presença de NaNO₂ é capaz

de manter o ferro na forma Fe^{2+} e a coloração vermelha no JB mesmo após a cocção. O componente a^* foi maior na MP e nas amostras contendo nitrito quando comparadas ao CH. A razão a^*/b^* mostrou que o CH apresentou coloração marrom indicando a formação do pigmento metamioglobina enquanto JB contendo $NaNO_2$ apresentou coloração vermelha característica do pigmento nitrosomioglobina (YOUSEEF et al., 2003).

Existe uma estreita relação entre o estado de valência do ferro e os níveis de rancidez. O ferro na forma Fe^{3+} foi encontrado na metamioglobina, pigmento predominante nas formas mais oxidadas do CH, enquanto Fe^{2+} foi o estado de valência predominando nas amostras menos oxidadas e que apresentavam nitrito em sua composição (YOUSSEF et al., 2003). A utilização de $NaNO_2$ em carnes de peru salgada e cozida se mostrou capaz de promover a formação de desejável coloração avermelhada e prolongar a estabilidade oxidativa do produto (WALSH et al., 1998).

2.5 MICROBIOLOGIA DO CHARQUE

O CH é um produto cárneo estável à temperatura ambiente em razão do emprego da tecnologia de obstáculos (LEISTNER, 1995). Concentração salina elevada, reduzida Aa, $NaNO_2$, no caso do JB, e embalagem à vácuo são obstáculos aplicados em sequência para inibir o desenvolvimento microbiano no produto (TORRES et al., 1994, SHIMOKOMAKI et al., 1998, 2003).

Estudo realizado com amostras de CH comercializadas a granel na cidade de São Paulo não detectou presença de *Salmonella* e clostrídios sulfito redutores (FRANCO et al., 1987). No entanto, foi verificado que 15% das amostras apresentaram *S.aureus* em contagens variando de 10^2 a 10^3 . A presença de *Bacillus cereus* foi detectada em 10% das amostras em concentrações que variaram de 10^2 a 10^3 . Segundo os autores, seria improvável que a multiplicação de *B. cereus*, cuja Aa mínima para multiplicação é de 0,95, ocorra no CH cuja atividade de água é de 0,75. A presença de *B. cereus* e sobretudo de *S. aureus*, patógeno halotolerante e encontrado em manipuladores, no CH pode ser originada de condições inadequadas de higiene e manipulação (FRANCO et al., 1987). Deve ser considerado que no

experimento citado as amostras de CH analisadas eram comercializadas à granel, porém, atualmente para conferir maior segurança e praticidade o produto está sendo comercializado embalado à vácuo.

Experimentos laboratoriais avaliando a contagem de mesófilos aeróbios e facultativos viáveis durante as etapas de salga de cortes dianteiros para produção de CH identificaram na MP uma contagem de 5,5 log de UFC/g enquanto no CH embalado a contagem observada foi inferior a 1 log de UFC/g. Os resultados indicam a viabilidade da produção de CH com reduzida contaminação microbiana quando as condições de higiênicas são mantidas durante as etapas de processamento e armazenamento (SHIMOKOMAKI et al., 1998).

O uso de embalagem à vácuo em produtos alimentícios desperta atenção da saúde pública em razão da possibilidade de desenvolvimento do *C. botulinum*. Lara et al. (1999) revisaram a ocorrência de surtos de botulismo associados a produtos alimentícios, segundo os autores, embora a tecnologia de obstáculos utilizada no CH atribua condições drásticas ao desenvolvimento microbiano, a identificação de *S. aureus* e bactérias halofílicas verificadas em experimentos prévios (FRANCO et al., 1987), indicam a possibilidade de desenvolvimento de outros microrganismos, não sendo descartado o perigo do botulismo. No entanto, em estudos posteriores realizados pelo mesmo grupo de pesquisa avaliando o desenvolvimento de *C. botulinum* e *S. aureus* inoculados na MP, verificou-se que estes microrganismos não foram capazes de superar os obstáculos presentes no processamento do JB (LARA et al., 2003).

Dentre os microrganismos preocupantes no CH, além dos patogênicos, destaca-se o *Halobacterium salinarum*, causador do vermelhão, uma deterioração verificada no CH caracterizada por um exsudato avermelhado de odor desagradável. Embora não seja patogênico este microrganismo é responsável por consideráveis prejuízos econômicos nas charqueadas (FRANCO et al., 1987).

Estudos investigando a microbiologia do CH verificaram que a microbiota da MP utilizada para produção do CH era composta por *Staphylococcus spp* (47,2%), *Micrococcus spp* (17,6%), *Lactobacillus spp* (17,6%) e *corineformes* (17,6%). O produto final, no entanto, apresentava predominância de *Staphylococcus spp* (84,2%) e *Micrococcus spp* (15,8%), constatando-se também a ausência de espécies de *Staphylococcus coagulase* positiva. Segundo os autores, a modificação da microbiota do CH é resultante da seleção de microrganismos capazes de

sobreviver às drásticas condições de processamento do CH, exemplificados pela maior resistência dos *Staphylococcus spp* e *Micrococcus spp* às concentrações elevadas de NaCl e reduzida Aa (PINTO et al., 1993, 2002).

Os gêneros *Micrococcus spp.* e *Staphylococcus spp.* pertencentes a família *Micrococcaceae*, são encontrados em produtos cárneos salgados e desidratados desempenhando importante função tecnológica em razão da produção das enzimas nitrato redutase, nitrito redutase e catalase, estreitamente relacionadas à qualidade e segurança dos produtos cárneos (TERRA, 1998). Estes microrganismos produzem enzimas proteolíticas e lipolíticas capazes de auxiliar o desenvolvimento de sabor nos produtos em que se desenvolvem. Diversos estudos têm relacionado à proteólise à ocorrência e melhora do sabor em produtos cárneos (OLESEN et al., 2004).

A identificação de *Staphylococcus spp* (84,2%) como espécie predominante, sugeriu que estes microrganismos possam estar relacionados ao desenvolvimento de processos fermentativos no CH e poderiam ser utilizados como culturas iniciadoras. Assim, *S. carnosus* e *S. xylosus* foram adicionados ao processamento do CH e uma estreita relação foi verificada entre a ocorrência de proteólise e a aceitação sensorial do produto. Amostras processadas com culturas iniciadoras apresentaram maior proteólise e foram preferidas pelos provadores em teste de preferência pareada (PINTO et al., 2002).

Estudos demonstraram que embora as culturas iniciadoras promovam a proteólise das frações colagenosas, das proteínas sarcoplasmáticas e miofibrilares, esses fenômenos não promovem alterações na textura do CH (PINTO, 1996). Experimentos demonstraram ainda que a inoculação de culturas iniciadoras formadas de *S. carnosus* como *S. xylosus*, além de contribuir para melhoria das características sensoriais foram capazes de inibir desenvolvimento do *S. aureus* através de mecanismo competitivo (PINTO et al., 1998, 2002).

2.6 PRODUTOS CÁRNEOS DE UMIDADE INTERMEDIÁRIA: POSSIBILIDADES DE INOVAÇÕES

O JB é um exemplo de modernização da tecnologia secular utilizada na produção do CH. No entanto, na área das carnes salgadas não são verificadas o

dinamismo em busca de inovações e diversidades presentes em outros produtos cárneos. A melhoria da qualidade sensorial e segurança do CH pode ser uma alternativa para atração de novos consumidores e alavancar a exportação destas carnes tipicamente brasileiras.

Por outro lado, o CH é um produto tradicional e suas características sensoriais permitem que figure dentre os principais produtos cárneos consumidos no Brasil (TERRA, 1998). A textura rígida e a ocorrência de rancidez, como discutido anteriormente, são características intrínsecas que, se não foram as responsáveis, ao menos acompanharam o consumo do CH ao longo dos anos, superando o advento da refrigeração e a independência da salga quanto à método único de conservação (SHIMKOMAKI et al., 2003). Assim, inovar na área do CH pode significar o surgimento de novos produtos, como exemplificado pelo JB (BISCONTINI et al., 1992). O surgimento de novos sucedâneos para o CH pode vir ao encontro dos anseios dos consumidores que demonstram um crescente interesse por novos produtos cárneos, e por outro lado, preocupação em relação à segurança de sua alimentação.

Programas de qualidade como as Boas Práticas de Fabricação (BPF), o Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) e a implementação das Normas ISO padronizariam e proveriam melhorarias no processamento, permitindo ao produto alcançar novos nichos formados por consumidores que ainda associam uma imagem de precariedade à higiene e segurança do CH.

Como visto anteriormente, as características do CH tornam o produto especialmente sujeito ao desenvolvimento dos sabores desagradáveis e à presença de substâncias tóxicas como o malonaldeído e os óxidos de colesterol originados da rancidez oxidativa (TORRES et al., 1989). No entanto, ao contrário dos demais produtos cárneos, não são utilizados antioxidantes em seu processamento. O JB apresenta em sua produção o uso de NaNO_2 , que embora seja utilizado como conservante, apresenta propriedades antioxidantes capazes de inibir a oxidação (YOUSSEF et al., 2003). A utilização de antioxidantes apresentou resultados satisfatórios em experimentos envolvendo a carne bovina salgada (TORRES et al., 1988) e mesmo na salga de carnes de aves, contendo elevada concentração de ácidos graxos insaturados, o uso de combinações de antioxidantes se mostrou capaz de retardar os processos oxidativos estimulados pelo sal (ROCHA GARCIA et

al., 2003). Controlar os processos oxidativos no CH é uma alternativa a ser explorada pelas indústrias uma vez que o consumo de gorduras oxidadas é tema de crescente preocupação à saúde pública (KANNER., 1994).

Os estudos realizados por Pinto et al (2002) demonstram o desenvolvimento de microrganismos fermentativos durante o processamento do CH. Estes processos fermentativos quando estimulados através do uso de culturas iniciadoras mostram-se efetivos na melhora da qualidade sensorial do CH e aumentaram a segurança do produto inibindo o desenvolvimento de *S. aureus* através de mecanismo competitivo (PINTO et al., 2002). As pesquisas apontaram os efeitos positivos da fermentação e as informações estão disponíveis para que as indústrias cárneas utilizem em âmbito industrial a fermentação como ferramenta para incrementar a qualidade sensorial e segurança do CH.

A desidratação confere estabilidade ao CH, porém, é responsável por significativas perdas durante o processamento comprometendo o rendimento e conferindo rigidez ao produto (YOUSSEF, 2000). Os hidrocolóides (HDC) são utilizados na indústria para aumentar a CRA, reduzir as perdas dos processos e prover maciez à textura dos produtos cárneos, (CANDOGAN; KOLSARICI, 2003). Embora a legislação não permita o uso de HDC no CH (BRASIL, 1998), o uso destes aditivos poderia contornar os aspectos negativos da desidratação, caso não promovam alterações nos valores de Aa e comprometimento da estabilidade microbiológica do produto. Diferente dos aspectos físicos, fermentativos e oxidativos, não há estudos na literatura investigando o uso de HDC no CH.

2.7 UTILIZAÇÃO DA CARRAGENA EM ALIMENTOS

2.7.1 Hidrocolóides utilizados em alimentos

Os HDC são polímeros de cadeias longas, alto peso molecular, amplamente utilizados na indústria de alimentos em razão das diversas funções tecnológicas que podem desempenhar, como gelificantes, espessantes, estabilizantes e atuando na suspensão de partículas, controle de cristalização,

inibição da sinerese, encapsulação e formação de filmes. A denominação hidrocolóide tem origem na característica hidrofílica destes aditivos e na capacidade de dispersão como um colóide em soluções aquosas (FENNEMA, 2000). Conhecidos também como gomas, estes aditivos são obtidos de algas, microrganismos, sementes, exsudatos de vegetais, proteínas animais ou ainda possuem origem sintética. Carragena (CGN), goma xantana (XTN), pectina, e proteínas como o colágeno e proteína de soja (PIS) são exemplos de hidrocolóides utilizados na indústria alimentícia (DZIEAZAK, 1991).

2.7.2 Características da carragena

Imediatamente abaixo do amido, a CGN ocupa posição de destaque dentre os HDC obtidos de plantas ou algas mais utilizados na indústria alimentícia. A CGN é considerada um aditivo de alto valor comercial que durante as últimas três décadas, em razão das crescentes aplicações tecnológicas, tem mantido um crescimento anual de 5% no consumo industrial. Estima-se que a produção mundial de CGN movimentou na última década cerca de US\$ 300 milhões anuais (De RUITTER; BRIAN, 1997).

A CGN apresenta estrutura linear formada por unidades sulfatadas de galactose e 3,6-anidrogactose, mantidas através de ligações α -1,3 alternadas com ligações β -1,4 (USOY, 1998). A capacidade de solubilização, dispersão e associação com a água proporcionam diversas aplicações tecnológicas permitindo que a CGN seja utilizada em grandes quantidades na indústrias alimentícias, farmacêuticas e outros produtos para consumo humano (RENN, 1997).

Nas algas vivas este polissacarídeo desempenha diversas funções biológicas atuando como barreira seletiva às trocas iônicas, reserva aquosa para prevenção da desidratação e proteção celular frente o impacto mecânico das ondas (TRIUS; SEBRANEK, 1996). A carragena pode ser obtida das famílias *Gigartina* e *Solieriaceae* pertencentes à classe das *Rhodophyceae*, destacando-se os grupos *Chondrus crispus*, *Chondrus acellatus*, *Euchema cottonii*, *Euchema spinosum*, *Gigartina acicularis*, *Gigartina pistilata*, *Gigartina radula* e *Gigartina stellata*. A principal fonte de carragena é *Chondrus crispus* reconhecido mundialmente como

musgo inglês, originalmente utilizado para promover a gelificação em produtos lácteos (MORRIS, 1998).

As espécies produtoras de CGN são encontradas em diferentes regiões dos oceanos e a quantidade e composição do HDC obtido é influenciado pelo ciclo biológico e condições ambientais do local de desenvolvimento das algas (AMIMI; MOURRADI, 2001). As indústrias produtoras de CGN competem com os fabricantes de outros HDC pela conquista de novos mercados e para isso buscam a constante redução dos custos operacionais e a produção em quantidade capaz de atender a demanda do mercado, neste contexto, estudos têm investigado o uso da biotecnologia para aumentar o rendimento e a produção de tipos específicos de CGN pelas algas (RENN, 1997).

Trius e Sebranek (1996) revisaram os métodos de extração de CGN. Segundo os autores, a extração das algas vermelhas é realizada comumente através de métodos tradicionais, nos quais trabalhadores em barcos realizam coletas utilizando redes. A obtenção também pode ser realizada no litoral após períodos de chuvas ou tempestades. Outra alternativa para o suprimento de CGN é o cultivo de algas em tanques destinados à aquicultura ou em rochedos próximos à costa, este cultivo permite o contínuo abastecimento do crescente uso industrial. Antes de serem conduzidas aos locais de processamento, as algas são desidratadas para redução do peso e conseqüente custos de transporte. No local de processamento, as algas são lavadas e submetidas à hidrólise em soluções alcalinas aquecidas. Ao término do processo, o HDC pode sofrer diferentes tratamentos como lavagem e secagem, filtração seguida de secagem em tambor ou precipitação alcoólica

O tratamento alcalino tem duas funções no processamento da CGN, auxilia a extração do hidrocolóide e catalisa a formação da unidade 3,6-anidrogactose, essencial para que a CGN tenha capacidade gelificante. A quantidade de 3,6-anidrogactose presente no polímero é dependente da origem da alga, quantidade de álcali utilizado na extração, tempo e temperatura utilizados nos processos extrativos (De RUITTER; BRIAN, 1997).

2.7.3 Tipos de carragena utilizadas nos alimentos

As algas vermelhas dependendo da espécie e condições de cultivo produzem combinações de diferentes tipos de CGN. Os tipos de CGN de maior importância comercial são a kappa-carragena (K-CGN), iota-carragena (I-CGN) e lambda-carragena (L-CGN). Estes HDC são comercializados junto às indústrias alimentícias como misturas destas frações, cabendo a cada tipo de CGN ou associações uma indicação tecnológica específica segundo as características desejadas nos alimentos (DZIEZAK, 1991).

Além dos principais tipos de CGN de aplicação comercial, outras quatro frações também são conhecidas: mu, nu, theta e xi. As frações mu e nu são identificadas como precursores biológicos dos tipos kappa e iota, respectivamente, enquanto a lambda CGN é um precursor do tipo teta. Diferentes cátions, como potássio, sódio, magnésio, cálcio e íon amônio, podem estar presentes na estrutura da CGN associados aos grupos éster sulfato (TRIOUS; SEBRNEK, 1996). As diferenças entre os tipos de CGN residem no conteúdo de unidades 3,6-anidrogactose e quanto ao número e posição de grupos éster sulfato presentes na cadeia do polissacarídeo (DZIEZAK, 1991).

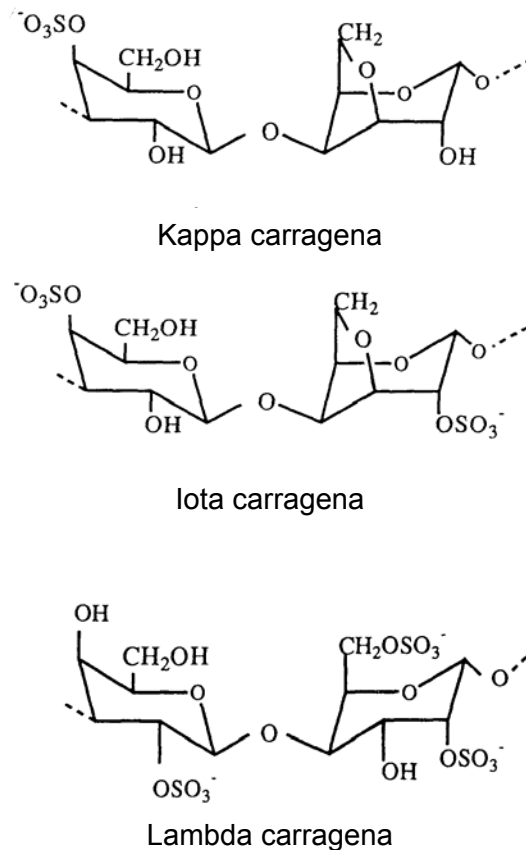


Figura 2 – Estrutura química dos principais tipos comerciais de carragena (MORRIS, 1998).

A K-CGN é constituída por unidades alternadas de galactose-4-sulfato e 3,6-anidrogactose e forma géis termoestáveis, quebradiços, com elevada tendência à ocorrência de sinerese (USOI, 1998). Os grupos éster sulfato conferem caráter aniônico à estrutura da CGN e juntamente com as hidroxilas tornam as unidades sulfatadas mais solúveis em água em relação às unidades de 3,6-anidrogactose. A K-CGN por ser menos sulfatada e conter maior proporção de unidades 3,6-anidrogactose irá requerer temperaturas mais elevadas (65°C) para se solubilizar em água quando comparada I-CGN e L-CGN (TRIUS; SEBRANEK, 1996).

A I-CGN forma géis coesivos e menos rígidos quando comparada à K-CGN, diferindo desta também pela menor propensão à sinerese. Estruturalmente, esta fração é formada de unidades galactose-4-sulfato e 3,6-anidrogactose-2-sulfato. A I-CGN se solubiliza em água à temperaturas próximas a 50°C , calor inferior ao requerido para solubilização da K-CGN ($\sim 70^\circ\text{C}$). A maior quantidade de

cargas negativas, presentes na I-CGN em razão da maior concentração de grupos éster sulfatos, situados nesta fração também no C-2 e a menor presença de unidades de anidrogactose reduzem a atração entre as cadeias favorecendo a solubilidade em água, porém, comprometendo as propriedades gelificantes. K-CGN e I-CGN são comercializadas como misturas onde estão presentes proporções diferentes (TRIUŠ; SEBRANEK, 1996).

EGBERT et al. (1991) desenvolvendo hambúrgueres com reduzido teor de gordura utilizaram I-CGN na formulação do produto e justificaram a escolha desta fração devido características comuns a outros estabilizantes como capacidade de reter de água e promover a associação entre as peças cárneas, mas, principalmente em razão de particularidades como solubilidade à temperaturas moderadas, facilitando a utilização em equipamentos industriais, estabilidade frente ao congelamento e descongelamento e menor ocorrência de sinerese em relação à K-CGN.

A estrutura da L-CGN caracteriza-se pela maior concentração de grupos éster sulfato, composta de unidades galactose-2-sulfato e unidades de galactose-2,6-dissulfato. O grupo sulfato no carbono-2 da galactose prejudica a formação da estrutural helicoidal requerida para gelificação. Outro fator negativo à gelificação da L-CGN refere-se à ausência de unidades 3,6-anidrogactose, essenciais para este processo. A L-CGN por apresentar características marcadamente hidrofílicas é solúvel em água mesmo em ausência de aquecimento (TRIUŠ; SEBRANEK, 1996).

2.7.4 Mecanismo de gelificação da carragena

As cadeias de CGN formam uma estrutura que retém nos espaços intersticiais, através de ligações iônicas e de hidrogênio, água e outros solutos. Somente K-CGN e I-CGN possuem capacidade gelificante, enquanto o tipo L-CGN pode apenas formar soluções viscosas. A presença da unidade anidrogactose, característica da K-CGN e I-CGN, é essencial para o processo de gelificação, pois não possuem cargas eletrostáticas promotoras de repulsão entre as cadeias de CGN e permitem a formação de interações hidrofóbicas (USOI, 1998).

A estrutura dos géis de CGN é formada pela associação de polímeros sulfatados de galactose e anidrogactose até que seja formada uma rede tridimensional e interligada de estruturas helicoidais. Em temperaturas superiores a 50°C-70°C dependendo do tipo de CGN, o HDC se encontra no estado sol e suas cadeias apresentam uma conformação irregular. Durante o resfriamento, quando a temperatura decresce a menos de 50°C, a CGN assume uma estrutura helicoidal. A formação do gel ocorre à medida que quantidades suficientes de estruturas helicoidais são formadas possibilitando a ocorrência de ligações cruzadas entre estas moléculas e com a água. Durante o resfriamento, K-CGN alinha duas cadeias a partir dos grupos 4-sulfato, e após a neutralização da repulsão das cargas negativas, que pode ocorrer mediada pela presença cátions, as forças de atração intermolecular permitirão a formação dos arranjos helicoidais (MORRIS, 1998).

As cadeias dos polissacarídeos são mantidas unidas por forças de atração intermolecular como ligação de hidrogênio, interações eletrostáticas, forças de Van der Waals e interações hidrofóbicas. As ligações cruzadas entre as cadeias de CGN formam extensas regiões de agregação chamadas de zonas de junção. Conforme a temperatura do gel é reduzida, ligações de hidrogênio adicionais são formadas, podendo inclusive promover a sinerese. Sobretudo em géis obtidos de K-CGN, a adição de cátions divalentes, como cálcio ou magnésio, pode intensificar este processo (TRIUS; SEBRANEK, 1996).

A I-CGN apresenta dificuldade de interação entre as cadeias em razão da maior concentração de grupos 2-sulfatos e no posicionamento destes no exterior da estrutura helicoidal. Por esta razão, a I-CGN forma géis com elevada capacidade de retenção de água, coesivos, menos rígidos e resistentes à sinerese. O aumento dos grupos sulfato é acompanhado por um aumento na concentração do polissacarídeo necessário para formar a estrutura do gel. A adição de cátions divalentes, principalmente cálcio, reduz a repulsão entre as cadeias de I-CGN atuando como pontes e favorecendo a gelificação (TRIUS; SEBRANEK, 1996).

A K-CGN, bem como I-CGN podem gelificar apenas com a presença de cátions específicos. K-CGN possui capacidade gelificante e maior sensibilidade ao potássio quando comparada cálcio. A presença de potássio, que em razão de seu pequeno tamanho pode adentrar à estrutura espiral da CGN e neutralizar a carga negativa presente nos grupos sulfato, proporciona a formação de um gel forte (FENNEMA, 2000).

Os géis de CGN são estáveis à temperatura ambiente e resistentes ao congelamento e descongelamento. A CGN é estável em pH maiores que 7,0, porém, em faixas inferiores a estabilidade decresce. Especialmente em altas temperaturas e valores de pH inferiores a 5,0 a viscosidade e capacidade gelificante podem ser comprometida em razão da hidrólise da CGN. Entretanto, após a formação do gel alterações de pH influenciam menos a estabilidade dos géis (BRANEN et al., 1990).

2.7.5 Interações entre carragena e proteínas

A interação entre CGN e proteínas tem sido bastante estudada em produtos lácteos. CGN interage com proteínas lácteas, principalmente micelas de caseína promovendo gelificação, viscosidade e prevenindo a separação das fases nas emulsões, tornando, dessa forma, os produtos lácteos adequados às exigências dos consumidores (De VRIES, 2002).

As CGN através das cargas negativas presentes nos grupos éster sulfato podem interagir com as cargas positivas presentes na caseína, aderindo à superfície da micela e promovendo aumento de seu tamanho. Ainda que o pH do alimento possa se encontrar acima do ponto isoelétrico das proteínas lácteas é possível ocorrer interações com CGN, porém, mediadas por ligações de hidrogênio, interações iônicas e forças de Van der Waals. Outra teoria para a estabilização das fases das emulsões lácteas seria a formação de um frágil gel que poderia auxiliar fisicamente a manutenção das moléculas de caseína em suspensão (SPAGNUOLO et al., 1995).

Nos produtos cárneos, a CGN solubiliza-se em água durante o processamento térmico e gelifica com o resfriamento. As temperaturas em que ocorrem as interações com a água dependem o tipo de CGN utilizado, concentração e características dos sais envolvidos. O aumento da concentração salina exige maiores temperaturas para que ocorra a solubilização e gelificação da K-CGN. Dessa forma, produtos cárneos com elevada concentração salina apresentarão dificuldades na dispersão de CGN, pois as proteínas cárneas iniciam a coagulação a 52°C e gelificam a 67°C, temperatura inferior à exigida pela K-CGN para sua

completa solubilização. Comportamento semelhante é verificado para a I-CGN, porém, menor temperatura é necessária para sua completa solubilização em razão do caráter hidrofílico proporcionado pelo maior número de grupos éster sulfato (TRIOUS; SEBRANEK, 1996).

FOX et al. (1986) avaliando as características dos hidrocolóides verificou que adição de hidrocolóides aniônicos, como a CGN nas emulsões cárneas promove a formação de uma estrutura parecida à formada pelas proteínas miofibrilares gelificadas, porém, apresentando maior retenção de água. A adição de gomas neutras e catiônicas à emulsões cárneas, por sua vez, não desempenha resultados significativos na retenção de água. Estes resultados sugerem que a estrutura da emulsão cárnea obtida com a adição CGN é resultante da interação iônica entre as cargas negativas da CGN e a região positiva das proteínas cárneas gelificantes.

A CGN através da carga negativa de seus grupos éster sulfato pode interagir com as proteínas cárneas diretamente associando-se às cargas positivas dos grupos amino, ou, por intermédio de um cátion divalente associar-se às cargas negativas dos grupos carboxil, cabendo ao cátion divalente estabilizar as moléculas e mantê-las associadas através ligações iônicas. Assim, fica evidente que a acidez, as características dos íons e proteínas presentes no produto cárneo irão desempenhar um importante papel na interação proteína-CGN (TRIOUS; SEBRANEK, 1996).

2.7.6 Uso de carragena em produtos cárneos

O uso de CGN em alimentos é permitido pela legislação brasileira para exercer as funções de espessante, estabilizante e gelificante (BRASIL, 1999). Nos produtos cárneos é permitido a utilização em produtos frescos embutidos ou não na concentração máxima 0,03g/100g de carne exercendo a função de espessante. O uso de CGN como espessante também é estabelecido para produtos cozidos embutidos ou não, produtos salgados cozidos e conservas cárneas na concentração de 0,05g/100g de produto. Nos produtos secos, curados e/ou

maturados ou ainda nos produtos secos crus não é permitido o uso de CGN nem tampouco de aditivos espessantes (BRASIL, 1998).

A CGN em razão de sua capacidade de associar-se a moléculas de água e formar gel é utilizada na indústria para promover a retenção dos líquidos contidos nas carnes, melhorando a textura dos produtos e aumentando o rendimento dos processos. Este HDC pode ser utilizado como ingrediente da salmoura e introduzido na carne por injeção, “tumbleamento” ou simplesmente através de mistura na massa cárnea (BATER et al., 1993). Comumente, as CGN são incorporadas por último na salmoura assegurando que os sais e fosfatos possam alcançar completa solubilização (TERRA, 1998).

Bernal et al. (1987) sugerem que a maior umidade nos produtos cárneos processados com CGN é resultado principalmente da retenção de água nos espaços intersticiais do gel protéico formado sob tratamento térmico. No entanto, o uso de CGN sem emprego de aquecimento e, conseqüentemente, sem formação de gel tem sido investigado e os resultados demonstraram a CRA mesmo à frio (DE FREITAS et al., 1997a). A CGN apresenta elevada capacidade de interação com a água devido sua habilidade de realizar ligações de hidrogênio e interações iônicas (LABUZA E BUSK, 1979).

Estudos demonstram que a capacidade da CGN em reter água nos produtos cárneos é influenciada da presença de íons (BERNAL et al, 1987). As proteínas miofibrilares, principalmente actina e miosina, caracterizam-se pela solubilidade em soluções salinas, capacidade de gelificação e retenção de água influenciando a textura e o rendimento dos produtos cárneos (SMITH, 1988; VEGA-WARNER et al., 1999). Baixas concentrações salinas aumentam a solubilidade das proteínas, dependendo da temperatura e pH, originando o efeito “salting-in”, resultante da ação do sal sobre as atrações eletrostáticas, estabilizando os grupos com cargas na superfície das proteínas (SAMEJIMA et al., 1992). Estudos demonstraram que a CGN realiza uma interação positiva com proteínas solúveis em soluções salinas aumentando a umidade em produtos cárneos (DeFREITAS et al., 1997b). Totosaus et al. (2005) avaliando o efeito dos sais na textura de géis obtidos com o aquecimento da mistura de K-CGN e albumina bovina verificou que a adição de NaCl em baixas concentrações promove melhoria na textura do gel formado. A avaliação da influência da K-CGN sobre a estabilidade térmica das

proteínas miofibrilares sugere uma interação entre estes componentes, influenciada pela concentração salina (DONATUS; XIONG, 2001, VEGA-WARNER et al., 1999).

Presuntos elaborados com coxas de peru preparados através da extração de proteínas miofibrilares utilizando sal, fosfatos e o processo mecânico de “tumbleamento”, apresentaram após o tratamento térmico a formação de um gel que retem água no produto e contribui para a formação da textura final. Porém, a retenção de água nestes produtos não foi satisfatória quando maiores volumes de salmoura foram injetados, a superfície do produto tornou-se exsudativa, a adesão entre as peças cárneas foi comprometida e as perdas durante a cocção foram maiores. A adição de 0,5% de CGN na formulação deste produto através de salmoura injetada na proporção de 60% (p/p) proporcionou significativo aumento do rendimento após a cocção, melhorou a aparência e fatiabilidade do produto e reduziu as perdas por congelamento (BATER et al., 1993).

Estes resultados são semelhantes aos verificados em presuntos elaborados com adição de K-CGN (0 e 1,5%) e amido (0, 2, 3,5 e 5%). Utilizada individualmente em concentrações de 1,5%, k-CGN reduziu as perdas durante a cocção e conferiu aparência de suculência identificada por provadores em teste sensorial. No entanto, não foram verificadas interações entre CGN e amido na retenção de umidade ou na melhora das características sensoriais (PRABHU; SEBRANEK, 1997). Avaliando a interação entre K-CGN e proteínas miofibrilares no processamento do presunto suíno, Verbeken et al. (2005) verificaram que k-CGN fortalece o gel e aumenta a capacidade de retenção de água, porém, estas propriedades foram influenciadas principalmente pela concentração das proteínas cárneas sal-solúveis. Dificuldades na fatiabilidade de presunto suínos pode ser uma consequência do uso inadequado das misturadeiras, não propiciando a extração regular de proteínas miofibrilares em quantidades suficientes e prejudicando a adesão dos fragmentos cárneos, nestes casos, o uso de CGN é uma das alternativas indicadas para reduzir a ocorrência deste problema (TERRA, 1998).

Nos últimos anos, muitos consumidores têm limitado a ingestão de gorduras e calorias devido ao elevado número de pessoas acometidas por distúrbios cardiovasculares. Neste contexto, a produção de alimentos cárneos com menor teor de gordura apresentou significativa evolução a partir dos anos noventa. No entanto, a gordura nas carnes desempenha função importante na textura, suculência e aparência geral, assim, a redução do conteúdo de lipídios pode

determinar um indesejável aumento da dureza e redução da palatibilidade dos produtos cárneos (CANDOGAN; KOLSARICI, 2003).

A substituição de gordura por água em derivados cárneos com reduzido teor de gordura melhora as características sensoriais e a textura do produto, porém, está acompanhada de perdas durante a cocção. A adição de água individualmente é uma alternativa válida para substituição de gordura somente se a mesma for retida após o processamento térmico, congelamento, embalagem e comercialização. A adição de água produz um novo produto com diferentes características físicas, sensoriais e de textura. Salsichas cozidas que tiveram o teor de gordura reduzido em 10% e foram substituídos por água apresentaram menor rendimento após a cocção, aumento da perda de água e decréscimo da maciez (GIESE, 1992, KEETON, 1994).

Nos produtos cárneos onde houve a substituição do conteúdo de gordura por água, pode também ocorrer comprometimento da estabilidade microbiológica e do sabor, este último inconveniente pode ser superado com ajustes nos teores de especiarias e adição de aromatizantes. Quando o teor de gordura é reduzido também são verificadas alterações de cor, o valor do componente “a” aumenta enquanto o valor de “L” diminui, indicando um escurecimento do produto, um efeito indesejável que pode prejudicar a aceitação do produto (TRIUS; SEBRANEK, 1996).

Em razão da água individualmente não prover todas as qualidades desejáveis ao produto final, o uso de aditivos que apresentam elevada CRA tem sido extensamente avaliado. HDC, tecidos conjuntivos e PIS estão sendo utilizados como substituintes da gordura nos produtos cárneos, contornando os problemas de formulações com baixos teores de gordura animal que conduzem a manufatura de produtos de menor qualidade sensorial ou especialmente sujeitos à oxidação quando a gordura animal é substituída por gordura vegetal (KEETON, 1994).

Outra aplicação tecnológica da CGN consiste na atuação como substituinte de gorduras, proporcionando a redução do valor calórico dos produtos e minimizando as alterações sensoriais esperadas com a redução do conteúdo lipídico. Salsichas com teor de gordura reduzido e elaboradas com CGN individualmente ou CGN associada à pectina apresentaram menor exsudação durante o armazenamento, maior rendimento do processo e menor resistência à penetração, neste experimento, a melhoria das qualidades sensoriais

proporcionadas pela CGN foram proporcionais à sua concentração (CANDOGAN; KOLSARICI, 2003).

Xiong et al (1999) avaliaram a textura e a aceitação sensorial de salsichas elaboradas com reduzido conteúdo de gordura e adicionadas de 23% de água, 1 ou 2,5% de NaCl e hidrocolóides em concentrações que variaram de 1 a 2,5%. Os resultados sensoriais e instrumentais demonstram que K-CGN juntamente com 1% de NaCl apresentaram os melhores resultados na redução de perdas durante a cocção e melhora na aparência do produto, quando comparada aos alginatos e XTN.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um sucedâneo do charque com melhor maciez e aumento do rendimento do processo através da utilização de carragena.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a ação dos hidrocolóides sobre o retenção de umidade e rendimento do charque;

Investigar as formas de introdução da carragena no charque visando obter a maior retenção de água e rendimento no processo;

Analisar o influência da carragena sobre a atividade de água do charque;

Identificar a composição química do charque processado com adição de carragena;

Verificar a influência da carragena sobre a textura do produto;

Observar os níveis de oxidação e cor do produto elaborado com carragena e nitrito de sódio;

Analisar a aceitação sensorial do charque elaborado com carragena;

Verificar a estabilidade microbiológica das amostras contendo carragena ao longo do processamento e período de armazenamento.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

4.1.1 Matéria-prima cárnea

Para elaboração dos produtos cárneos salgados foram utilizadas neste experimento amostras de patinho traseiro (*Vastus lateralis*), adquiridas no comércio de Londrina, cortadas em cubos de aproximadamente 50 x 50 x 50 mm (± 100 g) e mantidas sob refrigeração a 4°C ($\pm 1^\circ\text{C}$), até o início dos testes.

4.1.2 Preparo das Amostras

As amostras foram processadas nos Laboratórios do Centro Universitário Filadélfia – UniFil, de Londrina-Pr e os testes realizados nos Laboratórios do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina. A elaboração do CH neste experimento foi realizada através de adaptações no processo descrito por Shimokomaki et al. (1998), considerando as modificações estabelecidas para JB, como o uso de NaNO_2 e embalagem a vácuo descritas por Biscontini et al. (1992). O processo geral do CH elaborado com HDC envolveu as etapas descritas no fluxograma apresentado na Figura 1. No experimento, as amostras foram classificadas com CH (charque controle), CH+CGN (charque com carragena) e CH+CGN+ NaNO_2 (charque com carragena e nitrito de sódio). Embora a legislação não permita a adição de aditivos no CH, esta denominação foi mantida para facilitar a compreensão do estudo, mesmo nos produtos contendo NaNO_2 e CGN.

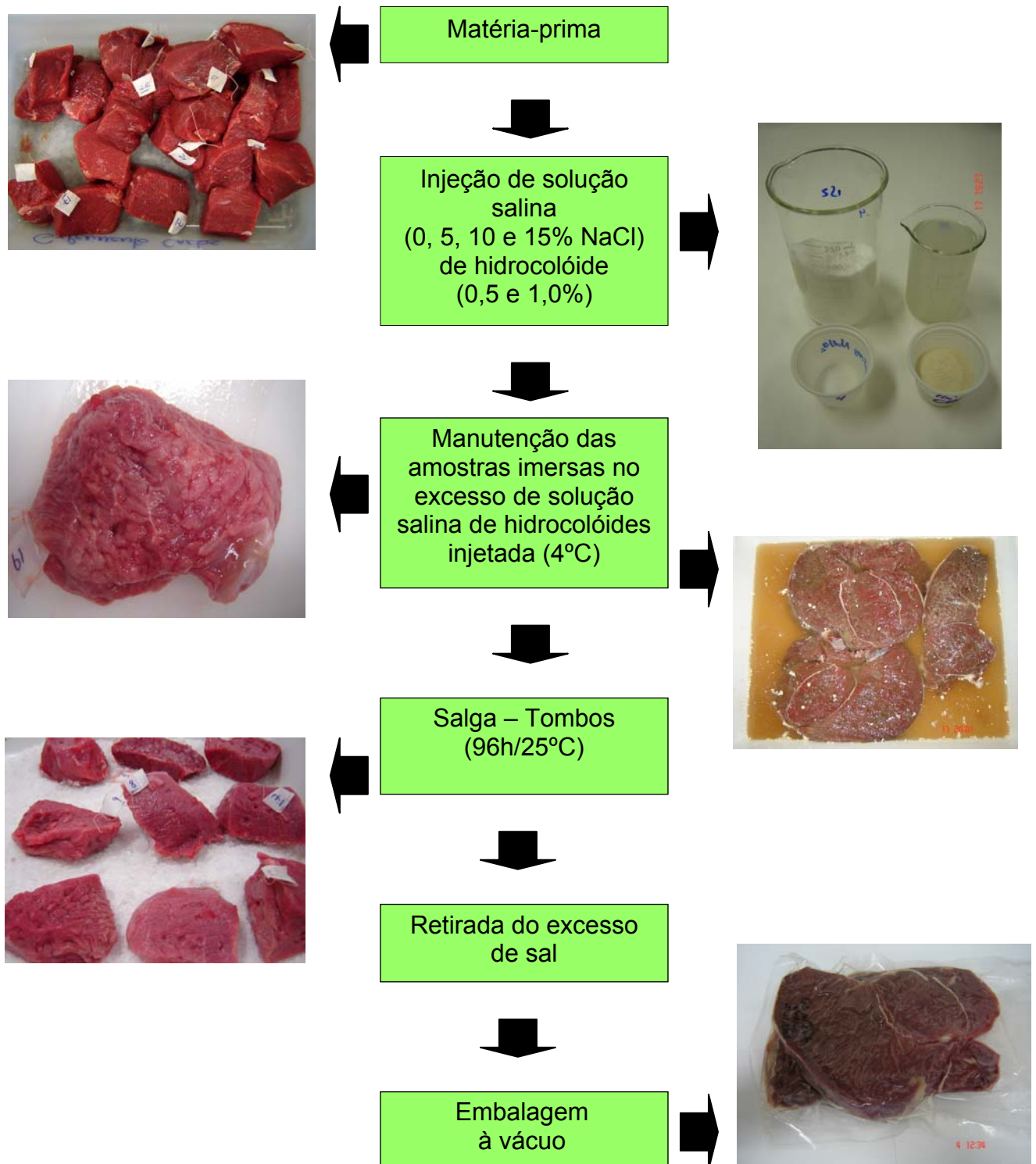


Figura 3 – Fluxograma do processamento de charque elaborado com hidrocolóides

Os HDC foram adicionados à MP nas concentrações 0,5 ou 1,0%, diluídos em salmoura e introduzidos com o auxílio de um injetor manual de temperos. Estudos preliminares indicaram que o volume de salmoura injetado nas amostras deveria corresponder à proporção de 60% (v/p) em relação à MP. As concentrações de NaCl utilizadas nesta solução foram de 0, 5, 10 e 15%. Para assegurar a cor e a estabilidade oxidativa das amostras de CH+CGN+NaNO₂ foram injetados 100 ppm de NaNO₂ juntamente com a solução salina de HDC. As amostras ficaram imersas, por períodos de 2 a 24 horas, no excesso de solução salina de HDC injetada, sob refrigeração à 4°C (±1°C). Posteriormente, as amostras foram submetidas a salga seca durante quatro dias em bandejas plásticas formando camadas intercaladas com sal grosso moído. As amostras foram mantidas em BOD regulada a 25°C e diariamente o sal grosso foi substituído. Encerrada a etapa de salga, o excesso de sal aparente foi retirado e amostras foram embaladas a vácuo e armazenadas à 25°C (Figura 3).

4.1.3 Reagentes

O NaCl e NaNO₂ utilizados nas soluções salinas de HDC e os reagentes empregados nas avaliações físico-químicas deste experimento apresentavam padrão analítico e pertenciam a marca Sigma.

4.1.4 Hidrocolóides

Nos experimentos foram utilizados os HDC: CGN (50% kappa e 50% iota), goma xantana (XTN) e Proteína isolada de soja (PIS), todos aditivos de grau alimentício, da marca ADICOM, cedidos pela empresa Globalfood (Brasil). Nas etapas de salga foi utilizado sal grosso moído (comercial).

4.2 MÉTODOS ANALÍTICOS

4.2.1 Avaliações físico-químicas

A composição do produto, pH, atividade de água (Aa) e o rendimento do processo avaliados neste experimento foram determinados através dos métodos a seguir:

4.2.1.1 Umidade

A determinação de umidade foi realizada em estufa a 105°C (AOAC, 1995).

4.2.1.2 Proteínas

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

4.2.1.3 Lipídios

A determinação de lipídios foi realizada empregando-se a técnica de hidrólise ácida, utilizando-se água fervente e ácido clorídrico 8,0 N, seguida de aquecimento por 15 minutos, filtração do material e secagem do papel de filtro em estufa a 105° C por duas horas. O material foi submetido a extração em Soxhlet, utilizando-se éter de petróleo e determinando-se a quantidade de lipídios por diferença de peso (AOAC, 1995).

4.2.1.4 Resíduo Mineral fixo

A determinação de resíduo mineral fixo foi realizada através de incineração em mufla a temperatura de 540-550°C, de acordo com o método descrito em AOAC (1995).

4.2.1.5 Determinação de pH

As medidas de pH, em triplicata, foram realizadas sob temperatura ambiente com o auxílio do potenciômetro Marca Sentron 1001, dotado de sonda para produtos cárneos, após a calibração do aparelho em soluções tampão pH 4,0 e 7,0. As análises foram realizadas na MP, ao início (IH) e término (TH) da injeção de HDC, término da salga e no 30° e 60° dia.

4.2.1.6 Determinação da atividade de água (Aa)

A Aa foi determinada utilizando o aparelho Aqualab-Decagon Devices Inc., modelo CX- 2, com temperatura controlada à 25° (± 1), durante as etapas do processamento. Amostras foram cortadas em cubos de aproximadamente 3 mm e mantidos acondicionados em cubetas plásticas até que fosse realizada a determinação de Aa.

4.2.1.7 Rendimento do processo

O rendimento do processo neste experimento foi expresso em porcentagem da massa de CH produzido em relação à massa inicial da matéria-prima conforme a Equação 1.

$$\text{Rendimento (\%)} = \left(\frac{\text{massa do charque}}{\text{massa inicial da matéria-prima}} \right) \times 100\% \quad (1)$$

4.2.2 Rendimento do charque em função do hidrocolóide e das condições de processamento

4.2.2.1 Efeito dos hidrocolóides sobre a umidade e rendimento do charque

O processamento das amostras foi realizado de acordo com o fluxograma apresentado na Figura 3, exceção à composição da solução de HDC injetada que neste experimento não continha NaCl. CGN, goma xantana (XTN) e proteína isolada de soja (PIS), foram testadas individualmente, na concentração de 0,5%, diluídos em volume de água destilada proporcional a 60% do peso da MP (v/p). Foram preparadas três amostras de CH para cada HDC avaliado e o produto foi analisado em relação à umidade e rendimento do processo. Nos experimentos seguintes foram investigadas as melhores condições para uso do HDC que proporcionou a maior capacidade de retenção de água e rendimento do processo do CH, identificadas neste teste.

4.2.2.2 Efeito das concentrações de carragena, NaCl e temperatura da solução salina sobre a umidade e rendimento do charque

Após identificar o HDC de melhor desempenho em relação a retenção de umidade no CH, foi realizado um experimento para identificar as concentrações de CGN, NaCl e temperatura da solução salina de HDC que proporcionam o melhor rendimento do processo. Para isso, amostras de CH foram elaboradas utilizando um planejamento fatorial 2 x 2 x 4 (Tabela 1) variando-se a temperatura (25°C e 70°C) da solução salina dos hidrocolóides, a concentração do

HDC (0,5 e 1,0% em relação ao peso da MP) e a concentração de NaCl na solução salina (0, 5, 10 e 15%). As faixas de variação das concentrações dos ingredientes foram baseadas em testes preliminares e as temperaturas utilizadas são referentes ao calor necessário para promover (70°C) ou não (25°C) a formação de gel pela CGN.

Tabela 1 – Planejamento fatorial para produção de charque utilizando solução salina de carragena

Tratamento	CGN (%)	NaCl (%)	Temperatura(°C)
1	0,5	0	25
2	0,5	5,0	25
3	0,5	10,0	25
4	0,5	15,0	25
5	0,5	0	70
6	0,5	5,0	70
7	0,5	10,0	70
8	0,5	15,0	70
9	1	0	25
10	1	5,0	25
11	1	10,0	25
12	1	15,0	25
13	1	0	70
14	1	5,0	70
15	1	10,0	70
16	1	15,0	70

CH = charque, CGN = carragena

4.2.2.3 Efeito do tempo de imersão da matéria-prima na solução salina de carragena sobre o rendimento do processamento do charque

O tempo de imersão da MP no excesso de solução salina do HDC necessário para obtenção do melhor rendimento do processo foi investigado em amostras processadas de acordo com o fluxograma apresentado na Figura 3. O tempo de imersão das amostras variou de 0 a 24 horas, a cada 2 horas amostras de CH em triplicata foram coletadas e submetidas às etapas de salga seca. Terminado o processo de salga foi realizado o cálculo do rendimento do processo (triplicata).

4.2.3 Composição química aproximada, pH, atividade de água e rendimento do charque processado com carragena

A composição química básica, Aa e pH foram avaliadas, conforme descrito no item 4.2.1. em amostras de CH processado segundo as condições que proporcionaram os melhores resultados quanto à retenção de umidade e ao rendimento do processo.

4.2.4 Avaliação da força de cisalhamento

O efeito da CGN sobre a maciez do CH foi avaliado através da determinação da força de cisalhamento em CH (controle) e CH+CGN nas formas cruas e dessalgadas cozidas conforme os itens 4.2.4.1. e 4.2.4.2., respectivamente.

4.2.4.1 Dessalga das amostras

A dessalga das amostras de CH foi realizada através da imersão do produto em água destilada a uma temperatura de 4°C ($\pm 1^\circ\text{C}$), na proporção de 1:5, corte salgado e água (peso/volume), por 12 horas, sendo a água utilizada substituída a cada duas horas.

4.2.4.2 Cozimento

Para o cozimento do CH, as amostras foram embalados à vácuo em sacos de polipropileno utilizando uma seladora da marca Selovac CV-18. O cozimento foi realizado em banho-maria a 85°C, durante 30 minutos, a uma temperatura interna entre 75 e 78°C, controlada por um termopar da marca Hanna HI 8313. Em seguida, as amostras foram resfriadas e enxugadas em papel adsorvente (AVERY et al., 1996).

4.2.4.3 Determinação da força de cisalhamento

As amostras de CH+CGN foram cortadas em cubos de 1cm de altura e 1,5 cm tanto para largura como para comprimento (AVERY et al, 1996). A força de cisalhamento foi avaliada em um analisador de textura, da marca Stable Micro System TA-XT2i, equipado com o acessório "Warner-Bratzler", lâmina com corte em V invertido, pressionado em direção transversal em relação à fibra do músculo (BOUTON et al., 1971).

As amostras foram analisadas em triplicata e para cada amostra analisou-se 10 cubos. Os parâmetros adotados foram: distância: 20,0 mm; velocidade: 5,0mm/s. Os resultados foram expressos como força máxima de cisalhamento em Newtons (N).

4.2.5 Avaliação da oxidação no charque com carragena

A avaliação da oxidação lipídica foi realizada na MP, ao término da salga (TS) e no 30° e 60° dia de armazenamento, nas amostras CH, CH+CGN e CH+CGN+NaNO₂. A oxidação lipídica foi avaliada utilizando-se o método do ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS) conforme procedimento descrito por Tarladgis et al. (1964).

4.2.6 Avaliação da cor em charque processado com carragena

As medidas de cor foram realizadas na MP, após a injeção de CGN nas amostras, ao término do período de imersão na solução salina de HDC (TH), ao término do processo de salga e no 30° e 60° dia de armazenamento, avaliando seis pontos diferentes de leitura por amostra. As análises foram realizadas utilizando o colorímetro Minolta CR300, iluminante D65 e ângulo 45/0. Os valores de luminosidade L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde), b* (componente azul-amarelo) foram expressos no sistema de cor CIELAB. Para avaliação das modificações de cor do CH durante o processamento foi avaliada a razão a*/b* utilizando os valores verificados individualmente para estes componentes (YOUSSEF et al, 2003).

4.2.7 Contagem microbiana no charque contendo carragena

O efeito da salga sobre os microrganismos e a estabilidade do produto à 25°C durante os 60 dias de armazenagem foram avaliados através da contagem total de mesófilos aeróbios totais nas amostras de CH+CGN+NaNO₂. A contagem foi realizada na MP, ao término da salga (TS) e no 30° e 60° dia de prateleira. A contagem dos mesófilos totais foi realizada homogeneizando-se 25g de amostra com 225 mL de tampão fosfato estéril. O homogeneizado foi submetido a diluições decimais no mesmo diluente e realizou-se o plaqueamento de superfície

em Agar Padrão para Contagem (PCA). As placas foram incubadas a 37°C durante 48 horas. Os resultados foram expressos em log do número de unidades formadoras de colônias por grama e corresponderam à média de três contagens (SILVA, 2007).

4.2.8 Análise sensorial de charque elaborado com carragena

Amostras de CH apresentando 30 dias de armazenamento foram cortadas em cubos de 30 x 20 x 20 mm e dessalgadas conforme descrito em 4.2.4.1. Após a dessalga, as amostras foram transferidas para um saco do polipropileno e cozidas em banho-maria a 85°C ($\pm 5^\circ\text{C}$). Posteriormente, as amostras foram mantidas à 40°C até o momento em que foram servidas aos provadores

A capacidade dos provadores detectarem a adição de CGN ao CH foi investigada através da realização de um teste triangular, 25 provadores não-treinados receberam três amostras das quais duas eram idênticas enquanto uma terceira amostra apresentava diferença. A ordem e a composição da amostra diferenciada foram aleatorizadas podendo ou não conter CGN. Os provadores indicaram no teste qual das três amostras servidas apresentava diferença das demais (FERREIRA et al, 2000).

A aceitabilidade do CH+CGN+NaNO₂ foi avaliada através da realização do teste de aceitação, em escala laboratorial, onde amostras foram servidas a 35 provadores, em cabines individuais, sob luz branca, em recipiente codificado. Os provadores indicaram um valor numa escala hedônica estruturada de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo) pontos quanto à aceitação do produto (FERREIRA et al., 2000).

Para verificar a preferência dos provadores por CH+CGN+NaNO₂ ou CH (sem adição de CGN) foi realizado um teste de preferência pareada. Cada provador recebeu uma amostra de CH e outra de CH+CGN+ NaNO₂. A ordem da apresentação das amostras foi aleatorizada e cada provador indicou sua preferência por uma das amostras (FERREIRA et al. (2000).

4.2.9 Análise Estatística

As respostas de composição química, umidade, rendimento, cor e textura dos diversos tratamentos para produção do CH foram submetidas à análise de variância e comparação de médias utilizando o teste de Tukey ao nível de 5% de significância, empregando o módulo ANOVA do programa STATISTICA 5.0 (STATSOFT, 1995). A resposta experimental (umidade e rendimento do CH) do planejamento fatorial 2 x 2 x 4 foram analisadas utilizando-se o módulo *Experimental Design* do programa STATISTICA 5.0 (STATSOFT, 1995), obtendo-se um modelo que correlacionou o rendimento em função das variáveis independentes (concentração de CGN e de NaCl e temperatura da solução salina). Os gráficos de superfície de resposta foram gerados pelo programa a partir dos modelos ajustados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 EFEITO DOS HIDROCOLÓIDES SOBRE A UMIDADE E RENDIMENTO DO CHARQUE

Amostras processadas com CGN apresentaram maior umidade (53,41%) quando comparadas ao controle (47,76%) e as amostras contendo XTN (48,80%) ou PIS (48,04) (Tabela 2). O CH é um produto cárneo processado sob condições de elevada concentração salina e temperaturas relativamente altas, resultando em drástica desidratação e conseqüente endurecimento do produto (YOUSSEF et al., 2007). Experimentos demonstraram que a adição de 0,5% de CGN juntamente com 10,0% de água durante o preparo de hambúrgueres foi capaz de promover o aumento da umidade do produto em 15% (EGBERT et al, 1991).

Tabela 2 – Umidade e rendimento em amostras de charque processadas com injeção individual de hidrocolóides na concentração de 0,5%

Hidrocolóide	Umidade (%)*	Rendimento (%)*
Controle	4,76 ^b (±0,3)	68,21 ^b (±3,2)
Carragena	53,41 ^a (±1,1)	76,96 ^a (±0,4)
Xantana	48,80 ^b (±1,5)	74,97 ^a (±0,8)
Proteína Isolada Soja	48,04 ^b (±1,1)	70,39 ^b (±1,1)

Os resultados são médias de análises em triplicata de três amostras diferentes. Desvio padrão entre parênteses. ^{a,b} Médias com letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa em nível de 5% pelo teste de Tukey

O rendimento do processo foi maior no CH elaborado com CGN (76,96%) ou XTN (74,97%) quando comparado ao controle (68,21%) e ao CH elaborado com PIS (70,39%) (Tabela 2). O uso de HDC para promover aumento da retenção de água tem sido verificado em diversos produtos cárneos, principalmente em embutidos e cozidos, sendo seu uso bastante difundido como substituinte de

gordura em produtos elaborados com reduzido teor de gordura (GIESE, 1992, KEETON, 1994).

Amostras contendo XTN apresentaram viscosidade superficial e sinerese durante o armazenamento, características que inviabilizariam sua utilização no CH. A injeção de PIS na concentração de 0,5% através do uso de injetor manual de temperos não se mostrou uma técnica capaz de proporcionar homogeneização eficiente do HDC, acarretando em algumas amostras o surgimento indesejável de iridescência, efeito de decomposição da luz similar a um prisma, de ocorrência na superfície do produto (Figura 4). Os resultados obtidos indicaram a CGN como HDC de escolha para a realização dos experimentos seguintes objetivando melhorar a capacidade de retenção de água, rendimento e textura do CH.

Bater et al. (1993) em estudo avaliando presuntos elaborados com carne de aves, verificaram que a adição de 0,5% de CGN através de salmoura injetada na proporção de 60% (p/p) em relação à MP, melhorou a retenção de água e rendimento do processo. Xiong et al. (1999) avaliaram salsichas elaboradas com reduzido conteúdo de gordura e formuladas com adição de 23% de água, 1 ou 2,5% de NaCl e HDC em concentrações que variaram de 1 a 2,5%. As análises demonstraram que k-CGN, juntamente com 1% de NaCl, apresentou os melhores resultados na retenção de água, quando comparada à alginato e XTN.

Motzer et al. (1998) pesquisaram o uso de aditivos na formulação de apresuntados elaborados com carne 100% normal, 50% PSE/50% normal e 100% PSE. Os resultados demonstraram que adição de uma mistura composta de k-CGN e PIS à salmoura, durante as duas horas de “tumbleamento”, proporcionaram um expressivo aumento da umidade do produto e rendimento do processo tanto nas amostras normais quanto no produtos formulados com carne suína PSE.



Figura 4 – Iridescência em amostras de charque injetado com proteína isolada de soja

5.2 EFEITO DAS CONCENTRAÇÕES DE CARRAGENA, NaCl E TEMPERATURA DA SOLUÇÃO SALINA SOBRE A UMIDADE E RENDIMENTO DO CHARQUE

O aumento da concentração de CGN injetada no produto influenciou positivamente o rendimento do CH. Enquanto amostras controle apresentaram rendimento próximo a 75%, a adição de 0,5% de CGN elevou o rendimento para cerca de 85% e alcançou valores entre 95 e 100% quando o hidrocolóide foi utilizado na concentração de 1% (Figura 5). Prabhu e Sebranek (1997) verificaram que K-CGN em concentração de 1,5% proporcionou um significativo aumento do rendimento e promoveu redução da perda de água durante o processamento de presuntos.

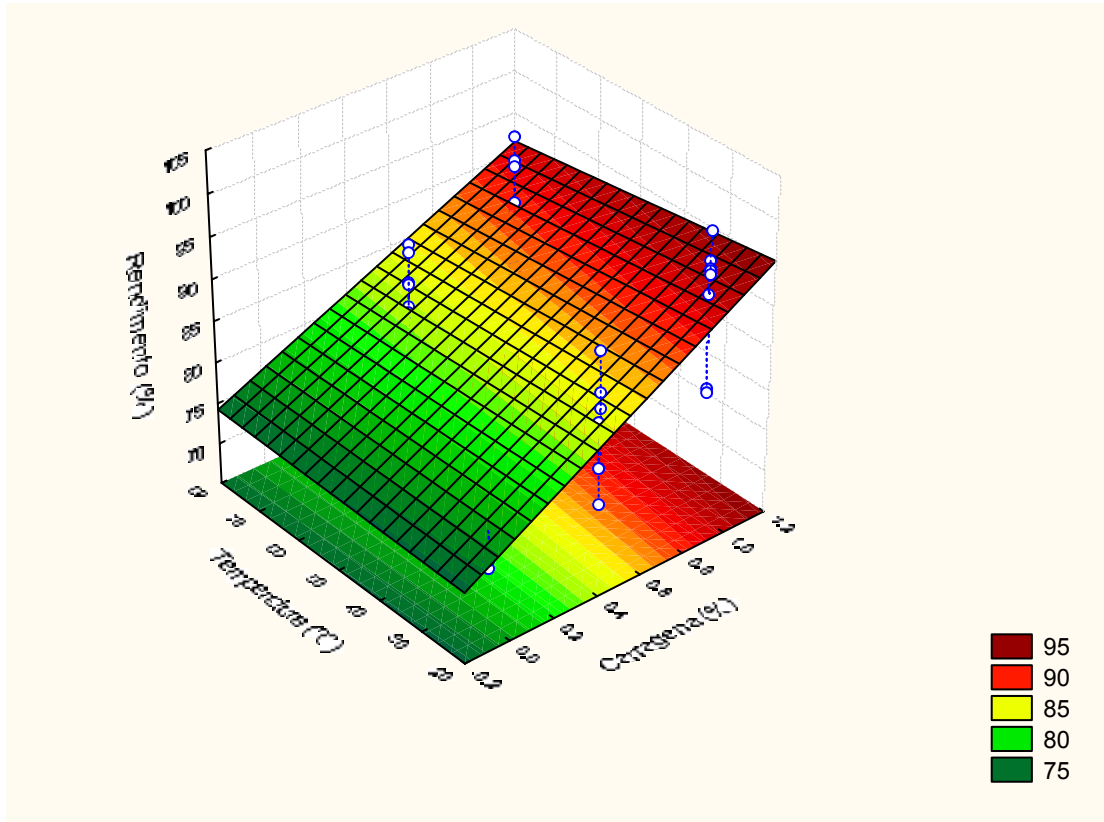


Figura 5 – Rendimento do charque em função da concentração de carragena e da temperatura a uma concentração de NaCl de 7,5%

A temperatura da solução salina de CGN pouco influenciou o rendimento do processo, apenas uma discreta redução foi verificada quando a solução de CGN, em concentrações próximas a 1%, foi aquecida à temperaturas ao redor de 70°C (Figura 5). Os resultados demonstraram que a CGN mesmo injetada em temperaturas inferiores (25°C) às requeridas para gelificação (50-70°C) foi capaz de proporcionar aumento do rendimento do CH. Dessa forma, verificamos que a interação entre CGN, água e a matriz cárnea ocorreu independente do tratamento térmico e está associada principalmente às interações eletrostáticas entre estes componentes.

A temperatura de aproximadamente 70°C permite a solubilização da CGN e após o resfriamento a formação de gel e retenção de água, proporcionando aumento do rendimento dos produtos cárneos (BATER et al., 1993). No entanto, estudos preliminares demonstraram que a elevada concentração salina (15%) impede a formação de gel na solução de CGN injetada no produto. Assim, como as soluções salinas de CGN injetadas a 25°C e 70°C, em razão da elevada

concentração salina, não apresentaram capacidade gelificante, o menor rendimento verificado nas amostras injetadas com soluções de CGN aquecidas à 70°C pode ser explicado pela redução de CRA que o calor provocou nas proteínas cárneas. A temperatura de 70°C requerida para completa solubilização da CGN e utilizada na solução injetada no produto é suficiente para promover a desnaturação de proteínas cárneas (TORNBERG, 2005). O comprometimento das proteínas cárneas pode reduzir sua capacidade de retenção de água e dificultar a difusão de CGN para o interior da matriz cárnea.

A CGN apresenta elevada capacidade de interação com a água devido sua habilidade de realizar ligações de hidrogênio e interações iônicas (LABUZA E BUSK, 1979). O uso de CGN sem aquecimento tem sido estudado e os resultados demonstraram a capacidade de retenção de água mesmo a frio (DE FREITAS et al., 1997). L-CGN em razão da elevada concentração de grupos éster sulfato, carregados negativamente, apresenta elevada repulsão entre suas estruturas e assim não possui capacidade gelificante, porém, em razão de sua natureza hidrofílicas se dispersa facilmente em água para formar soluções viscosas que retêm água nos produtos cárneos (TRIUS; SEBRANEK, 1996).

O rendimento do CH processado com CGN aumentou segundo a concentração de NaCl da solução injetada no produto, enquanto amostras contendo o hidrocolóide sem presença de NaCl apresentaram rendimento ao redor de 75%, amostras injetadas com solução de CGN contendo 15% de NaCl apresentaram elevação do rendimento à valores próximo a 95%. Avaliando o gráfico, podemos verificar que o aumento do rendimento segundo a maior concentração de NaCl na solução de CGN injetada tende a se estabilizar em concentrações superiores a 15% (Figura 6).

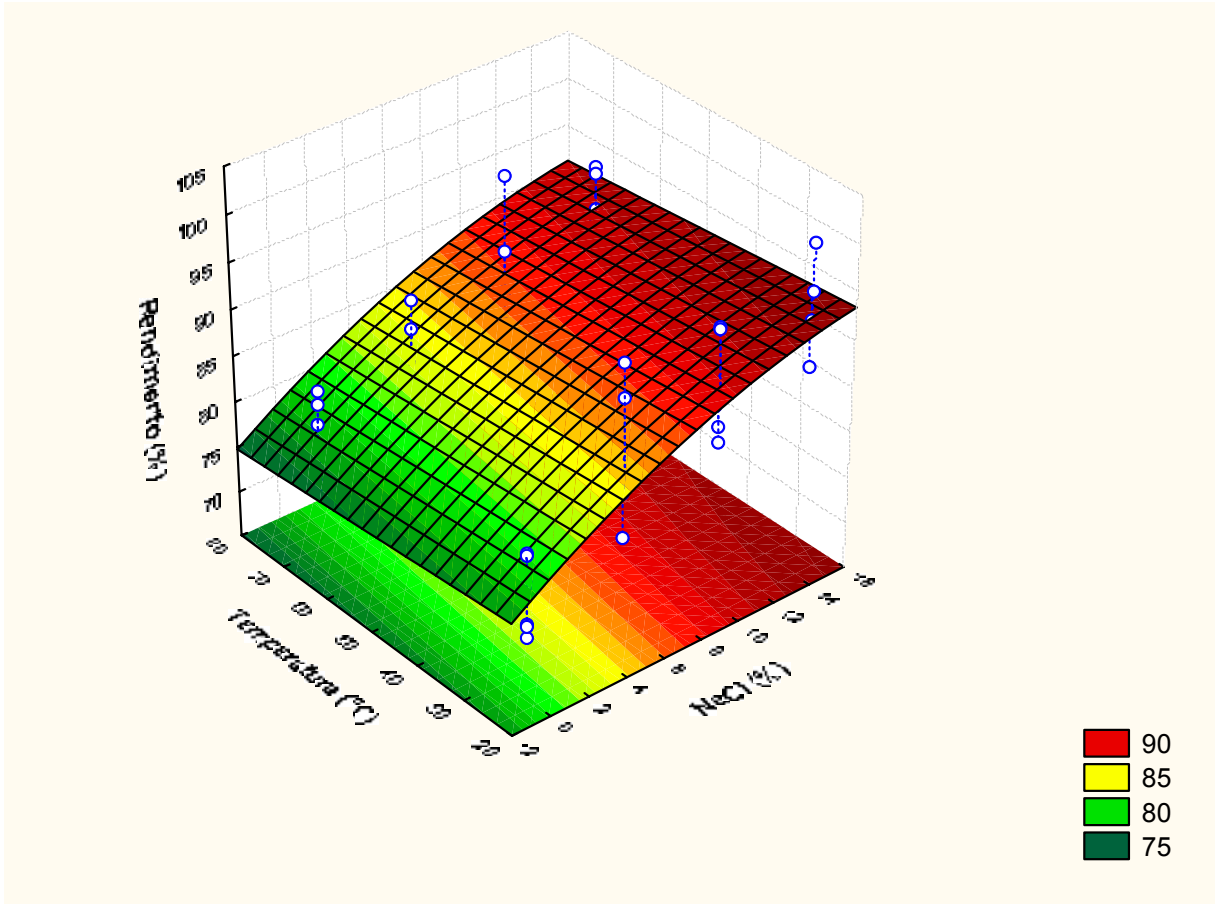


Figura 6 – Rendimento do charque em função da concentração de NaCl e da temperatura a uma concentração de carragena de 0,75%

Os resultados também indicam uma interação positiva entre CGN e NaCl sobre o rendimento do processamento do CH. Concentrações de CGN próximas a 1% (em relação à MP), injetadas diluídas em solução salina contendo 15% de NaCl melhoraram significativamente o rendimento do CH, mantendo a massa do produto final próximo a 100% da MP original (Figura 7).

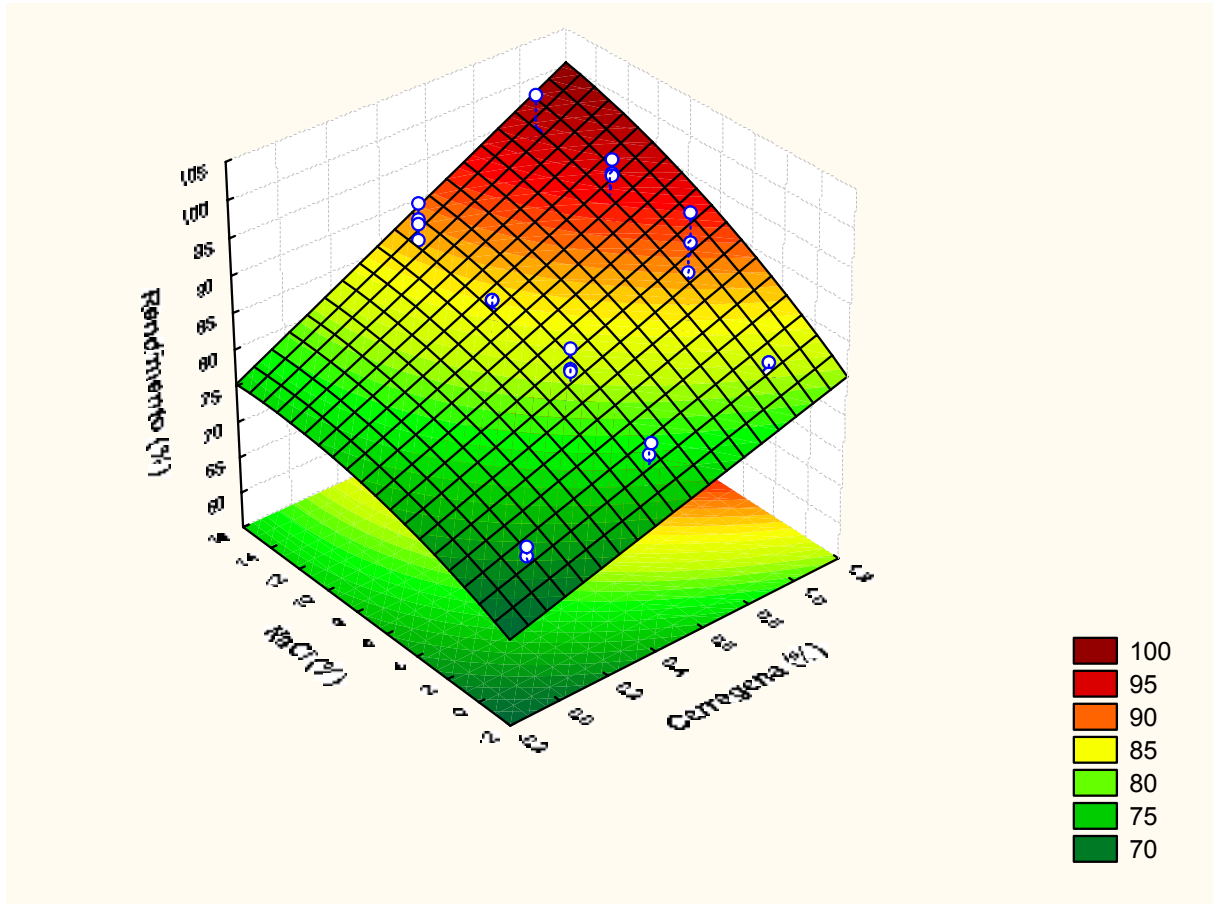


Figura 7 – Rendimento do charque em função das concentrações de NaCl e carragena a temperatura de 47,5°C

A capacidade da CGN em reter água nos produtos cárneos pode sofrer a influência da presença de íons (BERNAL et al, 1987). A inclusão de cátions nos produtos contendo CGN promove aumento da capacidade de retenção de água, sendo esta atividade influenciada principalmente por íons potássio e em menor intensidade pelo cálcio e sódio (BERNAL et al, 1987). Cátions podem interagir com os grupos éster sulfato presentes na estrutura da CGN estabilizando a repulsão entre as cargas negativas (TRUIS; SEBRANEK, 1996).

Estudos demonstraram a ocorrência de interações entre CGN e proteínas cárneas sal-solúveis capazes de favorecer a retenção de água (DeFREITAS et al.,1997). Donatus e Xiong (2001) avaliando a influência da CGN sobre a estabilidade térmica de proteínas miofibrilares extraídas de peitos e coxas de aves concluíram que ocorrem interações intermoleculares entre estes componentes, influenciadas pela concentração salina utilizada. Bolinhos

reestruturados de carne bovina formulados com 4% de gordura, 0,35% de polifosfato e 33% de água apresentam baixo rendimento, reduzida adesão entre os fragmentos cárneos e textura desagradável. Porém, adição de K-CGN em concentração de 1% juntamente com NaCl em concentrações entre 1 e 3% aumentou o rendimento do processo através da redução das perdas por cocção e promoveu a melhora da textura do produto (SHAND et al., 1994).

Proteínas miofibrilares, principalmente actina e miosina, caracterizam-se pela solubilidade em soluções salinas e capacidade de retenção de água influenciando a textura e o rendimento dos produtos cárneos (SMITH, 1988). Baixas concentrações salinas aumentam a solubilidade das proteínas miofibrilares originando o efeito "salting-in", resultante do efeito do sal sobre as atrações eletrostáticas, estabilizando os grupos com cargas na superfície das proteínas (SAMEJIMA et al., 1992). Assim, o aumento do rendimento do CH promovido por HDC pode estar associado à solubilização de proteínas miofibrilares e conseqüente interação com CGN, sal e água.

5.3 EFEITO DO TEMPO DE IMERSÃO DA MATÉRIA-PRIMA NA SOLUÇÃO SALINA DE CARRAGENA SOBRE O RENDIMENTO DO CHARQUE

A partir dos dados de rendimento e tempo de imersão foi feito um ajuste dos valores utilizando o modelo matemático de AZUARA (1992). O ajuste foi satisfatório com valores $R^2 = 0,95$. O rendimento do processo do CH aumentou segundo o tempo de contato entre a MP e o excesso de solução salina de CGN injetada, alcançando um equilíbrio após aproximadamente 12 horas de imersão. Amostras de CH salgadas imediatamente após a injeção do HDC apresentaram rendimento próximo a 85%, no entanto, quando mantidas imersas por 12 horas após a injeção no excesso de solução salina de CGN apresentaram maior rendimento, alcançando um percentual próximo a 95% (Figura 8).

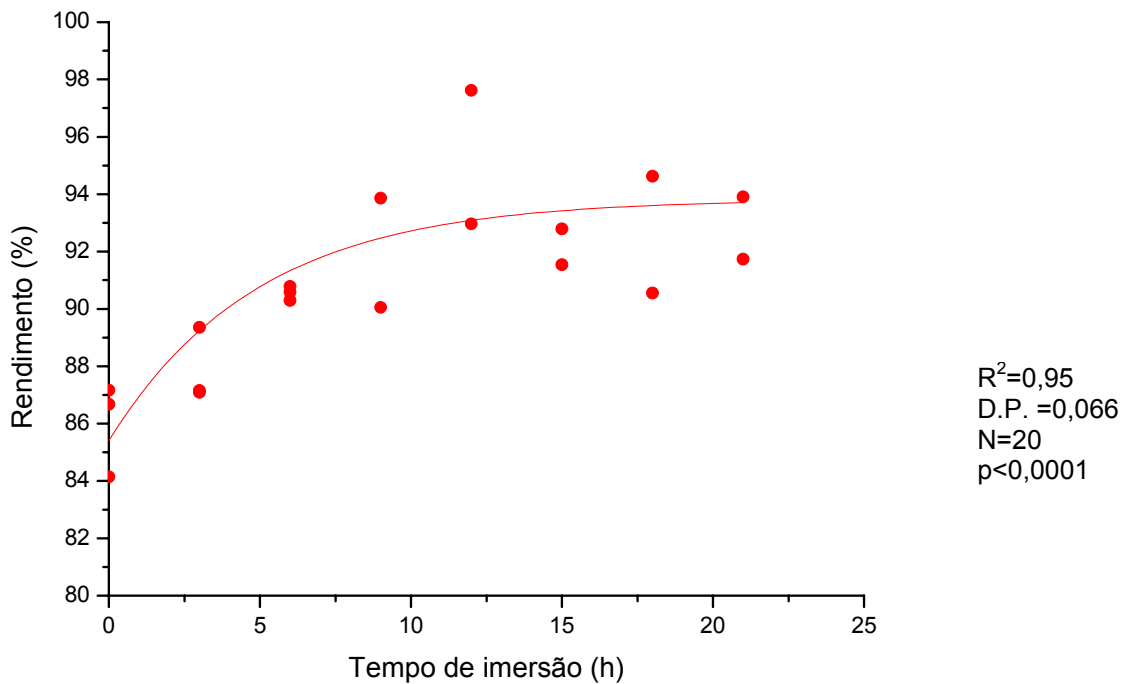


Figura 8 – Rendimento do charque em função do tempo de contato entre a matéria-prima e a solução salina (15%NaCl) de carragena (1%).

O aumento do rendimento do CH e o posterior equilíbrio alcançado após as primeiras 12 horas de contato entre a MP e a solução salina de CGN indicam a ocorrência de interações bioquímicas durante este período. A salga seca utilizada imediatamente após a injeção dos HDC, promove severa desidratação, podendo extrair proteínas miofibrilares e CGN comprometendo a capacidade de retenção de água e diminuindo o rendimento do processo. No entanto, períodos de 12 horas entre a injeção de CGN e a salga seca permitiram a estabilização do equilíbrio proteína-CGN-água, assegurando uma maior retenção de água após a salga seca.

5.4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA E RENDIMENTO DO CHARQUE PROCESSADO COM CARRAGENA

Amostras de CH injetadas com CGN (1%), diluída em solução salina (15% NaCl) em volume proporcional a 60% da MP, sem aquecimento e mantidas imersas por 12 horas a 4°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) no excesso de solução injetada, condições que proporcionaram os melhores rendimentos nos experimentos anteriores, apresentaram a composição química exposta na Tabela 3.

Tabela 3 – Rendimento e composição química centesimal do charque processado com carragena (1%), expressos em base úmida

	MP (%)	CH (%)	CH + CGN (1%) (%)
Rendimento	100	72,96 ^b (± 2)	96,93 ^a ($\pm 3,0$)
Umidade	75,92 ^a ($\pm 0,1$)	49,62 ^c ($\pm 0,6$)	56,88 ^b ($\pm 0,5$)
Resíduo Mineral	0,95 ^c ($\pm 0,1$)	17,91 ^b ($\pm 0,4$)	20,45 ^a ($\pm 0,5$)
Proteínas	21,75 ^b ($\pm 0,5$)	28,49 ^a ($\pm 1,3$)	21,7 ^b ($\pm 1,0$)
Lipídios	2,9 ^a ($\pm 0,5$)	4,55 ^a ($\pm 1,1$)	4,05 ^a ($\pm 0,7$)

MP = matéria-prima, CH = charque controle, CH + CGN = charque com carragena

Os resultados são médias de análises em triplicata de três amostras diferentes. Desvio padrão entre parênteses. ^{a,b} Médias com letras iguais na mesma linha não apresentam diferença significativa em nível de 5% pelo teste de Tukey.

Como esperado, a salga promoveu severa desidratação do produto reduzindo a umidade de 75,92% na MP para 49,62% no CH. No entanto, o CH+CGN apresentou valores de umidade (56,88%) e resíduo mineral (20,45%) superiores ao controle. Os resultados indicam que a CGN reteve maior quantidade de água no CH permitindo, por consequência, a maior concentração de resíduo mineral (20,45%) até que fosse alcançada a saturação salina (Tabela 3).

Maior umidade e concentração salina, comparadas ao CH (controle), elevaram o rendimento do CH+CGN para 96,93% enquanto o rendimento do CH (controle) foi de 72,96%, em relação à massa da MP original. A maior quantidade de água presente no CH+CGN promoveu a diluição das frações lipídicas e protéicas que apresentaram suas concentrações reduzidas de 4,55% para 4,05% e de 28,49% para 21,7%, respectivamente (Tabela 3). No CH tradicional, o produto apresenta maior quantidade de proteínas e lipídios quando comparado a MP, porém, a análise da composição em base seca demonstra uma perda (~30%) no conteúdo protéico em razão da solubilização das proteínas miofibrilares (SHIMOKOMAKI et., 1998).

5.5 ALTERAÇÕES DE ATIVIDADE DE ÁGUA, PH, UMIDADE E RESÍDUO MINERAL DURANTE O PROCESSAMENTO DO CHARQUE COM CARRAGENA

Durante as etapas de salga são verificadas a redução de umidade e o aumento da concentração salina no CH. O resultado destas duas alterações é a redução da Aa do produto uma vez que a umidade vai sendo reduzida e o conteúdo de água residual gradativamente associa-se à crescente concentração salina (Tabela 4). Amostras de CH+CGN apresentaram maiores níveis de umidade e permitiram que o produto concentrasse maior teor de resíduo mineral até que fosse alcançada a saturação salina, indicando que o HDC influencia as concentrações das variáveis água-sal-proteína encontradas no equilíbrio osmótico. Estes resultados sugerem que o maior volume de água presente no CH+CGN está associado através de ligações químicas à estrutura da CGN e ao NaCl impedindo o aumento da Aa, assegurando um importante obstáculo aos microrganismos e colaborando para estabilidade do produto (LARA et al, 2003).

Youssef et al. (2007) verificaram que CH alcança o equilíbrio osmótico em umidade próxima a 45% e ao redor deste valor ocorre também a estabilização da concentração salina em razão da saturação do produto, limitando seus níveis em cerca de 15%. Torres et al (1994) observaram que a Aa no CH alcança o equilíbrio em valores próximos a 0,75, não ocorrendo novas variações independente do tempo de exposição ao sal, esta estabilidade relaciona-se ao

equilíbrio água-sal-proteína estabelecido durante o processamento. A *Aa* de 0,75 corresponde ao ponto de saturação de soluções de NaCl, abaixo deste valor as moléculas de água se encontram associadas à íons ou à estrutura do alimentos, reduzindo a afinidade com o NaCl e limitando sua difusão para o interior do produto (LIOUTAS et al., 1984). Youssef (2000) investigando a curva de adsorção do CH verificou a influência da umidade relativa proporcionada por diferentes sais sobre *Aa* e umidade e observou que soluções saturadas de NaCl proporcionaram umidades relativas de 74,50%, conferindo às amostras de CH umidade de 50,67% e atividade de água de 0,749.

Tabela 4 – Atividade de água e pH durante as etapas de produção do charque processado com carragena (1%)

Etapa do processamento	Tempo (h)	<i>pH</i>	<i>Aa</i>	Umidade (%)	Cinzas (%)
Matéria-prima	0	5,99 (± 0,03)	0,99 (±0,01)	76,4 (±0,1)	1,1 (±0,1)
Injeção da solução de CGN	0	6,14 (± 0,02)	0,97 (±0,01)	76,9 (±0,1)	4,8 (±0,6)
Término imersão em CGN	10	6,13 (± 0,02)	0,96 (±0,01)	76,5 (±0,1)	5,6 (±0,3)
Salga (1º tombo/24 h)	34	5,98 (± 0,04)	0,78 (±0,01)	61,0 (±0,5)	18,3 (±0,6)
Salga (2º tombo/48h)	58	5,94 (± 0,01)	0,78 (±0,01)	55,8 (±0,3)	19,6 (±0,3)
Salga (3º tombo/72h)	82	5,96 (± 0,03)	0,76 (±0,01)	55,5 (±0,1)	20,6 (±0,4)
Salga (4º tombo/96h)	106	5,94 (± 0,03)	0,76 (±0,01)	54,9 (±0,4)	20,3 (±0,1)

CGN = carragena; *Aa* = atividade de água

Os resultados são médias de análises em triplicata de três amostras diferentes. Desvio padrão entre parênteses.

A CRA é notadamente influenciada pelo pH dos produtos cárneos. Maior retenção de água é verificada quando o pH do produto afasta-se do ponto isoelétrico das proteínas cárneas. A interação entre CGN e as proteínas cárneas é influenciada pela acidez, em pH superior a seu ponto isoelétrico, as proteínas cárneas apresentam caráter catiônico favorecendo a interação com a CGN que apresenta em sua estrutura cargas negativas situadas nos grupos éster sulfato (FOX et al., 1986).

A MP (*Vastus lateralis*) apresentou pH inicial médio de 5,99, valor próximo ao observado por YOUSSEF (2000) que avaliando o mesmo músculo encontrou o pH 6,01. Durante o processamento, verificou-se uma elevação do pH nas etapas em que as amostras são mantidas imersas na solução de CGN. A solução salina deste hidrocolóide utilizada no experimento apresentou pH 9,8, situando-se dentro da faixa característica para este HDC (MORRIS, 1998) Após a injeção de CGN no produto, o pH cárneo foi elevado para 6,14 e após 12 horas de imersão nesta solução o pH observado mantinha-se em 6,13 (Tabela 4). A elevação do pH na amostra cárnea durante o período de imersão no HDC indica que a presença de grupos éster sulfatos na estrutura conferem à CGN características básicas, atuando como base de Lewis promovendo a retirada de prótons hidrogênio do meio e a elevação do pH cárneo.

Nas etapas de salga o pH sofreu decréscimo alcançando ao término do processo o valor médio 5,94. O decréscimo do pH durante processos de salga foi anteriormente relatado por Torres et al (1988), analisando o efeito do sal sobre músculos em período pós-rigor verificou que a adição de 4% de sal promoveu o declínio do pH de 5,58 para 5,30.

5.6 EFEITO DA CARRAGENA NA OXIDAÇÃO DO CHARQUE

A MP apresentou níveis reduzidos de TBARS, valores discretos referentes à oxidação do CH são esperados em razão do músculo utilizado (*Vastus lateralis*) apresentar moderado percentual de lipídios (~4%), como visto no item 3.4. Além disso, na MP não houve tempo hábil e presença de catalisadores capazes de acelerar as reações oxidativas. A detecção de compostos originados da oxidação

lipídica é possível ao término do período de indução e início na etapa de propagação (MELTON, 1983).

Durante o período de salga houve uma rápida evolução da oxidação lipídica. As concentrações de TBARS aumentaram aproximadamente sete vezes durante os quatro dias de salga (Figura 9). Durante o período de salga ocorre o desenvolvimento das etapas de indução e propagação da reação oxidativa (TORRES et al., 1988). Os níveis de TBARS ao término do período de armazenamento (60ºdia) foram aproximadamente 8 vezes maiores que os observados ao término da salga (Figura 9).

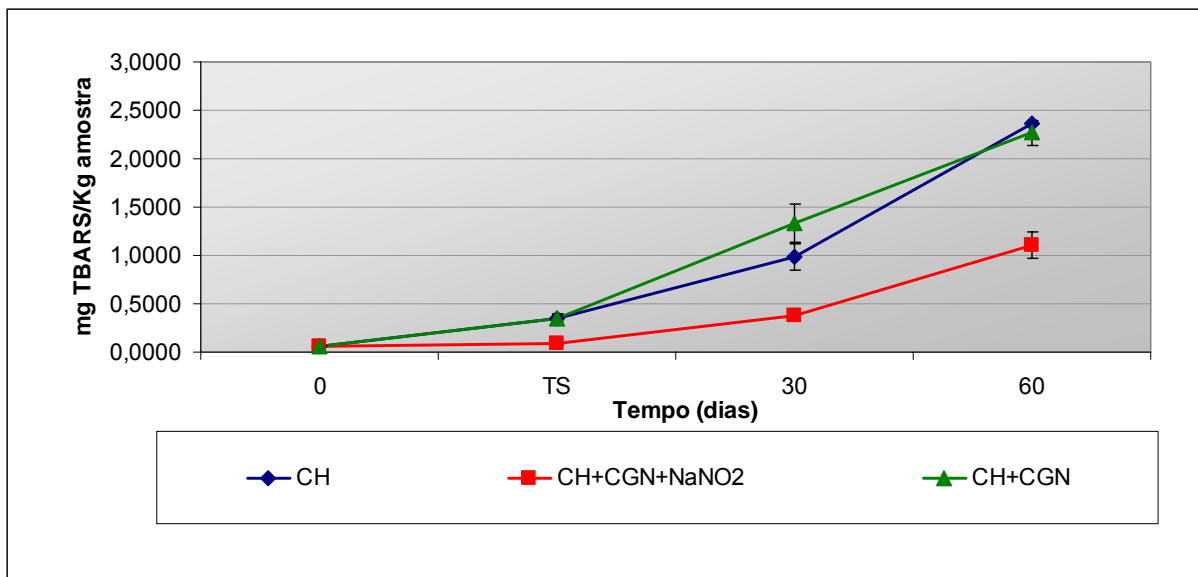


Figura 9 – Evolução da oxidação lipídica em amostras de charque processadas com carragena e NaNO₂. TS = término da salga.

A presença de ferro e lipídios nas carnes torna este produto e seus derivados especialmente sensíveis às reações oxidativas, no CH concentrações de NaCl ao redor de 15% favorecem de maneira singular o rápido desenvolvimento dos fenômenos oxidativos (TORRES et al., 1988). A maior concentração de TBARS nos cortes salgados em relação à MP concorda com os efeitos catalíticos do NaCl apontados por Decker e Xu (1998). Avaliando a influência do cloreto de sódio na oxidação lipídica em carne bovina contendo 5 % de NaCl, Lira et al (2000) encontraram concentrações de TBARS de 0,075 mg/kg de MP e 0,101 mg de TBARS/Kg de carne salgada. Outro fator favorável à rancidez do CH é a utilização

de sal grosso durante as etapas de salga, segundo Torres et al., (1989) este produto apresenta elevado conteúdo de metais, como ferro e cobre, que aceleram a oxidação lipídica.

A desidratação ocasiona a diminuição do teor de água livre no alimento favorecendo o aumento da rancidez (KANNER, 1994). Diversos trabalhos relacionam valores de Aa próximos a 0,75 ao rápido desenvolvimento da rancidez oxidativa (LABUZA et al., 1972; PRADO; TAYLOR, 1995). Nas etapas iniciais da salga existe uma relação entre os valores de Aa e a rancidez oxidativa determinada pela concentração de NaCl que enquanto promove redução de Aa exerce efeito pró-oxidativo sobre os lipídios (TORRES et al., 1994).

Embora não seja reconhecida a atividade antioxidante da CGN em alimentos a retenção de maior umidade (56,88%) em relação ao CH (49,62%), como visto no item 3.4, poderia proporcionar proteção aos lipídios da amostra frente à exposição ao oxigênio, no entanto, a presença de CGN não influenciou os níveis de TBARS e durante o processamento e armazenamento, CH e CH+CGN apresentaram comportamento oxidativo semelhante. Estes resultados evidenciam que a influência da água sobre a oxidação lipídica está relacionada principalmente à Aa e ao modo como a água interage com a estrutura do alimento e não simplesmente relacionada ao conteúdo de água do produto.

Amostras injetadas com 100 ppm de NaNO_2 durante a adição de CGN apresentaram concentração de TBARS inferiores aos verificados no controle. Ao término do período de armazenamento (60º dia), os valores de TBARS no CH+CGN+ NaNO_2 (1,11mg TBARS/Kg amostra) corresponderam à aproximadamente metade dos valores do CH (2,36 mg TBARS/Kg amostra) (Figura 9). Segundo MELTON (1983), a rancidez oxidativa é perceptível em produtos cárneos quando os níveis de TBARS alcançam entre 1,0 e 2,0 mg de TBARS/Kg de amostra.

Os mecanismos pelos quais o nitrito exerce ação antioxidante ainda necessitam de maiores elucidações. Igene et al (1985) revisaram os mecanismos propostos para a ação antioxidante do nitrito, segundo os autores este aditivo pode atuar estabilizando a fração lipídica dos produtos cárneos. O nitrito poderia também formar um complexo estável com o ferro central das heme-proteínas prevenindo o efeito pró-oxidativo destes metais. Outro mecanismo proposto baseia-se na ação quelante do nitrito sobre traços de metais presente nos produtos cárneos, e

finalmente, o nitrito poderia ainda reagir com componentes da carne formando compostos nitrosos que possuem atividade antioxidante. No entanto, nenhum dos mecanismos propostos parece ser individualmente responsável pela ação antioxidante deste sal, compostos derivados das reações do nitrito, em conjunto, exercem ação antioxidante atuando sobre os estágios de iniciação e propagação das reações oxidativas (SKIBISTED, 1997).

5.7 AVALIAÇÃO DA COR NO CHARQUE PROCESSADO COM CARRAGENA

O cloreto, nitrito de sódio e a cocção influenciaram de maneira marcante a cor do produto salgado ao término do processamento. A salga influenciou a coloração do produto promovendo redução, em diferentes intensidades, dos valores de L^* , a^* e b^* (TABELA 5).

Tabela 5 – Avaliação do efeito da salga sobre a cor de charque processado com carragena e nitrito de sódio

TRATAMENTO	L*	a*	b*	a*/b*
Matéria-prima	39,9 ^a (±0,1)	24,1 ^a (±0,1)	11,7 ^a (±1,0)	2,06 ^b (±0,06)
CH controle	30,1 ^c (±0,3)	7,4 ^c (±0,6)	4,6 ^b (±0,1)	1,61 ^c (±0,15)
CH + CGN	32,8 ^b (±0,5)	7,6 ^c (±0,2)	5,4 ^b (±0,1)	1,41 ^c (±0,02)
CH + CGN + NaNO ₂	33,5 ^b (±0,5)	19,0 ^b (±0,3)	6,9 ^b (±0,5)	2,75 ^a (±0,04)

CH = charque; CH+CGN = charque com carragena; CH+CGN+NaNO₂ = charque com carragena e nitrito de sódio

Os resultados são médias de 6 análises em 3 amostras diferentes. Desvio padrão entre parênteses. ^{a,b} Médias com letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa em nível de 5% pelo teste de Tukey

A MP apresentou L* médio de 39,26, no entanto, após a salga este valor foi reduzido para 30,10 no CH. Estes resultados são semelhantes aos observados por Youssef et al. (2003) que verificaram a redução no valor do L* em amostras de CH (42,44) quando comparado à MP (39,97) (TABELA 5). Amostras de CH+CGN, utilizadas com ou sem a adição de nitrito, apresentaram valores de L* superiores ($p < 0,05$) ao observado no CH.

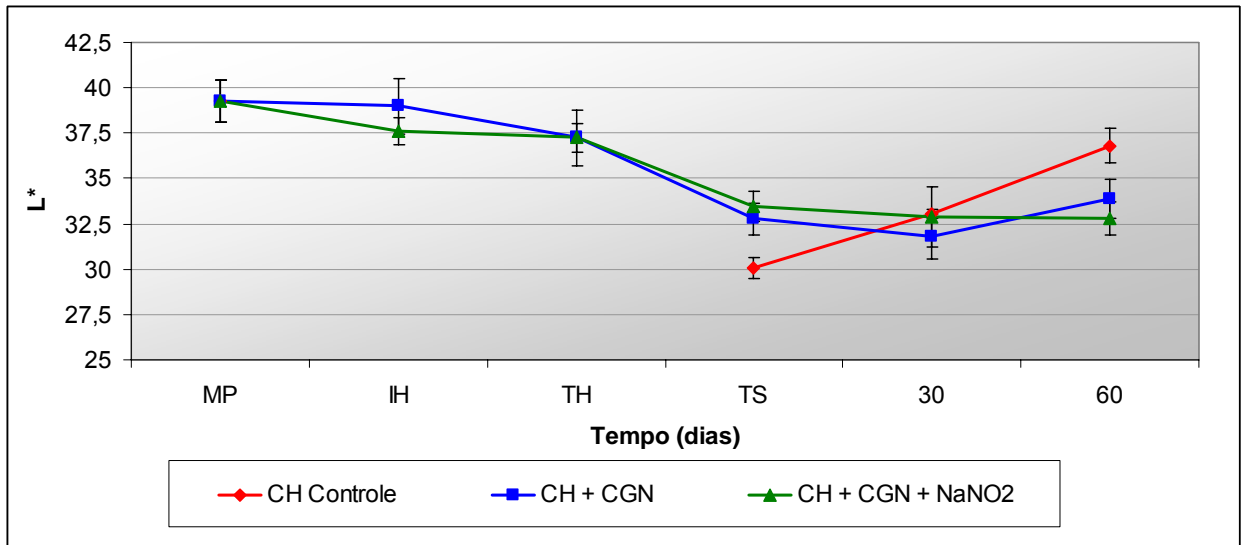


Figura 10 – Alterações no valor de L^* durante as etapas de processamento e armazenamento do charque contendo carragena. MP = matéria-prima, IH = início injeção do hidrocolóides, TH = término da injeção de hidrocolóide, TS=término da salga

Analisando as etapas do processamento e armazenamento do CH processado com NaNO_2 verificamos que os valores de L^* são reduzidos durante as etapas do processamento e mantidos praticamente constantes do término da salga ao 60º dia de prateleira. No entanto, nas amostras sem NaNO_2 podemos observar um crescente aumento nos valores de L^* após o período de salga (Figura 10). Estes resultados estão de acordo com os estudos de Youssef et al (2003) que associam o aumento de L^* a conversão de Fe^{2+} para Fe^{3+} . O nitrito mantém o ferro no estado Fe^{2+} e até que ocorra sua exaustão o CH manterá estável os valores de L^* , comportamento não observado no produto salgado sem NaNO_2 que não apresenta resistência a formação de Fe^{3+} ficando sujeito ao aumento de L^* .

Independente da presença de CGN, amostras sem adição de nitrito, após a salga, apresentaram redução do valor a^* para cerca de 1/3 do observado na MP (24,1), indicando a redução da coloração vermelha nas amostras. CH+CGN+ NaNO_2 também apresentou redução de a^* (19,0) em relação à MP, no entanto, seus valores foram superiores ao observado no CH (7,4) (Tabela 5).

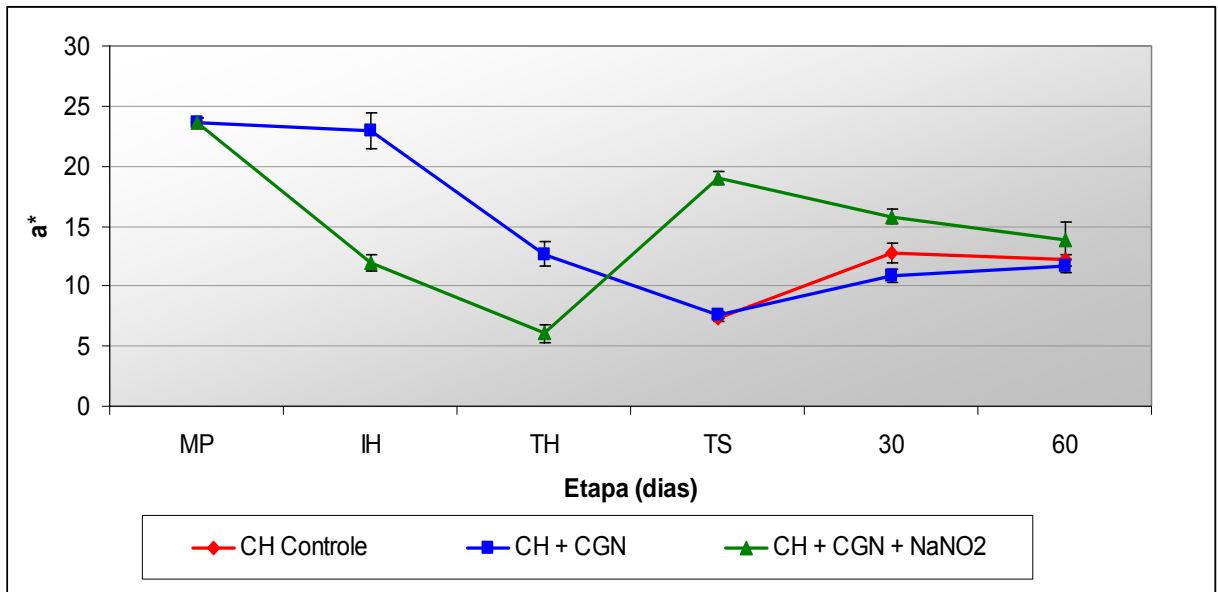


Figura 11 – Alterações no valor de a^* durante as etapas de processamento e armazenamento do charque contendo carragena. MP = matéria-prima; IH = início injeção do hidrocolóides; TH = término da injeção de hidrocolóide; TS = término da salga.

A presença de nitrito, como esperado para os produtos cárneos, manteve a coloração vermelha no produto. O controle ou CH+CGN sem adição de NaNO₂ apresentaram valores de b^* (~5,0) próximos à metade do observado na matéria-prima (~11,0). A presença de nitrito não influenciou de forma significativa redução dos valores de b^* (Tabela 5).

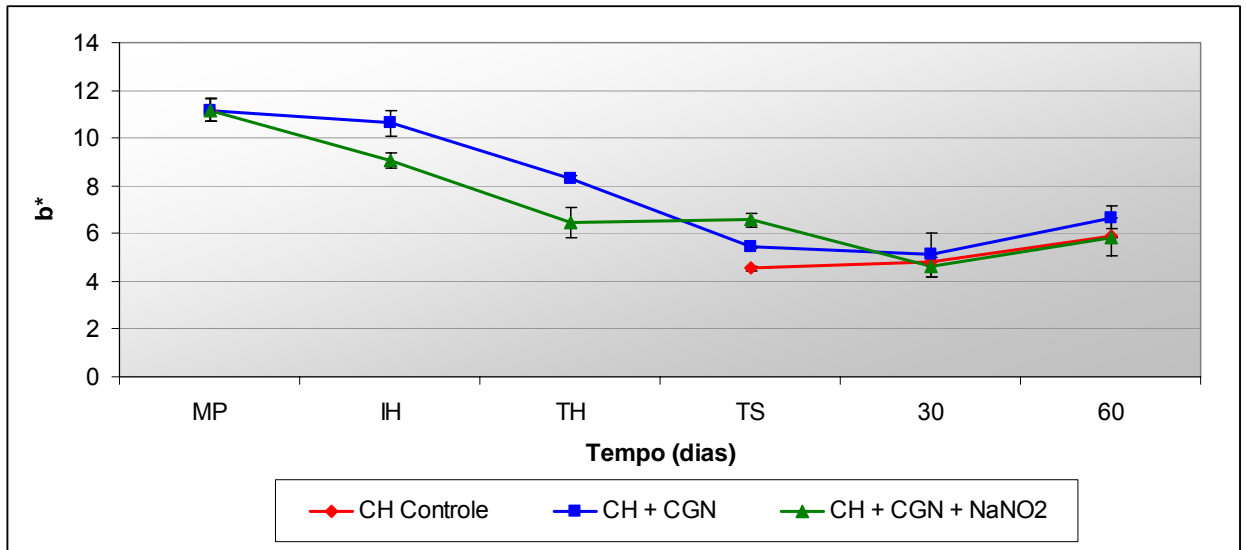


Figura 12 – Alterações no valor de b^* durante as etapas de processamento e armazenamento do charque contendo carragena. MP = matéria-prima; IH = início injeção do hidrocolóides; TH = término da injeção de hidrocolóide; TS = término da salga.

Durante o armazenamento das amostras contendo NaNO_2 verificamos um comportamento oposto em relação à evolução dos valores a^* e b^* . Neste período, enquanto os valores de a^* diminuem existe um progressivo aumento de b^* após o 30º dia de armazenamento (Figuras 11 e 12). Ao término da salga, o produto com nitrito apresentava um valor de a^* aproximadamente três vezes maior que o controle ou CH+CGN, porém, no 60º dia de armazenamento o valor de a^* é semelhante para todos os tratamentos (Figura 11).

Após a salga, as amostras sem adição de NaNO_2 sofreram uma redução da razão a^*/b^* de aproximadamente 30% em relação à MP. A redução da razão a^*/b^* nos produtos cárneos salgados indica a formação da coloração marrom característica do pigmento metamioglobina (Fe^{3+}). Nas amostras contendo NaNO_2 a razão a^*/b^* (2,89), ao término da salga, foi maior que o observado na MP (2,17), em razão da capacidade do nitrito atribuir coloração vermelha nas carnes mantendo elevado o valor a^* , mas não influenciando significativamente o valor de b^* (Tabela 5).

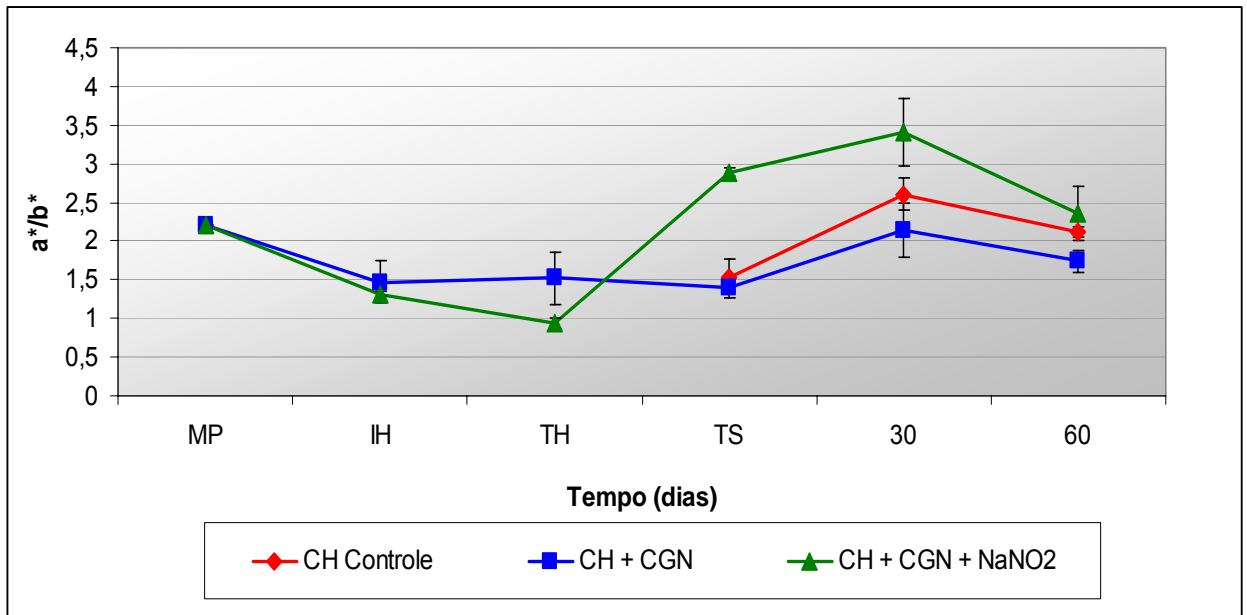


Figura 13 – Alterações no valor de a^*/b^* durante as etapas de processamento e armazenamento do charque contendo carragena. MP = matéria-prima; IH = início injeção do hidrocolóides; TH = término da injeção de hidrocolóide; TS = término da salga.

A evolução da razão a^*/b^* durante o processamento e armazenamento apresentou os valores mais expressivos no 30º dia de armazenamento. Como esperado, de maneira generalizada, durante as etapas de processamento e armazenamento a razão a^*/b^* foi maior nas amostras contendo NaNO_2 , porém, a crescente evolução dos valores de b^* e redução de a^* aproximaram os valores da razão a^*/b^* , indicando a mudança da cor de vermelho à marrom durante o armazenamento do $\text{CH}+\text{CGN}+\text{NaNO}_2$ e o início da exaustão do NaNO_2 (Figura 13).

Embora, nas amostras contendo nitrito a razão a^*/b^* apresente uma redução de aproximadamente 40% entre o 30º e o 60º dia, seus valores ainda são superiores (2,89) aos observados na matéria-prima (2,17), indicando a eficiência da adição de 100 ppm de NaNO_2 , durante o processamento para a manutenção da coloração vermelha no produto. Ainda que a quantidade de NaNO_2 adicionada inicialmente supere os 50 ppm de nitrito residual permitido pela legislação (BRASIL, 2000), deve ser considerado que durante o processamento do CH existe uma significativa redução dos valores residuais de NaNO_2 . YOUSSEF et al 2003, após adicionar 200 ppm de NaNO_2 à matéria-prima encontrou valores residuais próximos a 13 ppm no produto final.

5.8 MEDIDA DA TEXTURA

A CGN aumentou a maciez tanto nas amostras de CH cruas (124N) como também no CH dessalgado e cozido (92N), forma em que seria consumido, quando comparado ao controle que apresentou força de cisalhamento de 131N e 113N para o produto cru e dessalgado cozido, respectivamente (Tabela 6).

Tabela 6 – Força de cisalhamento em amostras de charque cruas ou dessalgadas e cozidas, elaboradas com carragena (1%)

Tratamento	Amostras cruas	Amostras dessalgadas e cozidas
CH	131 ^a (±2)	113 ^a (±2)
CH + CGN	124 ^b (±3)	92 ^b (±2)

CH = charque controle; CH+CGN = charque com carragena

Os resultados são médias de 10 análises em 3 amostras diferentes. Desvio padrão entre parênteses. ^{a,b} Médias com letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa em nível de 5% pelo teste de Tukey.

Youssef et al. (2007) observaram que no CH, em razão da severa desidratação empregada durante o processamento, a dureza do produto está associada principalmente à menor quantidade de água residual, diferindo da carne fresca onde as ligações cruzadas do colágeno, concentração de proteínas miofibrilares e teor de gordura são os principais responsáveis pela maciez.

Assim, a menor força de cisalhamento necessária para romper as amostras de CH+CGN está associada à maior quantidade de água que o HDC reteve na amostra reduzindo a compactação das fibras musculares responsável pela rigidez do produto. O uso de HDC, principalmente CGN, tem sido o artifício utilizado pelas indústrias para compensar a falta de maciez originada da retirada de gordura em produtos cárneos *light*. A retirada da gordura exerce um efeito compactante sobre a estrutura cárnea enrijecendo o produto, a adição de água individualmente, não

contorna o problema, pois a mesma em sua maior parte é expurgada durante os processos. O uso de CGN retém água, descompactando as fibras cárneas e atribuindo maciez aos produtos cárneos (CANDONGAN; KOLSARICI, 2003, GIESE, 19992, TRIUS et al., 1994).

5.9 ANÁLISE SENSORIAL DO CHARQUE ELABORADO COM CARRAGENA

A adição de CGN poderia promover maior retenção de água e por conseqüência melhorar a maciez e aumentar o rendimento do processo, porém, seria inviável sua utilização no CH caso sua presença fosse identificada e rejeitada pelos consumidores do produto. Foi realizado um teste triangular para avaliar a capacidade de identificação da CGN no CH. Dos 25 provadores que avaliaram produto 16 identificaram diferenças ($p < 0,05$) entre o CH e CH+CGN (Figura 14).

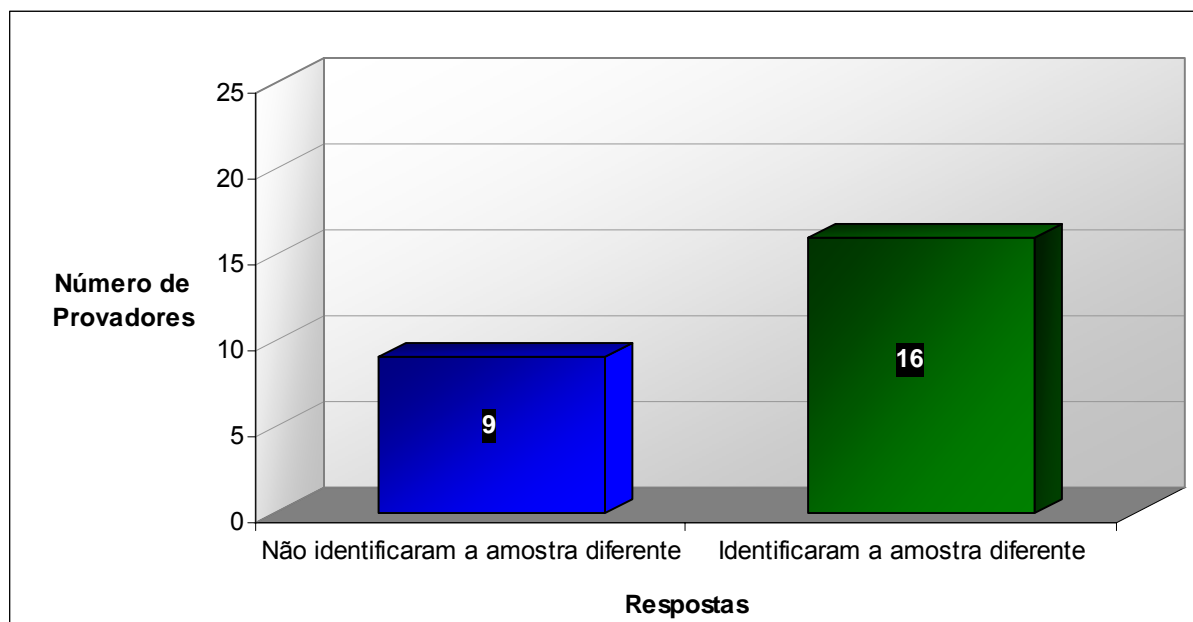


Figura 14 – Teste triangular entre amostras de charque elaboradas com e sem adição de carragena

No espaço destinado às observações na ficha de avaliação utilizada no teste triangular (ANEXO A), 5 provadores relacionaram a diferença entre as

amostras à maior maciez ou intensidade do gosto salgado no produto contendo CGN. Estas observações concordam com os resultados de maciez do CH+CGN em relação ao CH observados na Tabela 6. As diferenças de composição da Tabela 3 também são coerentes às observações dos provadores, foi verificado que no produto cru enquanto o CH apresenta 49,62% e 17,91%, CH+CGN apresenta 56,88% e 20,45%, para umidade e resíduo mineral, respectivamente.

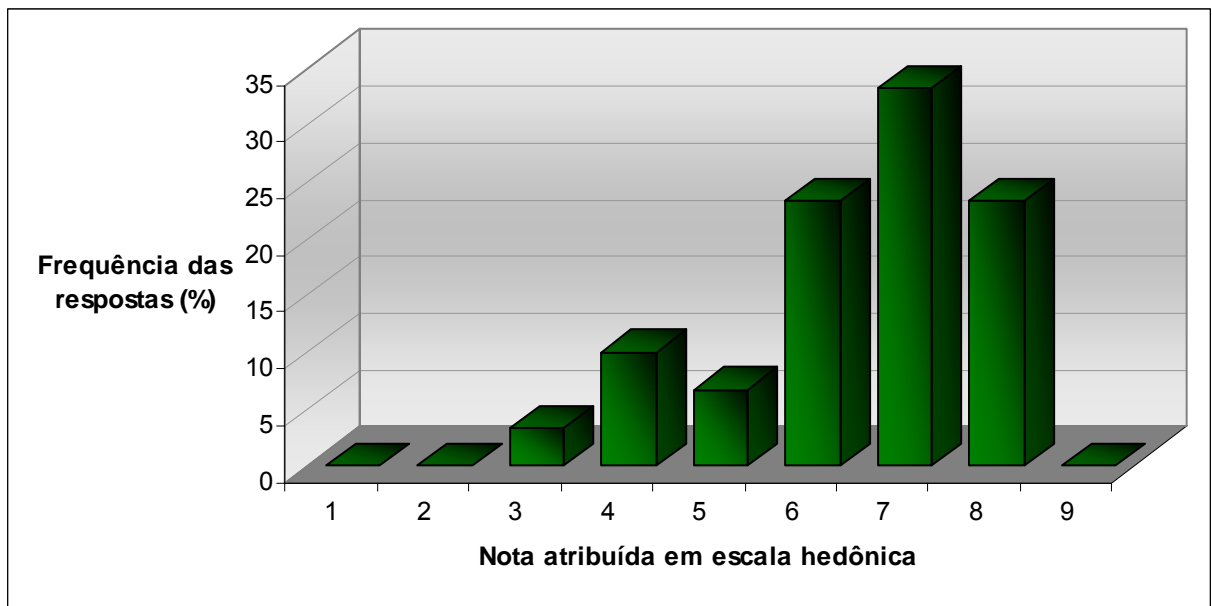


Figura 15 – Índice de aceitação de charque processado com adição de carragena

Quando consultados sobre a aceitação global do CH+CGN+NaNO₂, 80% dos provadores indicaram aceitação do produto apontando notas iguais ou superiores a 6, em uma escala hedônica de 9 pontos. Apenas 13% dos provadores demonstraram reprovação ao produto indicando notas iguais ou inferiores a 4 (Figura 15).

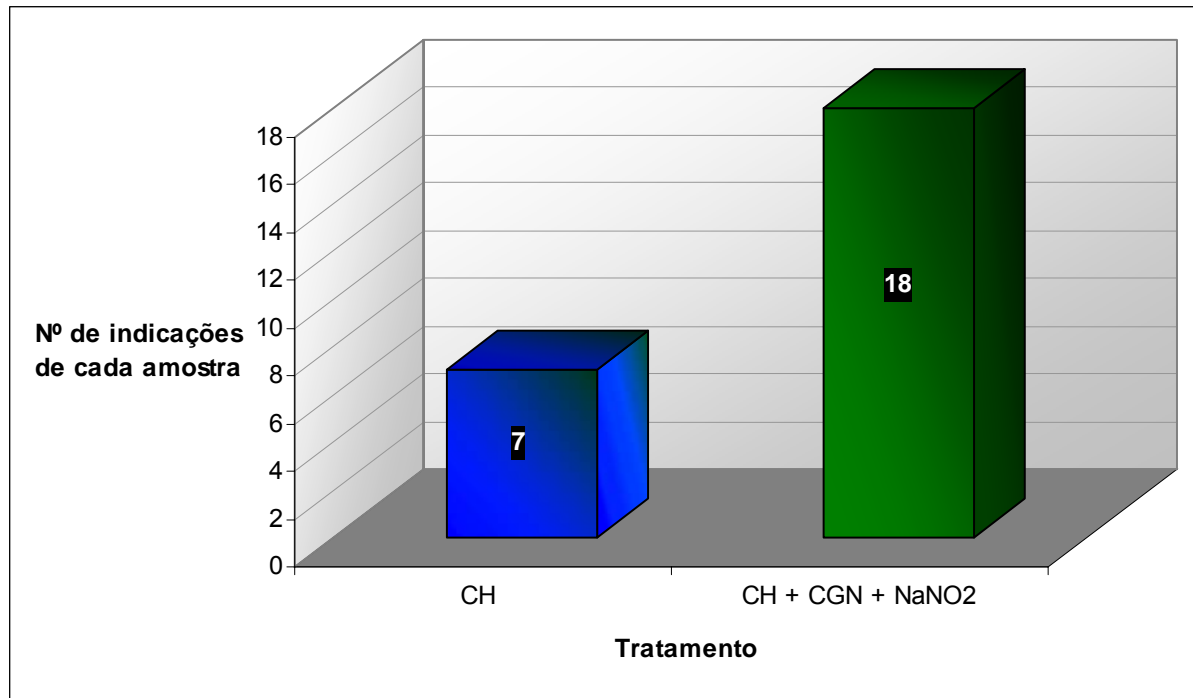


Figura 16 – Teste de preferência pareada entre amostras de charque elaboradas com e sem adição de carragena. CH = charque controle; CH+CGN+NaNO₂ = charque com carragena e nitrito de sódio

Amostras de CH e CH+CGN+NANO₂ foram ofertadas a provadores não-treinados para que indicassem qual das amostras seria de sua preferência. Amostras de CH+CGN+NaNO₂ foram as preferidas ($p < 0,05$) por 64% dos provadores (Figura 16). Os resultados demonstram que os efeitos do uso de CGN proporcionam alterações detectáveis no CH, porém, suas ações sobre as características sensoriais do produto são positivas quanto à aceitação dos consumidores.

Diversos estudos demonstram que uso de CGN em produtos cárneos está intimamente relacionado à melhoria qualidade sensorial, sobretudo em razão do provimento de maciez associada ao aumento de umidade. Hambúrgueres, salsichas, lingüiças, presuntos e almôndegas são exemplos de produtos cárneos que se valem do uso da CGN para melhoria da textura e, conseqüentemente, das qualidades sensoriais dos produtos (CANDOGAN; KOLSARICI, 2003; BARRETO; BEIRÃO, 1999, TRIUS et al., 1994).

5.10 CONTAGEM MICROBIANA NO CHARQUE ELABORADO COM CARRAGENA

O número de microrganismos mesófilos aeróbios no CH+CGN+NaNO₂ foi reduzido praticamente à metade após o processo de salga. Durante o período de armazenamento, de forma moderada, a contagem microbiana continuou a sofrer reduções e no 60º dia de armazenamento o número de unidades formadoras de colônia foi cerca de 7 vezes menor em relação ao término da salga (Figura 17). Estes resultados estão de acordo os resultados das análises físico-químicas realizadas neste experimento que demonstram que a CGN tem a capacidade de aumentar a umidade do produto sem elevar a atividade de água não comprometendo a estabilidade microbiológica do produto.

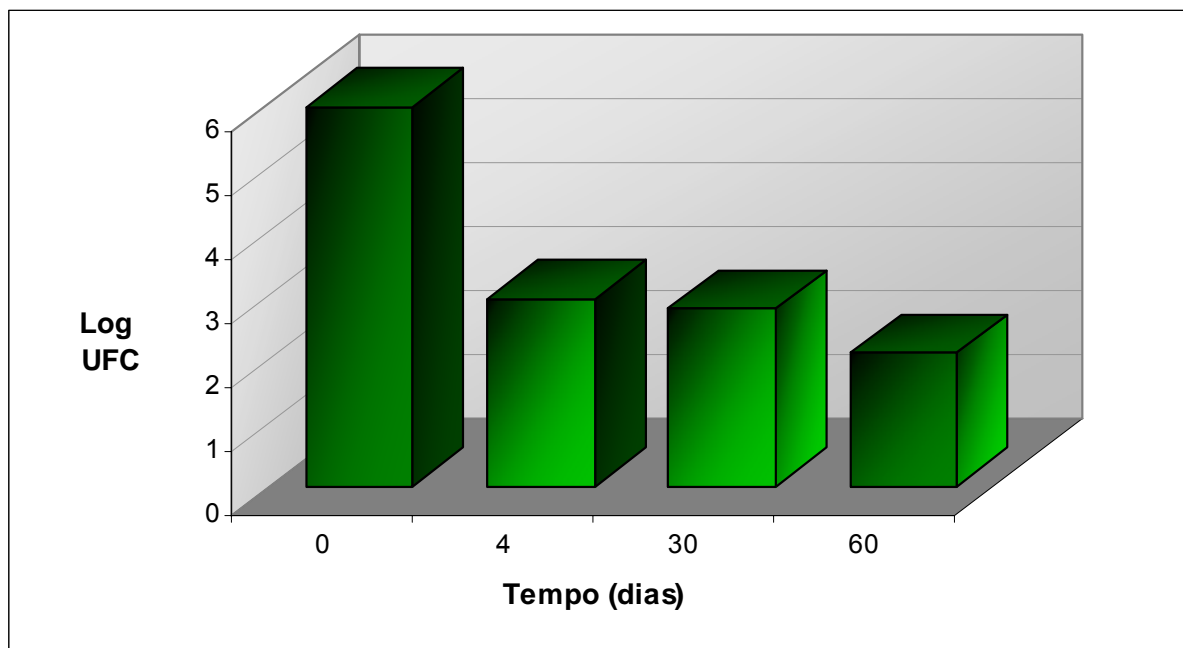


Figura 17 – Contagem microbiana durante o processamento e armazenamento do CH com CGN

Elevada concentração salina (15%), atividade de água intermediária (0,75) e presença de NaNO₂ são obstáculos que combinados conferem estabilidade microbiológica ao CH em temperatura ambiente e permitem classifica-lo com produto cárneo de umidade intermediária obtido através da tecnologia de obstáculos. Estudos avaliando a contagem microbiana durante o processamento do CH verificou

que enquanto os cortes utilizados como MP apresentavam uma contagem de mesófilos aeróbios totais de 5,5 log de UFC/g, no CH salgado e embalado a contagem verificada foi inferior a 1 log de UFC/g. Os resultados indicam a viabilidade da produção de CH com reduzida contaminação microbiana quando as condições higiênicas são mantidas durante as etapas de processamento e armazenamento (SHIMOKOMAKI et al., 2003).

Rocha Garcia et al, (2003) observaram redução do número de mesófilos aeróbios em carne salgada de poedeira, sobretudo durante o período de salga. Por outro lado, Pinto (1996) avaliando o desenvolvimento microbiano durante as etapas do processamento e armazenamento do JB não encontrou alterações significativas no número de bactérias mesófilas aeróbias e facultativas. No entanto, estes resultados foram verificados em ambiente industrial, onde a produção continua seleciona microrganismos adaptados às condições de processamento do CH, este comportamento pode ser exemplificado pela análise microbiológica da salmoura injetada nas amostras cárneas que apresentou uma considerável carga microbiana (6,05 log UFC/mL).

6 CONCLUSÕES

O uso da carragena é uma inovação capaz de gerar um novo sucedâneo do charque proporcionando maior rendimento do processo e qualidade superior à apresentada atualmente.

REFERÊNCIAS

- AMIMI, A.; MOURADI, A. Structural analyses of *Gigartina pistillata* carrageenans (*Gigartinaceae, Rhodophyta*). **Carbohydrate Research**, Amsterdam, v. 333, n. 4, p. 271-279, 2001.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC). **Official methods of analysis of AOAC international**. 16.ed. Arlington, 1995. 2v.
- 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.
- AZUARA, E.; BERISTAIN, C.S.; GARCIA, H.S. Development of a mathematical model to predict kinetics of osmotic dehydration. **Journal of Food Science and Technology**, v.29, n.4, p.239-242, 1992.
- BARRETO, P. L. M.; BEIRAO, L. H. Influence of starch and carrageenan on textural properties on tilapia (*Oreochromis sp.*) surimi. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 183-188, 1999.
- BATER, R.; DESCAMPS, O.; MAURER, A. J. Quality characteristics of cured turkey thigh meat with added hydrocolloids. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, 349-354, 1993.
- BERNAL, V. M.; SMAJDA, C. H.; SMITH, J.L.; STANLEY, D. W. Interactions I protein/polysaccharide/calcium gels. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 52, n. 5, p.1121-1126, 1987.
- BISCONTINI, T.M.B.; LOPES FILHO, A.; SHIMOKOMAKI, M. "Jerked Beef" – Uma evolução tecnológica do charque. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n. 183, p. 43, 1992.
- 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**, Barking, v. 43, n.3, p.351-358, 1996.
- 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, n. 3, p. 435-439, 1971.

BRANEN, A. L.; DAVIDSON, P. M.; SALMINEN, S. **Food Additives**. 1 ed. New York: Marcel Dekker, 1990. 736p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Departamento Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Regulamento de inspeção industrial e sanitária dos produtos de origem animal**. Rio de Janeiro, 1962.

BRASIL. Portaria n. 1004, de 11 de dezembro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico: "Atribuição de Função de Aditivos, Aditivos e seus Limites Máximos de uso para a Categoria 8 - Carne e Produtos Cárneos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 dez. 1998, Seção 1, p. 3177.

BRASIL. Resolução nº 386, de 05 de agosto de 1999. **Aprova o "REGULAMENTO TÉCNICO SOBRE ADITIVOS UTILIZADOS SEGUNDO AS BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO E SUAS FUNÇÕES", contendo os Procedimentos para Consulta da Tabela e a Tabela de Aditivos Utilizados Segundo as Boas Práticas de Fabricação**. D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 09 de agosto de 1999. Consultado na INTERNET, em 01 de setembro de 2007.
<http://www.anvisa.gov.br/legislacao.html>

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento técnico de identidade e qualidade de carne bovina salgada curada dessecada ou jerked beef**. Instrução Normativa nº 22 de 31 de julho de 2000. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2000.

BRAZILFOCUS. Consumo de charque. Consultado na internet em 15 de setembro de 2007. <http://www.datamark.com.br/> (acesso restrito à assinantes).

CANDOGAN, K.; KOLSARICI, N. The effects of carrageenan and pectin on some quality characteristics of low-fat beef frankfurters. **Meat Science**, Barking, v. 64, n. 2, p. 199-206, 2003.

CASSENS, R. G. Use of sodium nitrite in cured meats today. **Food Technology**, Chicago, v. 49, n. 7, p. 72-80, 1995.

DECKER, E. A.; XU, Z. Minimizing rancidity in muscle foods. **Food Technology**, Chicago, v. 52, n. 10, p. 54-59, 1998.

De VRIES, J. Interaction of carrageenan with other ingredients in dairy dessert gels. In: WILLIAMS, P. A.; PHILLIPS, G. O. **Gums and stabilizers for the food industry**. v. 11, London: Royal Society of Chemistry, p. 158-164, 2002.

DeFREITAS, Z.; SEBRANEK, J. G.; OLSON, D. G.; CARR, J. M. Carrageenan effects on salt-soluble meat proteins in model systems. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 62, n. 3, p. 539 – 543, 1997a.

DeFREITAS, Z.; SEBRANEK, J. G.; OLSON, D. G.; CARR, J. M. Freeze/thaw Stability of Cooked Pork Sausages as Affected by Salt, Phosphate, pH, and Carrageenan. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 62, n. 3, p. 551–554, 1997b.

De RUITER, G. A.; BRIAN, R. Carrageenan Biotechnology. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 8, n. 12, p. 389-395, 1997.

DONATUS, E. N.; XIONG, L. Y. Effects of carrageenan on thermal stability of proteins from chicken thigh and breast muscles. **Food Research International**, Essex, v. 34, n. 2-3, p. 247-253, 2001.

DZIEZAK, J. D. A Focus on Gums. **Food Technology**, Chicago, v. 45, n. 3, p. 116-131, 1991.

EGBERT, W. R.; HUFFMAN, D. L.; CHEN, C.; DYLEWSKI, D. P. Development of low-fat ground beef. **Food Technology**, Chicago, v. 45, n. 6, p. 64-73, 1991.

FENNEMA, O. R. (Ed.). **Química de los alimentos**. 2.ed. Zaragoza: Editorial Acríbia, 2000. 1280p.

FERREIRA, V. L. P.; ALMEIDA, T. C. A.; PETTINELLI, M. L. C.; SILVA, M. A. Z. P.; CHAVES, J. B. P.; BARBOSA, E. M. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Campinas: SBCTA, 2000.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M.; SHIMOKOMAKI, M.; AZEVEDO, C. H. M. Condições higiênic-sanitárias do charque comercializado em São Paulo, **Revista de Microbiologia**, São Paulo, v.18, n.1, p.98-102, 1987.

FOX, J. J. B.; ACKERMAN, S. A.; JENKINS, R. K. Effect of anionic gums on the texture of pickled frankfurters. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 48, n. 4, p. 1931 - 1935, 1986.

GIESE, J. Developing low-fat met products. **Food Techonology**, Chicago, v. 46, n. 4, p. 100-108, 1992.

GRAY, J. I.; GOMAA, E. A.; BUCLEY, D. J. Oxidative quality and shelf life of meats. **Meat Science**, Barking, v. 41, n. 8, p. 11-123, 1996.

HONIKEL, K. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat product. **Meat Science**, Barking, v. 78, n.1-2, p. 68-76, 2007.

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

KEETON, J. T. Low-fat meat products-technological problems with processing. **Meat Science**, Barking, v.36, n. 1/2, p. 261-276, 1994.

LABUZA, T. P.; McNALLY, L.; GALLACHER, D. et al. Stability of intermediate moisture foods lipid oxidation. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 37, n. 1, p.154-159, 1972.

LABUZA, T. P.; BUSK, G. G. An analysis of water binding in gels. **Journal of Food Science**. Chicago, n. 44, p. 1379-1385, 1979.

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

LARA, J. A. F.; SENIGALIA; S. W. B. S.; OLIVEIRA, T. C. R.; DUTRA, I. S.; PINTO, M. F.; SHIMOKOMAKI, M. Evaluation of Survival of *Staphylococcus aureus* and *Clostridium botulinum* in Charqui Meats. **Meat Science**, Barking, v. 65, n. 1, p. 609-613, 2003.

LEE, S. K.; MEI, L.; DECKER, E. A. Influence of sodium chloride on antioxidant enzyme activity and lipid oxidation in frozen ground pork. **Meat Science**, Barking, v. 49, n. 4, p. 349-355, 1997.

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

LEISTNER, L.; GORRIS, L.G.M. Food preservation by hurdle technology. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 6. n. 2, p. 41-46, 1995.

LIOUTAS, T. S.; BECHTER, P. J.; STEINBERG, M. P. Desorption and adsorption isotherms of meat-salt mixtures. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 32. n. 6, p. 1382-1385, 1984.

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.

MARTINEZ-PADILLA, L. P.; LOPEZ-ARAIZA, F.; TECANTE, A. Steady and oscillatory shear behavior of fluid gels formed by binary mixtures of xanthan and gellan. **Food Hydrocolloids**, v. 18, n.3, p. 471-481, 2004.

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

MORRIS, V. J. Gelation of polysaccharides. In: HILL, S. E.; LEDWARD, D. A.; MITHELL, J. R. **Functional Properties of Food Macromolecules**. Gaithersburgh: Aspen Publishers, 1998. p. 143-215.

MORRISSEY, P.A.; SHEEHY, P.J.A.; GALVIN, K.; KERRY, J.P.; BUCLEY, D.J. Lipid stability in meat and meat products. **Meat Science**, Barking, v. 49, n. 1, p. 73-86, 1998.

MOTZER, E. A.; CARPENTER, J. A.; REYNOLDS, A. E.; LYON, C. E. Quality of Restructured Hams Manufactured with PSE Pork as Affected by Water Binders. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 63, n. 6, 1007-1011, 1998.

OFFER, G.; KNIGHT, P. The structural basis of water-holding in meat. In: LAWRIE, R. D. **Developments in meat science**. London: Elsevier Applied Science, 1989. v. 4, cap. 3, p. 63-171.

OLESEN, P. T.; MEYER, A. S.; STAHNKE, L. H. Generation of flavour compounds in fermented sausages – the influence of curing ingredients, *Staphylococcus* starter culture and ripening time. **Meat Science**, Barking, v. 66, n. 3, p. 675-687, 2004.

OSINCHAK, J. E.; HULTIN, H. O.; ZAJICEK, O. T.; KELLEHER, S. D.; HUANG, C. H. Effect of NaCl on catalysis of lipid oxidation by the soluble fraction of fish muscle. **Free Radicals in Biology and Medicine**, v. 12, n.1, p. 35-41, 1992.

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.

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**, São Paulo, n. 195, p. 66-68, 1993.

PINTO, M. F.; PONSANO, E. H. G.; FRANCO, B. D. G. M.; SHIMOKOMAKI, M. Flora microbiana desejável em “Jerked Beef”. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n. 198, p. 46-47, 1993.

PINTO, M. F. **Culturas Iniciadoras –Starters- no processamento do jerked beef, um derivado do charque**. São Paulo, 1996. Tese (Doutorado) – Faculdades de Ciências Farmacêuticas. Departamento de Alimentos e Nutrição experimental, Universidade de São Paulo.

PINTO, M. F.; PONSANO, E. H. G.; FRANCO, B. D. G. M.; SHIMOKOMAKI, M. 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.; PONZANO, E. H. G.; FRANCO, B. D. G. M.; SHIMOKOMAKI, M. Charqui meats as fermented meat products: role of bacteria for some sensorial properties development. **Meat Science**, Barking, v. 61, n. 2, p. 187-191, 2002.

PRABHU, G. A., SEBRANEK, J.G. Quality Characteristics of Ham Formulated with Modified Corn Starch and Kappa-Carrageenan. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 62, n. 1, p. 198–202, 1997.

PRADO, L. A.; TAYLOR, A. J. Water activity and temperature effects on lipid oxidation in muscle fibers. **Journal Muscle Foods**, Trumbull, v. 6, p. 327-340, 1995.

RENN, D. Biotechnology and the red seaweed polyssacharide industry: status, needs and prospects. **Trends Biotechnology**, v. 15, n. 1, p. 9-16, 1997.

ROCHA GARCIA, C. E. ; YOUSSEF, E. Y. ; SOUZA, N. E. ; MATSUSHITA, M. ; FIGUEIREDO, E. ; SHIMOKOMAKI, M. . Preservation of Spent Leghorn Hen Meat by a Drying and Salting Process. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v. 12, n. 3, p. 335-340, 2003.

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

SARANTOPÓULOS, C.I.G.L.; PIZZINATTO, A. Fatores que afetam a cor das carnes. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 1-12, 1990.

SHAND, P. J.; SOFOS, J. N.; SCHMIDT, G. R. Kappa-carrageenan, sodium chloride and temperature affect yield and texture of structured beef rolls. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 59, n. 2, p. 282–287, 1994.

SHIMOKOMAKI, M.; ELSDEN, D. F.; BAILEY, A. J. Meat Tenderness : Age Related Changes In Bovine Intramuscular Collagen. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 37, n. 6, p. 892-896, 1972.

SHIMOKOMAKI, M.; FRANCO, B.D.M.; CARVALHO, B. C. Charque e produtos afins: tecnologia e conservação - uma revisão. **Boletim da SBCTA**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 25-35, 1987.

SHIMOKOMAKI, M.; FRANCO, B. D. G. M.; BISCONTINI, T. M.; PINTO, M. F.; TERRA, N. N.; ZORN, T. M. T. Charqui meats are hurdle technology meat products. **Food Reviews International**, New York, v.1 4, n. 4, p. 339–349, 1998.

SHIMOKOMAKI, M.; YOUSSEF, E. Y.; TERRA, N. N. Curing. In: Caballero, B., Trugo, L., Finglas, P. M. **Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition**. 2. ed. London: Elsevier, 2003. p. 1702-1708,

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

SILVA, N. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela, 3. ed, 2007.

SKIBISTED, L. H. Cured meat products and their oxidative stability. In: LEDWARD, D. A.; JONHST, D. E.; KNIGHT, M. K. **The chemistry of muscle – Based foods**. Cambridge; Royal Chemistry Society, 1992. p. 267-289.

SMITH, D. M. Meat proteins: functional properties in comminuted meat products. **Food Technology**, Chicago, v. 42, n. 4, p. 116-121, 1988.

SPAGNUOLO, P. A.; DALGLEISH, D. G.; GOFF, H. D.; MORRIS, E. R. Kappa-carrageenan interactions in system containing casein micelles and polysaccharide stabilizers. **Food Hydrocolloids**, n. 19, p. 371-377, 2005.

STATSOFT, Inc., 1995. STATISTIC for windows (Computer program manual). Tulsa, Oklahoma, USA.

TARLADGIS, B.G. et al. 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**, London, v. 5, p. 602-604, 1964.

TERRA, N. N. **Apontamentos de tecnologia de carnes**. 1. ed. São Leopoldo: Editora UNISINOS, 1998. 216p.

TORNBERG, E. Effects of heat on meat proteins – Implications on structure and quality of meat products. **Meat Science**, Barking, v. 70, n. 3, p. 493–508, 2005.

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**, Barking, v. 23, n. 3, p. 151-163, 1988.

TORRES, E.; PEARSON, A. M.; GRAY, J. I.; KU, P.K. Lipid oxidation in charqui (Salted and Dried Beef). **Food Chemistry**, Barking, v. 32, n. 34, p. 257-268, 1989.

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

TRIOUS, A.; SEBRANEK, J. G.; RUST, R.E.; CARR, J. M. Low-Fat Bologna and Beaker Sausage: Effects of Carrageenans and Chloride Salts **Journal of Food Science**, Chicago, v. 59 , n. 5, p. 941–945, 1994.

TRIOUS, A.; SEBRANEK, J. G. Carrageenans and their use in meat products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 36, n. 1/2, p. 69-85, 1996.

TOTOSAUS, A.; GUERREIRO, I.; MONTEJANO, J. G. Effect of added salt on texture properties of heat-induced gels made from gum-protein mixtures. **Journal of Texture Studies**, Trumbull, v. 36, n. 1, p. 78-92, 2005.

USOY, A. I. Structural analysis of red seaweed galactans of agar and carrageenan groups. **Food Hydrocolloids**. v. 12, n. 3, p. 301-308, 1998.

VEGA-WARNER, V.; MERKEL, R. A.; SMITH, D. M. Composition, solubility and gel properties of salt soluble proteins from two bovine muscle types. **Meat Science**, Barking, v. 51, n. 3, p. 197-293, 1999.

VERBEKEN, D.; NEIRINCK, N.; DER MEEREN, P. V. Influence of κ -carrageenan on the thermal gelation of salt-soluble meat proteins. **Meat Science**, Barking, v. 70, n. 1, p.161-166, 2005.

WALSH, M. M.; KERRY, J. F.; BUCLEY, D.J.; ARENDT, E. K.; MORRISSEY, P. A. Effect of dietary supplementation com alfa-tocopheryl acetate on the stability reformed and restructured low nitrite cured turkey products. **Meat Science**, Barking, v. 50, n. 2, p. 191-201, 1998.

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). Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Universidade de São Paulo.

YOUSSEF, Y. E.; GARCIA, C. E. R.; SHIMOKOMAKI, M. Effect of salt on color and warmed over flavor in charqui meat processing. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 46. n. 4, p. 595-600, 2003.

YOUSSEF, E. Y.; ROCHA GARCIA, C. E.; YAMASHITA, F.; SHIMOKOMAKI, M. Chemical Basis for Beef Charqui Meat Texture. **Brazilian Archives Biology and Technology**, Curitiba, v. 50, n. 4, p. 719-724, 2007.

XIONG, Y. L.; NOEL, D. C.; MOODY, W. G. Textural and Sensory Properties of Low-Fat Beef Sausages with Added Water and Polysaccharides as Affected by pH and Salt. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 64, n. 3, p. 550–554, 1999.