



FABIANE DE MORAES

**“APLICAÇÃO DO SISTEMA *COOK CHILL* NO PREPARO  
DE LAGARTO BOVINO (MÚSCULO *Semitendinosus*) EM  
RESTAURANTES DE COLETIVIDADE”**

**CAMPINAS**

**2012**





**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**FABIANE DE MORAES**

**“APLICAÇÃO DO SISTEMA *COOK CHILL* NO PREPARO DE  
LAGARTO BOVINO (MÚSCULO *Semitendinosus*) EM  
RESTAURANTES DE COLETIVIDADE”**

**Orientador: Prof. Dr. Nilo Sérgio Sabbião Rodrigues**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestre em Alimentos e Nutrição na área de concentração de Consumo e Qualidade em Alimentos.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO  
DEFENDIDA PELA ALUNA FABIANE DE MORAES E ORIENTADA PELO  
PROFESSOR DR. NILO SÉRGIO SABBÍÃO RODRIGUES

Assinatura do orientador

---

**CAMPINAS**

**2012**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR  
MÁRCIA REGINA GARBELINI SEVILLANO – CRB8/3647- BIBLIOTECA DA  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS – UNICAMP

M791a Moraes, Fabiane de, 1983-.  
Aplicação do sistema *cook chill* no preparo de lagarto bovino (músculo *Semitendinosus*) em restaurantes de coletividade / Fabiane de Moraes. -- Campinas, SP : [s.n.], 2013.

Orientador: Nilo Sérgio Sabbião Rodrigues.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. *Cook chill*. 2. Lagarto bovino (músculo *Semitendinosus*). 3. Restaurantes. 4. Serviços de alimentação. 5. Carne - Conservação. I. Rodrigues, Nilo Sérgio Sabbião, 1954- II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em inglês:** Application of cook chill system in the preparation of Semitendinosus muscle in food service

**Palavras-chave em inglês:**

Cook chill

Semitendinosus muscle

Restaurants

Meat - Preservation

Food service

**Área de concentração:** Consumo e Qualidade de Alimentos

**Titulação:** Mestra em Alimentos e Nutrição

**Banca examinadora:**

Nilo Sérgio Sabbião Rodrigues [Orientador]

Kátia Regina Martini Rodrigues

Vivaldo Silveira Júnior

**Data da defesa:** 28-02-2013

**Programa de Pós Graduação:** Alimentos e Nutrição



## **Banca examinadora**

---

Prof. Dr. Nilo Sérgio Sabbião Rodrigues

Orientador

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Kátia Regina Martini Rodrigues

Membro Titular

Pontifícia Universidade Católica de Campinas

---

Prof. Dr. Vivaldo Silveira Júnior

Membro Titular

Universidade Estadual de Campinas

---

Dr. José Ricardo Gonçalves

Membro Suplente

Instituto de Tecnologia de Alimentos

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marise Aparecida Rodrigues Pollonio

Membro Suplente

Universidade Estadual de Campinas



*Dedico este trabalho aos meus pais Conceição e Osmar:  
minha vitória só é possível porque vocês, antes de mim, lutaram e  
venceram para que eu chegasse aqui!*



## AGRADECIMENTOS

Ao Pai, acima de tudo, pelo dom da vida e pela sabedoria.

À família! Aos meus pais Conceição e Osmar por cada ensinamento valioso de vida e de fé! Vocês são o exemplo vivo do amor e da história de quem não cruzou os braços e fez acontecer! À minha irmã Cristiane pela paciência, parceria e sintonia: em qualquer ocasião!

Ao Prof. Dr. Nilo Sérgio Sabbião Rodrigues, por ultrapassar os limites da orientação, desdobrando-se nos dias, nas noites, nos finais de semana e feriados, para a concretização desse nosso sonho. Digo NOSSO sim, porque este trabalho que hoje nasce, foi concebido e desenvolvido a quatro mãos desde seu embrião em 2010. Agradeço pela confiança, pelo carinho e preocupação de pai: pelos lanches, frutas, doces, vitaminas e refeições compartilhadas na correria dos cinco minutos ou desfrutadas calmamente; pela preocupação com a segurança e o bem estar... Muito obrigada! Nossa parceria continua!

À prefeitura da Unicamp, às nutricionistas Maria Antonieta J. Kikumoto, diretora técnica de serviços de produção e distribuição de refeição, e Liliam Cristina M. Buzioli, diretora da divisão de alimentação, por disponibilizar recursos para a realização dos experimentos. Obrigada aos demais nutricionistas e aos tantos funcionários do Restaurante Universitário que disponibilizaram sua ajuda!

Aos profissionais que compõem a banca examinadora deste trabalho: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Kátia, Prof. Dr. Vivaldo, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marise e Dr. José Ricardo, obrigada pelo aceite e pelas valiosas recomendações.

Adiciono ainda, aos professores Dr<sup>a</sup>. Marise e Dr. Vivaldo e também à Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Flávia Maria Netto o agradecimento pela disponibilização de recursos de seus laboratórios. Aos técnicos: José Roberto dos Santos, por compartilhar sua rica experiência na área de carnes; Francisco Carraro, pela imensurável ajuda na realização das análises físico químicas; Izaias de Brito Cunha, pela disponibilização de equipamentos; e à Ana Raquel Martins de Alvarenga por cuidar das



burocracias e dos mais diversos assuntos... Às técnicas Eliete de Carvalho Leite e Alessandra Cazelatto, obrigada pela ajuda!

Ao apoio das companheiras de laboratório Bruna Barone, Thiara Barros e Gisele Mendes. Bruna fica aqui meu eterno agradecimento pelas madrugadas de processamento e análises e por ter cuidado dessa “criança” como se fosse sua tantas vezes! Às alunas de graduação Carina Farber e Ingrid Souza, pelo auxílio nos experimentos.

Aos queridos estagiários Bárbara G. Zaia e Danillo da S. Soares fica o MUITO OBRIGADA e o orgulho de ver o meu ofício de professora gerando belos e competentes frutos... Com certeza, queridões, a vida de vocês será só sucesso!

A propósito, agradeço aos meus outros tantos alunos e ex-alunos do COTUCA com quem eu mais aprendo do que ensino diariamente... Vocês (até então TA03, TA04, TA09, TA10, TA11, em breve, TA12 e TA13 e no futuro outros tantos) são um dos grandes motivos para isso tudo! Obrigada por me gratificar com o empenho nos estudos, nos relatórios e TCCs! Pelos olhinhos brilhando ao descobrir ou entender algo novo (isso é lindo demais)! Pelas risadas (por vezes “escondida”, por vezes coletiva) quando a Fabi se atrapalha com as palavras! Pelos abraços, pelo carinho... E por fazer desse meu ofício uma grande diversão e a minha vontade de cada vez aprender mais e melhor!

Aos professores por partilharem o conhecimento, seja na FEA ou no COTUCA (muitos hoje companheiros de trabalho!), fica o respeito e a gratidão por fazerem parte da minha história!

Ao amigo Pedro Esteves Duarte Augusto (pessoa iluminada de ideias!) pela amizade desde TA98 e pelo companheirismo no trabalho durante os últimos anos, especialmente ao longo desse projeto.

Aos demais amigos (injusto citar nomes) que contribuíram conversando, estudando, rindo ou dançando, obrigada pela torcida e momentos de descontração!

Que o meu caminho continue repleto de pessoas tão especiais!  
Obrigada!





*“Muito falamos de tecnologia... Não deve parecer que ela é a vilã da história. Ela é apenas o que o homem quer que ela seja.”*

*Chef Laurent Suaudeau*



## RESUMO

A carne assada, um item bem aceito pelos clientes de restaurantes coletivos, é comumente preparado com lagarto bovino (músculo *Semitendinosus*). O mercado da alimentação fora de casa está em franca expansão. Para atender à maior demanda dos restaurantes de coletividade, é necessário o aumento da produção e a busca e aprimoramento de tecnologias. O preparo de alimentos pelo sistema *cook chill* preserva as características sensoriais, reduz as perdas de processo, e resulta em alimento mais padronizado e microbiologicamente mais estável, quando comparado com sistemas convencionais, permitindo melhor programação e centralização da produção. Visando à comparação destes dois sistemas para a produção de lagarto bovino, na Etapa I desse estudo foi executado um planejamento experimental para a maximização do rendimento e da força de cisalhamento no produto processado pelo sistema *cook chill*. Foi aplicado um delineamento composto central rotacional para as variáveis independentes: tempo de cozimento, escala de injeção de vapor e temperatura do forno. Para a definição dos níveis das variáveis independentes foram realizados estudos preliminares. Foram obtidos maiores rendimentos no cozimento com menores tempos de cocção, maiores escalas de injeção de vapor e temperaturas intermediárias. A carne cozida a 177,7 °C apresentou menor força de cisalhamento, que é maior com o aumento do tempo de cozimento. Para a Etapa II, foram selecionados dois tratamentos dentre os dezessete do sistema *cook chill* da Etapa I: um de mínima força de cisalhamento (*cook chill* 1) e outro de máximo rendimento no cozimento (*cook chill* 2), os quais foram comparados com o sistema convencional por análises físico químicas, microbiológicas e sensoriais, no processamento e durante a estocagem. Os dois sistemas propiciaram carne assada de boa qualidade, em relação aos parâmetros analisados. As carnes processadas pelo sistema *cook chill* obtiveram melhor avaliação para os atributos sensoriais: aparência e gosto salgado. Embora a carne processada pelo sistema convencional tenha sido mais bem avaliada no atributo textura no corte com a faca e sua força de cisalhamento tenha sido a maior, não houve diferença significativa



para o atributo textura na mastigação. A maior oxidação lipídica encontrada no lagarto processado pelo sistema *cook chill* 2 não impactou nos resultados da análise sensorial. Obteve-se carne com boa qualidade microbiológica até o quinto dia de estocagem nos três processamentos, destacando-se a carne processada pelo sistema *cook chill* 1 pelas baixas contagens microbianas mesmo no décimo dia de estocagem. Assim, o processamento de carne assada pelo sistema *cook chill* é vantajoso, principalmente, por permitir a produção de alimento com características mais estáveis, propiciar melhor programação e favorecer o aumento e a centralização da produção em restaurantes de coletividade.

**Palavras chave:** *cook chill*, lagarto bovino (músculo *Semitendinosus*), restaurantes, serviços de alimentação, carne – conservação.



## ABSTRACT

Roast beef is a well accepted item by food service customers and it is commonly prepared with *Semitendinosus* beef. The food service market is currently booming. To meet the higher demands, it is necessary to increase production, develop new technologies as well as improve existing ones. Food preparation by the cook chill system preserves sensory characteristics, reduces water loss and delivers more standardized and microbiologically stable food, when compared to conventional systems, allowing better planning and centralization of production. In order to compare these two systems in terms of production of *Semitendinosus* muscle, Phase I of this study involved an experimental design to maximize cooking yield and shear force on the product processed by cook chill system. It was applied a central composite design for the independent variables: cooking time, steam scale injection and oven temperature. To define the levels of these independent variables preliminary studies were performed. Cooking yield is maximized when time is reduced, and higher scales of steam injection and intermediate temperatures are applied. The meat cooked at 177.7 ° C had lower shear force which increases when cooking time increases. For Phase II, two treatments were selected from the seventeen treatments in Phase I: one of minimal shear force (cook chill 1) and another of maximum cooking yield (cook chill 2), which were compared with the conventional system using physical chemical, microbiological and sensorial analysis during processing and storage. The two processing systems, cook chill and conventional, resulted in roast beef of good quality, in relation to the analyzed parameters. Meats processed using the cook chill system had better sensory evaluation in terms of the following attributes: appearance and salty taste. Although meat processed by the conventional system were more thoroughly evaluated in terms of cutting texture and had the biggest shear force, there was no significant difference in the mouth texture attribute between the samples. The higher lipid oxidation found on the meat processed by cook chill 2 system did not impact the sensorial analysis results. Meat with good microbiological quality were obtained up to the fifth day of storage for the three





cases, especially for meat processed by cook chill 1 system, that showed low results until the tenth day of storage. Roast beef processing by cook chill system is advantageous, especially because of its ability to produce food that is higher terms of stability, provide better programming and promote the increase and centralization of production in food service.

**Keywords:** cook chill, Semitendinosus muscle, restaurants, meat – Preservation, food service.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas da metodologia.....	69
Figura 2 - Fluxograma do SC.....	71
Figura 3 - Cozimento de lagarto bovino pelo SC e teste de cozimento .....	73
Figura 4 - Empilhamento para resfriamento.....	73
Figura 5 - Fluxograma do sistema <i>cook chill</i> .....	78
Figura 6 - Peças de lagarto imersas em marinada.....	79
Figura 7 - Peça de lagarto sendo drenada para cozimento.....	80
Figura 8 - Cozimento em forno combinado (a) e resfriamento (b) de lagarto bovino com monitor de temperatura acoplado.....	80
Figura 9 - Acondicionamento de peça de lagarto bovino cozida e resfriada.....	81
Figura 10 - Amostra para medição de cor objetiva e pontos de medição (de 1 a 5).....	86
Figura 11 - Amostras de lagarto bovino para análise instrumental de textura. ....	87
Figura 12 - Texturômetro Instron TA-XT 2i com o acessório <i>Warner-Bratzler</i> e corpo de prova posicionados.....	88
Figura 13 - Análise sensorial de aparência.....	90
Figura 14 - Cabine de análise sensorial.....	91
Figura 15 - Rendimentos das peças de lagarto bovino pelo SC.....	94
Figura 16 - Relação entre o peso líquido da peça e rendimento no cozimento pelo SC...95	
Figura 17 - Gráfico de Pareto para rendimento no cozimento.....	101
Figura 18 - Superfície de resposta do rendimento no cozimento em função da temperatura do forno combinado (T) e do tempo de cozimento (t).....	103
Figura 19 - Superfície de resposta do rendimento no cozimento em função da temperatura do forno combinado (T) e injeção de vapor (V).....	104
Figura 20 - Superfície de resposta do rendimento no cozimento em função do tempo de cozimento a 80 °C no centro térmico (t) e injeção de vapor (V). ....	104
Figura 21 - Valores observados versus valores preditivos para rendimento no cozimento.....	107
Figura 22 - Gráfico de Pareto para rendimento global. ....	108
Figura 23 - Relação entre o rendimento no cozimento e o rendimento global.....	110
Figura 24 - Gráfico de Pareto para força de cisalhamento.....	112
Figura 25 - Curva do processamento térmico do CC 1. ....	118



Figura 26 - Curva do processamento térmico do CC 2. ....	118
Figura 27 - Curva do processamento térmico do SC. ....	119
Figura 28 - Relação entre o peso líquido da peça e o rendimento no cozimento pelo CC 2. ....	123
Figura 29 - Médias e desvios padrão da força de cisalhamento dos três processamentos ao longo do tempo de estocagem. ....	130
Figura 30 - Concentração de malonaldeído (mg/kg de amostra) nos três processamentos ao longo do tempo de estocagem. ....	132
Figura 31 - Provadores: perfil de idade (a), vínculo com a Unicamp (b) e frequência semanal do almoço nos RUs. ....	134
Figura 32 - Opinião dos provadores sobre a carne assada servida nos RUs. ....	135
Figura 33 - Histogramas para: aparência (a), impressão global (b), textura no corte (c), textura na mastigação (d), sabor (e), gosto salgado (f) e intenção de consumo (g)..	136
Figura 34 - Comentários dos provadores do que mais gostaram (a) e do que menos gostaram (b) quanto ao atributo aparência das amostras. ....	137
Figura 35 - Comentários dos provadores do que mais gostaram (a) e do que menos gostaram (b) quanto ao atributo impressão global das amostras. ....	138
Figura 36 - Comentários dos provadores do que mais gostaram (a) e do que menos gostaram (b) quanto ao atributo textura no corte das amostras. ....	138
Figura 37 - Comentários dos provadores do que mais gostaram (a) e do que menos gostaram (b) quanto ao atributo textura na mastigação das amostras. ....	139
Figura 38 - Comentários dos provadores do que mais gostaram (a) e do que menos gostaram (b) quanto ao atributo sabor das amostras. ....	139
Figura 39 - Contagem total de bolores e leveduras (a) e contagem de mesófilos aeróbios estritos e facultativos viáveis (b) nas carnes processadas ao longo da estocagem. ....	145
Figura 40 - Contagem total de psicrotróficos (a) e contagem total de coliformes totais (b) nas carnes processadas ao longo da estocagem. ....	146
Figura 41 - Contagem de bactérias lácticas nas carnes processadas ao longo da estocagem. ....	146
Figura 42 - Diagrama de relações entre as variáveis. ....	147



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lotes de lagarto bovino utilizados nos experimentos.....	67
Tabela 2 - Descrição dos condimentos utilizados nos experimentos.....	68
Tabela 3 - Formulação da mistura de condimentos do SC. ....	72
Tabela 4 - Formulação da marinada para processamento de lagarto bovino pelo sistema <i>cook chill</i> . ....	74
Tabela 5 - Testes preliminares para a definição de níveis de estudo das variáveis independentes para o sistema <i>cook chill</i> . ....	75
Tabela 6 - Intervalo de estudo das variáveis independentes da Etapa I. ....	76
Tabela 7 - Níveis de estudo para o DCCR. ....	77
Tabela 8 - Planejamento experimental – DCCR Etapa I. ....	77
Tabela 9 - Análises realizadas na Etapa II. ....	83
Tabela 10 - Parâmetros microbiológicos avaliados.....	92
Tabela 11- Formulação da marinada para processamento de lagarto bovino pelo sistema <i>cook chill</i> . ....	97
Tabela 12 - Processamentos preliminares para a determinação de níveis de estudo das variáveis independentes no sistema <i>cook chill</i> .....	98
Tabela 13 - Delineamento composto central rotacional e resultados. ....	100
Tabela 14 - Tabela de efeitos para rendimento no cozimento. ....	101
Tabela 15 - Coeficientes de regressão para a resposta rendimento no cozimento. ....	102
Tabela 16 - Análise da variância para a resposta rendimento no cozimento. ....	103
Tabela 17- Rendimento no cozimento: valores experimentais e preditos, erros de ajuste e erros relativos. ....	106
Tabela 18 - Tabela de efeitos para rendimento global. ....	108
Tabela 19 - Análise da variância para a resposta rendimento global. ....	109
Tabela 20 - Tabela de efeitos para força de cisalhamento. ....	111
Tabela 21 - Análise da variância para a resposta força de cisalhamento.....	112
Tabela 22 - Médias de força de cisalhamento. ....	113
Tabela 23 - Dados dos processamentos térmicos. ....	117
Tabela 24 - Rendimentos de processo na Etapa 2 para <i>cook chill</i> e SC.....	122
Tabela 25 - Medidas de pH na carne processada. ....	125
Tabela 26 - Composição centesimal lagarto cru.....	126
Tabela 27 - Composição centesimal do lagarto cozido.....	126





Tabela 28 - Medidas dos parâmetros de cor L*, a* e b* nos três processamentos ao longo tempo de estocagem (médias seguidas do desvio padrão). .....	128
Tabela 29 - Concentração de malonaldeído (mg/kg de amostra) nos processamentos	132
Tabela 30 - Médias e desvios padrão por atributo no teste de aceitação.....	135
Tabela 31 - Resultados das análises microbiológicas para carne crua e marinada. ....	141
Tabela 32- Resultados das análises microbiológicas em lagarto processado pelos CC 1, CC 2 e SC.....	144



## LISTA DE ABREVIATURAS

CC 1	Sistema <i>cook chill</i> 1
CC 2	Sistema <i>cook chill</i> 2
GNs	<i>Gastronorms</i>
RU	Restaurante universitário
RUs	Restaurantes coletivos da Unicamp
SC	Sistema convencional
UAN	Unidade de alimentação e nutrição



# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	39
2 OBJETIVOS .....	41
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	41
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	43
3.1 O MERCADO DE SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO .....	43
3.1.1 Restaurantes de coletividade .....	44
3.1.1.1 Restaurantes de coletividade na Unicamp .....	47
3.2 SISTEMA <i>COOK CHILL</i> .....	47
3.2.1O forno combinado .....	50
3.2.2 O resfriador rápido .....	51
3.3 ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DA CARNE .....	52
3.3.2 O efeito da marinação sobre as proteínas cárneas .....	55
3.3.3 O efeito da temperatura sobre as proteínas cárneas .....	56
3.3.4 Qualidade da matéria prima cárnea crua e termicamente processada .....	58
3.3.4.1 Qualidade físico química .....	58
3.3.4.2 Qualidade sensorial.....	60
3.3.4.3 Qualidade microbiológica .....	62
3.4 A METODOLOGIA DO PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL FATORIAL E SUPERFÍCIES DE RESPOSTA.....	65
4 MATERIAL E MÉTODOS .....	67
4.1 MATERIAL .....	67
4.1.1 Lagarto bovino e critérios de seleção de amostras .....	67
4.1.2Condimentos .....	68
4.2 MÉTODOS .....	69
4.2.1 Estudos preliminares.....	70
4.2.1.1 Caracterização do sistema convencional (SC).....	70
4.2.1.2 Formulação da marinada usada no sistema <i>cook chill</i> .....	74
4.2.1.3 Definição de níveis de estudo das variáveis independentes da Etapa I.....	75



4.2.2 Etapa I: Maximização do rendimento na cocção e da textura objetiva no sistema <i>cook chill</i> .....	76
4.2.3 Etapa II: comparação do sistema <i>cook chill</i> maximizado com o sistema convencional (SC).....	81
4.2.4 Análises físico químicas, sensoriais e microbiológicas.....	82
4.2.4.1 Análises físico químicas.....	84
4.2.4.1.1 Rendimento no cozimento.....	84
4.2.4.1.2 Perda no resfriamento.....	84
4.2.4.1.3 Rendimento global.....	85
4.2.4.1.4 Rendimento no fatiamento.....	85
4.2.4.1.5 pH.....	85
4.2.4.1.6 Composição centesimal.....	86
4.2.4.1.7 Cor objetiva.....	86
4.2.4.1.8 Força de cisalhamento.....	87
4.2.4.1.9 Oxidação lipídica.....	88
4.2.4.1.10 Análise sensorial.....	89
4.2.4.1.11 Análises microbiológicas.....	91
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	93
5.1 ESTUDOS PRELIMINARES.....	93
5.1.1 Caracterização do sistema convencional (SC).....	93
5.1.2 Marinação no sistema <i>cook chill</i> .....	96
5.1.3 Definição de níveis de estudo da Etapa I.....	98
5.2 ETAPA I: MAXIMIZAÇÃO DO RENDIMENTO NA COCÇÃO E DA TEXTURA OBJETIVA NO SISTEMA <i>COOK CHILL</i> .....	100
5.2.1 Rendimento no cozimento.....	101
5.2.2 Rendimento global.....	107
5.2.3 Força de cisalhamento.....	110
5.3 ETAPA II: COMPARAÇÃO DO SISTEMA <i>COOK CHILL</i> MAXIMIZADO COM O SISTEMA CONVENCIONAL (SC).....	116
5.3.1 Avaliação operacional e do processamento térmico.....	116
5.3.2 Análises físico químicas.....	121





5.3.2.1 Análises de rendimento do processo.....	122
5.3.2.2 pH.....	125
5.3.2.3 Composição centesimal .....	126
5.3.2.4 Cor objetiva .....	127
5.3.2.5 Força de cisalhamento .....	129
5.3.2.6 Oxidação lipídica .....	132
5.3.3 Análise sensorial dos lagartos processados pelos CC 1, CC 2 e SC.....	134
5.3.3.1 Perfil dos provadores.....	134
5.3.3.2 Teste de aceitação .....	135
5.3.4 Análise microbiológica.....	140
5.3.4.1 Análises microbiológicas da carne crua e marinada .....	140
5.3.4.2 Análises microbiológicas da carne processada.....	143
5.3.5 Relações entre os parâmetros estudados.....	146
6 CONCLUSÕES .....	151
7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	153
REFERÊNCIAS	
APÊNDICES	
ANEXO	



# 1 INTRODUÇÃO

No preparo da carne bovina assada são utilizados diferentes cortes, sendo os principais: coxão duro (bíceps *Femoris*) e lagarto (músculo *Semitendinosus*). O lagarto bovino localiza-se na parte posterior do quarto traseiro do animal, e é classificado como corte de maciez intermediária com alto teor de colágeno (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2011a; MANHANI, 2006). Foi o escolhido para este trabalho por ser um dos cortes bovinos de maior homogeneidade ao longo da peça e ter custo viável para utilização em restaurantes de coletividade.

As condições de processamento da carne afetam a textura, que, aliado aos demais atributos sensoriais, impactam na aceitação pelo consumidor. Segundo Felício (1997) e Powell (2000), no cozimento de cortes como o músculo *Semitendinosus* são obtidos melhores resultados de maciez quando realizado na presença de água no estado líquido ou de vapor.

O sistema *cook chill* pode propiciar maior rendimento de processo, maior facilidade operacional e melhores características sensoriais do produto final. Consiste no cozimento controlado, nesse caso em forno combinado com injeção parcial ou total de vapor no equipamento, seguido de resfriamento rápido do alimento e estocagem de 0 a 3 °C (LIGHT & WALKER, 1990; SANTANA, 1998).

Dentre os parâmetros relevantes para a avaliação da carne assada estão os físico químicos, sensoriais e microbiológicos, destacando-se os rendimentos de processo, a textura e a oxidação lipídica.

Perdas de peso no cozimento, resfriamento e armazenamento, tornam a carne cozida menos atrativa ao cliente, que tem a sensação de consumir uma porção menor que a ideal e pode sentir-se insatisfeito. A porção de carne a ser servida é determinada pelo seu peso cru, que é a base de cálculo nutricional e de custo.

A oxidação lipídica é considerada, depois da deterioração bacteriana, a principal via de perda da qualidade de carnes, especialmente quando cozidas e prontas para o consumo, em que a oxidação se desenvolve mais rapidamente

(BUCKLEY et al., 1995; LAWRIE, 2005). No reaquecimento de carnes cozidas, essa oxidação é percebida por um “sabor de requentado”, conhecido como *warmed-over flavor* (MANHANI, 2006; WEISS et al., 2010).

O Brasil apresenta expressivo aumento no mercado de alimentação fora de casa; os sistemas de alimentação coletiva são relevantes, pois atendem a um grande número de usuários em empresas, escolas, universidades, hospitais, entre outros, e, tem o compromisso de fornecer refeições de boa qualidade nutricional com preço acessível, geralmente inferior ao cobrado em restaurantes comerciais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO, 2010; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010; NEVES et al., 2007; PROENÇA et al., 2005).

O número de restaurantes de coletividade é crescente, bem como o número de refeições neles servidas. O cardápio desses restaurantes oferece diferentes preparações à base de carne, sendo que o preparo denominado carne assada é um dos itens de maior custo e de maior aceitação. Segundo Fracasso (2005), em pesquisa realizada em restaurantes de coletividade da Universidade de São Paulo, a carne é um dos fatores de maior impacto na decisão pelo consumo e na boa aceitação da refeição.

A utilização de novas tecnologias, como o sistema *cook chill*, pode propiciar melhor rendimento de processo e aceitação pelo cliente, impactando em reduções de custo, maior segurança microbiológica e facilidade operacional, quando comparado com o sistema convencional atualmente utilizado nos restaurantes de coletividade.

## 2 OBJETIVOS

Comparar o sistema *cook chill* com o sistema convencional usado em restaurantes de coletividade para o preparo de lagarto bovino (músculo *Semitendinosus*).

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O presente trabalho tem como objetivos específicos:

Maximizar o rendimento e a maciez objetiva de lagarto bovino processado pelo sistema *cook chill*, utilizando planejamento experimental fatorial e superfícies de resposta.

Caracterizar o sistema de preparo de lagarto bovino utilizado em restaurantes de coletividade.

Avaliar as alterações no processamento e ao longo do armazenamento, em relação à oxidação lipídica, à força de cisalhamento e à estabilidade microbiológica do lagarto bovino processado pelos sistemas *cook chill* e convencional.



### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 O MERCADO DE SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO

O termo serviço de alimentação, originalmente do inglês *food service*, pode ser definido como unidade onde grandes quantidades de alimentos são processados e/ou distribuídos para o consumo direto. Pode ser compreendido também como alimentação fora de casa toda a cadeia de produção e distribuição de alimentos, insumos, equipamentos e serviços que atendem os estabelecimentos que preparam e fornecem refeições. Também estão inclusas nesse segmento a refeição consumida em casa, mas adquirida pronta para consumo (RODRIGUES, N. S. S., 2010).

O serviço de alimentação pode ser dividido em restaurantes comerciais e coletivos (POULAIN, 2004). Os primeiros abrangem os formatos *fast food*, restaurantes tradicionais a *La carte*, especializados (massa, carnes), hotéis, cafés, bares, serviços de entrega, por quilo, prato feito, entre outros. O segundo tipo inclui os restaurantes de empresas, escolas, universidades, hospitais, bem como os serviços oferecidos em aeronaves, ônibus e trens de ferro (NEVES et al., 2007).

O maior potencial de consumo atual, aliado ao avanço das mulheres no mercado de trabalho, ao maior número de pessoas morando sozinhas e ao aumento da idade média desse consumidor, exige adequações no mercado de varejo para atender suas necessidades e o mercado da alimentação, sem dúvida, é um dos grandes setores de varejo afetado (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO, 2010).

A distância da residência ao trabalho, a dificuldade na locomoção rápida, a conveniência de esforço, a escassez de tempo e a variedade de alimentos para as refeições são os principais motivos da decisão de trocar o preparo da refeição em casa pela comida pronta e têm impulsionado o crescimento do mercado de alimentação fora do lar (RODRIGUES, N. S. S., 2010; RUSSELL, 2009; WILSON, 2008).

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (2010), o mercado de serviços de alimentação no Brasil movimentou 75 bilhões de reais em 2010, contra um valor de 23,5 bilhões de reais no ano de 2000, ou seja, uma triplicação de movimentação financeira em uma década.

Em 2002, a alimentação fora do lar representava 24% do total de despesas com alimentos das famílias brasileiras, enquanto que em 2008, esse percentual subiu para 31%, com expectativas de que haja um aumento para 37% no ano de 2014 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010).

Nos EUA, a alimentação fora do lar representou 48,5% dos gastos das famílias norte americanas com alimentos, conforme pesquisa realizada entre 1997 e 2006 (MARTINEZ, 2007).

Essa tendência mostra um potencial mercado consumidor brasileiro e encoraja estudos na área para o desenvolvimento de tecnologias e processos que acarretem em produtos de melhor qualidade.

### **3.1.1 Restaurantes de coletividade**

Os sistemas de alimentação coletiva surgiram na Grã-Bretanha, no início da segunda guerra mundial, entre 1939 e 1945. Na época, o governo determinou o racionamento dos alimentos, quando as cantinas e os restaurantes começaram a produzir as refeições subsidiadas para a população. No Brasil, a alimentação coletiva começou em 1940, com o Programa de Alimentação para o trabalhador (Serviço de Alimentação da Previdência Social – SAPS), pelo Decreto-Lei nº 2.478. Esta foi a primeira política de alimentação do país e perdurou até 1967, quando foi extinto após várias reformulações no conteúdo original de sua proposta (JACOBSEN & BIEHL, 2006).

Jacobsen & Biehl (2006) também afirmam que o mercado de refeições coletivas deslanchou no final dos anos 40, quando, em São Paulo, foi inaugurada a primeira cozinha do SESI para mil refeições diárias.

Segundo a Associação Brasileira das Empresas de Refeições Coletivas (2012), as empresas de autogestão e as prestadoras de serviços em refeições



coletivas somaram a distribuição de aproximadamente 10,6 milhões de refeições por dia, em 2011, com faturamento aproximado de 14 bilhões de reais, nesse ano.

As empresas prestadoras de serviço de alimentação coletiva tem, além do compromisso com a alimentação do cliente, a preocupação com a produção do alimento, seu balanceamento nutricional e a melhoria da produtividade do indivíduo em sua atividade (RODRIGUES, N. S. S., 2010).

A elaboração de um cardápio deve partir dos seguintes princípios: valor nutritivo e digestibilidade dos alimentos; filosofia da empresa quanto a benefícios; filosofia da empresa quanto às compras; mercado fornecedor, custos e rendimento dos produtos; disponibilidade e capacidade de mão de obra; disponibilidade e capacidade das instalações; equipamentos e área física; e, principalmente o perfil do cliente em questão (SILVA, S. M. C., 2002).

De acordo com Proença et al. (2005), os restaurantes coletivos atendem a uma clientela mais homogênea do que a dos restaurantes comerciais. Além disso, em restaurantes coletivos o fator custo da refeição é muito importante já que o preço baixo cobrado pela refeição em relação aos restaurantes comerciais é um dos motivos de escolha dessa clientela.

É importante caracterizar o cliente para identificar suas necessidades. Uma pesquisa realizada nos restaurantes de alimentação coletiva da Universidade de São Paulo (USP), em 2005, definiu seu usuário padrão como um homem de 17 a 25 anos, aluno de graduação e que se alimenta em um desses restaurantes com frequência de 5 vezes por semana. Para esse usuário padrão, a necessidade de ingestão de proteínas é de aproximadamente 95 g por dia e a refeição nos restaurantes coletivos da USP deve suprir 40% dessa necessidade, isto é, deve conter aproximadamente 38 g de proteína. Essa refeição possui geralmente duas fontes proteicas principais (uma carne e uma leguminosa), além de uma salada, um cereal, uma guarnição e uma sobremesa (FRACASSO, 2005).

De acordo com a RDC Nº 360, de 23 de dezembro de 2003, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, porção é a quantidade média do alimento que deve ser consumida por pessoas saudáveis, maiores de 36 meses, em cada ocasião de consumo, para promover uma alimentação saudável (BRASIL, 2003a).

Assim, considerando que a carne deva oferecer 80% da quantidade de proteína necessária dessa refeição e que é composta de aproximadamente 19% de proteína de alto valor biológico (OLIVO & OLIVO, 2006), a porção de carne servida ao cliente deva ser de aproximadamente 160 g, em relação à carne crua.

Em pesquisa sobre a escolha alimentar do comensal de um restaurante por peso, Jomori (2006) destaca que os principais determinantes na escolha dos alimentos pelos clientes são a aparência do alimento, o tipo de preparação, o valor nutricional, a saúde associada à estética corporal e o hedonismo.

Logo, perdas de peso, especialmente água, no cozimento, resfriamento e armazenamento da carne cozida, apesar de não alterarem consideravelmente a quantidade de proteína nessa porção, a tornarão visivelmente menores e menos atrativa ao usuário, que tem a sensação de estar consumindo uma porção menor que a ideal.

Fracasso (2005) também concluiu que a carne é a preparação que mais impacta sobre o custo final da refeição servida, bem como, para o usuário padrão de um restaurante de coletividade da USP, é um dos fatores de maior impacto na boa aceitação da refeição. Kawasaki et al. (2007) ao analisar o custo-efetividade da produção de refeições coletivas em sistemas *cook chill* e tradicional obteve que os gêneros cárneos representavam cerca de 46% do custo de gêneros alimentícios nas UANs analisadas.

O posicionamento estratégico de restaurantes para a coletividade deve ser baseado na análise de custo benefício da inovação tecnológica em termos financeiros, na praticidade e na qualidade do que entrega ao cliente, valorizando o serviço prestado (LIMA & FERRAZ, 2010).

Assim, métodos de processamento que resultem em uma menor perda da umidade da carne e melhores características sensoriais são favoráveis à redução de custos e melhor aceitação pelo consumidor.

### **3.1.1.1 Restaurantes de coletividade na Unicamp**

A Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) possui cinco campi: Campinas, Piracicaba, Limeira, Paulínia e Sumaré, totalizando 1.727 docentes, 17.650 estudantes de graduação dos cursos diurno e noturno, 26.869 estudantes de pós-graduação, 4 mil estudantes de colégios técnicos e 8 mil funcionários. O principal campus é o de Campinas, onde há um fluxo diário de aproximadamente 50 mil pessoas. (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2011).

No campus de Campinas, a população universitária conta com três restaurantes de coletividade principais, deste ponto em diante denominados RUs: Restaurante Universitário (RU), Refeitório da Administração (RA) e Restaurante Universitário da Rua Saturnino (RS). Há também com o Restaurante do Hospital das Clínicas (RHC) e os refeitórios do Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher (CAISM), do Hemocentro, do Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas (CPQBA), do Colégio Técnico de Campinas (COTUCA) e do Centro de Convivência Infantil (Ceci) (RODRIGUES, N. S. S., 2010; UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2012a).

Diariamente, a equipe da Divisão de Alimentação atua na produção de aproximadamente 11 mil refeições que são servidas à comunidade universitária e seus visitantes (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2012b)

## **3.2 SISTEMA COOK CHILL**

Nos sistemas convencionais de produção usados em serviços de alimentação, o alimento é preparado e distribuído para consumo imediato.

A manutenção sob aquecimento em banho maria do alimento cozido preparado, enquanto este aguarda a distribuição, é uma alternativa para extensão da vida útil do alimento. De acordo com a Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, o alimento após ser submetido à cocção pode ser distribuído e consumido no prazo de 6 horas desde que seja conservado em temperatura superior a 60 °C (BRASIL, 2004).

A necessidade de minimização de custos com mão de obra, equipamentos e energia tem promovido a introdução de novos sistemas de produção de alimentos em larga escala que possam centralizar a produção e evitar a perda do alimento por não ter sido imediatamente consumido após seu preparo. Na tentativa de prolongar a vida útil do alimento cozido preparado, tem-se a prática do resfriamento após a cocção, o armazenamento e o reaquecimento e distribuição no momento do consumo (CREED, 1998).

O resfriamento do alimento deve ser realizado de modo a minimizar o risco de contaminação cruzada e a permanência do mesmo em temperaturas que favoreçam a multiplicação microbiana, devendo ser resfriado de 60 para 10 °C em até 2 horas e, sendo conservado a temperaturas de refrigeração inferiores a 4 °C, podendo ser consumido em até 5 dias após seu preparo (BRASIL, 2004).

No resfriamento realizado em geladeiras e câmaras frias, dependendo do volume de alimento a ser resfriado e do desempenho desses equipamentos, pode haver dificuldade em se atingir 10 °C em até 2 horas, além do que, se esse resfriamento for realizado juntamente com outros alimentos já resfriados, a temperatura desses pode oscilar e sua qualidade será comprometida.

A tecnologia *cook chill* vem ao encontro dessa necessidade e consiste em um método que promove a pasteurização do alimento pelo seu cozimento seguido de um resfriamento rápido e estocagem, que devem ser cuidadosamente controlados. O uso do resfriamento rápido para preservar o alimento permite um maior intervalo entre o preparo do alimento e sua distribuição para consumo (LIGHT & WALKER, 1990).

Nesse sistema, é possível que o alimento cozido seja resfriado de 60 °C até 10 °C em até 2 horas, armazenado de 0 a 3 °C por até 5 dias e, quando reaquecido, atinja uma temperatura mínima de 70 °C em seu centro térmico, conforme determinação da Resolução - RDC nº 216 (BRASIL, 2004).

Esse intervalo de tempo entre o preparo e a distribuição do alimento preparado, segundo Creed (1998), pode proporcionar as seguintes vantagens quando comparado a sistemas convencionais: centralização da produção; maior rendimento; melhor qualidade sensorial do alimento, especialmente textura;

menores perdas de estoque por vencimento e permite a inclusão de preparações mais complexas no cardápio.

Creed (1998) e Kawasaki et al. (2007) afirmam que a centralização da produção é facilitada devido ao aumento da vida útil do alimento: como esta é estendida, é possível produzir mais alimento para que seja consumido dentro do período de tempo de sua vida útil. Com isso, é possível o planejamento da produção com antecedência, o ganho em flexibilidade de produção e o aumento de escala, pois, o volume de compras aumenta, melhorando o poder de negociação na aquisição de gêneros. A centralização acarreta em menores picos de trabalho da equipe e na menor necessidade de equipamentos e mão de obra, já que a produção é otimizada e programada. Além disso, também reduz desperdícios, pois o alimento só será reaquecido no momento do consumo.

A centralização da produção permite ainda a existência de uma cozinha central ou unidade de produção central, que prepara, resfria, estoca sob-refrigeração e distribui o alimento preparado para cozinhas menores (cozinhas satélites ou de finalização) e estas reaquecem e finalizam os alimentos, evitando o investimento de equipamentos em duplicidade e necessitando de um menor número de mão de obra nas cozinhas satélite (LIGHT & WALKER, 1990).

Contudo, o processamento de alimentos pelo sistema *cook chill* exige maior rigor nas condições de higiene, controle de temperatura e especificidade de equipamentos, devido ao efeito cumulativo de possíveis contaminações durante as etapas de processamento (KAWASAKI et al., 2007).

Creed (1998) também analisa os pontos de alerta do sistema *cook chill* e afirma que o método de preservação e distribuição do alimento escolhido deve garantir a sua qualidade microbiológica e preservar suas características sensoriais e nutricionais. Portanto, a aceitação do consumidor desses produtos reaquecidos deve ser um critério de julgamento do sucesso do sistema empregado.

Além disso, problemas de segurança microbiológica podem surgir se o crescimento de microrganismos patogênicos for possibilitado, problemas sensoriais podem ser causados por alteração da cor do alimento, separação de fases, perda de umidade, rancificação e desenvolvimento de *off-flavors*, e perdas

nutricionais podem ocorrer durante a estocagem. Para evitar a ocorrência desses problemas, é fundamental que os processos de cozimento, resfriamento e estocagem do alimento sejam feitos de maneira adequada (CREED, 1998).

Assim, de acordo com os autores citados, a utilização do sistema *cook chill* propiciará alimentos mais padronizados e, conseqüentemente, de melhor qualidade, se os controles de processo forem bem realizados.

### 3.2.1 O forno combinado

A preparação de alimentos através do sistema *cook chill* pode ser realizada através de diversos equipamentos, desde que eles proporcionem cocção e resfriamento dentro dos requisitos citados. No entanto, o uso do forno combinado tem se tornado muito comum em serviços de alimentação e no sistema *cook chill*.

O forno combinado foi desenvolvido na Alemanha, por volta de 1970, a partir da junção de dois equipamentos: o forno de convecção (calor seco) e o *steamer* (calor úmido). A fusão desses dois equipamentos combina vapor e ar quente, e permite o preparo de diferentes alimentos por métodos de cocção que variam desde o cozimento por calor seco como assar e grelhar, até o cozimento por calor úmido como o cozimento a vapor. Permite também a cocção por calor combinado (SANTANA, 1998).

Na cocção por convecção, usando sistema misto (vapor e ar quente), denominada calor combinado, o alimento é umidificado por vapor d'água evitando sua perda de peso por desidratação (PROENÇA, 2009).

O forno combinado tem a vantagem de produzir uma grande quantidade de alimentos em relação ao espaço que ocupa quando comparado a outros equipamentos da mesma categoria, proporcionando menor tempo de cocção devido ao melhor controle do processo (KNIGHT & KOTSCHEVAR, 2005). Além disso, os controles do calor e do tempo não exigem vigilância constante, ao contrário de técnicas convencionais, permitindo redução de mão de obra (FABRE, 2010).

A maioria dos fabricantes desse equipamento segue alguns princípios básicos como, por exemplo, o padrão de medidas *gastronorm* (GN) para bandejas, otimizando o espaço interno do equipamento (LIGHT & WALKER, 1990).

Os fornos combinados geralmente são multi prateleiras, dotados com sistemas de aquecimentos de grande eficiência. A convecção forçada é o principal mecanismo de transferência de calor, com o uso possível de três funções: ar quente (convecção), vapor (calor úmido) e a função combinada, que trabalha com injeção de vapor, variando em uma escala de zero por cento a cem por cento (calor úmido) (REIS, 2012).

Segundo Santana (1998), o forno combinado preserva melhor o sabor e o aspecto dos alimentos, reduzindo a perda de matéria prima durante o preparo, especialmente devido à redução de perda de peso. Contudo, exige uma melhor qualificação profissional dos operadores para que se possa usufruir de todas as possibilidades que oferece.

### **3.2.2 O resfriador rápido**

Segundo Light & Walker (1990), o resfriamento de alimentos é um método efetivo para sua preservação porque retém de maneira satisfatória atributos de qualidade como sabor, textura e aparência enquanto retarda o crescimento de microrganismos mesófilos e reduz alterações químicas. Ao contrário do congelamento, não provoca alterações sensoriais drásticas.

O resfriamento para conservação de alimentos possui algumas desvantagens como desidratação do produto, perda de crocância, migração de água de partes mais úmidas para partes mais secas do alimento e menor expectativa de vida útil, quando comparado a métodos como congelamento e secagem. A taxa de resfriamento do alimento dependerá de fatores extrínsecos e intrínsecos ao alimento, determinando sua qualidade final (LIGHT & WALKER, 1990).

Os fatores extrínsecos envolvidos no resfriamento do alimento são: a natureza (gás, água); a temperatura e a agitação do meio de resfriamento; a forma

geométrica do recipiente que contém o alimento e a quantidade de alimento ali presente; o diferencial de temperatura entre o alimento quente e o meio de resfriamento; e, o resfriamento do alimento embalado ou não. Os fatores intrínsecos envolvidos são: condutividade térmica do alimento; densidade do alimento e o teor de umidade do alimento (LIGHT & WALKER, 1990).

Já alimentos embalados têm o tempo de resfriamento aumentado em aproximadamente 15%. Contudo, os alimentos não embalados estão mais propensos ao ressecamento da superfície em sistema de circulação de ar forçado (SILVA, M. L., 2004).

Segundo McDonald et al. (2000), o sistema de resfriamento usado para carnes cozidas é um ponto crítico de controle da eficiência e da segurança do processamento como um todo para um produto de alta qualidade. Por isso, o resfriamento também precisa de uma execução eficiente e um equipamento que tem sido altamente difundido é o resfriador rápido ou *blast chiller*.

O processo de resfriamento nesse equipamento ocorre por convecção de ar frio em alta velocidade, reduzindo a temperatura do alimento em curto espaço de tempo (LIMA & FERRAZ, 2010). Consiste em uma câmara com circulação de ar forçada capaz de reduzir a temperatura do produto recém cozido para temperaturas de refrigeração ou de congelamento. O alimento resfriado pode ser armazenado em geladeiras, congeladores ou câmaras frias, sem que haja a sobrecarga térmica destes, evitando flutuações de temperatura de outros alimentos já estocados.

### **3.3 ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DA CARNE**

A carne é um músculo constituído pelo tecido muscular esquelético e pelos tecidos anexos conjuntivo, epitelial e nervoso. A unidade estrutural do tecido muscular é a fibra muscular, que é composta por proteínas miofibrilares, sarcoplasmáticas e estromáticas (PARDI et al., 1995). Pode ser considerada um conjunto de fibras paralelas de estrutura fibrilar, envolvido por um tecido conjuntivo que organiza a estrutura do músculo (BOUTON & HARRIS, 1972).



As proteínas miofibrilares ou citoesqueléticas são conjuntamente denominadas miofibrilas e são responsáveis pela contração muscular. São formadas pelo filamento grosso de proteínas (miosina, proteína C e proteína M), pelo filamento fino (actina, tropomiosina, troponina e beta actinina) e pela linha Z (actinina e desmina) (JUDGE et al., 1989).

Os filamentos de miosina são relativamente mais grossos, ficando entre os filamentos de actina. A miosina e a actina são proteínas helicoidais. Após a morte, elas se combinam produzindo a actomiosina imóvel no processo denominado *rigor mortis* (RODRIGUES, F. A., 1978).

Dentre as proteínas sarcoplasmáticas que compõem o fluido que circunda e envolve a miofibrilas, estão presentes a mioglobina e a hemoglobina que são muito susceptíveis à desnaturação e conferem pigmentação à carne (BAILEY & LIGHT, 1989; RODRIGUES, F. A., 1978).

As proteínas podem ser consideradas as principais responsáveis pelas características funcionais da matéria prima cárnea, especialmente as miofibrilares e as do tecido conjuntivo, cujas características determinam a sua maciez (KASTNER & FELÍCIO, 1980; SAMS, 2001).

Segundo Martens et al. (1982), o tamanho das fibras musculares e o efeito do calor sobre as mesmas estão diretamente relacionados à maciez da carne cozida. À medida que o animal envelhece, o diâmetro da fibra aumenta e a maciez tende a diminuir.

A água do músculo interage com as proteínas ligando-se quimicamente a elas ou sendo retida por forças capilares, podendo exsudar sob pressão. A umidade natural da carne é importante para o rendimento e a qualidade final do produto, conferindo suculência e palatabilidade.

Proteínas não desnaturadas mantêm o mesmo nível de interação com a água. Proteínas desnaturadas tendem a ter sua capacidade de retenção de água diminuída (FENNEMA, 1985; HULTIN, 1985). Na desnaturação, há modificação da estrutura espacial quaternária, terciária e/ou secundária da proteína, que pode ser reversível ou irreversível, devido à quebra de interações na molécula, que

resultam na expulsão de água. A desnaturação pode ocorrer por fatores mecânicos, químicos e físico químicos (FARFÁN, 1985).

O músculo Semitendinosus está localizado no quarto traseiro dos bovinos e corresponde ao que se denomina popularmente de “lagarto”. É o corte constituído da massa muscular no seu limite antero lateral pelo glúteo-bíceps (coxão duro) e no limite inferior pelos músculos que compõem o coxão mole (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2011a).

Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2011), a composição centesimal do lagarto bovino é de aproximadamente 5% de gordura, 21% de proteínas, 1% de cinzas, quantidade não significativa de carboidratos e fibras e aproximadamente 70% de água.

No caso dos processamentos de lagarto bovino utilizados neste trabalho, os fatores mais relevantes de desnaturação que afetarão a qualidade do produto final são a cocção, o resfriamento, a alteração de pH e a alteração de força iônica, os quais terão impacto sobre a capacidade de retenção de água da carne, causando mudanças no rendimento do processo.

A capacidade de retenção de água na carne processada dependerá do histórico *post mortem* do animal e este é função da genética e criação do animal e das condições de abate e pós-abate, o que faz da carne uma matéria prima com variabilidade natural no processamento.

Após o abate ocorre a conversão do músculo em carne, instalando-se o denominado *rigor mortis* (fixação definitiva de actina e miosina, formando actomiosina) (HARRIS & SHORTOSE, 1988; SHORTHOSE, 1996).

Com o acúmulo de ácido láctico no músculo devido à glicólise anaeróbica, o pH da carne cai de 7,1 a 7,3 para 5,3 a 5,8, 24 h após o abate. Esse pH coincide com o ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares (especialmente da miosina), e nele a solubilidade da proteína é mínima no meio, deixando-as vulneráveis à desnaturação, acarretando na expulsão de água pela proteína, o que levará à redução da sua capacidade de retenção de água (ETHERINGTON, 1984; LAWRIE, 2005; SMULDERS et al., 1992).

### 3.3.2 O efeito da marinação sobre as proteínas cárneas

A marinação pode aumentar a capacidade de retenção de água pelas proteínas miofibrilares, melhorando a suculência, maciez, sabor, cor e agregação de valor à matéria prima inicial (MILLER, 2001; POLLONIO, 2002; XIONG, 2005).

Consiste na condimentação e preparação de carnes pela aplicação de uma solução em contato direto com os cortes cárneos por um período de tempo. O processo é realizado de forma estática (por imersão) ou dinâmica (por injeção) (CIPOLLI, 2004; MANHANI, 2006; POLLONIO, 2002).

O cloreto de sódio altera a força iônica do meio em que é empregado agindo sobre a capacidade de retenção de água, firmeza, gosto e sabor e na segurança microbiológica do produto. Ele proporciona extração das proteínas miofibrilares, reduzindo a perda por gotejamento e melhorando o rendimento na cocção, sem promover alterações no pH da carne. O íon cloreto liga-se aos filamentos das proteínas miofibrilares e aumenta a força de repulsão eletrostática entre elas, promovendo abertura da matriz proteica e permitindo seu entumescimento (OFFER & TRINICK, 1983; POULANNE et al., 2001).

Devido aos níveis de cloreto de sódio geralmente empregados na marinação, seus efeitos antimicrobianos são limitados. Contudo, essa quantidade, ainda que pequena, pode aumentar a susceptibilidade da carne à oxidação lipídica (MILLER, 2001; RHEE & ZIPRIN, 2001). Segundo Shahidi (2002), a ação pró-oxidante em produtos cominuídos ocorre devido à capacidade de o sal deslocar o ferro ligado aos compostos heme, interferindo nas interações ferro-proteína. A liberação dos íons de ferro pode catalisar a oxidação lipídica.

A marinação por imersão deve ser realizada sob-refrigeração e, apesar de necessitar de maior tempo quando comparada à marinação por injeção, seu custo é baixo custo e permite a produção de pequenos lotes (MANHANI, 2006; POLLONIO, 2002). Por isso, é o mais aplicável em restaurantes de coletividade, onde o investimento em equipamentos de injeção de salmoura pode ser oneroso e inviabilizar o processamento.

### 3.3.3 O efeito da temperatura sobre as proteínas cárneas

O processamento de carne bovina comumente emprega o uso da temperatura, envolvendo etapas de cozimento, resfriamento e estocagem a frio. As primeiras alterações físicas no cozimento ocorrem na superfície da carne com a mudança da cor vermelha para cinza ou marrom acinzentado e o método usado pode afetar a maciez, a suculência, o sabor, as propriedades mecânicas, entre outras características da carne.

Segundo Lawrie (2005) e Terra (2000), o cozimento da carne bovina objetiva assegurar sua qualidade microbiológica e conferir qualidade sensorial, principalmente sabor e textura, conferindo aparência agradável, desenvolvimento de sabor típico, suculência e aroma característicos da carne cozida.

Os lipídios da carne ficam mais propensos à oxidação com o aquecimento. Um dos mecanismos que pode explicar esse efeito é a ação catalítica do ferro. No pH fisiológico, o ferro é relativamente insolúvel e está presente em associação com compostos de baixo (livre e associado com aminoácidos, nucleotídeos e fosfatos orgânicos e inorgânicos) ou alto peso molecular (associado com membranas lipídicas e proteínas, como hemoglobina, mioglobina, ferritina e produtos de degradação, hemossiderina.). Algumas fontes de ferro de alto peso molecular são capazes de catalisar a oxidação lipídica, especialmente se o ferro for liberado (GONÇALVES, 2009).

Na carne processada e armazenada, a concentração de ferro de baixo peso molecular (ferro livre) aumenta, sendo esse mecanismo ainda pouco conhecido. A liberação pode ocorrer especialmente em valores de pH de 5,0 a 7,0 (VARNAM & SUTHERLAND, 1995). Em produtos cozidos, ocorre o rompimento dos tecidos e a desnaturação proteica, destruindo a estrutura heme e liberando o ferro anteriormente ligado a elas (ARAÚJO, 2004).

A maciez da carne bovina cozida é influenciada por três aspectos: a gordura que se liquefaz, o colágeno que se dissolve e gelatiniza e as fibras musculares que se separam e tornam o tecido mais macio. Em cortes com teor elevado de tecido conjuntivo, como é o caso do músculo *Semitendinosus*, um

sobreaquecimento pode provocar a contração das fibras musculares e o cozimento na ausência de umidade ocasiona perda de peso e endurecimento do tecido por evaporação da água que a constitui (POWELL, 2000).

Segundo Felício (1997), para a otimização das propriedades da carne, no cozimento deve-se controlar a temperatura, a umidade, o tempo e a temperatura final no interior da peça, conforme o tipo de músculo. Um método inadequadamente empregado pode promover o endurecimento, o ressecamento e a perda de sabor e aroma da carne preparada para consumo. Matz (1962) afirma que os efeitos mais importantes sobre a textura da carne resultam da desnaturação da proteína miofibrilar e da hidrólise do tecido conectivo.

Entre 30 e 40 °C ocorre desnaturação moderada das proteínas miofibrilares. De 40 e 55 °C ocorre desnaturação mais intensa com formação de ligações cruzadas estáveis. A 60 °C ocorre decréscimo da solubilidade das proteínas miofibrilares, devido à desnaturação completa da miosina. Acima dessa temperatura, a desnaturação proteica continua e ocorre o estreitamento da rede estrutural proteica, sendo que a 65 °C a desnaturação está praticamente completa (CHRISTENSEN et al., 2000; HAMM, 1969; MATZ, 1962).

O colágeno representa uma pequena porção da massa muscular, em torno de 2%. Sob ação do calor, sofre gelatinização, devido à desnaturação (BUENO, 2008).

Felício (1997) afirma que o teor de colágeno do corte cárneo ajuda na determinação das condições ideais de cocção. Cortes com maior teor de colágeno, como o lagarto, devem ser cozidos na presença de água no estado líquido ou de vapor pelo tempo necessário para gelatinizá-lo. A temperatura interna ao final do processo também exerce grande influência no teor de umidade e na suculência da carne.

A 80°C o colágeno se torna uma gelatina hidrossolúvel e acima dessa temperatura, começa a ser degradado e sua maciez aumenta. No entanto, quanto maior o aquecimento, maior o potencial de perda de umidade e o endurecimento das proteínas miofibrilares, causando diminuição da maciez da carne (TERRA, 2000).

Presume-se que a água é expelida pela pressão exercida por este encolhimento no tecido conectivo, exercendo influência na percepção sensorial de suculência nas amostras de carne (SILVA, M. L. et al., 2007).

O teor de gordura, componente mais variável entre os cortes cárneos, tem pequena contribuição sobre a variabilidade da maciez (KASTNER & FELÍCIO, 1980).

### **3.3.4 Qualidade da matéria prima cárnea crua e termicamente processada**

O sucesso de um produto depende da sua aceitação pelo consumidor, ou seja, qualidade é uma medida das características desejadas e valorizadas pelo consumidor naquele produto. O termo qualidade da carne é bastante amplo, envolvendo aspectos que englobam toda a cadeia agroindustrial até o preparo para o consumo final (CASTILLO, 2006).

Serão discutidos a seguir parâmetros físico químicos, microbiológicos e sensoriais avaliados em carnes bovina, e que, no presente estudo, podem influenciar os resultados de rendimento, maciez e aceitação pelo consumidor.

#### **3.3.4.1 Qualidade físico química**

O pH da carne crua em condições de normalidade encontra-se entre 5,4 e 5,9. A elevação do pH na carne tem como consequência carne escura, dura e seca, denominada DFD (FAUSTMAN & CASSENS, 1990). O pH 6,4 indica carne para consumo imediato e, acima disso, início de decomposição (BRASIL, 1989).

Os rendimentos do processo também são importantes na determinação da qualidade físico química porque perdas de peso maiores no cozimento podem indicar um sobrecozimento da carne e necessidade de ajustes no processo. O pH da carne afeta o rendimento, já que altera a solubilidade proteica (RODRIGUES, F. A., 1978).

Outro parâmetro importante na determinação da qualidade de carne cozida pronta para o consumo é a oxidação lipídica, que pode tornar o produto inaceitável para consumo.

A oxidação lipídica, depois da deterioração bacteriana, é a principal via de perda da qualidade de carnes (BUCKLEY et al., 1995). Isso porque ela promove a deterioração do sabor (expressiva em carnes cozidas), a oxidação do pigmento muscular, a perda de água e a oxidação do colesterol (MANHANI, 2006). Inicia-se logo após o abate e sua evolução depende de diversos fatores, principalmente: a composição de ácidos graxos, a presença de oxigênio e a presença de catalisadores da reação (ARAÚJO, 2004; GRAY & PEARSON, 1994; SHAHIDI, 2002).

O processo de oxidação lipídica está normalmente associado a operações de processamento, tais como desossa mecânica, trituração, moagem, cominuição e cozimento, quando as membranas que sofreram processo de desintegração liberam lipídios, especialmente ácidos graxos e fosfolipídios poliinsaturados, sujeitos à oxidação (LOVE & PEARSON, 1976). Esses compostos, no aquecimento e na estocagem, interagem com o oxigênio e outros componentes como enzimas, pigmentos heme, ferro não hemínico e outros íons metálicos (POLLONIO, 1994).

A oxidação de lipídios envolve uma fase de iniciação, na qual o iniciador, um radical livre ou um metal de transição media a produção de radicais lipídicos. Estes compostos continuam a gerar radicais de outras moléculas lipídicas durante a fase de propagação. Na fase terminal, os radicais reagem entre si, resultando na formação de hidroperóxidos, que podem causar mais degradação e liberar componentes voláteis de cadeia curta, tais como aldeídos, cetonas e alcoóis, importantes na alteração sensorial do produto (ARAÚJO, 2004; MANHANI, 2006).

Esse fenômeno aumenta durante o cozimento e armazenamento e pode ser quantificado por algumas metodologias, como pela medição de produtos secundários da degradação, sendo expressa em valores de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) (GRAY & PEARSON, 1994; MANHANI, 2006).

Em carnes pré-cozidas, a oxidação lipídica leva a alterações prejudiciais no sabor do alimento após o reaquecimento, produzindo um fenômeno conhecido como "sabor de reaquecido" (*warmed-over flavor*) (WEISS et al., 2010).

O *warmed-over flavor* pode ocorrer a partir de 3 dias após o armazenamento sob refrigeração a 4 °C, sendo bastante importante em carnes reaquecidas, especialmente se estas forem mantidas a altas temperaturas para consumo em restaurantes (GONÇALVES, 2009).

Tims & Watts (1958), primeiros autores a descreverem o termo para o desenvolvimento rápido de sabor oxidado em carnes cozidas refrigeradas, afirmam que o sabor rançoso e envelhecido torna-se perceptível após 48 °C.

Esse efeito se diferencia da rancidez encontrada em carnes congeladas, óleos e gorduras, pois estas normalmente aparecem após um período de semanas ou meses (ARAÚJO, 2004; CHENG & OCKERMAN, 1998; GRAY & PEARSON, 1994; VARNAM & SUTHERLAND, 1995). O armazenamento do produto a baixas temperaturas não diminui significativamente a velocidade da reação e ela pode ocorrer na ausência de luz (ARAÚJO, 2004).

#### **3.3.4.2 Qualidade sensorial**

A qualidade sensorial da carne envolve os atributos: cor, textura, odor e sabor.

O sabor da carne é semelhante entre os cortes bovinos, diferindo principalmente conforme o seu teor de gordura. A temperatura é capaz de influenciar a intensidade do sabor da carne, pois quanto maior o tempo de cozimento, maior a degradação proteica e perda de voláteis. Alterações no sabor estão fortemente ligadas à rancificação da carne (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2011b).

Na textura da carne, um dos parâmetros mais importante é a maciez, seguida da suculência.



A suculência da carne, que depende da sensação de umidade nos primeiros movimentos mastigatórios, está relacionada à perda de seu suco durante o cozimento. Um maior teor de gordura e umidade aumenta a sensação de suculência, estimulando a salivação (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2011b).

Segundo Castillo (2006), para o consumidor a maciez final da carne é determinada por fatores pré e pós-abate. Os fatores que antecedem o abate são: localização e função do músculo, tipo e diâmetro da fibra muscular, teor de tecido conjuntivo, raça, gênero, idade, enfermidades, estresse pré-abate, marmoreio e seleção genética. Condições pós-abate que estão relacionadas à maciez da carne são: velocidade de queda da temperatura, pH e atividade enzimática.

Além disso, o modo de preparo da carne certamente afetará a maciez final do produto (CASTILLO, 2006). Durante o cozimento, o diâmetro das fibras musculares da carne diminui em aproximadamente 15%, afetando a maciez (SWATLAND, 1984).

As alterações no tecido conjuntivo e nas proteínas miofibrilares são os dois fatores mais importantes correlacionados à maciez da carne, em decorrência do seu cozimento (SILVA, M. L., 2004). Dentre as propriedades térmicas do tecido conjuntivo a mais relevante é o amaciamento do colágeno, em decorrência de sua gelatinização, acompanhado pelo endurecimento das fibras musculares, devido à coagulação das proteínas (CHRISTENSEN et al., 2000).

A maciez da carne bovina pode ser avaliada subjetivamente ou objetivamente. A avaliação subjetiva utiliza a avaliação pela visão, tato e audição do indivíduo, enquanto que a avaliação objetiva envolve técnicas que registram modificações em parâmetros físicos, envolvendo princípios de reologia, microscopia e espectroscopia (CASTILLO, 2006).

A maciez objetiva contempla um conjunto de fatores mecânicos de textura como corte, mastigabilidade, plasticidade e adesividade. Métodos físicos para avaliação de textura em carnes são determinados pela American Meat Science Association – AMSA (1995).

A técnica mais difundida de determinação objetiva da maciez em carnes é o *Warner-Bratzler Shear Force (WBSF)* ou força de cisalhamento, por possuir uma alta correlação com painéis sensoriais (SHACKELFORD et al., 1995). O método consiste no corte de fatias de carne cozidas de 2 cm de espessura no sentido perpendicular às fibras musculares de onde são retirados cilindros de 1,27 cm de diâmetro paralelos ao sentido da fibra. A medição é realizada em texturômetros dotados de lâminas do tipo *Warner-Bratzler*, medindo a força mecânica necessária para o corte transversal das fibras do cilindro.

### 3.3.4.3 Qualidade microbiológica

A carne é um alimento rico em nutrientes, altamente perecível, sendo as bactérias, os microorganismos com crescimento mais expressivo. Fungos e leveduras têm um papel muito restrito e são mais importantes nos casos em que as bactérias não conseguem se desenvolver o que não é o caso das carnes refrigeradas (CASTILLO, 2006).

Os cortes de carne fresca comercializados contêm uma flora microbiana mista localizada principalmente em sua superfície (RODRIGUES, F. A., 1978).

As bactérias desempenham três papéis nas carnes: o de deterioração, o patogênico e o fermentativo. A carne está muito susceptível à deterioração devido a sua alta atividade de água (0,98 a 0,99) e seu pH pouco ácido (5,5 a 5,7). As principais bactérias deteriorantes envolvidas são os gêneros *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella*, algumas espécies do gênero *Clostridium*, *Lactobacillus*, *Micrococcus* e a família *Enterobacteriaceae*, sendo que, dentro desses gêneros, algumas espécies são consideradas patógenas (CASTILLO, 2006).

Quanto ao aspecto de patogenicidade, são importantes zoonoses causadas pelo *Mycobacterium bovis* (tuberculose) e *Brucella abortus* (brucelose) e as toxi-infecções causadas por *Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus* e outras. A inspeção sanitária e no abate dos rebanhos brasileiros permite controle satisfatório quanto às zoonoses. Portanto, toxi-infecções são mais preocupantes (CASTILLO, 2006).

A principal fonte de microrganismos da carne é o animal vivo, especialmente na pele, no trato respiratório e no trato digestivo. O músculo no animal vivo, saudável, é estéril e as bactérias deteriorantes ou patogênicas agirão sobre a carne após o seu abate, através da pele e do aparelho gastrointestinal. Os animais portadores assintomáticos de patógenos são os mais problemáticos, pois introduzirão esses microrganismos em toda a indústria de carnes, uma das grandes dificuldades no controle da *Salmonella* (CASTILLO, 2006; JUDGE et al., 1989).

No abatedouro também pode ocorrer contaminação por fontes de natureza externa como o ar, solo e água. Possíveis microrganismos contaminantes oriundos de manipuladores infectados incluem *Salmonella*, *Shigella*, *E. coli*, *B. proteus*, *S. aureus* e *B. cereus*. O solo aderido ao couro pode conter *C. botulinum*, entre outros (LAWRIE, 2005).

A Resolução - RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 estabelece como parâmetros de qualidade microbiológica para carne bovina crua resfriada ausência de *Salmonella* em 25g de amostra, contagem de coliformes a 45°C (termotolerantes) inferior a  $1,0 \times 10^4$  UFC/g e contagem de *Staphylococcus coagulase* positiva inferior a  $3 \times 10^3$  UFC/g. Para carnes temperadas (marinadas) são estabelecidos os mesmos limites para contagem de coliformes a 45 °C e *Salmonella* (BRASIL, 2001).

Já para produtos prontos para consumo preparados em cozinhas, restaurantes e similares à base de carne, a RDC nº 12 estabelece um limite máximo de Coliformes a 45 °C de  $2 \times 10$  UFC/g de amostra, *Staphylococcus aureus* máximo de  $1 \times 10^3$  UFC/g de amostra, *Clostridium* sulfito redutor a 46 °C máximo de  $1 \times 10^3$  UFC/g de amostra, *Salmonella* ausente em 25 g de amostra e *Bacillus cereus* máximo de  $1 \times 10^3$  UFC/g (BRASIL, 2001).

Outras bactérias, apesar de não constarem nos padrões microbiológicos da RDC nº 12, devem ser monitoradas, como as psicrotróficas e as deteriorantes.

No caso da *Listeria monocytogenes* e *Salmonella* o controle exclusivo pela refrigeração não é efetivo, pois não as elimina e porque elas podem se desenvolver em temperaturas de refrigeração (CASTILLO, 2006).

Nesse mesmo sentido, International Commission for the Microbiological Specifications of Food – ICMSF (1985) e Jay (1998), afirmam que a refrigeração controla o crescimento da *Salmonella*, mas não a inativa. A *Salmonella* é uma bactéria mesófila que se desenvolve em temperaturas de 5 a 47 °C, sendo destruída por pasteurização a 75 °C por 15 segundos.

A *Listeria monocytogenes* é um psicrotrófico (bactéria capaz de se desenvolver em temperaturas de refrigeração) anaeróbio facultativo, de ampla disseminação, contaminando os animais pelo solo e pela vegetação e sendo transmitida ao homem pelos alimentos. É termossensível, não sendo problema expressivo em carnes recém-cozidas (DOYLE, 1989; RODRIGUES, F. A., 1978). Contudo, é preocupante em carnes prontas para consumo armazenadas sob refrigeração. Em 2004, 47 casos de listeriose foram reportados nos Estados Unidos (CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION, 2004).

Outro patógeno importante é o *Staphylococcus aureus*, habitante comum da pele e vias respiratórias humanas e animais, capaz de causar intoxicação alimentar quando ingerido em alimentos, pela produção da enterotoxina estafilocócica, que é termoestável, podendo também ser originado da manipulação humana. É capaz de crescer em temperaturas de 7 a 48°C (INTERNATIONAL COMMISSION FOR THE MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS OF FOOD - ICMSF, 1985; JAY, 1998).

A *Escherichia coli* é uma bactéria da família *Enterobacteriaceae* que possui quatro cepas patogênicas, sendo a O157 H:7 a que causa doença de maior gravidade, também conhecida como E. coli entero hemorrágica, importante contaminante em carnes mal passadas ou mal processadas e uma das principais responsáveis por casos de infecção que levam a óbito (INTERNATIONAL COMMISSION FOR THE MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS OF FOOD - ICMSF, 1996).

A deterioração da carne é percebida de acordo com as alterações causadas pelos microrganismos, especialmente pelos metabólitos produzidos durante o crescimento bacteriano. Quando populações de  $10^6$  a  $10^7$  UFC/g estão presentes na carne crua já há a percepção de odor desagradável e uma

população a partir de  $10^8$  UCF/g resulta na formação de limo. Acima desses valores, surgem alterações de cor e consistência (JAY, 1998).

Em anaerobiose, como em carnes embaladas a vácuo, bactérias do gênero *Clostridium* se desenvolvem, produzindo compostos voláteis, facilmente detectadas pelo odor alterado da carne. Já bactérias lácticas, por não serem proteolíticas, podem atingir uma elevada população sem que sejam sensorialmente detectadas e sem que a carne seja rejeitada (PRANDEL et al., 1994).

Em carnes resfriadas, as *Pseudomonas* possuem relevante importância, por serem proteolíticas e lipolíticas e crescerem em temperaturas de 5 a 30 °C, com crescimento ótimo de 20 a 25 °C, contaminando a carne crua e cozida pela água ou pelo ambiente, inclusive dentro de equipamentos de refrigeração. Seu desenvolvimento avançado gera a formação de muco, devido à proteólise, alterando a consistência da carne, podendo haver também alteração de cor, gerando compostos esverdeados (CASTILLO, 2006; INTERNATIONAL COMMISSION FOR THE MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS OF FOOD - ICMSF, 1985; JAY, 1998).

### **3.4 A METODOLOGIA DO PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL FATORIAL E SUPERFÍCIES DE RESPOSTA**

A necessidade da otimização de processos e a minimização de custos e tempo levam à busca de técnicas sistemáticas de planejamento de experimentos (IEMMA & RODRIGUES, 2009).

A metodologia do planejamento fatorial associada à análise de superfícies de resposta fornece informações seguras sobre o processo estudado, pois é fundamentada na teoria estatística e minimiza o empirismo que envolve técnicas de tentativa e erro (BOX et al., 1978).

Experimentos delineados em esquemas fatoriais são aqueles que envolvem combinações entre os níveis de dois ou mais fatores escolhidos para estudo do processo. Essa técnica visa mostrar como esses fatores (variáveis

independentes do processo) podem influenciar uma resposta (BARROS NETO et al., 2001). A escolha do planejamento adequado é função do número de variáveis independentes, da disponibilidade de matéria prima e dos custos (IEMMA & RODRIGUES, 2009).

São calculados os efeitos das variáveis independentes sobre as variáveis de resposta. A análise estatística favorável permite a elaboração de modelos matemáticos preditivos e de superfícies de resposta para definir faixas ótimas operacionais das variáveis dentro dos limites estudados. Deve ser realizada a validação experimental das condições otimizadas (IEMMA & RODRIGUES, 2009).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAL

#### 4.1.1 Lagarto bovino e critérios de seleção de amostras

Foram utilizadas peças inteiras de lagarto (músculo *Semitendinosus*), não maturados e de bovinos machos da raça Nelore com idade aproximada de 3,5 anos, provenientes do processador FRIDEL (Frigorífico Industrial Del Rey Ltda.), inscrito no Serviço de Inspeção Federal sob o número 2594, localizado na Rod. BR040 – km 526 – Fazenda das Perobas, em Contagem / MG.

A embalagem primária da matéria prima é um filme co-extrusado de Nylon® e polietileno, em que as peças são embaladas a vácuo, em pacotes de 10 a 12 kg, e colocadas em caixas de papelão cartonado e transportadas em caminhões refrigerados a  $2 \pm 1$  °C. As peças foram armazenadas a mesma temperatura, em sua embalagem original, até momentos antes da seleção e processamento.

Foram utilizados dois lotes de lagarto bovino recebidos pelos RUs para seus cardápios, um para cada etapa experimental, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Lotes de lagarto bovino utilizados nos experimentos.

Lote	Etapa experimental	Data do recebimento	Data de processamento	Descrição do lote
Lote 1	Testes preliminares e Etapa I	26/01/2012	27/01/2012 a 09/02/2012	Data de produção: 25/01/2012 Data de validade: 24/02/2012
Lote 2	Etapa II	13/07/2012	16 a 17/07/2012	Data de produção: 06/07/12 Data de validade: 05/08/2012

Segundo Gonçalves (2009), é preciso classificar as carnes por lotes, conforme o peso e/ou dimensões e distribuí-las no interior do cozedor de forma a deixar espaços para a circulação do fluido aquecido (ar ou água) entre elas, garantindo assim um cozimento uniforme.

Para os Testes Preliminares e Etapa I, foram selecionadas dentre 70 peças recebidas (Lote 1) aquelas que tinham peso líquido mais próximo ao peso líquido médio, considerando um desvio padrão acima ou abaixo, sendo: vinte e quatro peças para os Testes Preliminares e vinte e três peças para a Etapa I.

Para a Etapa II, foram selecionadas 60 peças do Lote 2, cujo peso líquido fosse entre um desvio padrão acima ou abaixo do peso líquido médio do Lote 1.

Utilizou-se para as pesagens balança semi analítica, marca Marte, modelo AM5500, série 201731, com divisão de 0,01 g. As peças selecionadas foram colocadas em sacos de polietileno, lacradas com fecho metálico e armazenadas em geladeira, marca Electrolux, modelo RE34, a  $2 \pm 1$  °C. A temperatura da geladeira foi monitorada por três termopares do tipo T, posicionados em pontos distintos da geladeira, acoplados a um *data logger*, marca Texto, modelo 177 T4.

#### 4.1.2 Condimentos

Foram utilizados para o preparo do lagarto bovino: molho à base de soja, molho tipo inglês, caldo de carne em pó, sal refinado, orégano desidratado em flocos e louro desidratado em folhas; escolhidos por pertencerem à formulação usada nos RUs. As informações sobre os condimentos estão na Tabela 2.

Tabela 2 - Descrição dos condimentos utilizados nos experimentos.

Condimento	Marca / Fornecedor	Descrição (data de validade - lote)
Molho à base de soja	Almina / Ind. Almina LTDA.	12/2013 - L1326
Molho tipo inglês	Almina / Ind. Almina LTDA.	12/2013 - L1059
Caldo de carne em pó	Pro-cooking Ind. e Com. de Alimentos LTDA	29/11/2012 - L351/11
Sal refinado	Sal Pluma / Refinosal Ltda.	10/ 2013 - L9010/11 2
Orégano desidratado em flocos	Copa / Copol Com. Paulista LTDA	01/10/2012 - L 1711
Louro desidratado em folhas	Pontual Com. Agrícola LTDA.	25/01/2013-L10985012225



## 4.2 MÉTODOS

Os procedimentos adotados na manipulação de matérias primas e na operação de equipamentos foram padronizados visando à uniformização.

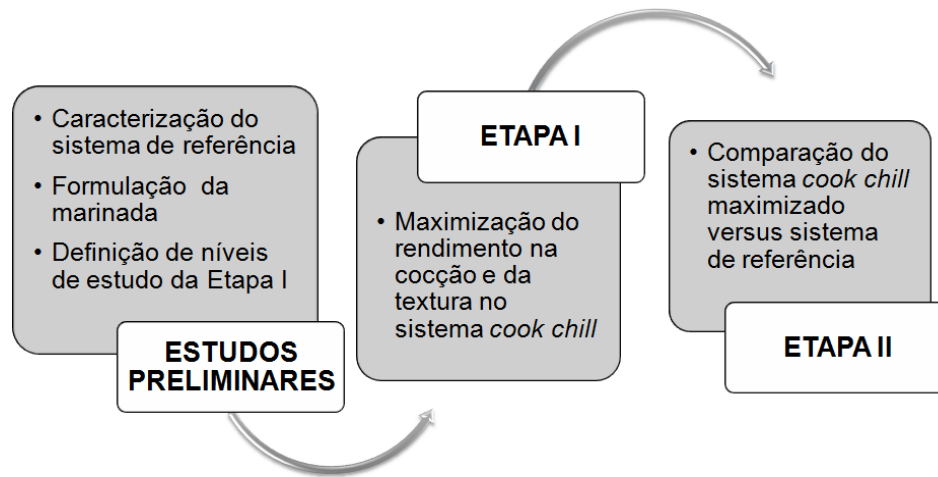


Figura 1 - Etapas da metodologia.

Para o sistema *cook chill* foram utilizados: o forno combinado marca Rational, modelo Clima Plus Combi 61, com capacidade para 6 *gastronorms* (bandeja inox com dimensões padronizadas para uso em forno combinado), deste ponto em diante denominadas GNs, o resfriador rápido, marca SAGI, modelo AF2L, série 99092417201, e a geladeira, marca Electrolux, modelo RE34, utilizados nos processamentos foram monitorados por meio de três termopares, do tipo T, acoplados a um *data logger*, marca Texto, modelo 177 T4. Os termostatos desses equipamentos foram previamente ajustados com o auxílio desses termopares.

As peças de carne não foram submetidas à toalete, sendo mantidas a gordura e o tecido conjuntivo externos, para reproduzir as condições reais de processamento em carne assada em restaurantes de coletividade.

A metodologia consistiu em três etapas: Estudos preliminares, Etapa I e Etapa II (Figura 1).

### 4.2.1 Estudos preliminares

Nos Estudos preliminares foram obtidas as informações necessárias dos sistemas *cook chill* e convencional (denominado SC), para a realização das Etapas I e II subsequentes.

Para uma melhor discriminação, os Estudos preliminares foram divididos em três sub-etapas: caracterização do SC, formulação da marinada usada no sistema *cook chill* e definição de níveis do planejamento experimental da Etapa I.

#### 4.2.1.1 Caracterização do sistema convencional (SC)

O SC é o sistema de preparo de lagarto bovino utilizado no RU. Visando à padronização e aplicação no presente trabalho, foi modificado apenas o método de mistura de ingredientes.

O preparo consiste na adição das peças de carne à água aquecida e posterior adição de condimentos, o que pode levar a má homogeneização. Optou-se pela adição dos condimentos à água aquecida e homogeneização desses para posterior adição das peças de carne. O fluxograma do SC do processamento utilizado para lagarto bovino nos RUs está descrito na Figura 2.

O processamento de lagarto pelo SC iniciou no recebimento de lagarto bovino, conforme procedimento estabelecido pelo RU: verificação do peso líquido, data de validade, temperatura do produto (que deve ser máxima de 5 °C) e conformidade das características sensoriais da carne, seguido de estocagem sob refrigeração em câmara fria a  $2 \pm 1$  °C. Os condimentos foram recepcionados e estocados em dispensa seca à temperatura ambiente.

A identificação das peças selecionadas foi feita com um pedaço de barbante, próprio para contato com alimentos, com uma sequência de nós para codificação. Foi inserido um termopar tipo T no centro térmico de 3 peças escolhidas ao acaso para monitoramento do processamento térmico. Os termopares foram conectados a um *data logger*, marca Texto, modelo 177 T4.

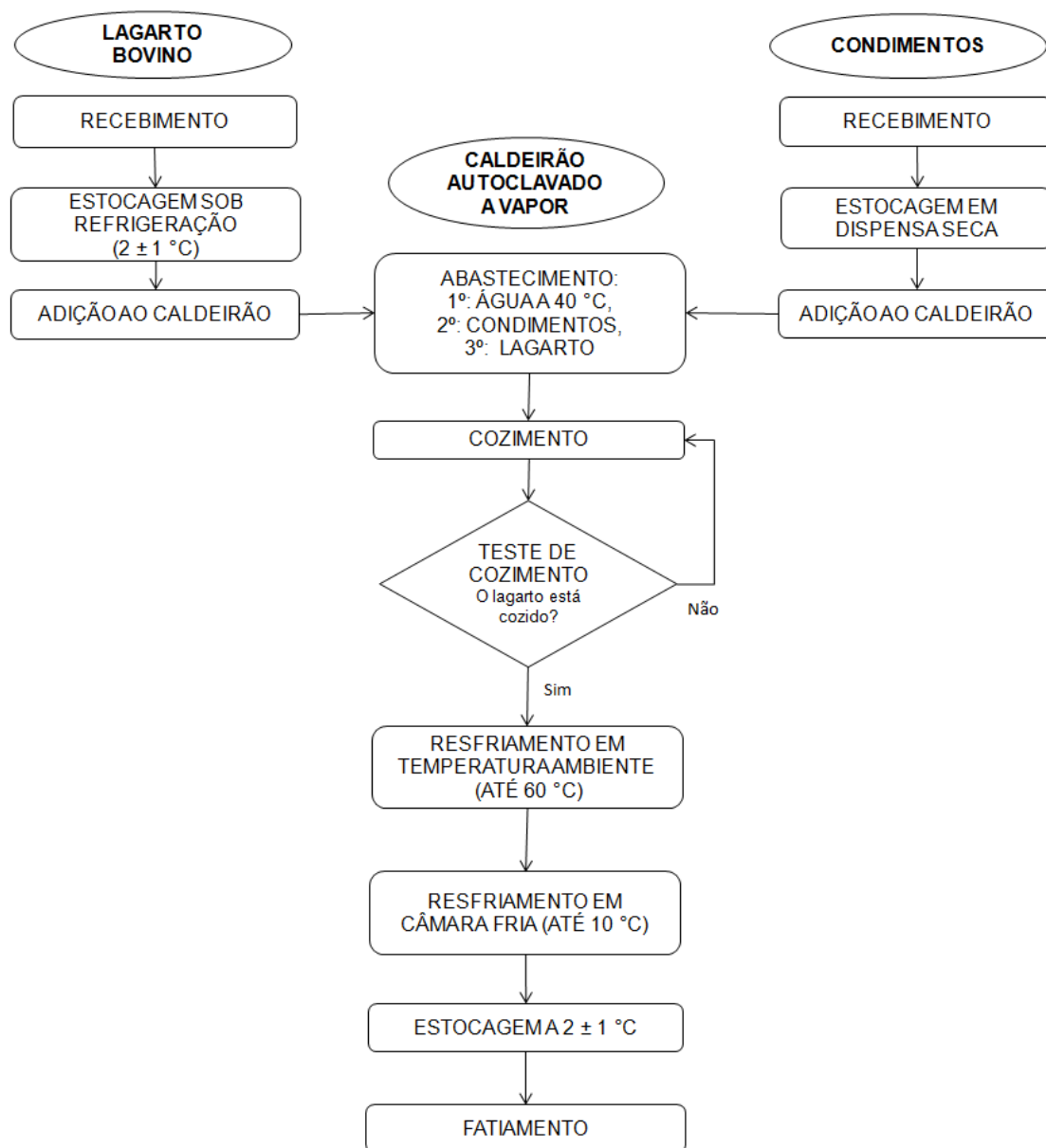


Figura 2 - Fluxograma do SC.

Em um caldeirão industrial encamisado, marca Steel, tipo autoclavado (pressão nominal 0,6 kgf), de capacidade de 500 litros, preparou-se uma mistura de condimentos em água, na proporção de 1 kg de mistura de condimentos para cada 1 kg de lagarto bovino. A mistura de condimentos foi preparada com água a 40 °C, na qual foram adicionados os condimentos, conforme a formulação apresentada na Tabela 3, e agitados até homogeneização.

Tabela 3 - Formulação da mistura de condimentos do SC.

Ingrediente	%
Molho à base de soja	0,36
Molho tipo inglês	0,36
Caldo de carne em pó	0,33
Sal refinado	0,98
Orégano desidratado em flocos	0,02
Louro desidratado em folhas	0,08
Água a 40 °C	97,88

As peças de carne foram inseridas no caldeirão contendo a mistura de condimentos, sendo que as que serviram para monitorar o processamento térmico foram acomodadas: uma no centro, uma na borda e outra em posição intermediária do caldeirão. A temperatura da mistura de condimentos também foi monitorada por um termopar acoplado ao *data logger*. O conteúdo do caldeirão foi cuidadosamente acomodado para garantir total imersão das peças e foi iniciado o cozimento.

O caldeirão foi aberto após 85 minutos quando se fez o teste “padrão” de cozimento, que consiste na penetração de um garfo metálico no centro da peça e corte com faca no sentido transversal à fibra, no centro da peça (Figura 3). Se, ao inserir o garfo, a carne for considerada macia pelo cozinheiro e, ao cortar o tecido não ceder facilmente ao corte e não houver liberação de exsudado, a carne está cozida e o cozimento deve ser finalizado. Como a carne não estava cozida, o caldeirão foi novamente fechado e o cozimento seguiu por mais 60 minutos, como é normalmente feito no RU. O caldeirão foi novamente aberto e o teste “padrão” de cozimento foi novamente realizado, verificando que a carne estava cozida.



Figura 3 - Cozimento de lagarto bovino pelo SC e teste de cozimento (à direita).

As peças foram retiradas do caldeirão e acomodadas em caixas plásticas, com 15 peças cada, dispostas em duas fileiras perpendicularmente sobrepostas. As peças usadas para monitorar o processamento térmico foram aleatoriamente posicionadas. As caixas foram empilhadas perpendicularmente e foram mantidas à temperatura ambiente para resfriamento parcial da carne (Figura 4). A temperatura foi monitorada por um termopar inserido aproximadamente 5 milímetros abaixo da superfície de uma peça de carne. Quando atingido 60 °C, as caixas foram tampadas e armazenadas em câmara fria a  $2 \pm 1$  °C.



Figura 4 - Empilhamento para resfriamento.

Após 12 horas a carne foi fatiada em cortador elétrico de frios, marca FILIZOLA, no sentido perpendicular às fibras do músculo, em fatias de 6 a 7 mm de espessura.

#### 4.2.1.2 Formulação da marinada usada no sistema *cook chill*

Foi escolhido o método de marinação por imersão por ser o mais comumente empregado em serviços de alimentação. A marinada foi preparada conforme formulação apresentada na Tabela 4, elaborada a partir de adaptação da usada nos RUs para o processamento de lagarto bovino.

Para determinar a proporção de marinada, colocou-se uma peça de lagarto em um saco de polietileno de 35 cm de largura e 40 cm de altura e adicionou-se água até que fosse possível retirar o ar da embalagem manualmente e garantir que toda a superfície da carne estivesse imersa. Esse procedimento foi realizado em quintuplicata e obteve-se como valor médio a proporção de 250 g de marinada para 1 kg de lagarto bovino.

Foram processadas peças de lagarto bovino pelo sistema *cook chill* marinadas em diferentes tempos e formulações. A formulação final foi definida por avaliação sensorial, conforme procedimento detalhado no item 5.1.2.

Tabela 4 - Formulação da marinada para processamento de lagarto bovino pelo sistema *cook chill*.

Ingrediente	%
Molho à base de soja	8,0
Molho tipo inglês	5,0
Caldo de carne em pó	2,5
Sal refinado	2,5
Orégano desidratado em flocos	0,9
Louro desidratado em folhas	0,5
Água	80,6

#### 4.2.1.3 Definição de níveis de estudo das variáveis independentes da Etapa I

Na Etapa I, que será detalhada no item 4.2.2 foi realizado um delineamento composto central rotacional (DCCR) para três variáveis independentes para o cozimento de lagarto bovino pelo sistema *cook chill*. As variáveis independentes avaliadas foram: temperatura do forno (T), tempo de cozimento a 80 °C no centro da peça de carne (t) e escala de injeção de vapor do forno combinado (V).

Para a definição dos níveis de estudo das variáveis independentes, foram processadas 20 peças de lagarto bovino, sob diferentes condições das variáveis estudadas, conforme Tabela 5.

Tabela 5 - Testes preliminares para a definição de níveis de estudo das variáveis independentes para o sistema *cook chill*.

Processamento	T (°C)	t (min)	V (%)
1	80	10	100
2	100	10	100
3	100	30	100
4	100	50	100
5	120	10	100
6	120	30	100
7	120	50	100
8	150	0	0
9	150	0	100
10	150	10	100
11	150	30	100
12	150	50	100
13	180	0	100
14	180	10	70
15	180	10	100
16	180	10	50
17	180	30	100
18	200	10	100
19	240	0	50
20	240	0	100

Em que: T: temperatura do forno; t: tempo de cozimento após atingido 80 °C no centro térmico da peça; V: escala de injeção de vapor do forno.

A temperatura mínima de 80 °C foi escolhida para os testes preliminares por favorecer completa gelatinização do colágeno (TERRA, 2000) e por atender à temperatura mínima exigida pela legislação brasileira (BRASIL, 2004). Temperaturas superiores foram testadas até 240 °C, temperatura na qual o produto apresentou aparência ruim.

A escala de injeção de vapor foi testada conforme mínimo e máximo do equipamento, isto é, de 0 a 100%.

O tempo a 80 °C no centro da peça foi testado até o máximo viável para produção em restaurantes de coletividade, considerando o tempo de todo o processo: 50 minutos.

Comparando o tempo de processamento e as características sensoriais das peças processadas pelo sistema *cook chill* com as das processadas pelo SC, foram determinados os intervalos de estudo das variáveis independentes da Etapa I, constantes na Tabela 6. Os resultados e as justificativas dessas escolhas estão explicados no item 5.1.3.

Tabela 6 - Intervalo de estudo das variáveis independentes da Etapa I.

Variável	Intervalo de estudo
Temperatura no forno combinado (°C)	90 a 200
Tempo a 80 °C (min)	0 a 30
Injeção de vapor (%)	50 a 100

#### **4.2.2 Etapa I: Maximização do rendimento na cocção e da textura objetiva no sistema *cook chill***

Realizou-se a maximização do rendimento na cocção e da textura do lagarto bovino pelo sistema *cook chill* através de um delineamento composto central rotacional (DCCR) para três variáveis independentes, com 8 pontos principais em níveis equidistantes +1 e -1, 6 pontos axiais equidistantes alfa ( $\alpha$ ), em que  $\alpha = (\pm 2^3)^{1/4}$ , (+1,68 e -1,68) e 3 pontos centrais em nível 0, totalizando 17 tratamentos. Os níveis estão apresentados na Tabela 7 e o DCCR na Tabela 8.



Tabela 7 - Níveis de estudo para o DCCR.

Variável	código	Níveis				
		-1,68	-1	0	1	1,68
Temperatura no forno combinado (°C)	T	90,0	112,3	145,0	177,7	200,0
Tempo a 80°C (min)	T	0	6,1	15,0	22,9	30,0
Injeção de vapor (%)	V	50,0	60,1	75,0	89,9	100,0

Tabela 8 - Planejamento experimental – DCCR Etapa I.

Pontos	Tratamento	Variáveis independentes					
		Valores codificados			Valores reais		
		T	T	V	T (°C)	t (min)	V (%)
Principais	1	-1	-1	-1	112,3	6,1	60,0
	2	1	-1	-1	177,7	6,1	60,0
	3	-1	1	-1	112,3	22,9	60,0
	4	1	1	-1	177,7	22,9	60,0
	5	-1	-1	1	112,3	6,1	90,0
	6	1	-1	1	177,7	6,1	90,0
	7	-1	1	1	112,3	22,9	90,0
	8	1	1	1	177,7	22,9	90,0
Axiais	9	-1,68	0	0	90,0	15,0	75,0
	10	1,68	0	0	200,0	15,0	75,0
	11	0	-1,68	0	145,0	0	75,0
	12	0	1,68	0	145,0	30,0	75,0
	13	0	0	-1,68	145,0	15,0	50,0
	14	0	0	1,68	145,0	15,0	100,0
Centrais	15	0	0	0	145,0	15,0	75,0
	16	0	0	0	145,0	15,0	75,0
	17	0	0	0	145,0	15,0	75,0

Em que são variáveis independentes: T: temperatura do forno; t: tempo de cozimento a 80 °C no centro da peça; V: escala de injeção de vapor do forno

A temperatura no forno (T) foi obtida a partir da introdução no centro geométrico do forno combinado de um termopar conectado ao *data logger* que foi ajustado na temperatura de cada tratamento. Foi inserido outro termopar no centro térmico do alimento. Assim que atingidos 80 °C no centro térmico do produto iniciou-se a contagem do tempo (t).

A escala de injeção de vapor (V) do forno combinado varia de 0 a 100%; foi ajustada e controlada automaticamente pelo equipamento: produz e injeta ou retira vapor excedente da câmara.

As variáveis independentes selecionadas interferem na cocção do lagarto bovino em forno combinado. Foram selecionadas as seguintes variáveis dependentes, ou variáveis de resposta: rendimento no cozimento ( $R_C$ ), rendimento global ( $R_G$ ) e força de cisalhamento (C). A escolha se deve ao fato de que o objetivo principal do trabalho é maximizar o rendimento e a maciez do lagarto bovino cozido, fatores relacionados ao custo e à aceitação pelo consumidor.

O fluxograma do sistema *cook chill* está descrito na Figura 5.

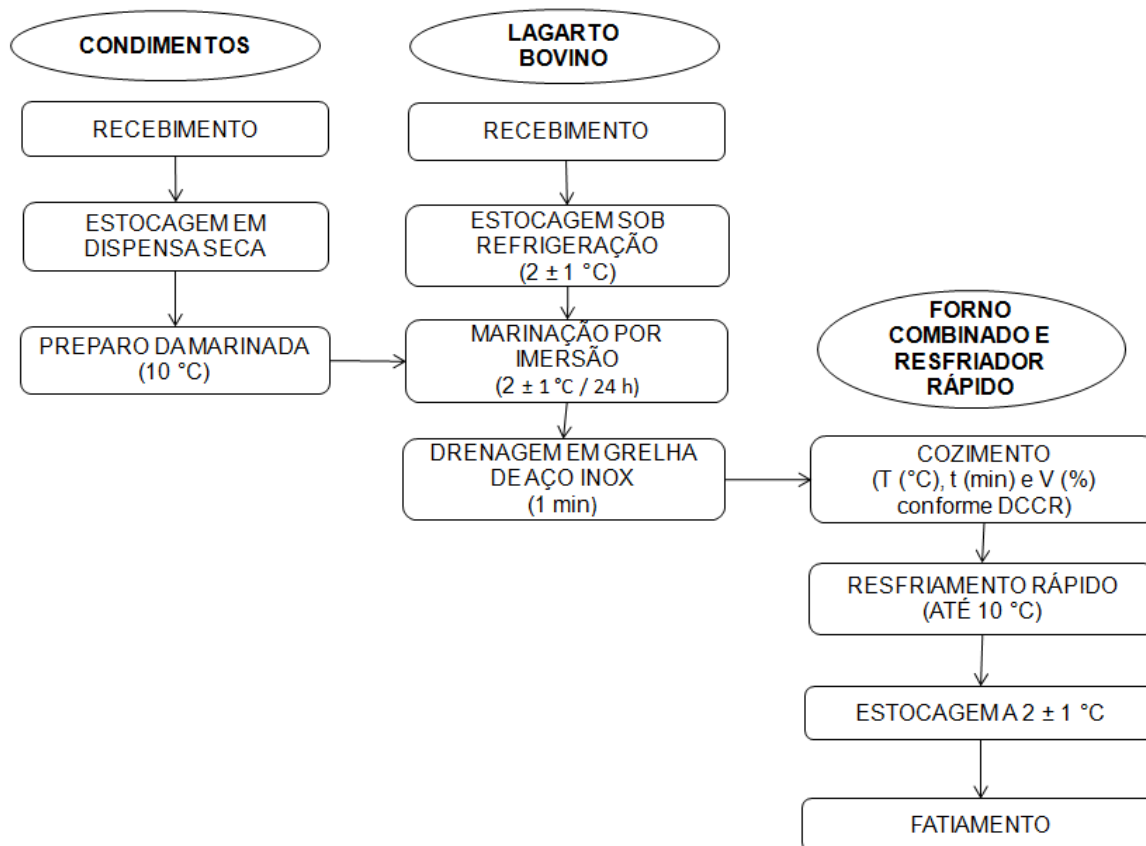


Figura 5 - Fluxograma do sistema *cook chill*.

O método *cook chill* se iniciou com os mesmos processos de recebimento e estocagem descritos para o SC. A marinada foi preparada com a adição dos condimentos em água filtrada e homogeneização com *mixer* da marca Electrolux de 300 W de potência. A marinada foi pesada na proporção de 250 g de marinada para 1 kg de carne e foi colocada em saco de polietileno junto com cada peça de carne. A embalagem foi fechada com lacre metálico e armazenada em geladeira  $2 \pm 1$  °C por 24 horas (Figura 6).

O cozimento foi realizado em forno combinado, que foi ajustado 30 minutos antes do início dos processamento para estabilização das condições de temperatura e injeção de vapor. Os 17 tratamentos foram processados em ordem aleatória.



Figura 6 - Peças de lagarto imersas em marinada.

Para o cozimento, a peça foi previamente drenada sobre uma grelha de aço inox (Figura 7) por 1 minuto e colocada em um recipiente de aço inox, denominados GNs, dando-se início ao cozimento (Figura 8a)

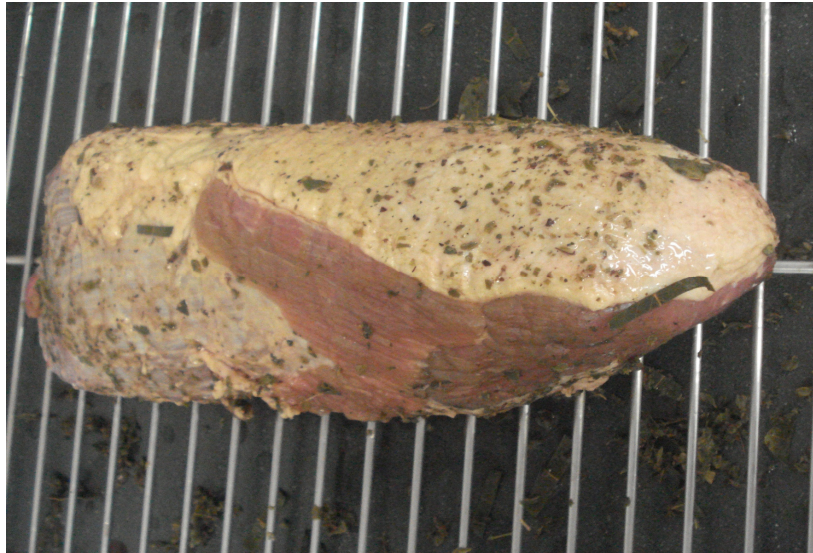


Figura 7 - Peça de lagarto sendo drenada para cozimento.

Quando as peças de carne atingiram 80 °C no seu centro térmico iniciou-se a contagem do tempo de cocção e, ao final desse tempo, as GNs com as peças de lagarto foram retiradas e imediatamente colocadas no resfriador rápido (Figura 8b) para o resfriamento até que a temperatura no centro térmico atingisse 10 °C, sendo então colocadas em sacos plásticos de polietilenos, lacradas e armazenadas em geladeira a  $2 \pm 1$  °C (Figura 9).

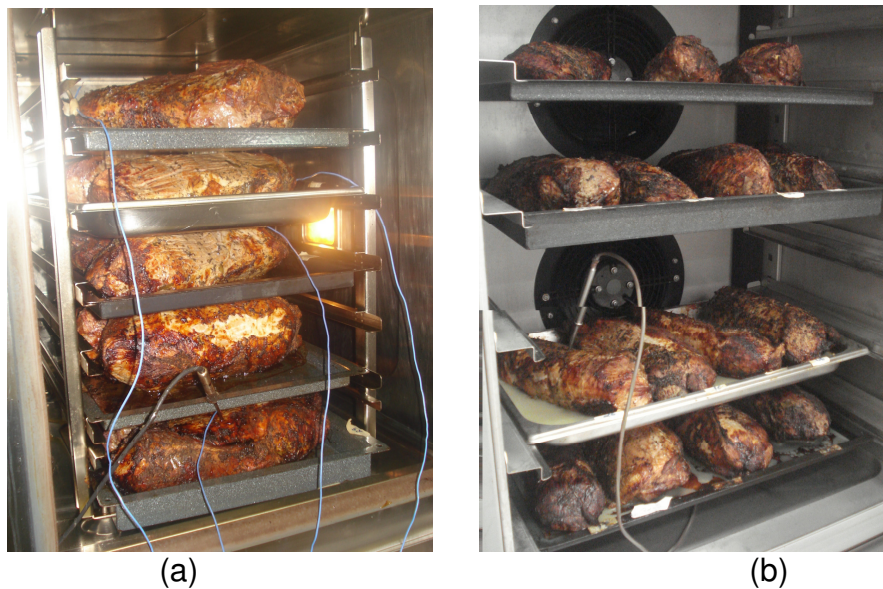


Figura 8 - Cozimento em forno combinado (a) e resfriamento (b) de lagarto bovino com monitor de temperatura acoplado.



Figura 9 - Acondicionamento de peça de lagarto bovino cozida e resfriada.

As amostras foram submetidas às seguintes análises físico químicas (variáveis de resposta): rendimento no cozimento ( $R_C$ ), rendimento global ( $R_G$ ) e força de cisalhamento (C). Os resultados foram analisados utilizando o *software* STATISTICA®.

#### **4.2.3 Etapa II: comparação do sistema *cook chill* maximizado com o sistema convencional (SC)**

Na Etapa II foi comparado o desempenho do sistema *cook chill* maximizado versus o SC através de parâmetros físico químicos, sensoriais e microbiológicos. Foram selecionados dois tratamentos do planejamento experimental realizado na Etapa I para comparação com o SC.

O processamento pelo SC seguiu os procedimentos da metodologia idêntica à da Etapa I, descrita no item 4.2.1.1. Também o processamento pelo sistema *cook chill* seguiu a metodologia da Etapa I, descrita no item 4.2.2, salvo pela quantidade de peças de carne processadas que, nessa etapa, foi de 15 peças em cada processamento, sendo acomodadas 3 peças em cada GN e estas uniformemente distribuídas no forno e no resfriador rápido. Os tratamentos selecionados do planejamento experimental da Etapa I foram:



- Tratamento 2, que foi denominado sistema *cook chill* 1 (CC 1) cujas condições de processamento foram 177,7 °C, 60% de injeção de vapor, 6 min 6 s a 80 °C no centro térmico da peça; por ter apresentado força de cisalhamento mínima na Etapa I e rendimento no cozimento superior ao do SC nos estudos preliminares;
- Tratamento 11, que foi denominado sistema *cook chill* 2 (CC 2) cujas condições de processamento são 145 °C, 75% de injeção de vapor, até atingir 80 °C no centro da peça; por ter apresentado o maior rendimento no cozimento na Etapa I e força de cisalhamento intermediária.

#### **4.2.4 Análises físico químicas, sensoriais e microbiológicas**

Na Etapa I, amostras dos 17 tratamentos do planejamento experimental foram submetidas logo, após o processamento, às análises de rendimento no cozimento, rendimento global e força de cisalhamento.

Na Etapa II, amostras foram submetidas às análises físico químicas, microbiológicas e sensoriais ao longo da estocagem, conforme frequência detalhada na Tabela 9.

Optou-se por realizar a análise sensorial após 2 dias do processamento por ser um tempo conveniente para a distribuição em restaurantes de coletividade.

A frequência da análise de oxidação lipídica foi maior para que se pudesse observar a sua evolução ao longo do tempo.

As análises microbiológicas foram realizadas no tempo zero para verificar a eficiência dos processamentos térmicos na inativação microbiana; no tempo cinco dias de estocagem por ser o limite estabelecido pela RDC nº 216 (BRASIL, 2004) para consumo desse produto; e no tempo dez dias de estocagem por se desejar informações a esse respeito nesse tempo. Também foram realizadas análises na carne crua e na carne marinada.

Tabela 9 - Análises realizadas na Etapa II.

Análise	lagarto bovino							
	cru	marinado	processado (dias de estocagem)*					
			0	2	3	5	6	8
<b>FÍSICO QUÍMICAS</b>								
Rendimento no cozimento			x					
Perda no resfriamento			x					
Rendimento global			x					
Rendimento no fatiamento			x					
Composição centesimal	x		x					
pH	x		x			X		x
Cor objetiva	x		x			X		x
Força de cisalhamento	x		x			X		x
Oxidação lipídica	x		x		x		x	x
<b>SENSORIAIS</b>								
Impressão global					x			
Aparência					x			
Textura no corte					x			
Textura na mastigação					x			
Gosto salgado					x			
Sabor					x			
Intenção de consumo					x			
<b>MICROBIOLÓGICAS</b>								
Contagem total de bolores e leveduras	x	x	x			X		x
Contagem de mesófilos aeróbios estritos e facultativos viáveis	x	x	x			X		x
Contagem total de psicrotróficos	x	x	x			X		x
Bactérias lácticas				x		X		x
Contagem de coliformes totais	x	x	x			X		x
Contagem de coliformes termotolerantes	x	x	x			x		x
Pesquisa de <i>Salmonella</i>	x	x	x			x		x
Contagem de <i>Staphylococcus aureus</i>	x		x			x		x
Contagem de <i>Clostridium</i> sulfito redutor			x			x		x

\*lagarto bovino processado refere-se à avaliação carne cozida e resfriada durante o tempo de estocagem de 0 a 10 dias, exceto para o rendimento no cozimento em que a medida é feita com a carne cozida, porém antes do resfriamento.

#### 4.2.4.1 Análises físico químicas

Para execução das análises de rendimentos no cozimento, no resfriamento e global, as peças de lagarto bovino foram pesadas íntegras, enquanto que para a análise de rendimento no fatiamento, composição centesimal, pH, cor objetiva, força de cisalhamento e oxidação lipídica, as peças tiveram suas extremidades desprezadas, de modo que o diâmetro da peça cárnea fosse uniforme ao longo de seu comprimento.

Os resultados físico químicos, exceto pH, foram analisados estatisticamente, sendo submetidos à análise de variância e ao teste de comparação de médias pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

##### 4.2.4.1.1 Rendimento no cozimento

O rendimento no cozimento ( $R_C$ ) é a relação entre o peso da peça de lagarto bovino cozida, pesada imediatamente após o cozimento ( $P_1$ ) e o peso da peça crua ( $P_0$ ), pesadas em balança semi analítica, conforme cálculo demonstrado na equação 1.

$$R_C (\%) = (P_1 / P_0) \times 100 \quad (1)$$

##### 4.2.4.1.2 Perda no resfriamento

A perda no resfriamento ( $P_R$ ) é a relação entre a diferença de peso da peça de lagarto bovino imediatamente após o cozimento ( $P_1$ ) e da peça cozida e resfriada imediatamente após o resfriamento ( $P_2$ ) com o peso da peça de lagarto bovino imediatamente após o cozimento ( $P_1$ ), pesadas em balança semi analítica, conforme cálculo demonstrado na equação 2.

$$P_R (\%) = ((P_1 - P_2) / P_1) \times 100 \quad (2)$$



#### 4.2.4.1.3 Rendimento global

O rendimento global ( $R_G$ ) é a relação entre o peso da peça cozida e resfriada a 10 °C ( $P_2$ ) e o peso da peça crua ( $P_0$ ), pesadas em balança semi analítica, conforme cálculo demonstrado na equação 3.

$$R_G (\%) = (P_2 / P_0) \times 100 \quad (3)$$

#### 4.2.4.1.4 Rendimento no fatiamento

Para o fatiamento, as peças de lagarto tiveram suas extremidades desprezadas para uniformização do diâmetro. Foram consideradas para compor o rendimento no fatiamento (F) apenas as fatias íntegras de lagarto, sem sinais de esfarelamento e/ou quebra.

O rendimento no fatiamento (F) é a relação entre o peso das fatias ( $P_3$ ) e o peso da peça de lagarto bovino cozida e resfriada sem as extremidades ( $P_4$ ), demonstrado na equação 4.

$$F(\%) = (P_4 / P_3) \times 100 \quad (4)$$

#### 4.2.4.1.5 pH

Para a análise de potencial hidrogeniônico (pH), foram retiradas 5 fatias com 5 mm de espessura, oriundas de diferentes pontos de 5 peças de lagarto bovino. Foi retirado e desprezado cerca de 1 cm da borda das fatias. O conteúdo amostrado foi cortado em cubos e moído duas vezes: a primeira em processador de alimentos Walita de 500 W, modelo RI7620, e a segunda em processador de laboratório, marca Waring Commercial, modelo 31BL91, série 7010.

O pH das peças de lagarto bovino foi determinado em potenciômetro digital de bancada, marca Quimis, modelo Q400MT, conforme metodologia proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (1985): pesagem de 10 g da amostra moída diluída em 100 mL de água destilada.

#### 4.2.4.1.6 Composição centesimal

Foram realizadas para determinação da composição centesimal as análises de umidade, proteínas, gordura e cinzas, conforme metodologia descrita pela Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1995). O teor de carboidratos e fibras foi calculado por diferença, subtraindo de cem por cento os valores de umidade, proteínas, gordura e cinzas.

As análises foram realizadas em triplicata tanto na amostra crua, como nas amostras processadas da Etapa II (CC 1, CC 2 e SC), conforme amostragem descrita na análise de pH (item 4.2.4.1.5). Os resultados foram expressos em percentual.

#### 4.2.4.1.7 Cor objetiva

A cor objetiva foi analisada no colorímetro Color Quest II, segundo metodologia recomendada pelo fabricante do equipamento, no qual uma fonte de luz incide sobre a amostra e um fotodetector determina o valor cromático das amostras, de acordo com a escala selecionada (HUNTERLAB, 2001).

Utilizou-se a escala tricromática CIE  $L^*a^*b^*$  e  $10^\circ$  para o ângulo do observador, com o iluminante D65 sem brilho.

A peça de lagarto bovino foi fatiada no sentido transversal à fibra da carne, com 2 cm de espessura. Foram efetuadas cinco medições de cor interna: uma no centro da fatia e outras quatro nas extremidades da fatia, conforme Figura 10.

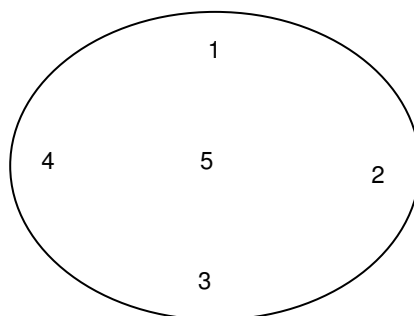


Figura 10 - Amostra para medição de cor objetiva e pontos de medição (de 1 a 5).

Foram analisadas três peças por processamento, sendo duas fatias de cada peça, uma delas retirada do centro da peça e outra próxima a uma das extremidades, totalizando trinta medidas por processamento. As mesmas peças foram analisadas nos tempos zero, cinco e dez dias após o processamento, sendo que, a cada análise, foram eliminados cerca de 1 cm de carne da amostra para retirada das fatias.

#### 4.2.4.1.8 Força de cisalhamento

Tradicionalmente, os métodos usados para a avaliação objetiva da textura correlacionam medidas mecânicas com avaliação sensorial (SZCZESNIAK, 1998).

Foi utilizado o método da American Meat Science Association - AMSA (1995), que recomenda retirada de fatias de 2 cm de espessura no sentido transversal à fibra do lagarto bovino, a partir das fatias usadas na análise de determinação de cor objetiva e destas foram retirados 12 corpos de prova cilíndricos distribuídos pela fatia, com diâmetro de 1,27 cm, retiradas com a ajuda de um cortador cilíndrico em aço inox (Figura 11). O processo foi feito em duas fatias, totalizando 24 medições por peça. Foram amostradas 3 peças de carne por processamento.

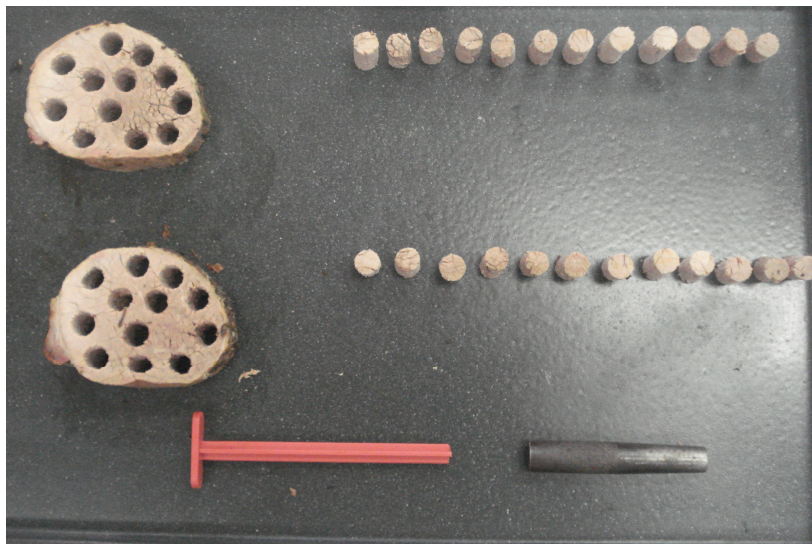


Figura 11 - Amostras de lagarto bovino para análise instrumental de textura.

A força de cisalhamento foi medida no equipamento texturômetro Instron TA-XT 2i, com o acessório *Warner-Bratzler* (Figura 12), que simula o cisalhamento na mordida, com velocidade de corte de 3,5 mm/s, velocidade de subida pós corte de 5 mm/s e distância de ruptura de teste de 30 mm. As amostras foram analisadas à temperatura ambiente.



Figura 12 - Texturômetro Instron TA-XT 2i com o acessório *Warner-Bratzler* e corpo de prova posicionados.

#### 4.2.4.1.9 Oxidação lipídica

A determinação foi realizada conforme metodologia proposta por Bruna et al. (2001), cujo princípio é o de extração por destilação da amostra, que é submetida à reação colorimétrica com o ácido 2-tiobarbitúrico e leitura de absorbância a 532 nm, determinando a quantidade de malonaldeído em miligramas por quilograma de amostra. A análise foi realizada em triplicata, conforme método detalhado no Anexo A.

A amostragem foi de 5 peças de lagarto bovino feita para cada processamento. Foram retiradas cinco fatias de aproximadamente 0,5 cm de espessura ao longo das peças de carne, totalizando 25 fatias. As bordas das fatias

foram desprezadas e as fatias foram moídas e trituradas conforme descrito na metodologia de determinação de pH para que a oxidação externa da carne não influenciasse os resultados.

Foram utilizadas as mesmas peças de lagarto ao longo do tempo de estocagem, sendo que, a cada amostragem, 1 cm de carne das extremidades era desprezado, pois a superfície já cortada poderia afetar os resultados.

#### **4.2.4.1.10 Análise sensorial**

As amostras foram avaliadas através de teste afetivo, segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985), após dois dias do processamento com 101 provadores. Foi aplicado um questionário de perfil do provador (Apêndice C).

O teste afetivo foi realizado com 101 provadores, em cabines individuais, no Laboratório de Serviços de Alimentação da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, apresentado aos provadores, consta no Apêndice B.

Foram avaliados os seguintes atributos aparência, impressão global, textura no corte com a faca, textura na mastigação, gosto salgado, sabor e intenção de consumo. Foi solicitado aos provadores que avaliassem os atributos, segundo escala estruturada hedônica de 9 pontos, ancorada nas extremidades desgostei extremamente e gostei extremamente. Para os atributos gosto salgado e intenção de consumo foram usadas, respectivamente, escala do ideal com 9 pontos ancorada nos extremos extremamente mais salgado que o ideal e extremamente menos salgado que o ideal e escala de atitude estruturada de 5 pontos ancorada nos extremos com certeza almoçaria / jantaria e com certeza não almoçaria / jantaria. O Modelo de Ficha do Teste Afetivo consta no Apêndice D.

As peças de lagarto foram fatiadas no sentido transversal à fibra da carne em cortador elétrico de frios, marca Filizola, com espessura de 6 a 7 mm. Foram selecionadas 15 fatias centrais de cada peça, para melhor uniformização das amostras, eliminadas aquelas que possuíam colágeno ou gordura. Foi servida ao provador metade de uma fatia.

Foram usadas 4 peças de cada tratamento; cada peça de carne pode ter características diferentes devido a diversos fatores, desde a criação do animal, passando pelo abate e processamento. Mesmo com a padronização das condições de processamento, a variabilidade, principalmente na análise sensorial, é um fator intrínseco dessa matéria prima. As amostras foram refrigeradas até o momento de aplicação do teste. Foi usado um delineamento experimental para balancear a ordem de apresentação das amostras.

Para análise do atributo aparência, foram usadas 3 fatias íntegras de cada processamento, com incidência direta de luz branca (Figura 13).



Figura 13 - Análise sensorial de aparência.

As amostras para avaliação dos demais atributos foram aquecidas em forno combinado a 140 °C e 70% de injeção de vapor por 30 segundos, e apresentadas ao provador em bloco completo, em uma única secção, para maior efeito comparativo, dispostas em prato branco de louça, juntamente com garfo e faca iguais aos usados pelos RUs (Figura 14).

Foi fornecido biscoito cream cracker e água para enxague bucal entre as amostras. Também foi solicitado aos provadores que destacassem o que mais gostou e o que menos gostou em cada amostra no atributo analisado.

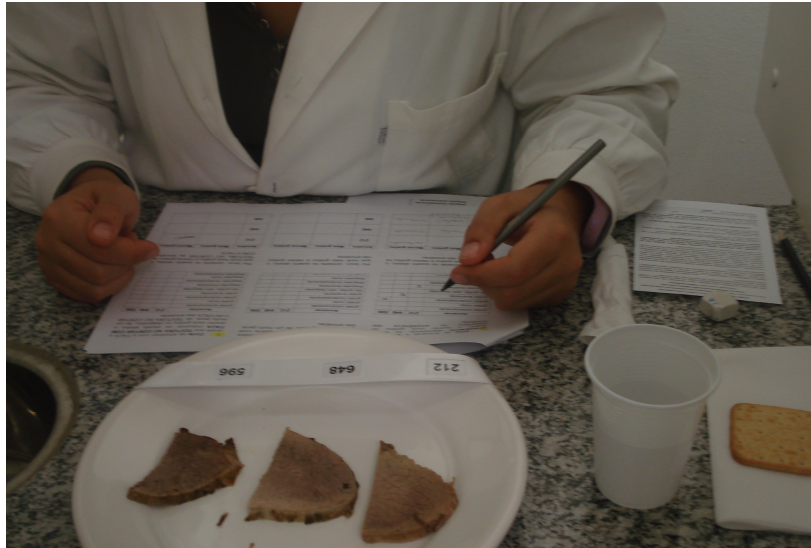


Figura 14 - Cabine de análise sensorial.

Os resultados foram analisados por estatística descritiva, análise de variância e teste de comparação de médias de Tukey ( $p < 0,05$ ).

#### 4.2.4.1.11 Análises microbiológicas

Foram avaliados parâmetros microbiológicos conforme grupo de alimentos 22a (Pratos prontos para o consumo (alimentos prontos de cozinhas, restaurantes e similares à base de carne, pescados, ovos e similares cozidos)) da Resolução - RDC 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), que estabelece os Padrões Microbiológicos Sanitários para Alimentos (exceto contagem de *Bacillus cereus*) e outros microrganismos deteriorantes, por conveniência dos métodos e viabilidade financeira (Tabela 10).

Para cada tempo de estocagem foram amostradas 3 peças íntegras de lagarto bovino, das quais foi retirada uma fatia de aproximadamente 200 g do centro do comprimento. As fatias de cada amostra foram colocadas em embalagem estéril e imediatamente encaminhadas em caixa térmica ao laboratório contratado, sendo recebidas a, no máximo, 8 °C.

Tabela 10 - Parâmetros microbiológicos avaliados.

análise microbiológica	carne	carne	carne processada (0, 5 e 10 dias de estocagem)
	crua	marinada	
Contagem total de bolores e leveduras <sup>a</sup>	x	X	x
Contagem de mesófilos aeróbios estritos e facultativos viáveis <sup>b</sup>	x	X	x
Contagem total de psicrotóxicos <sup>c</sup>	x	X	x
Bactérias lácticas <sup>c</sup>			x
Contagem de coliformes totais <sup>d</sup>	X	X	x
Contagem de coliformes termotolerantes <sup>d</sup>	x*	x*	x*
Pesquisa de <i>Salmonella</i> <sup>e</sup>	x*	x*	x*
Contagem de <i>Staphylococcus aureus</i> <sup>f</sup>	x*		x*
Contagem de <i>Clostridium</i> sulfito redutor <sup>g</sup>			x*

Em que, <sup>a, b, c, d, e, f, g</sup>, referem-se às metodologias utilizadas:

<sup>a</sup>: ISO 21527-1:2008 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2008);

<sup>b</sup>: ISO 4833:2003 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2003);

<sup>c</sup>: Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água (SILVA, 1997);

<sup>d</sup>: Instrução Normativa n° 62 de 2003, do MAPA. (BRASIL, 2003b);

<sup>e</sup>: AOAC *Official Method* 2001 / VIDAS *Salmonella* Method, SLM (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 2001);

<sup>f</sup>: ISO 6888-1:1999 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 1999);

<sup>g</sup>: *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*, (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 2001).

\*análises estabelecidas pela Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001)



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão apresentados em três partes: Estudos preliminares, Etapa I e Etapa II. Nos Estudos preliminares foram obtidas informações aplicadas no processamento das Etapas I e II.

Na Etapa I, realizou-se a avaliação das melhores condições do rendimento na cocção e de textura objetiva no sistema *cook chill* para posterior comparação ao SC na Etapa II, através de parâmetros, físico químicos, sensoriais e microbiológicos.

### 5.1 ESTUDOS PRELIMINARES

Os estudos preliminares foram divididos em três fases: caracterização do SC, formulação da marinada usada no sistema *cook chill* e definição de níveis de estudo da Etapa I.

#### 5.1.1 Caracterização do sistema convencional (SC)

Foi processado um lote de 300 kg de lagarto. As 20 peças selecionadas foram pesadas antes do cozimento ( $P_0$ ), imediatamente após o cozimento ( $P_1$ ) e após o resfriamento ( $P_2$ ). A partir desses pesos líquidos, foram determinados os valores de rendimento no cozimento ( $R_C$ ), perda no resfriamento ( $P_R$ ) e rendimento global ( $R_G$ ).

O gráfico dos resultados está na Figura 15, sendo que a vigésima peça teve sua identificação perdida durante o cozimento, por isso, há resultado para 19 peças. Na caracterização do SC, durante os estudos preliminares, foi obtido rendimento no cozimento de  $60,73 \pm 3,16\%$ . A variação desse rendimento (56,27% a 65,88%) ocorre devido à natureza de variabilidade da matéria prima, que ocorre por diversos fatores. A perda média no resfriamento foi de  $5,53 \pm 1,53\%$  e o rendimento global foi  $57,34 \pm 2,59\%$ , sugerindo que o rendimento no processamento de lagarto bovino pelo SC é fortemente afetado pelo rendimento no cozimento.

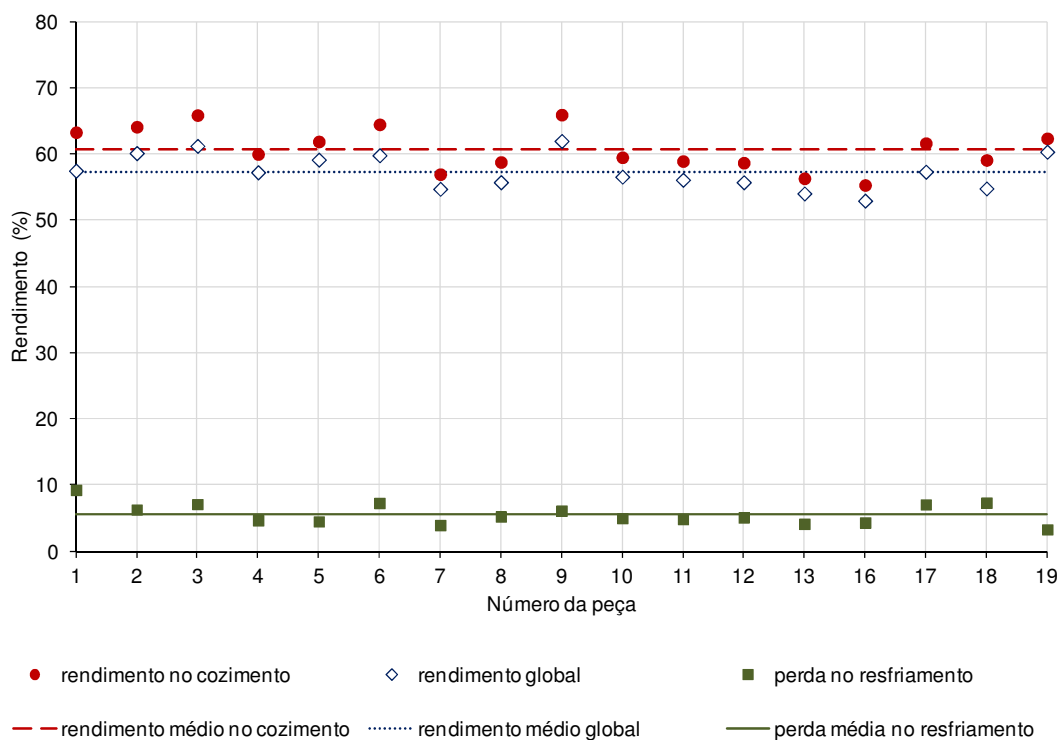


Figura 15 - Rendimentos das peças de lagarto bovino pelo SC.

As condições de abate e de *post mortem*, bem como as características de peso e dimensões das peças de carne, podem afetar o rendimento no cozimento e, mesmo que haja padronização de condições pelos abatedouros e processadores, podem ocorrer variações entre as peças durante o processamento, culminando em variação do rendimento na cocção.

Um dos fatores é o pH do músculo que diminui de aproximadamente 7,0 no momento do abate para 5,3 a 5,8 ao final do *post mortem* (18 a 40 horas após o abate) (SMULDERS et al., 1992). O pH é reduzido devido ao acúmulo de ácido láctico, tornando as proteínas vulneráveis à desnaturação, favorecendo a redução da capacidade de retenção de água (LAWRIE, 2005).

A diferença de peso líquido entre as peças acarretará em diferentes intensidades dos fatores que influenciam o rendimento no cozimento. Uma peça com peso líquido menor resfriará mais rapidamente no *post mortem* quando comparada a uma peça de peso líquido maior. As peças usadas nesse trabalho

tinham peso líquido entre 1,43 e 3,31 kg, com média de  $2,21 \pm 0,37$  kg. Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2011a), o peso líquido da peça de lagarto bovino pode variar entre 1,5 a 2,7 kg.

Na Figura 16, está apresentado o gráfico do peso líquido da peça versus o rendimento no cozimento. Há tendência de aumento do rendimento no cozimento para peças de lagarto com peso líquido maior.

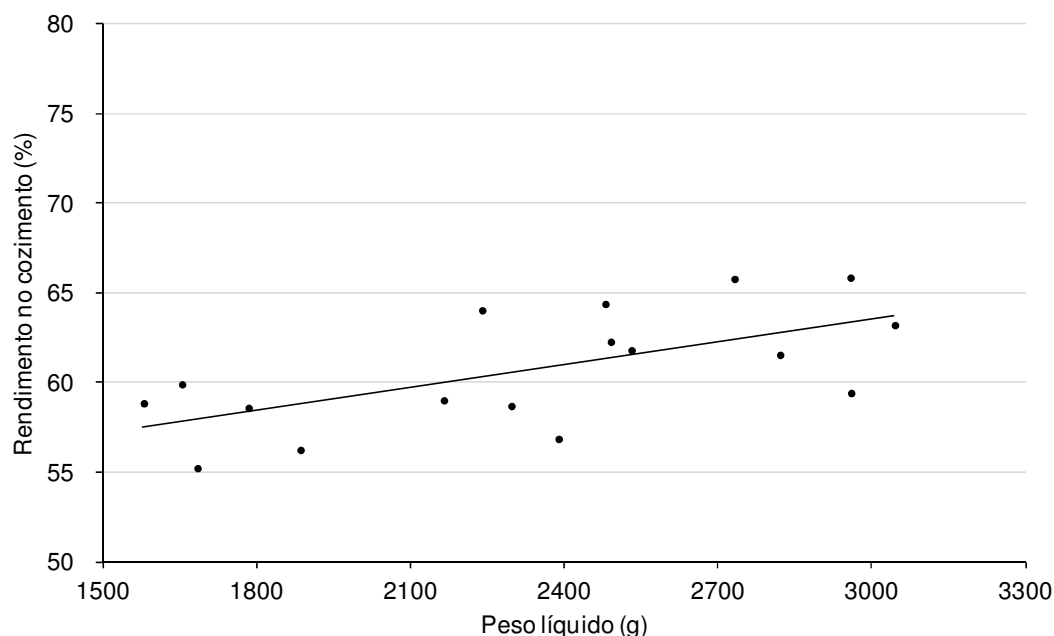


Figura 16 - Relação entre o peso líquido da peça e o rendimento no cozimento pelo SC.

Conforme Lawrie (2005) e Offer & Knight (1998), a perda de peso no cozimento ocorre inicialmente por evaporação da umidade superficial da carne. Quanto menor o peso líquido da peça, proporcionalmente maior a este é a sua superfície, afetando a perda de umidade no processamento.

Peças menores atingirão temperaturas superiores no centro térmico em relação às peças maiores num determinado tempo de cozimento, acarretando em desnaturação proteica mais severa e, conseqüentemente, em menor capacidade de retenção de água, o que significa menor rendimento no cozimento.

Além do peso líquido, a relação entre as dimensões de comprimento e diâmetro da peça também são importantes no impacto desses fatores. Duas peças com mesmo peso líquido podem ter relação diferente entre essas dimensões. Peças com diâmetro menor tendem a sofrer mais rapidamente as variações de temperatura no aquecimento e no resfriamento.

O rendimento no resfriamento foi de  $5,53 \pm 1,53\%$ . Essa perda se dá por evaporação e gotejamento durante o resfriamento, que, nesse caso, é parcial à temperatura ambiente e depois em câmara fria a  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A variação desse rendimento entre as peças analisadas foi de  $1,53\%$ , que é pequena diante da variabilidade citada da matéria prima. Além disso, o método empregado para resfriamento nesse caso compromete a observação dos resultados, pois há variação no posicionamento das peças dentro das caixas e no empilhamento de caixas para resfriamento.

### **5.1.2 Marinação no sistema *cook chill***

Os ingredientes selecionados para a elaboração da marinada foram os mesmos utilizados para o cozimento de lagarto bovino pelo SC.

Durante os estudos preliminares, foram determinadas: a proporção entre marinada e lagarto, a formulação da marinada e o tempo de marinação.

Para a determinação da formulação da marinada, foram processadas três peças de lagarto bovino em forno combinado a  $165\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 90% de injeção de vapor por 20 min a  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  no centro térmico, condição em que se obteve produto adequado para este teste. Foram utilizadas 3 formulações de marinada e o tempo de marinação foi de 24 horas, conforme Tabela 11.

Tabela 11 - Formulação da marinada para processamento de lagarto bovino pelo sistema *cook chill*.

Ingrediente	Formulação 1 (%)	Formulação 2 (%)	Formulação 3 (%)
Molho à base de soja	7,0	7,6	8,0
Molho tipo inglês	4,0	4,7	5,0
Caldo de carne em pó	2,0	2,0	2,5
Sal refinado	3,0	2,8	2,5
Orégano desidratado (flocos)	0,8	0,9	0,9
Louro desidratado (folhas)	0,4	0,5	0,5
Água	83,0	81,5	80,6

Uma equipe de sete pessoas avaliou o gosto salgado e a intensidade de sabor de condimentos nas amostras, tendo como padrão o lagarto preparado pelo SC no RU. Foram feitas discussões e os resultados foram reportados por consenso.

A peça de carne que recebeu a Formulação 1 foi considerada com gosto salgado equivalente ao da carne processada pelo SC, porém, com menor sabor de condimentos.

Elaborou-se a Formulação 2, aumentando-se os condimentos e procurando-se manter o gosto salgado. O produto obtido foi considerado com gosto salgado adequado, porém com pouco sabor de condimentos.

A Formulação 3 foi elaborada com maiores teores de condimentos e procurando-se manter o gosto salgado. O produto obtido foi considerado com gosto salgado e sabor de condimentos adequados, optando-se por esta formulação.

Posteriormente, estudou-se o tempo de marinação. Foram processadas a 165 °C, 90% de injeção de vapor, por 20 min a 80 °C, 4 peças de lagarto bovino que permaneceram em contato com a marinada por 12 horas, 24 horas, 36 horas e 48 horas. A equipe avaliou que a carne marinada por 12 horas estava sem sabor e, que entre as carnes marinadas por 24, 36 e 48 horas, não se observou diferença que justificasse o maior tempo de contato. Isso era esperado, pois quanto maior o tempo de marinação, maior a retenção da salmoura, mas depois de um determinado número de horas, ocorre a saturação do produto (MANHANI,

2006). Por viabilidade de processamento, utilizou-se o tempo de contato de 24 horas.

### 5.1.3 Definição de níveis de estudo da Etapa I

Foram realizados 20 processamentos com diferentes condições para as variáveis independentes: temperatura do forno combinado, tempo de cozimento depois de atingido 80 °C no centro térmico do produto e escala de injeção de vapor no forno combinado, visando à definição dos níveis de estudo para essas variáveis (Tabela 12).

Tabela 12 - Processamentos preliminares para a determinação de níveis de estudo das variáveis independentes no sistema *cook chill*.

Tratamento	T (°C)	t (h)	V (%)
1	80	10	100
2	80	10	100
3	80	30	100
4	90	50	100
5	90	10	100
6	90	30	100
7	120	50	100
8	120	0	0
9	120	0	100
10	120	10	100
11	120	30	100
12	150	50	100
13	150	0	100
14	150	10	70
15	150	10	100
16	150	10	50
17	180	30	100
18	200	10	100
19	200	0	50
20	240	0	100

Em que: T: temperatura do forno, t: tempo de cozimento a 80 °C no centro térmico da peça, V: escala de injeção de vapor do forno

Um limite foi considerado viável quando o processamento nessa condição é aplicável em restaurantes de coletividade. Tempos muito longos de processos, por exemplo, podem inviabilizar a produção. Carne com aparência ou sabor excessivamente tostados também foi considerada inadequada. As amostras foram avaliadas sensorialmente por uma equipe de sete pessoas, composta por consumidores habituais do produto dos RUs.

Com relação às temperaturas do forno combinado, a 80 °C obteve-se carne com cor muito clara, o que foi considerado um limite inviável de processamento já que poderia haver baixa aceitação para esse tipo de produto. Já a 240 °C obteve-se carne com aparência e sabor queimados. Nas demais temperaturas testadas o produto estava adequado. Foi definido como nível de estudo da temperatura do forno combinado a faixa de 90 a 200 °C, pois as carnes processadas nessa faixa de temperatura tinham características compatíveis em relação à carne assada atualmente servida nos RUs.

Quanto à injeção de vapor no forno combinado, foram processadas amostras a 0, 50, 70 e 100% de injeção de vapor. A amostra processada a 0% de injeção de vapor ficou excessivamente ressecada e com textura comprometida para consumo, e a amostra processada a 50% de injeção de vapor também se apresentou levemente ressecada, porém sem comprometimento para consumo, optando-se por utilizar esse valor como mínimo de estudo. Para máximo, escolheu-se o valor de 100% de injeção de vapor, que é o limite mais próximo ao cozimento pelo SC.

Os níveis testados para o tempo de cozimento foram 0, 10, 30 e 50 minutos. A temperatura de 80 °C no centro térmico foi escolhida por ser a temperatura de gelatinização completa do colágeno (TERRA, 2000). Restrepo et al. (2011) estudaram o efeito de hidrocoloides em marinada para lagarto bovino e também realizaram cocção por imersão em meio líquido por 5 minutos após atingido 80 °C no centro térmico.

Foi definido o intervalo de 0 a 30 minutos, obtendo-se tempo total de processamento de até 4 horas. Tempo superior dificulta a implantação do sistema em restaurantes de coletividade.

## 5.2 ETAPA I: MAXIMIZAÇÃO DO RENDIMENTO NA COCÇÃO E DA TEXTURA OBJETIVA NO SISTEMA *COOK CHILL*

Foi realizada a maximização do rendimento na cocção e da textura do lagarto bovino processado pelo sistema *cook chill*. Para isso, foi executado um delineamento composto central rotacional (DCCR) e as peças processadas foram submetidas às seguintes análises: rendimento no cozimento (RC), rendimento global (RG), força de cisalhamento (C). As condições de processamento e os resultados obtidos para as variáveis de resposta estão na Tabela 13.

Tabela 13 - Delineamento composto central rotacional e resultados.

Pontos	Ensaio	Variáveis independentes			Variáveis dependentes		
		T	t	V	R <sub>C</sub> (%)	R <sub>G</sub> (%)	C (gf)
Principais	1	-1	-1	-1	69,64	67,26	5672
	2	1	-1	-1	69,46	65,30	3974
	3	-1	1	-1	63,23	62,26	4922
	4	1	1	-1	57,60	55,98	4752
	5	-1	-1	1	68,07	63,25	5208
	6	1	-1	1	61,27	57,91	4543
	7	-1	1	1	65,96	62,94	5059
	8	1	1	1	61,71	59,73	6970
Axiais	9	-1,68	0	0	64,72	62,60	6718
	10	1,68	0	0	62,77	60,98	6785
	11	0	-1,68	0	78,54	72,54	4879
	12	0	1,68	0	65,82	60,01	5367
	13	0	0	-1,68	62,58	60,25	5561
	14	0	0	1,68	64,09	61,51	4662
Centrais	15	0	0	0	65,44	62,58	5136
	16	0	0	0	66,76	64,65	4467
	17	0	0	0	67,09	64,21	5161

Em que são variáveis independentes: T (temperatura do forno), t (tempo de cozimento), V (escala de injeção de vapor do forno). São variáveis dependentes: R<sub>C</sub> (rendimento no cozimento), R<sub>G</sub>: (rendimento global), C (força de cisalhamento).

Os resultados foram analisados através do *software* STATISTICA<sup>®</sup> para cada uma das variáveis dependentes, conforme segue.



### 5.2.1 Rendimento no cozimento

Na Tabela 14, são apresentados os efeitos estimados para a variável rendimento no cozimento. No gráfico de Pareto (Figura 17), pode-se avaliar o impacto de cada parâmetro sobre a resposta analisada.

Tabela 14 - Tabela de efeitos para rendimento no cozimento.

Parâmetro	Efeito	p valor
Interação principal	0,665479	0,000000
T (L)	-0,029480	0,045776
T (Q)	-0,027003	0,083390
t (L)	-0,060540	0,001602
t (Q)	0,032633	0,044854
V (L)	-0,000596	0,962292
V (Q)	-0,029892	0,060636
Interação T (L) e t(L)	-0,007284	0,660483
Interação T (L) e V(L)	-0,013106	0,436551
Interação t (L) e V(L)	0,041501	0,034787

Em que: T: temperatura do forno, t: tempo de cozimento, V: escala de injeção De vapor do forno, L: parâmetro linear, Q: parâmetro quadrático.

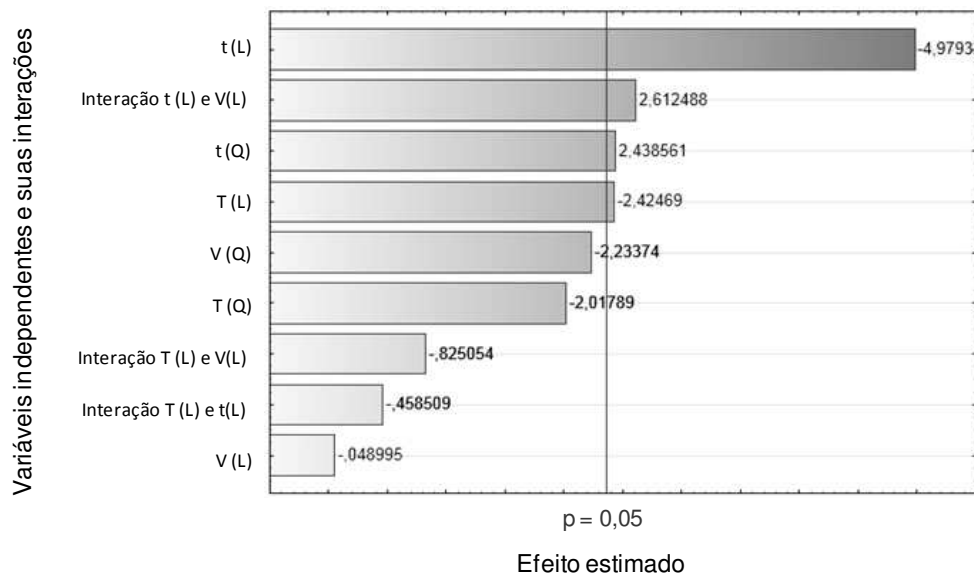


Figura 17 - Gráfico de Pareto para rendimento no cozimento.

São significativos ( $p < 0,05$ ), com um  $R^2$  de 77,4%, os parâmetros: efeito principal, temperatura do forno combinado (parâmetro linear), tempo de cozimento após atingido 80 °C no centro térmico (parâmetros linear e quadrático) e interação entre tempo e injeção de vapor.

Para um melhor ajuste do modelo preditivo, também foram considerados os parâmetros significativos ( $p < 0,1$ ), com um  $R^2$  de 88,0%: temperatura no forno combinado (parâmetro quadrático) e injeção de vapor (parâmetro quadrático).

O modelo preditivo é de segunda ordem, do tipo:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{33}X_3^2 + b_{44}X_4^2 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{14}X_1X_4 + b_{23}X_2X_3 + b_{24}X_2X_4 + b_{34}X_3X_4$$

Em que:

Y = variável de resposta

$b_0$  = efeito principal

$b_i$  = coeficiente de regressão de cada parâmetro

$x_i$  = variáveis independentes com valores codificados

Os coeficientes de regressão do modelo preditivo reparametrizado codificado para a variável rendimento no cozimento estão na Tabela 15.

Tabela 15 - Coeficientes de regressão para a resposta rendimento no cozimento.

Parâmetro	Coeficiente de regressão
Interação principal	0,665479
T (L)	-0,014740
T (Q)	-0,013502
t (L)	-0,030270
t (Q)	0,016316
V (Q)	-0,014946
Interação t (L) e V(L)	0,020750

O modelo matemático preditivo codificado está apresentado na equação 10 e sua análise de variância na Tabela 16.

$$R_C = 0,6655 - 0,0147 T - 0,0135 T^2 - 0,0303 t + 0,0163 t^2 - 0,0149 V^2 + 0,0208 t V \quad (10)$$

Tabela 16 - Análise da variância para a resposta rendimento no cozimento.

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Grau de liberdade	Quadrado médio	F calculado	F crítico
Regressão	$2,65 \times 10^{-2}$	6	$4,00 \times 10^{-3}$	6,57	3,22
Resíduos	$6,72 \times 10^{-3}$	10	$1,00 \times 10^{-3}$	6,26	19,37
Falta de ajuste	$3,83 \times 10^{-3}$	8	$4,79 \times 10^{-4}$		
Erro puro	$1,53 \times 10^{-4}$	2	$7,65 \times 10^{-5}$		
Total	$3,32 \times 10^{-2}$	16			

$R^2=88\%$

O  $R^2$  é de 88% e o F calculado para regressão é maior que o F crítico para regressão. O F calculado para o resíduo é menor que o F crítico para o resíduo. O erro puro e a falta de ajuste do modelo são baixos quando comparados ao valor da regressão, o que também é observado na variação do rendimento no cozimento médio obtido nos pontos centrais ( $66,40 \pm 0,87\%$ ). Portanto, os resultados da regressão são válidos e é possível obter as superfícies de resposta para a variável rendimento no cozimento.

Foram construídas as superfícies de resposta e suas respectivas curvas de contorno, conforme Figuras 18, 19 e 20.

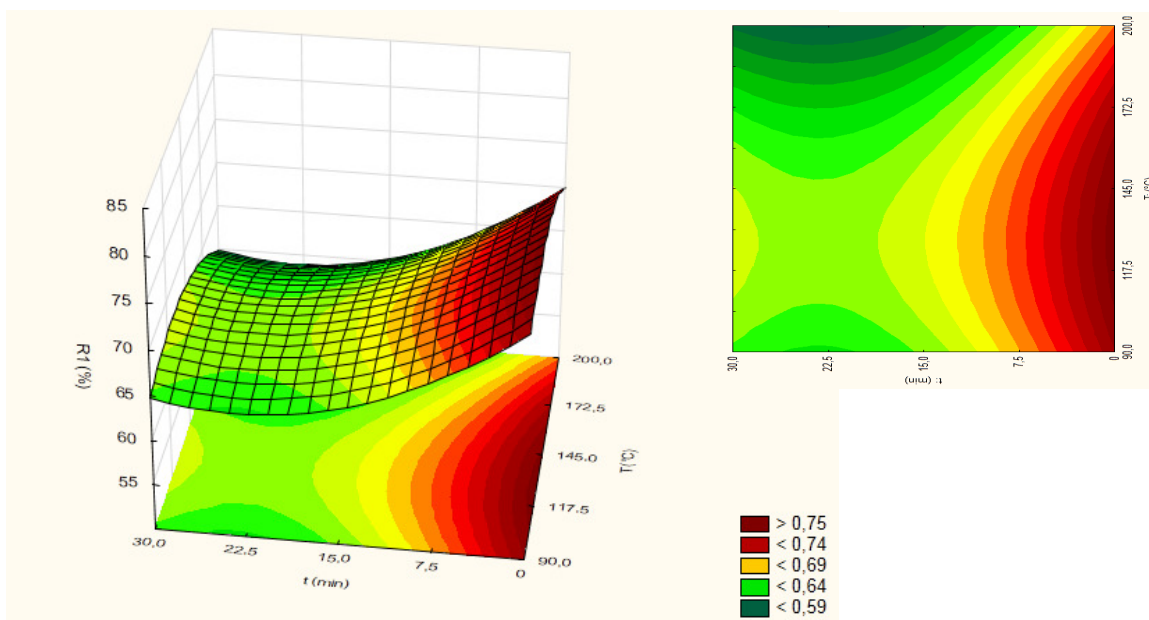


Figura 18 - Superfície de resposta do rendimento no cozimento em função da temperatura do forno combinado (T) e do tempo de cozimento (t).

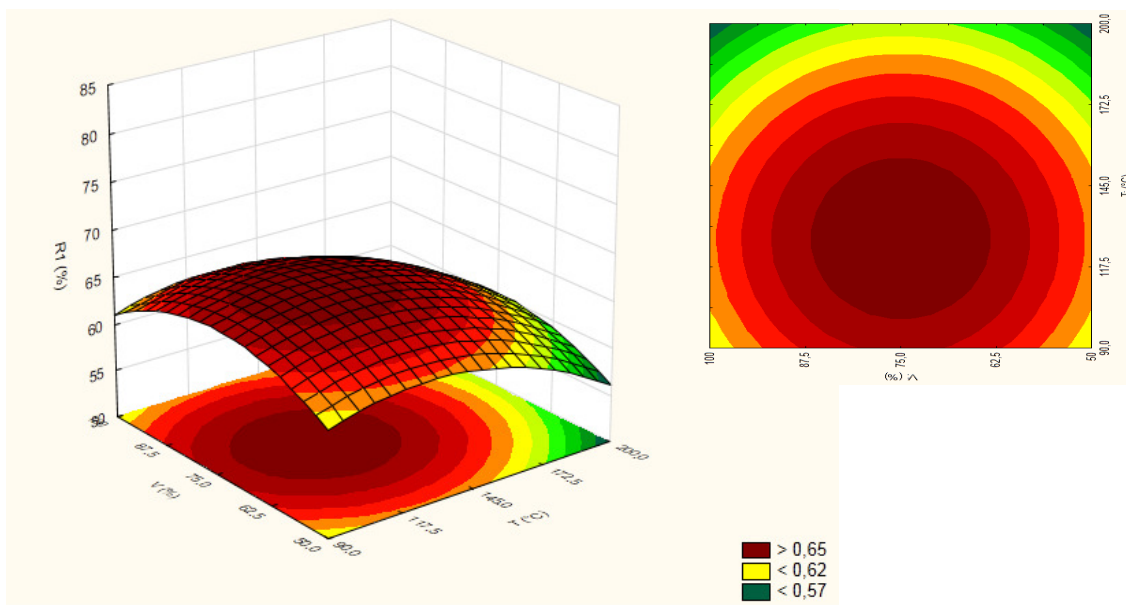


Figura 19 - Superfície de resposta do rendimento no cozimento em função da temperatura do forno combinado (T) e injeção de vapor (V).

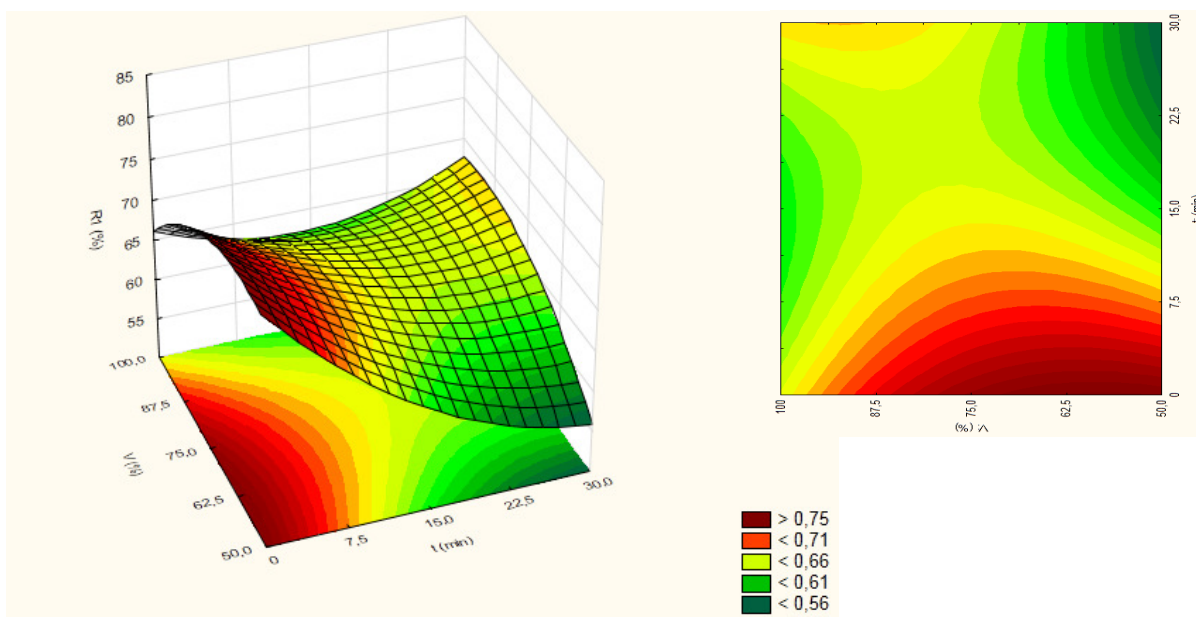


Figura 20 - Superfície de resposta do rendimento no cozimento em função do tempo de cozimento a 80 °C no centro térmico (t) e injeção de vapor (V).

Pelas superfícies de resposta tem-se que o rendimento no cozimento é maior quanto menor o tempo de cozimento, sendo que são obtidos rendimentos superiores a 70% em tempos inferiores a 7,5 minutos. Injeção de vapor nos níveis mais elevados e temperatura em valores intermediários, dentro das faixas estudadas, também colaboram para um maior rendimento no cozimento.

Semelhante resultado foi obtido por Leonhardt & Santos (2004) no estudo da otimização do cozimento de filé de frango empanado em forno de injeção direta de vapor, executando um delineamento composto central rotacional para estudar o impacto das variáveis independentes: temperatura do forno entre 205 e 215 °C e tempo de cozimento entre 3,5 e 4,1 minutos sobre a temperatura interna e o rendimento na cocção. Obtiveram máximo rendimento (98,5%) na condição mínima de tempo de cozimento e na faixa intermediária de temperatura do forno, de 206 a 209 °C.

O rendimento é afetado pela duração do cozimento o qual aumenta o potencial de perda de umidade da carne (TERRA, 2000). Se o calor provoca a desnaturação proteica, quanto maior o tempo de exposição na cocção, mais intensa será a desnaturação e maior a redução da capacidade de retenção de água, diminuindo o rendimento.

O uso da injeção de vapor nos níveis mais elevados também favorece maior rendimento porque a presença de vapor evita a migração da água do alimento para o ambiente.

Quanto maior a temperatura usada, maior a formação de crosta na superfície externa da carne. Essa crosta é formada devido à desidratação superficial que ocorre no cozimento e forma uma capa protetora que tende a diminuir a taxa de perda de água da carne, sendo favorável para um maior rendimento. Porém, temperaturas muito elevadas causam ressecamento demasiado dessa crosta, além de desnaturação proteica intensa que leva à redução da capacidade de retenção de água, diminuindo o rendimento (HULTIN, 1985).

No caso de carnes de cocção prolongada, como é o caso do lagarto bovino, esse efeito é acentuado devido ao longo tempo de cocção, necessário para gelatinização do colágeno (FELÍCIO, 1997).

Com os valores experimentais obtidos para o rendimento no cozimento e com os valores preditos pelo modelo matemático, foi calculado o erro de ajuste do modelo e o erro relativo entre valores experimentais e preditos, em percentual, para cada ponto experimental, apresentado na Tabela 17.

Tabela 17 - Rendimento no cozimento: valores experimentais e preditos, erros de ajuste e erros relativos.

Pontos	Ensaio	T	t	V	R <sub>C</sub> experimental (%)	R <sub>C</sub> predito (%)	Erro de ajuste	Erro relativo (%)
Principais	1	-1	-1	-1	69,64	71,92	-2,28	-3,27
	2	1	-1	-1	69,46	68,98	0,48	0,70
	3	-1	1	-1	63,23	61,70	1,53	2,42
	4	1	1	-1	57,60	58,76	-1,16	-2,02
	5	-1	-1	1	68,07	67,76	0,31	0,45
	6	1	-1	1	61,27	64,82	-3,55	-5,80
	7	-1	1	1	65,96	65,86	0,10	0,15
	8	1	1	1	61,71	62,92	-1,21	-1,97
Axiais	9	-1,68	0	0	64,72	65,21	-0,49	-0,76
	10	1,68	0	0	62,77	60,27	2,50	3,99
	11	0	-1,68	0	78,54	76,24	2,30	2,93
	12	0	1,68	0	65,82	66,06	-0,24	-0,37
	13	0	0	-1,68	62,58	62,34	0,24	0,38
	14	0	0	1,68	64,09	62,34	1,74	2,72
Centrais	15	0	0	0	65,44	66,55	-1,11	-1,70
	16	0	0	0	66,76	66,55	0,21	0,32
	17	0	0	0	67,09	66,55	0,54	0,81

Em que: T (temperatura do forno), t (tempo de cozimento a 80 °C), V (escala de injeção de vapor do forno), R<sub>C</sub> (rendimento no cozimento).

A comparação gráfica do rendimento no cozimento predito e experimental está apresentada na Figura 21, na qual se observa a proximidade dos valores experimentais à reta do modelo matemático gerado.

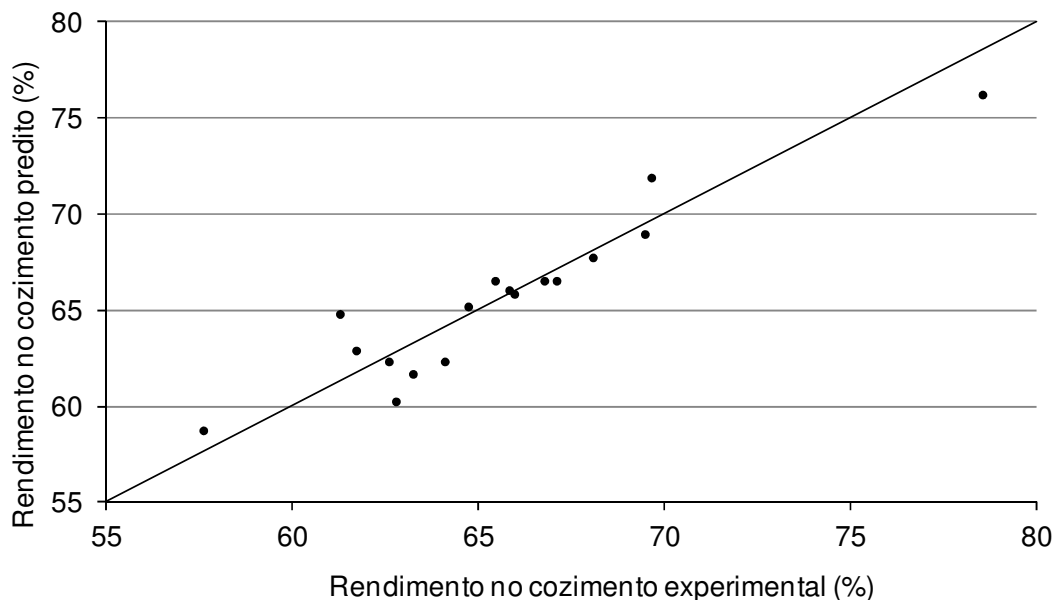


Figura 21 - Valores observados versus valores preditivos para rendimento no cozimento.

O ensaio 6 foi o que demonstrou maior erro de ajuste (-3,55%), com erro relativo de -5,80% o que ainda é adequado.

O erro de ajuste médio do modelo matemático de  $-0,01 \pm 1,58\%$  do rendimento no cozimento, o que representa um erro relativo entre os percentuais de rendimento no cozimento experimental e predito de  $-0,06 \pm 2,54\%$ , indicando que o modelo matemático apresentado é bastante fiel aos valores experimentais, apesar da variabilidade da matéria prima em questão.

### 5.2.2 Rendimento global

Na Tabela 18, são apresentados os efeitos estimados para a variável rendimento global. No gráfico de Pareto (Figura 22), pode-se avaliar o impacto de cada parâmetro sobre a resposta analisada.

Tabela 18 - Tabela de efeitos para rendimento global.

Parâmetro	Efeito	p valor
Interação principal	0,638846	0,000000
T (L)	-0,028589	0,063294
T (Q)	-0,019193	0,220643
t (L)	-0,049649	0,006469
t (Q)	0,012529	0,409140
V (L)	-0,007112	0,600452
V (Q)	-0,025646	0,115413
Interação T (L) e t(L)	-0,005509	0,754586
Interação T (L) e V(L)	-0,000792	0,964019
Interação t (L) e V(L)	0,039561	0,052230

Em que: T: temperatura do forno; t: tempo de cozimento; V: escala de injeção de vapor do forno; L: parâmetro linear; Q: parâmetro quadrático.

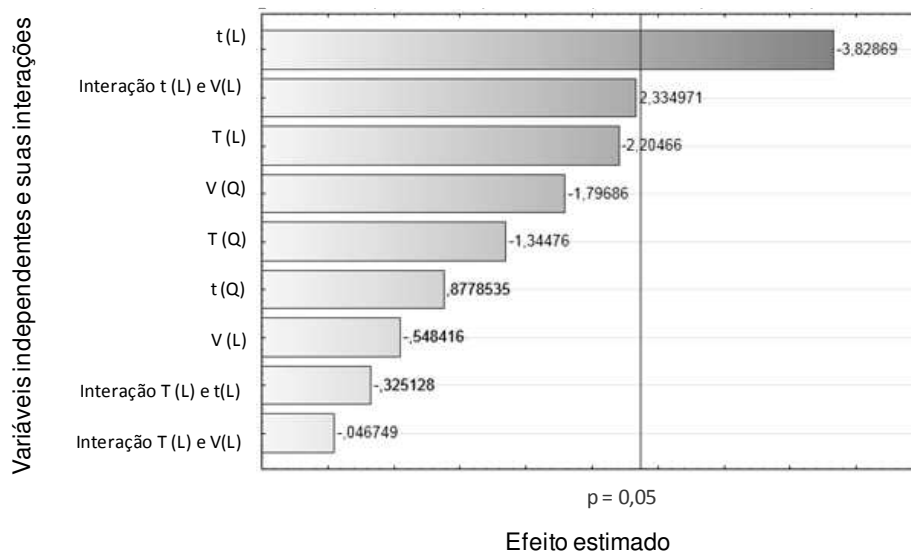


Figura 22 - Gráfico de Pareto para rendimento global.

São significativos ( $p < 0,05$ ), com um  $R^2$  de 51,2%, os parâmetros: efeito principal e tempo de cozimento a 80 °C (parâmetro linear).



Na tentativa de melhor ajuste, foi utilizado  $p < 0,1$ , porém o  $R^2$  foi de 65,5% e o modelo preditivo para rendimento global teria um ajuste ruim, conforme a análise de variância na Tabela 19.

Tabela 19 - Análise da variância para a resposta rendimento global.

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Grau de liberdade	Quadrado médio	F calculado	F crítico
Regressão	$2,21 \times 10^{-2}$	4	0,006	5,95	3,26
Resíduos	$1,11 \times 10^{-2}$	12	0,001	14,37	19,40
Falta de ajuste	$1,10 \times 10^{-2}$	10	0,001		
Erro puro	$1,53 \times 10^{-4}$	2	0,000		
Total	$3,32 \times 10^{-2}$	16			

$R^2=65,5\%$

O  $R^2$  é de 65,5%, o F calculado para regressão é ligeiramente maior que o F crítico para regressão. Apesar do erro puro baixo, quando comparado ao valor da regressão, o que também é observado no rendimento global médio obtido nos pontos centrais ( $63,81 \pm 1,09\%$ ), a falta de ajuste do modelo representa aproximadamente 50% do valor da regressão, constatando-se nesse conjunto de fatores que a qualidade dos resultados da regressão não é suficiente para obter as superfícies de resposta.

Foram obtidos rendimentos globais entre 55,98 e 72,54%. Restrepo et al. (2011) estudaram o efeito de hidrocoloides em marinada para lagarto cozido em imersão até 80 °C por 5 minutos, obtendo rendimento de 73,63%.

Ao analisar o rendimento no cozimento e o rendimento global das peças de carne (Figura 23), há forte relação entre ambos: quanto maior o rendimento no cozimento, maior o rendimento global. A linha de tendência traçada para relacionar essas variáveis tem um ajuste de aproximadamente 92%.

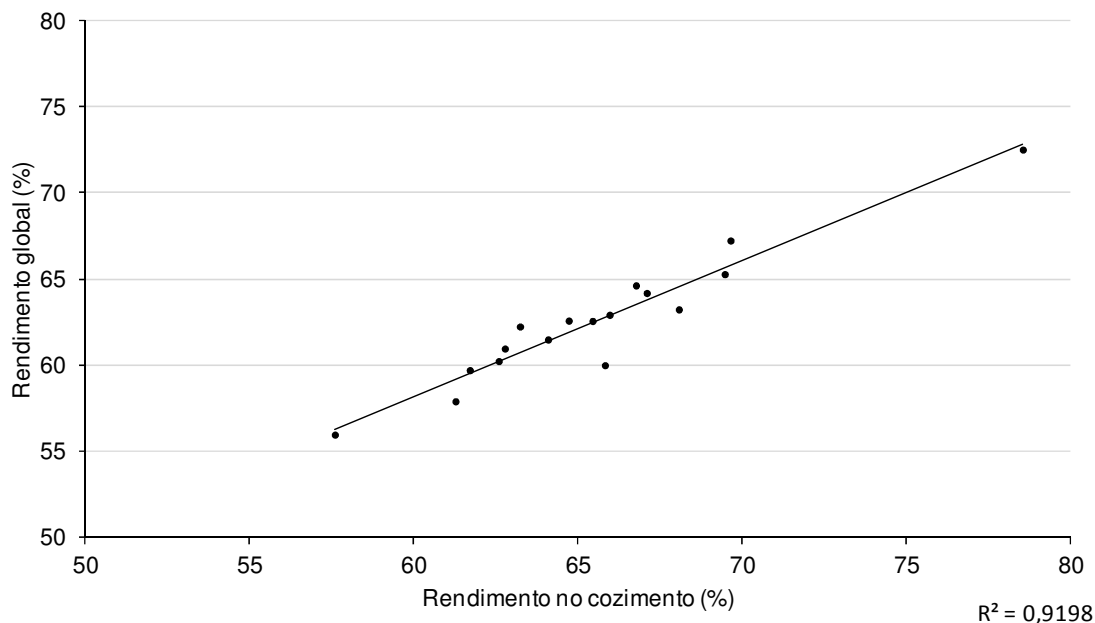


Figura 23 - Relação entre o rendimento no cozimento e o rendimento global.

A perda no resfriamento variou entre 0,97 e 6,00%. Não há uma relação clara entre a perda no resfriamento e o rendimento no cozimento, pois algumas peças com alto rendimento no cozimento tiveram perda mínima no resfriamento e vice versa. Isso pode ter ocorrido devido à diferença de peso líquido das peças utilizadas.

Constata-se que pode haver interferência do peso líquido da peça na perda no resfriamento, porém essa relação não é clara, pois há interferência também das condições de cozimento nesse resultado.

Observa-se que o rendimento no cozimento possui impacto maior sobre o rendimento global, já que a perda no resfriamento média foi de  $2,99 \pm 1,43\%$ , o que comparado com os rendimentos globais encontrados (de 55,98 a 72,54%) é pouco representativo.

### 5.2.3 Força de cisalhamento

Foi obtida a tabela de efeitos para força de cisalhamento, conforme Tabela 20 e, a partir desta, foi elaborado o gráfico de Pareto (Figura 24) em que se pode

avaliar melhor o impacto de cada parâmetro sobre a resposta analisada. Foram considerados significativos parâmetros com  $p < 0,05$ .

O efeito principal, a temperatura quadrática e a interação temperatura linear versus tempo linear são significativos ( $p < 0,05$ ) com um  $R^2$  de 52,7%.

Na tentativa de obter melhor ajuste, utilizou-se o critério  $p < 0,2$ , o que para essa análise é aceitável devido à variabilidade dos resultados, porém o  $R^2$  foi de 64,0% e o modelo matemático a ser obtido teria um ajuste ruim, conforme a análise de variância realizada, apresentada na Tabela 21.

Tabela 20 - Tabela de efeitos para força de cisalhamento.

Parâmetro	Efeito	p valor
Interação principal	4958,042	0,000002
T (L)	-74,549	0,830080
T (Q)	1041,378	0,025508
t (L)	458,086	0,213361
t (Q)	-110,227	0,773437
V (L)	138,770	0,690801
V (Q)	-118,418	0,757225
Interação T (L) e t(L)	1026,335	0,051295
Interação T (L) e V(L)	778,728	0,118129
Interação t (L) e V(L)	562,912	0,238887

Em que: T: temperatura do forno; t: tempo de cozimento; V: escala de injeção de vapor do forno; L: parâmetro linear; Q: parâmetro quadrático.

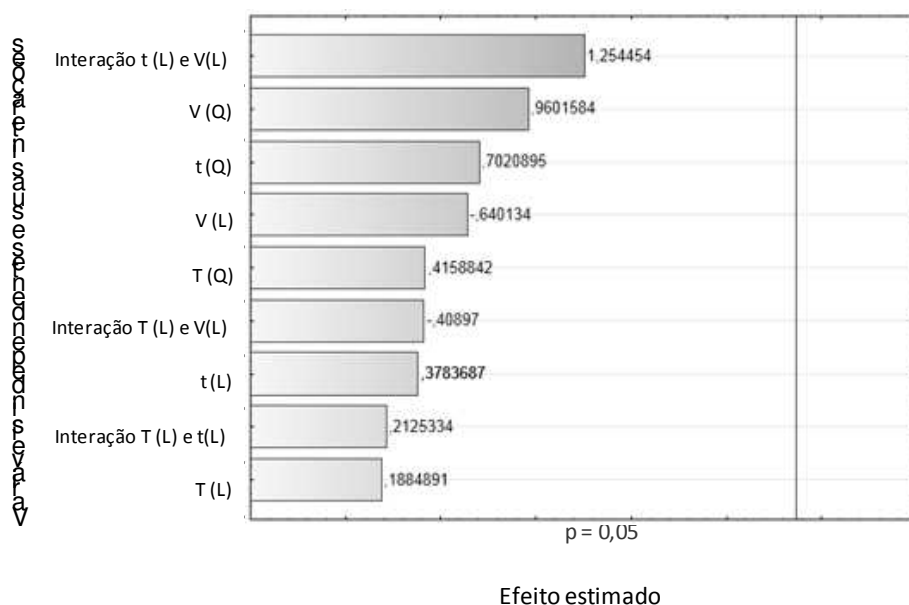


Figura 24 - Gráfico de Pareto para força de cisalhamento.

Tabela 21 - Análise da variância para a resposta força de cisalhamento.

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Grau de liberdade	Quadrado médio	F calculado	F crítico
Regressão	$8,56 \times 10^6$	5	$1,71 \times 10^6$	6,69	2,45
Resíduos	$2,82 \times 10^6$	11	$2,56 \times 10^5$	1,80	9,38
Falta de ajuste	$2,51 \times 10^6$	9	$2,79 \times 10^5$		
Erro puro	$3,10 \times 10^5$	2	$1,55 \times 10^5$		
Total	$1,14 \times 10^7$	16			

$R^2=64,0\%$

O  $R^2$  é de 64,0% e o F calculado para regressão é maior que o F crítico. Porém, o erro puro é alto representando cerca de 10% do valor do resíduo, o que também é observado na força de cisalhamento média obtida nos pontos centrais ( $4921,3 \pm 393,9\%$ ), a falta de ajuste do modelo representa aproximadamente 30% do valor da regressão, portanto não é pertinente obter as superfícies de resposta.

Heinemann & Pinto (2003) ao estudar o Efeito da injeção de diferentes concentrações de cloreto de cálcio na textura e aceitabilidade de carne bovina maturada também encontraram dificuldade na correlação da força de cisalhamento de amostras de contra filé bovino (*Longissimus dorsi*) injetadas com salmouras de diferentes concentrações de cloreto de cálcio, obtendo modelo linear com ajuste de apenas 33%. Segundo os autores, isso demonstra que a textura da carne resulta de uma complexa interação de fatores, sendo ainda necessários estudos para que esses mecanismos sejam mais bem compreendidos. Essa dificuldade vem sido relatada em outros trabalhos, por exemplo, por Smulders et al. (1990), confirmando a dificuldade de estabelecer parâmetros que permitam melhorar, padronizar ou mesmo prever a textura da carne bovina.

As médias de textura e os desvios padrão estão na Tabela 22.

Tabela 22 - Médias de força de cisalhamento.

Pontos	Ensaio	Força de cisalhamento (gf)
Principais	1	5672,4 ± 888,1
	2	3973,6 ± 605,5
	3	4921,7 ± 1110,0
	4	4751,9 ± 731,7
	5	5207,6 ± 754,5
	6	4542,6 ± 732,1
	7	5059,0 ± 844,8
	8	6970,3 ± 841,2
Axiais	9	6718,2 ± 1056,6
	10	6785,4 ± 1174,6
	11	4879,0 ± 668,5
	12	5367,4 ± 786,1
	13	5561,2 ± 967,6
	14	4662,0 ± 517,8
Centrais	15	5136,3 ± 730,6
	16	4466,7 ± 679,0
	17	5161,0 ± 1000,5

Nesse trabalho, foram encontradas forças de cisalhamento entre 3974 e 6970 gf. O desvio padrão é alto, o que também foi encontrado em outros trabalhos com carnes.

Silva, M. L., et al. (2007) ao estudarem o efeito do cozimento na qualidade do músculo *Semitendinosus*, encontraram força de cisalhamento de 5800 gf e 6500 gf para carne cozida, respectivamente, em água e a vapor até 80 °C, sendo que em ambos experimentos o desvio padrão foi de 2500 gf.

Gonçalves (2009) encontrou desvio padrão de 240 a 1010 gf para uma força de cisalhamento de 3450 a 4420 gf na estocagem de lagarto bovino injetado cozido em embalagem *cook in* a 70 °C por 60 minutos.

Conforme a Tabela 21, os efeitos das variáveis: temperatura quadrática (T(Q)), interação temperatura linear e tempo linear (T(L) x t(L)) e interação temperatura linear e vapor linear (T(L) x V(L)) representam 33% da soma do valor total dos efeitos e todas têm correlação positiva com o resultado de textura, isto é, o aumento desses parâmetros causará aumento da textura.

A variável temperatura está presente nesses três efeitos, sendo importante na força de cisalhamento do produto, afetando as proteínas da carne, principalmente as miofibrilares e o colágeno.

O comportamento dessas proteínas no aquecimento é antagônico: enquanto o colágeno necessita do aquecimento a 80 °C por certo tempo para gelatinizar e aumentar a maciez da carne, as proteínas miofibrilares tendem perder sua capacidade de retenção de água com o aumento do cozimento, reduzindo a maciez.

Observando os valores de temperatura do forno e os valores de textura obtidos (Tabela 22), tem-se que nos extremos de temperatura estudados, ensaios 9 e 10, foram obtidos os valores máximos de força de cisalhamento ( $6718 \pm 1056$  gf e  $6785 \pm 1175$  gf, respectivamente). Ambos ensaios foram realizados nas condições centrais de tempo e injeção de vapor.

No ensaio 9, a temperatura do forno foi de 90 °C. A 80°C o colágeno se torna uma gelatina hidrossolúvel e acima dessa temperatura, o colágeno começa a ser degradado e sua maciez aumenta (TERRA, 2000). Assim, é provável que,

para o ensaio 9, a temperatura e o tempo de cozimento não tenham sido suficientes para gelatinizar o colágeno e obter carne mais macia.

No ensaio 10, a temperatura do forno foi de 200 °C. Segundo Farfán (1985), o calor promove a desnaturação proteica e resulta na expulsão de água. Terra (2000) afirma que quanto mais intensa as condições de processamento, maior o potencial de perda de umidade e o endurecimento das miofibrilas, causando diminuição da maciez da carne. Então, nesse caso, o cozimento causou desnaturação intensa das proteínas miofibrilares, diminuindo a capacidade de retenção de água, resultando em carne menos macia.

Já nos ensaios de 11 a 17, em que foi utilizada temperatura central da faixa estudada (145 °C), as forças de cisalhamento foram intermediárias, de 4467 a 5561 gf.

Nos ensaios 2, 4 e 6, cuja temperatura de cozimento foi de 177,7 °C e cujo tempo variou de 6 minutos e 6 segundos a 22 minutos e 54 segundos, foram obtidas mínimas forças de cisalhamento (de 3974 a 4752 gf), sendo que esta aumenta com o tempo. Essa temperatura deve ser a mais adequada para obtenção de carne macia, pois promove degradação do colágeno o suficiente para amaciamento e desnaturação das proteínas miofibrilares e não compromete a capacidade de retenção de água, quando comparada a outras temperaturas estudadas. À medida que o tempo de cocção aumenta, obtém-se carne menos macia, pois aumenta a expulsão de água das proteínas miofibrilares.

No ensaio 8, as condições de temperatura e tempo aplicadas foram as mesmas do ensaio 4 (177,7 °C e 22 minutos e 54 segundos), diferindo no percentual de injeção de vapor. Nesse caso, obteve-se carne menos macia. A peça de lagarto do ensaio 8 é uma das que possuía maior peso líquido (2389 g) dentre as utilizadas, sendo que, nessa etapa, o peso líquido das peças variou de 1630 g a 2735 g. Como o diâmetro das peças de carne influi no tempo necessário para atingir 80 °C no centro térmico, afetando a textura da carne, pode ser essa a razão dessa diferença.

## **5.3 ETAPA II: COMPARAÇÃO DO SISTEMA *COOK CHILL* MAXIMIZADO COM O SISTEMA CONVENCIONAL (SC)**

Foram processadas amostras de carne sob as condições dos ensaios selecionados da Etapa I (CC 1 e CC 2) e do SC, que foram submetidas a um conjunto de análises físico químicas, microbiológicas e sensoriais.

### **5.3.1 Avaliação operacional e do processamento térmico**

A facilidade operacional no processamento de alimentos é um fator importante para a quantificação de mão de obra e administração do tempo para a elaboração do cardápio, afetando os custos de produção.

O sistema *cook chill* diferenciou-se positivamente nesse quesito, com relação ao sistema convencional, pois o forno combinado e o resfriador rápido geralmente são equipamentos de melhor ergonomia, comparados ao caldeirão encamisado a vapor.

Nesse mesmo sentido, há redução do esforço físico dos manipuladores no processamento pelo sistema *cook chill*, pois, uma vez colocadas as peças de carne no forno combinado, não é necessária manipulação durante o cozimento e resfriamento. Para equipamentos de grande porte, indicados para restaurantes de coletividade, todo o lote é transferido do forno para o resfriador em uma única ação, já que as prateleiras são dotadas de rodízios e possuem dimensões compatíveis para os dois equipamentos. Enquanto isso, no sistema convencional é feita a retirada manual de peça por peça cozida e a transferência para caixas plásticas para resfriamento.

Também há maior facilidade de monitoramento da temperatura, pois as peças de carne não são movimentadas durante o cozimento e o resfriamento, além de o forno combinado geralmente possuir sonda para monitoramento da temperatura, o que não é comum nos caldeirões encamisados a vapor, em que essa sonda deve ser adaptada.



As curvas de processamento térmico contêm informações importantes sobre as condições de cozimento e resfriamento de produtos, para comparação dos processamentos. Os principais dados estão na Tabela 23.

Tabela 23 - Dados dos processamentos térmicos.

Processamento	CC 1	CC 2	SC
Condições de processamento:			
Temperatura de cozimento (°C)	177,7	145,0	96,0*
Tempo a 80 °C (min)	6,1	0	59,0
Injeção de vapor (%)	60,0	75,0	meio líquido
Dados do processamento:			
Taxa de aquecimento média (°C / min)	0,86	0,75	1,03
Tempo para atingir 80 °C (min)	93,0	99,0	89,0
Tempo de cozimento total (min)	99,0	99,0	154,0
Tempo resfriamento 60 a 10 °C (h)	1,3	1,6	12,1**
Tempo total de processamento (h)	3,1	3,8	14,3**

\*temperatura máxima atingida.

\*\*tempo estimado, já que o monitoramento ocorreu até o tempo de processamento de 17h quando o centro térmico do lagarto bovino estava a 11,5 °C.

As taxas de aquecimento até 80 °C para CC 1 e CC 2, cujo aquecimento ocorreu com ar e vapor, foram, respectivamente, as 0,86 e 0,75 °C/min, sendo maior em CC 1 pois, nesse processamento, foi utilizada temperatura de cozimento superior à utilizada em CC 2. Para o SC, foi de 1,03 °C / min, pois o aquecimento foi feito em meio aquoso. Gonçalves (2009) obteve 0,5 °C / min na cocção de lagarto bovino em estufa a vapor a 80 °C até atingir 70 °C no interior da peça. A menor taxa de aquecimento comparada às obtidas nesse trabalho explica-se devido à menor temperatura de cozimento utilizada.

Nas Figuras 25, 26 e 27 estão representados, respectivamente, as curvas de processamento térmico: CC 1, CC 2 e SC, com as temperaturas registradas no centro térmico do lagarto bovino e no centro geométrico do equipamento de cozimento (forno combinado e caldeirão encamisado a vapor). No Apêndice A constam as curvas de processamento térmico sobrepostas.

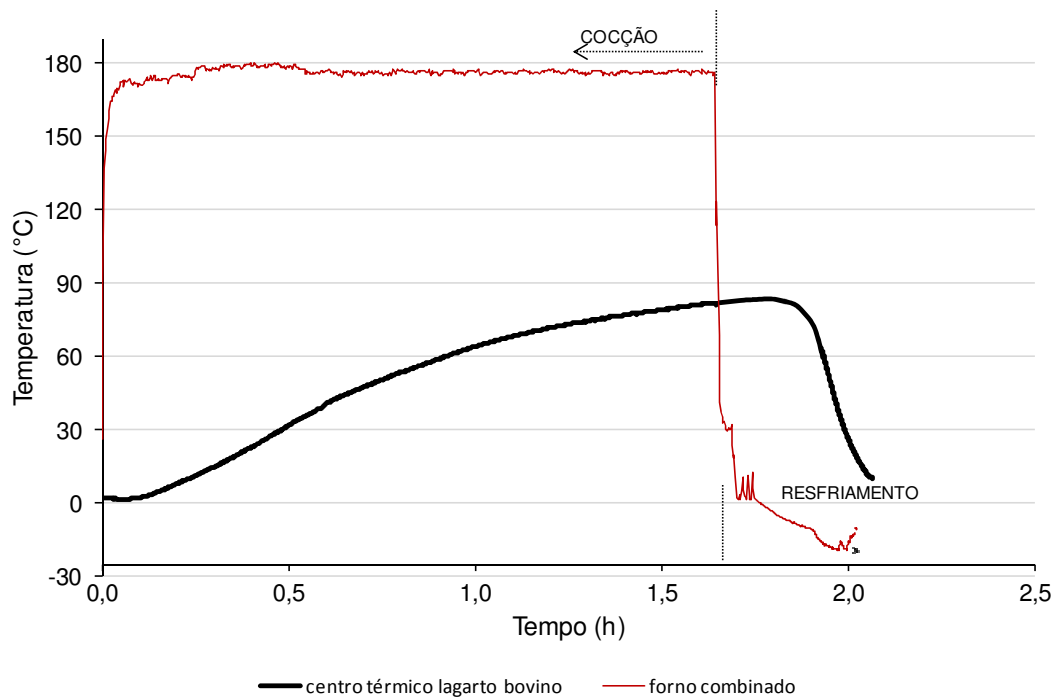


Figura 25 - Curva do processamento térmico do CC 1.

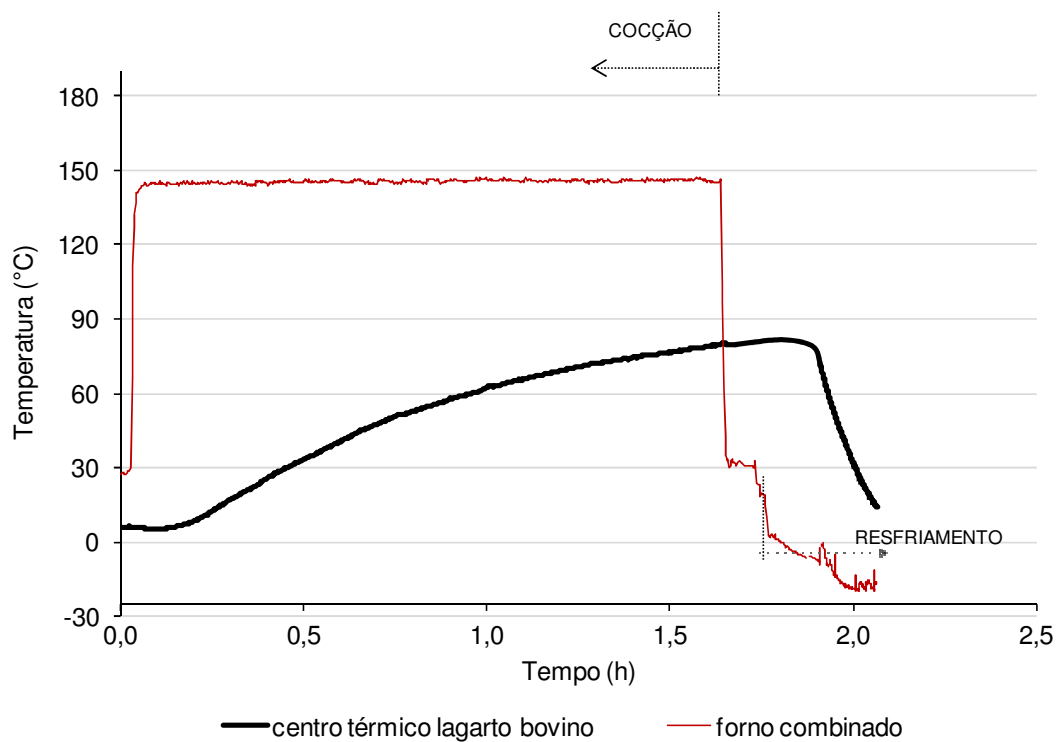


Figura 26 - Curva do processamento térmico do CC 2.

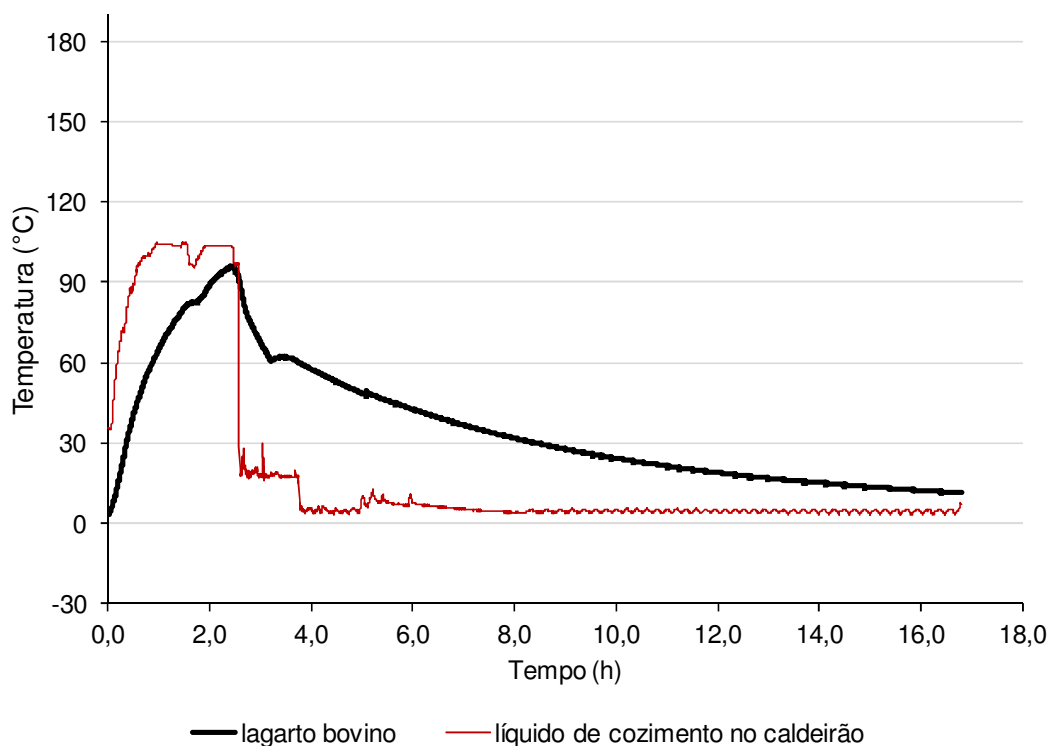


Figura 27 - Curva do processamento térmico do SC.

O tempo total de processamento nos CC 1 e CC 2 (3 h e 5 min e 3 h e 44 min, respectivamente) é bastante inferior ao tempo total de resfriamento no SC (16 h e 47 min). Essa diferença se deve principalmente ao tempo de resfriamento no SC, que é parcial à temperatura ambiente e depois em câmara fria a  $2 \pm 1$  °C, enquanto que, para o sistema *cook chill* foi em resfriador rápido.

McDonald et al. (2000) estudando a qualidade de carnes cozidas resfriadas com resfriamento a vácuo e com resfriamento convencional”, também obtiveram tempo similar, 14 horas, para resfriar peças de *Triceps brachii* (paleta bovina) com peso médio de 3,75 kg, de 70 °C para 4 °C, usando resfriamento convencional em câmara fria a  $1 \pm 1$  °C.

No caso dos sistemas *cook chill*, o lagarto cozido sai do forno combinado e vai diretamente para o resfriador rápido que opera em temperaturas negativas (0 a -20 °C) a maior parte do resfriamento. A diferença de temperatura do lagarto recém retirado do forno e o ambiente do resfriador é de aproximadamente 80 °C.

A segunda fase do resfriamento pelo SC é realizada em câmara fria, a qual opera a  $2 \pm 1$  °C. No gráfico, podem-se observar alterações de temperatura dentro da câmara, que atinge temperatura até 10 °C quando é aberta por algum tempo para colocação ou retirada de outros materiais de seu interior. A diferença de temperatura, nessa segunda fase do resfriamento, entre o centro do lagarto bovino e a câmara fria é menor do que no caso do sistema *cook chill*, já que a câmara fria opera em temperatura de refrigeração, enquanto o resfriador rápido opera em temperatura de congelamento.

Nos CC 1 e CC 2, o tempo total de resfriamento de 60 até 10 °C é de 1,3 h e 1,6 h, respectivamente, enquanto que no caso do SC, esse tempo é de aproximadamente 12 h. Segundo a RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004, o tempo de resfriamento de 60 a 10 °C deve ser de, no máximo, 2 h (BRASIL, 2004). A principal preocupação com esse tempo é a profiliação microbiológica, podendo tornar o produto inadequado para consumo.

Foram realizadas análises microbiológicas cujos resultados estão descritos no item 5.3.4, e, apesar do longo tempo de resfriamento do lagarto no processamento pelo SC, o produto está microbiologicamente seguro durante o tempo de estocagem de até cinco dias, conforme especifica a legislação.

Para reduzir esse tempo de resfriamento, sugere-se, nas condições atuais, que o lagarto bovino processado pelo SC nos restaurantes de coletividade da Unicamp seja submetido a duas etapas de resfriamento: a primeira em câmara fria de produtos congelados a -18 °C, até que a superfície do produto atinja 0 °C, e a segunda, em câmara fria de produtos resfriados, até que se complete o resfriamento. Dessa maneira, a diferença inicial de temperatura entre a carne cozida e o ambiente aumenta, facilitando o resfriamento. Porém, o ideal é a aquisição de resfriadores rápidos, como o utilizado para o resfriamento pelo sistema *cook chill*.

Kawasaki et al. (2007) realizaram um estudo do “Custo-efetividade da produção de refeições coletivas sob o aspecto higiênico-sanitário em sistemas *cook chill* e tradicional” em duas Unidades de Alimentação e Nutrição (UANs) na cidade de São Paulo, sendo que uma delas adotava o sistema tradicional de

produção e a outra adotava o sistema *cook chill* com produção centralizada e distribuição para quatro cozinhas satélite.

Foram medidos tempo e temperaturas de exposição dos alimentos em cada fase do processamento: desde o cozimento até a distribuição. Foi atribuído a cada UAN um índice de segurança que indica o quanto as condições de tempo e temperatura avaliadas atendem aos critérios estabelecidos pela legislação (KAWASAKI et al., 2007).

Na UAN que adotava o sistema tradicional o índice de segurança geral do processamento foi de 27,9%, enquanto que na UAN que adotava o sistema *cook chill* esse índice foi de 68,2%. Na etapa de cozimento, a UAN de sistema tradicional obteve índice de 66,7%, enquanto que a UAN de sistema *cook chill* obteve 95,2%. Mais drástica ainda é a diferença no reaquecimento, em que a UAN de sistema tradicional obteve 25,0%, enquanto que a UAN de sistema *cook chill* obteve 97,6% (KAWASAKI et al., 2007).

O estudo conclui que a efetividade da UAN dotada de sistema *cook chill* é superior à que utiliza sistema tradicional e, portanto, produz refeições mais seguras (KAWASAKI et al., 2007).

O tempo de cozimento total no CC 1 e CC 2 é de aproximadamente 1,7 h, para as duas condições de processamento, enquanto que no SC é de 3 h. O tempo de cozimento no SC foi definido pelos parâmetros de processo rotineiros usados para esse processamento nos restaurantes coletivos da Unicamp.

Esse maior tempo de cozimento afeta o tempo de processamento total, o rendimento no cozimento e as características sensoriais do produto, especialmente na textura. A maior temperatura de cozimento e ventilação de ar forçado no forno combinado diminui o tempo para atingir 80 °C no centro das peças, em relação ao SC.

### **5.3.2 Análises físico químicas**

As análises estão agrupadas para os três processamentos (CC 1, CC 2 e SC) e serão apresentadas como: análises de rendimento do processo, que compreende o rendimento no cozimento, perda no resfriamento, rendimento global

e rendimento no fatiamento; análise de pH; análise de composição centesimal, que compreende determinação de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos e fibras; cor objetiva; força de cisalhamento e oxidação lipídica.

### 5.3.2.1 Análises de rendimento do processo

Na Tabela 24 estão apresentados os resultados de rendimento no cozimento, perda no resfriamento, rendimento global e rendimento no fatiamento, obtidos para os três processamentos.

Tabela 24 - Rendimentos de processo na Etapa 2 para *cook chill* e SC.

Parâmetro (%)	CC 1	CC 2	SC
Rendimento no cozimento	62,32 <sup>a</sup> ± 2,60	68,11 <sup>b</sup> ± 4,23	61,06 <sup>a</sup> ± 1,54
Perda no resfriamento	3,74 <sup>a</sup> ± 1,44	4,90 <sup>a</sup> ± 2,30	4,63 <sup>a</sup> ± 1,53
Rendimento global	59,34 <sup>a</sup> ± 2,24	64,22 <sup>b</sup> ± 2,87	58,16 <sup>a</sup> ± 1,49
Rendimento no fatiamento	95,29 <sup>a</sup> ± 3,40	95,03 <sup>a</sup> ± 2,95	97,66 <sup>a</sup> ± 2,70

Médias acompanhadas por letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

O rendimento no cozimento do lagarto bovino processado pelo CC 2 foi maior que os demais ( $p < 0,05$ ).

No SC (que atingiu o máximo de 95,0 °C) a temperatura de processo foi menor que as usadas nos processamentos pelos CC 1 e CC 2, 177,7 e 145,0 °C, respectivamente, não havendo então a formação da crosta externa que evita a perda de líquidos da carne, acarretando em menor rendimento nas peças processadas pelo SC.

No processamento pelo CC 1, a temperatura pode ter levado à formação demasiada dessa crosta, causando ressecamento da carne, além de ter ocorrido desnaturação proteica mais intensa, que diminui a capacidade de retenção de água, resultando em menor rendimento, (HULTIN, 1985).

Segundo Lawrie (2005) e Offer & Knight (1998), à medida que o processo de cocção evolui, ou seja, quanto maior a exposição ao cozimento, maior a perda de peso, inicialmente por evaporação da umidade superficial da carne e, depois, pela desnaturação das proteínas, diminuindo da capacidade de retenção de água.

O uso da injeção de vapor em valores elevados favorece o maior rendimento porque a presença de vapor no meio evita a migração da água do alimento para o ambiente. Essa constatação está de acordo com os resultados obtidos na Etapa 2, pois o rendimento no cozimento da carne processada pelo CC 2, em que foi usada injeção de vapor de 75% foi maior que o obtido para o CC 1, em que foi usada injeção de vapor de 60%. Os rendimentos no cozimento na etapa 2 para CC 1 e CC 2 foram cerca de 10% menores quando comparados aos obtidos na Etapa 1.

O peso líquido das peças de carne na etapa 2 era de 10 a 15% menor que o das peças usadas na etapa 1, o que pode ter afetado o rendimento na cocção. Quanto maior peso líquido menor a relação entre área superficial e volume. Menor área superficial reduz a exposição da peça de carne ao ambiente de cocção, levando a menor perda de peso, que pode ser observada na Figura 28 que relaciona o rendimento no cozimento pelo CC 2 com os pesos líquidos das peças de carne.

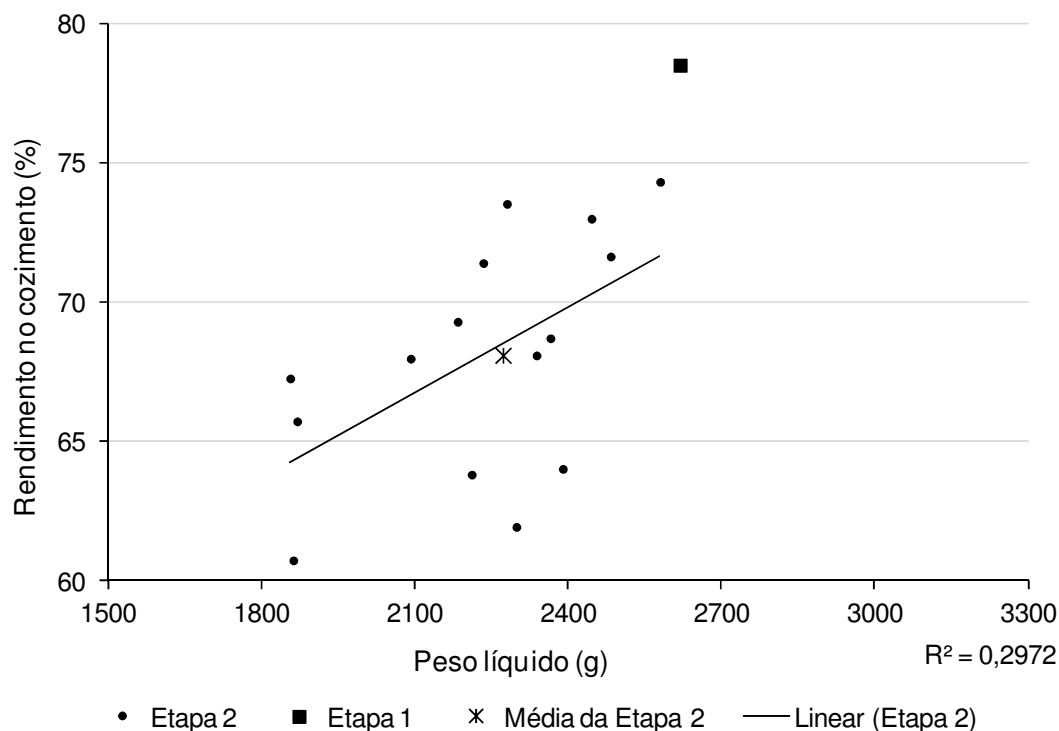


Figura 28 - Relação entre o peso líquido da peça e o rendimento no cozimento pelo CC 2.

Na linha de tendência gerada há correlação positiva entre rendimento no cozimento e peso líquido, isto é, há aumento do rendimento no cozimento pelo CC 2 quando são usadas peças com peso maior. No CC 1 não se estabeleceu essa relação. Acredita-se que, nesse caso, a maior temperatura de cocção provocou a formação de crosta maior, reduzindo a influência do peso no rendimento.

Apesar de o peso líquido ter sido considerado para a seleção das peças, a variação aceita pode não ter sido suficiente para minimizar esse efeito. Considerar o peso líquido das peças uma variável independente, integrando-a ao planejamento experimental não é conveniente, visto que a seleção de peças por peso não é viável na produção de restaurantes de coletividade.

Nos processamentos pelo SC, não foi observada diferença entre os rendimentos de cozimentos das etapas 1 e 2. Nesse caso, também existe a variação de peso líquido entre as peças, porém o maior tempo de cozimento pode levar à uniformização do rendimento no cozimento, minimizando o efeito que a variação do peso líquido pode causar.

Para perda no resfriamento, não há diferença significativa entre os processamentos.

O rendimento global médio do lagarto processado pelo CC 2 foi maior que o obtido para o lagarto processado pelo CC 1 e pelo SC. Como não há diferença significativa entre os resultados de perda no resfriamento para os três processamentos, pode-se afirmar que o rendimento global é principalmente afetado pelo rendimento no cozimento.

No fatiamento, não foi encontrada diferença significativa entre os três processamentos, sugerindo que as condições diferentes nos três processamentos não influenciam sobre o rendimento no fatiamento.



### 5.3.2.2 pH

O pH do lagarto bovino cru foi de 5,31 e do lagarto marinado por 24 horas foi de 5,26. O pH da marinada utilizada para o sistema *cook chill* foi de 4,33.

O pH da carne crua e da carne marinada estão próximos ao ponto isoelétrico, o que pode ter resultado em menor rendimento na cocção. Como a matéria prima usada nos três processamentos foi a mesma, apesar da possível influência do pH sobre o rendimento dos processamentos, é possível comparar os resultados obtidos entre eles.

Foram realizadas medidas de pH no tempo zero, cinco e dez dias de processamento. Os resultados estão na Tabela 25.

Tabela 25 - Medidas de pH na carne processada.

Processamento	Tempo de estocagem (dias)		
	0	5	10
CC 1	5,62	5,62	5,43
CC 2	5,71	5,73	5,56
SC	5,76	5,70	5,52

Segundo Roça (2000), o cloreto de sódio aumenta o pH da carne, aumentando sua capacidade de retenção de água. Assim, o cloreto de sódio presente na marinada do processamento *cook chill* podem ter auxiliado na elevação do pH e contribuído para o melhor rendimento do processo.

O pH das amostras não variou entre zero e cinco dias de estocagem. No décimo dia, observou-se queda aproximada de 0,2 nas medições em relação ao pH medido no tempo de estocagem de cinco dias. Embora essa redução seja pequena, ela pode estar relacionada ao crescimento de bactérias lácticas.

Gonçalves (2009) observou queda de pH em lagarto bovino cozido em partir do nono dia de estocagem e também a relacionou à provável atividade de bactérias lácticas.

### 5.3.2.3 Composição centesimal

Foram determinadas as composições centesimais do lagarto bovino cru e processado. Na amostragem das peças de lagarto foram descartadas as bordas das fatias, para que os tecidos adiposo e conjuntivo não afetassem os resultados.

Os resultados experimentais obtidos para umidade, proteína e cinzas do lagarto cru estão bastante próximos aos da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2011), diferindo apenas o resultado de gordura, provavelmente devido às bordas das fatias terem sido desprezadas (Tabela 26).

Tabela 26 - Composição centesimal lagarto cru.

Composição centesimal (%)	carne crua	
	valores experimentais	TACO
Umidade	73,56 ± 0,71	71
Proteína	18,68 ± 0,60	20,5
Gordura	1,30 ± 0,20	5,2
Cinzas	1,07 ± 0,01	1,1
Carboidrato / fibra	5,39	0

Fonte: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, 2011 (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2011)

Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre a umidade e o teor de proteína do lagarto processado pelo CC 2 e o processado pelo SC (Tabela 27), o que era esperado pois trata-se do máximo e mínimo de rendimento no cozimento obtidos, respectivamente.

Tabela 27 - Composição centesimal do lagarto cozido.

Composição centesimal (%)	carne processada			
	CC 1	CC 2	SC	TACO
Umidade	63,90 ± 1,04 <sup>ab</sup>	65,18 ± 0,15 <sup>a</sup>	62,98 ± 0,21 <sup>b</sup>	57,6
Proteína	27,10 ± 1,10 <sup>a</sup>	24,85 ± 0,26 <sup>b</sup>	28,51 ± 2,00 <sup>a</sup>	32,9
Gordura	2,47 ± 0,46 <sup>a</sup>	2,07 ± 0,12 <sup>a</sup>	2,43 ± 0,10 <sup>a</sup>	9,1
Cinzas	1,09 ± 0,02 <sup>a</sup>	1,08 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,99 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,9
Carboidrato / Fibra	3,24	6,82	5,09	0

Médias acompanhadas por letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.  
Fonte: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, 2011. (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2011)

Os resultados obtidos para umidade da carne processada estão acima do registrado pela TACO. Para cinzas, há diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre o teor de cinzas da carne processada pelo CC 1 e o SC. Segundo Cassens (1994), durante o cozimento, se os componentes forem solúveis no meio, podem ser arrastados para a superfície e podem ser perdidos. Assim o menor teor de cinzas na carne processada pelo SC pode se dever ao fato de que, nesse caso, o meio líquido de cozimento arrasta os minerais.

A umidade da carne cozida depende das condições de cocção e se essas foram mais drásticas, provocarão maior perda de água por evaporação e desnaturação proteica e a umidade da carne cozida será menor. Com os valores experimentais de umidade maiores, o teor de proteínas e gordura das carnes processadas é menor que o indicado pela TACO, já que os cálculos foram expressados em base úmida.

#### **5.3.2.4 Cor objetiva**

Os parâmetros ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) da escala CIE  $L^*a^*b^*$ , medidos nos três processamentos nos tempos de estocagem: zero, cinco e dez dias, podem ser avaliados em função do tempo de estocagem ou do processamento e estão apresentados na Tabela 28.

De um modo geral, o parâmetro  $L^*$  indica que em todos os processamentos o lagarto bovino apresentou cor cinza, sendo esta levemente vermelha (parâmetro  $a^*$ ) e amarela (parâmetro  $b^*$ ). Segundo Roça (2000), na carne cozida, o principal pigmento é o marrom, sendo essa uma mescla entre vermelho e preto, apresentando a parte proteica (globina) desnaturada e o ferro na forma  $Fe^{3+}$ . A cor da carne cozida é determinada também por outros fatores, especialmente reação de Maillard no cozimento.

Tabela 28 - Medidas dos parâmetros de cor L\*, a\* e b\* nos três processamentos ao longo tempo de estocagem (médias seguidas do desvio padrão).

Processamento	Zero dias		
	L*	a*	b*
CC 1	54,45 ± 5,21 <sup>a; A</sup>	6,15 ± 1,01 <sup>a; A</sup>	16,43 ± 1,65 <sup>a; A</sup>
CC 2	56,26 ± 6,06 <sup>ab; AB</sup>	6,37 ± 1,26 <sup>a; A</sup>	16,35 ± 1,07 <sup>a; A</sup>
SC	58,20 ± 5,04 <sup>b; A</sup>	5,57 ± 1,55 <sup>a; A</sup>	17,38 ± 1,83 <sup>a; A</sup>
Processamento	Cinco dias		
	L*	a*	b*
CC 1	55,39 ± 4,96 <sup>a; A</sup>	6,68 ± 1,29 <sup>a; B</sup>	17,63 ± 1,05 <sup>a; B</sup>
CC 2	56,06 ± 8,84 <sup>a; A</sup>	5,74 ± 1,70 <sup>a; A</sup>	17,65 ± 0,79 <sup>a; B</sup>
SC	59,51 ± 5,09 <sup>a; AB</sup>	6,00 ± 1,09 <sup>a; A</sup>	17,01 ± 1,18 <sup>a; A</sup>
Processamento	Dez dias		
	L*	a*	b*
CC 1	59,58 ± 2,74 <sup>a; B</sup>	4,08 ± 1,51 <sup>a; C</sup>	11,88 ± 0,42 <sup>a; C</sup>
CC 2	60,31 ± 6,42 <sup>a; B</sup>	4,90 ± 1,11 <sup>ab; B</sup>	12,23 ± 1,06 <sup>ab; C</sup>
SC	60,85 ± 3,69 <sup>a; B</sup>	5,42 ± 1,00 <sup>b; A</sup>	12,61 ± 1,12 <sup>b; B</sup>

Médias acompanhadas por letras minúsculas diferentes no mesmo parâmetro (L\*, a\* ou b\*), na mesma coluna (<sup>a, b</sup>.coluna = tratamento) ou letras maiúsculas diferentes na mesma linha (<sup>A, B</sup>. linha = tempo) diferem entre si (p<0,05) pelo teste de Tukey.

Os desvios padrão encontrados são explicados devido à variabilidade da matéria prima. Além disso, em uma mesma fatia, pontos mais externos em relação ao diâmetro e peças menores tendem a estarem mais cozidos, sofrendo maior escurecimento.

No tempo zero, obteve-se que a carne processada pelo SC é mais clara que a processada pelo CC 1 (p < 0,05).

No tempo dez dias de estocagem, há diferença significativa somente entre os processamentos CC 1 e SC nos parâmetros a\* e b\*, sendo a carne processada pelo SC mais vermelha e mais amarela que a carne processada pelo CC 1. Apesar dessa diferença a distinção visual da cor vermelha e amarela das amostras era sutil.

Na Tabela 28 também se pode avaliar a variação ao longo do tempo para cada parâmetro de cada processamento.

O parâmetro  $L^*$  aumentou significativamente ( $p < 0,05$ ) somente no caso da carne processada pelo CC 1, indicando que a carne ficou mais clara ao longo da estocagem.

O parâmetro  $a^*$  diminuiu significativamente ( $p < 0,05$ ) no caso da carne processada pelo CC 1 e CC 2, indicando que a carne ficou menos vermelha ao longo da estocagem.

O parâmetro  $b^*$  variou para os três processamentos, sendo que, para as carnes processadas pelo CC 1 e CC 2, houve aumento e depois diminuição da cor amarela e, para a carne processada pelo SC, houve diminuição da cor amarela entre os tempos cinco e dez dias de estocagem.

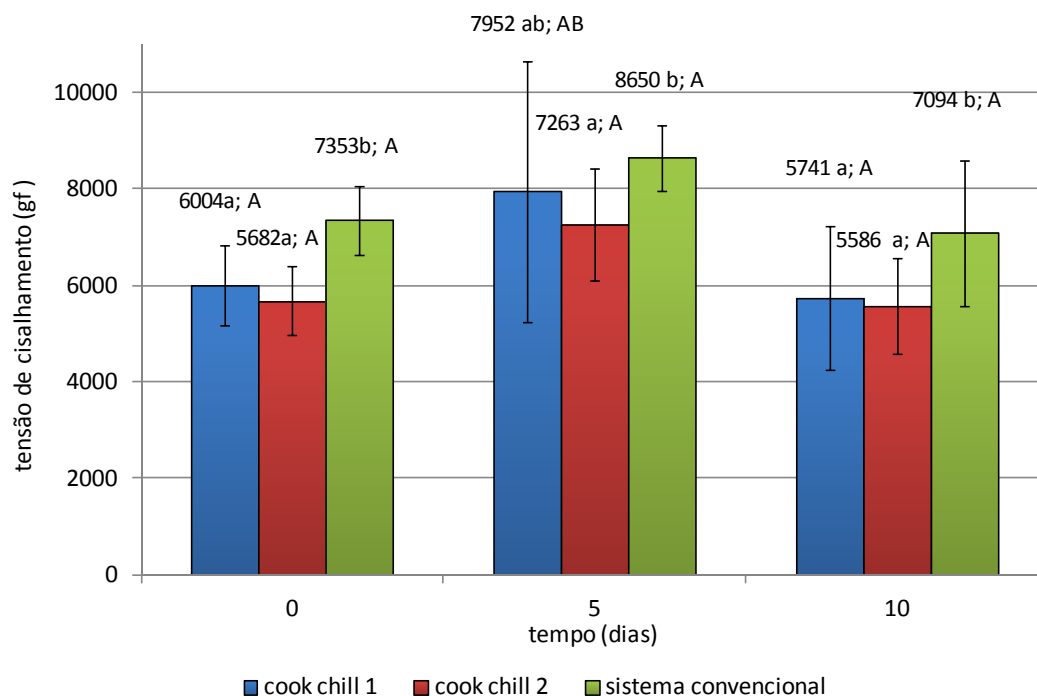
De maneira geral, não houve grandes alterações de cor objetiva nas amostras, sendo estas mais expressivas para um mesmo processamento ao longo do tempo do que ao comparar os diferentes processamentos em um mesmo tempo de estocagem.

A cor interna da carne cozida é um importante parâmetro da aceitação do produto pelo consumidor e esses resultados podem ser associados a resultados de testes sensoriais para caracterização das amostras.

#### **5.3.2.5 Força de cisalhamento**

Foram analisadas três peças (denominadas A, B e C) de cada processamento ao longo da estocagem (zero, cinco e dez dias) (Figura 29).

Os resultados de força de cisalhamento muito diferentes da média foram desconsiderados. Eles são resultantes principalmente de amostragem realizada em pontos da alta concentração de tecido conjuntivo, com pedaços de colágeno que elevam a força de cisalhamento e descaracterizam o resultado.



Médias acompanhadas por letras minúsculas diferem no mesmo tratamento ao longo do tempo e médias acompanhadas por letras maiúsculas diferem entre tratamentos no mesmo tempo ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Figura 29 - Médias e desvios padrão da força de cisalhamento dos três processamentos ao longo do tempo de estocagem.

A amplitude de médias de força de cisalhamento foi de 5586 a 8650 gf.

Silva, M. L. et al. (2007) encontraram resultados similares: 5800 gf para lagarto cozido em água até 80 °C e 6500 gf para lagarto cozido a vapor até 80 °C.

Segundo Silva, M. L. (2004), o valor máximo aceitável de força de cisalhamento para lagarto bovino é de 6000 gf, por ser considerado um músculo de maciez intermediária. Mas a comparação de valores de força de cisalhamento de diferentes trabalhos deve ser feita com cautela, pois, além de os resultados terem sido obtidos em laboratórios diferentes, os métodos de padronização podem variar consideravelmente para essa análise.

Além disso, conforme Gonçalves (2009), a magnitude da força de cisalhamento depende dos tratamentos ante e *post mortem*, da temperatura final de cozimento e da composição, concentração e nível de injeção ou marinação em salmoura.

O desvio padrão alto é característico dessa análise, principalmente para a matéria prima em questão, que não passa por homogeneização. A força de cisalhamento pode variar ao longo da peça e até mesmo nos diferentes pontos da fatia, devido à presença de mais ou menos tecido conjuntivo. Autores como Silva, M. L., et al. (2007) e Gonçalves (2009) encontraram desvios padrão de até 2500 gf e 1010 gf, respectivamente, sendo que Silva, M. L., et al. (2007) afirmaram que a maciez varia de uma carcaça para outra e também entre os músculos de uma mesma carcaça. Por isso, existe muita dificuldade na caracterização da textura de amostras de carne.

No tempo zero e dez dias de estocagem, as carnes processadas pelos CC 1 e pelo CC 2 são mais macias que a processada pelo SC ( $p < 0,05$ ).

No tempo de estocagem de cinco dias, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre a carne processada pelo CC 2 e pelo SC, sendo maior o valor da última.

Em relação ao tempo de estocagem, a carne tende a ter força de cisalhamento aumentada no tempo de cinco dias quando comparada ao tempo zero dias. No tempo dez dias, a força de cisalhamento diminui a valores semelhantes aos encontrados no tempo zero de estocagem. Outros autores encontraram resultados semelhantes, sem apresentar justificativas para a variação da força de cisalhamento.

Gonçalves (2009) em pesquisa com lagarto bovino cozido com e sem a injeção de tripolifosfato de sódio, sais de ácidos orgânicos e extrato de alecrim também encontrou tendência de aumento e depois de queda na força de cisalhamento após nove dias de estocagem da carne a 4 °C.

Cardoso (2005) ao estudar o efeito da estimulação elétrica, do tipo de desossa e das taxas de resfriamento em lagarto bovino cozido em banho maria a 80 °C por 60 min obteve tensão de cisalhamento de 8450 a 11820 gf, com medições dos tempos 2, 7 e 14 dias de estocagem, encontrando tendência de queda ao longo do tempo.

### 5.3.2.6 Oxidação lipídica

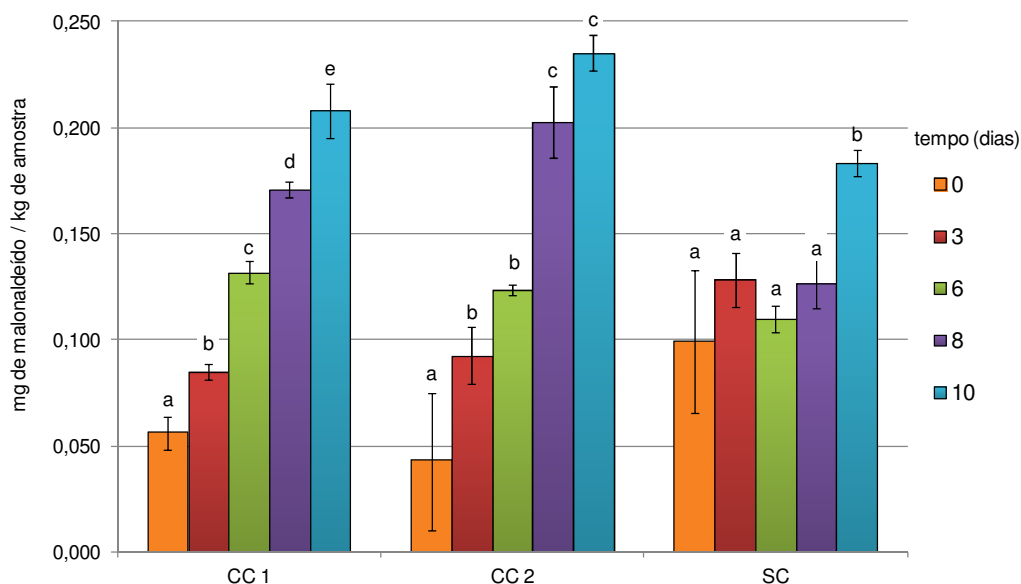
A concentração de malonaldeído variou entre 0,043 e 0,235 mg/kg amostra, conforme Tabela 29 e Figura 30.

Não houve diferença significativa entre os resultados obtidos para carne crua ( $0,034 \pm 0,003$ ) e marinada ( $0,027 \pm 0,002$ ). Miller (2001) e Rhee & Ziprin (2001) afirmam que baixos teores de sal são suficientes para acelerar a oxidação lipídica, porém, no caso deste trabalho, como a marinada foi realizada por imersão, pode não ter havido contato suficiente do sal com a carne.

Tabela 29 - Concentração de malonaldeído (mg/kg de amostra) nos processamentos.

Amostra / tratamento	Tempo de estocagem (dias)				
	Zero	Três	Seis	Oito	Dez
CC 1	$0,056 \pm 0,008^a$	$0,085 \pm 0,004^a$	$0,132 \pm 0,005^a$	$0,171 \pm 0,004^a$	$0,208 \pm 0,013^a$
CC 2	$0,043 \pm 0,032^a$	$0,093 \pm 0,013^{ab}$	$0,124 \pm 0,002^a$	$0,203 \pm 0,017^b$	$0,235 \pm 0,008^b$
SC	$0,099 \pm 0,034^a$	$0,128 \pm 0,013^b$	$0,110 \pm 0,006^b$	$0,126 \pm 0,012^c$	$0,183 \pm 0,006^c$

Médias acompanhadas por letras diferentes na mesma coluna diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.



Médias acompanhadas por letras diferentes no mesmo processamento diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Figura 30 - Concentração de malonaldeído (mg/kg de amostra) nos três processamentos ao longo do tempo de estocagem.



Houve tendência de aumento da concentração de malonaldeído ao longo do tempo nos 3 processamentos, apesar de no processamento pelo SC os valores oscilarem durante a estocagem (sem diferença significativa) o que, segundo Raharjo & Sofos (1993) é um comportamento normal e ocorre devido à oxidação do malonaldeído em compostos que não reagem com o ácido tiobarbitúrico.

No tempo zero não houve diferença significativa de concentração de malonaldeído nas carnes dos diferentes processamentos.

A partir de 3 dias, a carne processada pelo SC teve resultados maiores que a carne processada pelo CC 1 ( $p < 0,05$ ).

Já no tempo de 6 dias de estocagem, houve maior concentração de malonaldeído ( $p < 0,05$ ) nas carnes processadas pelos CC 1 e CC 2.

Nos tempos de 8 e 10 dias de estocagem, a carne com maior concentração de malonaldeído ( $p < 0,05$ ) foi a processada pelo CC 2 e a com menor concentração de malonaldeído é a processada pelo SC.

A maior oxidação lipídica das carnes processadas pelos CC 1 e CC 2 em comparação à carne processada pelo SC pode ter ocorrido devido ao fato de que quanto maior a temperatura de cozimento, maior a desnaturação proteica e maior a desintegração de membranas celulares, inclusive de heme proteína. Com isso, há aumento na liberação do ferro heme e maior exposição dos ácidos graxos poliinsaturados na membrana fosfolipídica, acarretando em maior oxidação lipídica (ARAÚJO, 2004; FERRARI, 2000; GRAY & PEARSON, 1994; SHAHIDI, 2002; VARNAM & SUTHERLAND, 1995).

De acordo com essa hipótese, a carne processada pelo CC 2 deveria ter menor oxidação em relação à processada pelo CC 1. Durante todo o período de estocagem, a concentração de malonaldeído foi muito próxima para os lagartos processados pelos CC 1 e CC 2, embora para o tempo de 8 e 10 dias tenha havido mais oxidação ( $p < 0,05$ ) para CC 2.

Segundo Torres et al. (1989), a presença de malonaldeídos em alimentos está provavelmente relacionada à evolução de processos cancerígenos, porém não há conhecimento sobre uma legislação específica que determine concentração máxima segura de em alimentos. O autor indica concentrações

acima de 1,59 mg/kg amostra como arriscadas. Nesse trabalho, a maior concentração encontrada foi de  $0,235 \pm 0,008$  mg/kg amostra após 10 dias de processamento.

Segundo Bailey & Light (1989), tem-se tentado estabelecer uma relação confiável da determinação por TBARS com a detecção de sabor indesejável da carne, porém com dificuldades. Alguns termos descritores já foram apontados por equipes de análise sensorial para *warmed over flavor*, são “super aquecido” (requeentado), “rançoso”, “oxidado”, “papelão”, “tinta”, “peixe” e “metálico”.

Na aplicação de testes sensoriais com provadores treinados, Tarladgis et al. (1960), obtiveram boa correlação entre a concentração de malonaldeído e o odor de ranço detectado pelos provadores em amostras de carne suína moída. O *threshold* para essa correlação foi de 0,5 a 1,0 mg malonaldeído/kg amostra, valores superiores aos encontrados nesse trabalho, e que têm sido usados como referência para a correlação dos resultados de TBARs com a percepção sensorial.

### 5.3.3 Análise sensorial dos lagartos processados pelos CC 1, CC 2 e SC

#### 5.3.3.1 Perfil dos provadores

A faixa etária dos provadores variou dos 16 aos 60 anos de idade, sendo que 72% dos provadores tinham até 30 anos. Quanto ao vínculo com a Unicamp, a maioria eram estudantes, sendo 47% alunos de pós-graduação (Figura 31).

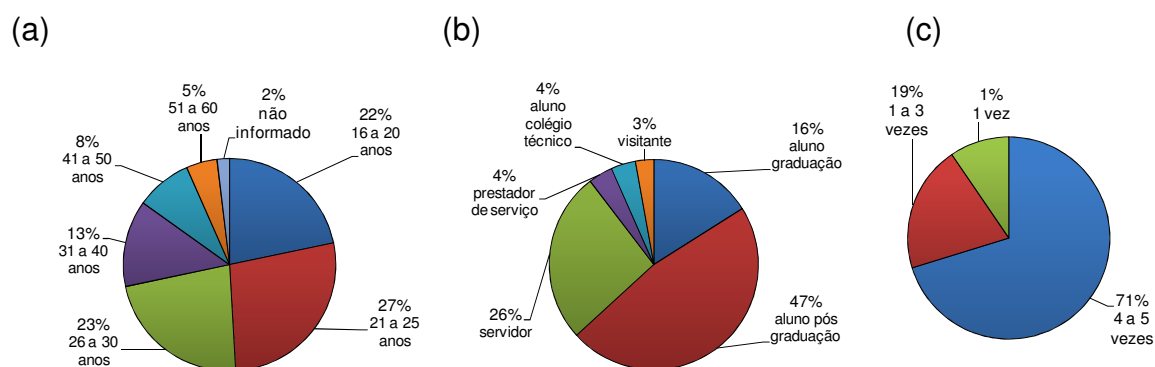


Figura 31 - Provadores: perfil de idade (a), vínculo com a Unicamp (b) e frequência semanal do almoço nos RUs.

Para melhores resultados, os provadores deveriam ser consumidores ou potenciais consumidores de carne assada. Dos provadores, 80% declararam fazer suas refeições nos RUs, sendo que desses a maioria almoça frequentemente. Dentre os frequentadores dos RUs, 91% declararam conhecer e desses, 88% gostar da carne assada lá servida, conforme Figura 32.

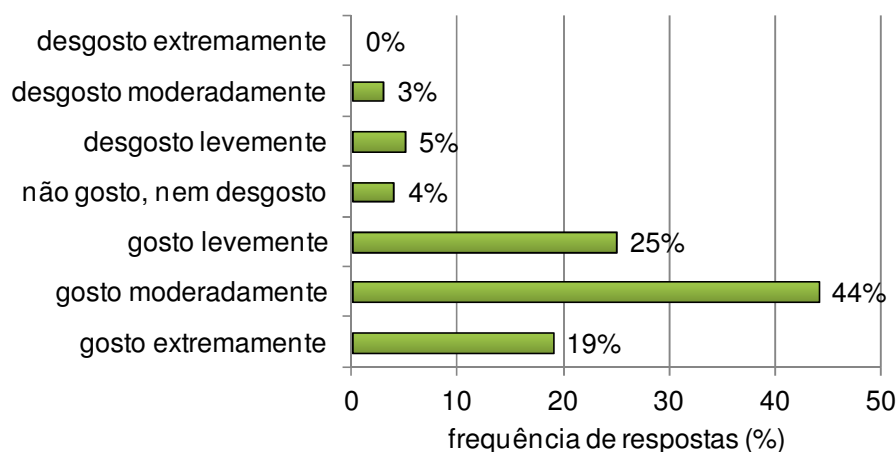


Figura 32 - Opinião dos provadores sobre a carne assada servida nos RUs.

### 5.3.3.2 Teste de aceitação

Foi realizado teste de aceitação, avaliando-se os atributos apresentados na Tabela 30 e na Figura 33 (histogramas).

Tabela 30 - Médias e desvios padrão por atributo no teste de aceitação.

Atributo	Média e desvio padrão para cada processamento		
	CC 1	CC 2	SC
Aparência	6,40 ± 1,83 <sup>a</sup>	6,16 ± 1,67 <sup>a</sup>	5,47 ± 1,74 <sup>b</sup>
Impressão global	6,39 ± 1,70 <sup>a</sup>	6,51 ± 1,74 <sup>a</sup>	6,20 ± 1,66 <sup>a</sup>
Textura no corte	6,20 ± 1,87 <sup>a</sup>	5,91 ± 2,01 <sup>a</sup>	6,80 ± 1,79 <sup>b</sup>
Textura na mastigação	6,40 ± 1,89 <sup>a</sup>	6,07 ± 1,91 <sup>a</sup>	6,39 ± 1,75 <sup>a</sup>
Sabor	6,14 ± 1,78 <sup>a</sup>	6,30 ± 1,89 <sup>a</sup>	5,75 ± 1,93 <sup>a</sup>
Gosto salgado	4,17 ± 1,24 <sup>*</sup>	4,20 ± 1,16 <sup>*</sup>	3,78 ± 1,43 <sup>*</sup>
Intenção de consumo	3,76 ± 1,17 <sup>*</sup>	3,77 ± 1,14 <sup>*</sup>	3,58 ± 1,19 <sup>*</sup>

Médias seguidas de letras distintas diferem significativamente pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

<sup>\*</sup> Respostas avaliadas por médias, desvios padrão e histogramas de frequência.

Aparência, impressão global, textura no corte, textura na mastigação e sabor foram avaliados com escala estruturada hedônica de 9 pontos, ancorada nos extremos desgostei extremamente (1) e gostei extremamente (9).

Gosto salgado foi avaliado com escala do ideal de 9 pontos, ancorada nos extremos extremamente menos salgado que o ideal (1) e extremamente mais salgado que o ideal (9).

Intenção de consumo foi avaliada com escala de atitude de 5 pontos, ancorada nos extremos com certeza não almoçaria / jantaria (1) e com certeza almoçaria / jantaria (5).

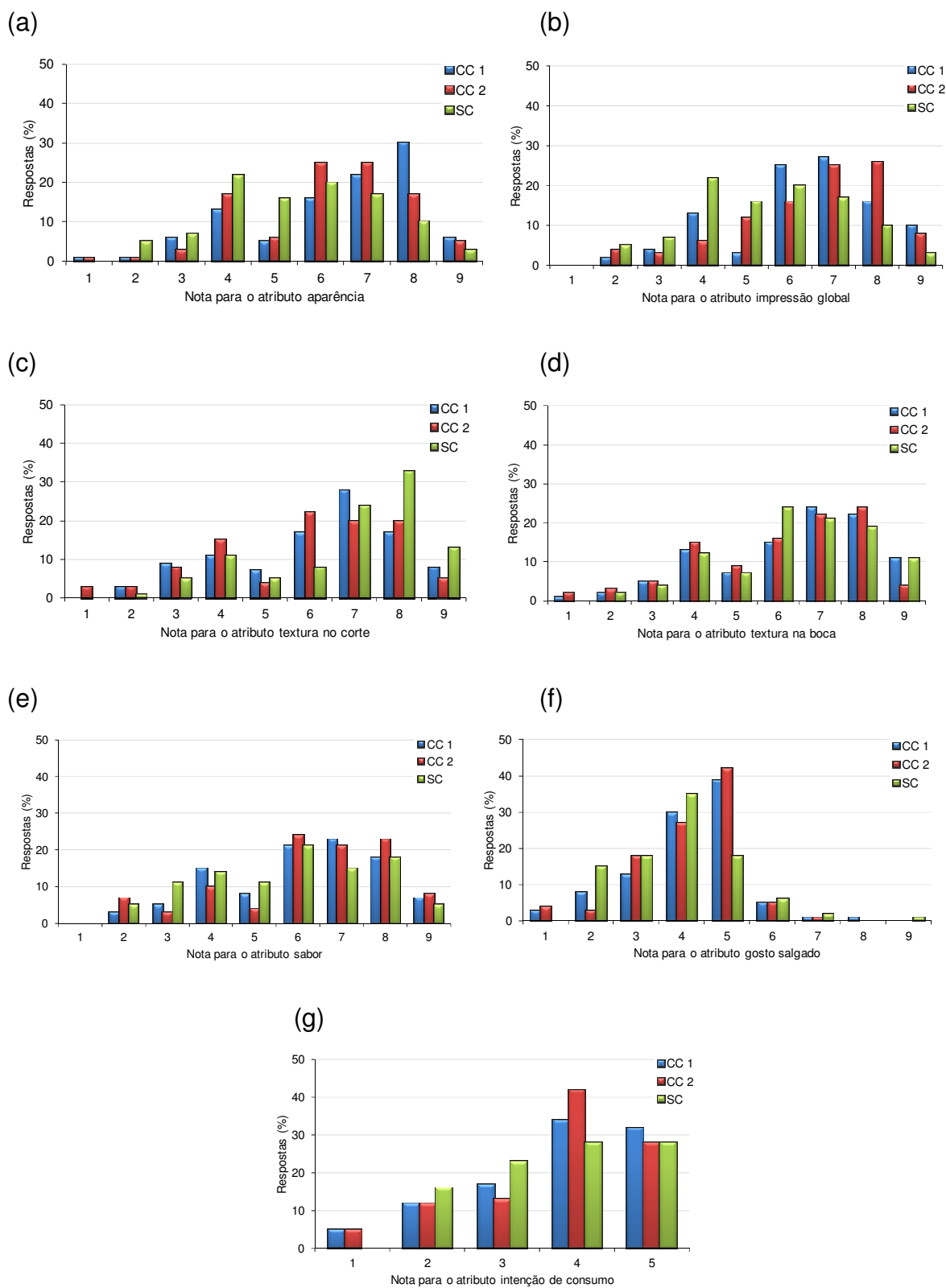


Figura 33 - Histogramas para: aparência (a), impressão global (b), textura no corte (c), textura na mastigação (d), sabor (e), gosto salgado (f) e intenção de consumo (g).

As médias atribuídas para as amostras indicam boa aceitação pelos provadores, sendo a maioria superior a 6,0 nos atributos avaliados com escalas de 9 pontos, superior a 3,5 na intenção de consumo, cuja escala é de 5 pontos e, no caso do atributo gosto salgado, as notas estão próximas ao ideal.

Para o atributo aparência, os lagartos processados pelo CC 1 e CC 2 obtiveram melhores médias ( $p < 0,05$ ); cerca de 70% dos provadores gostaram da aparência dessas amostras, contra 50% para o lagarto processado pelo SC (Figura 33a).

Destacam-se os comentários referentes às condições de processo e a fatores intrínsecos da carne: no lagarto processado pelo CC 1, o que mais gostaram foi do aspecto de “bem assado, tostado e presença de crosta” e no processado pelo SC o que menos gostaram foi da aparência de “carne mal assada, pálida, sem crosta” (Figura 34).

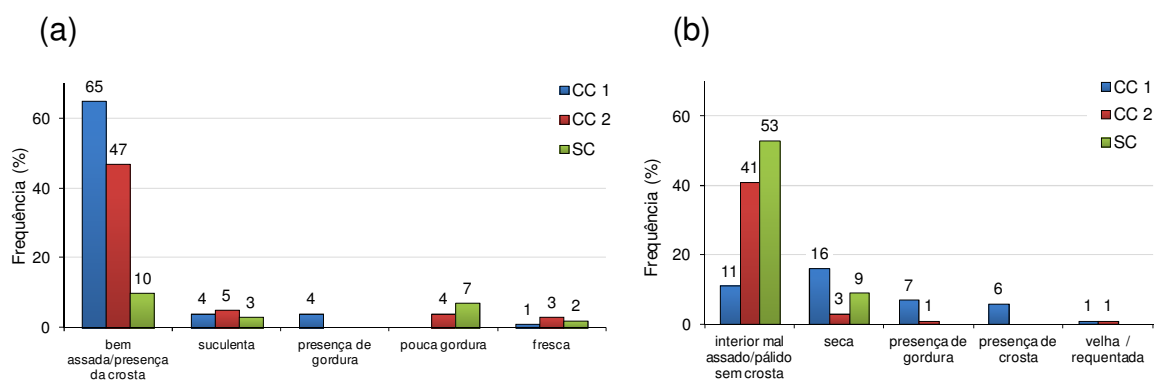


Figura 34 - Comentários dos provadores do que mais gostaram (a) e do que menos gostaram (b) quanto ao atributo aparência das amostras.

Quanto ao atributo à impressão global, não houve diferença significativa entre as amostras. O histograma desse atributo (Figura 33b) apresenta notas distribuídas ao longo da escala. Os comentários dos provadores estão apresentados na Figura 35, destacando-se a “cor característica de carne assada” do lagarto processado pelo CC 1, e a “cor pálida” para as outras duas amostras. Também foram comentadas características positivas de textura, para a amostra processada pelo SC como “macia” e para as processadas pelos CC 1 e CC 2

como “duras”, apesar de não ter havido diferença significativa entre as amostras para o atributo textura na mastigação. Pode ter ocorrido variação entre os pedaços servidos aos provadores, acarretando em comentários antagônicos.

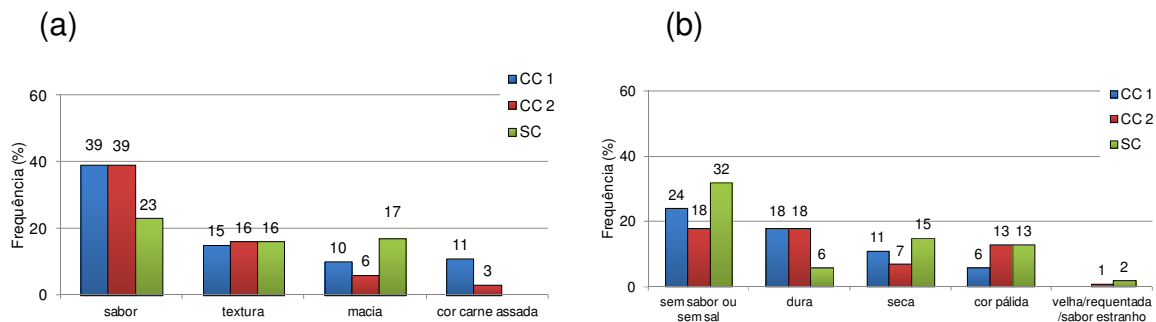


Figura 35 - Comentários dos provadores do que mais gostaram (a) e do que menos gostaram (b) quanto ao atributo impressão global das amostras.

Para o atributo textura no corte, o lagarto processado pelo SC recebeu melhor média ( $p < 0,05$ ) em relação aos processados pelos CC 1 e CC 2, sendo que 57% das respostas para o lagarto processado pelo SC estão entre “gostei moderadamente” e “gostei muito” (Figura 33c), o que foi confirmado pelos comentários “corte fácil” e “corte difícil” dos provadores (Figura 36).

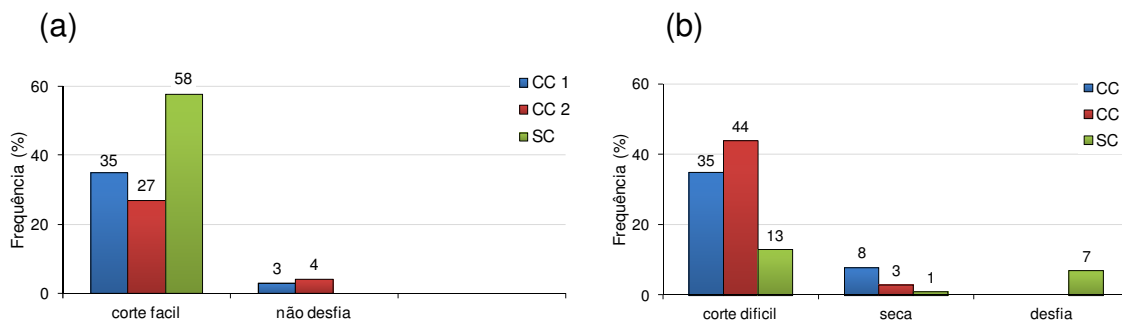


Figura 36 - Comentários dos provadores do que mais gostaram (a) e do que menos gostaram (b) quanto ao atributo textura no corte das amostras.

Quanto ao atributo textura na mastigação, não houve diferença significativa, sendo que as três amostras foram avaliadas com cerca de 60% de notas entre “gostei levemente” e “gostei muito” (Figura 33d). Nos comentários dos provadores, apresentados na Figura 37, destaca-se “maciez” e “suculência”

citados para as amostras dos três processamentos, apesar de 27 citações “dura” para a amostra processada pelo CC 2.

A decisão se a carne está macia depende de fatores como mastigação, processo de ingestão, fatores fisiológicos e preferências do indivíduo (HARRIS & SHORTOSE, 1988). Nesse mesmo sentido, para Delgado (2006) o que importa é a percepção que o consumidor tem a respeito da maciez da carne, que pode variar devido a diferenças culturais e regionais para a percepção e definição dos limites de uma carne macia.

Houve comentários antagônicos dos provadores como: “gostei extremamente da textura da amostra devido à dureza”, “desgostei extremamente da textura da amostra devido à dureza”.

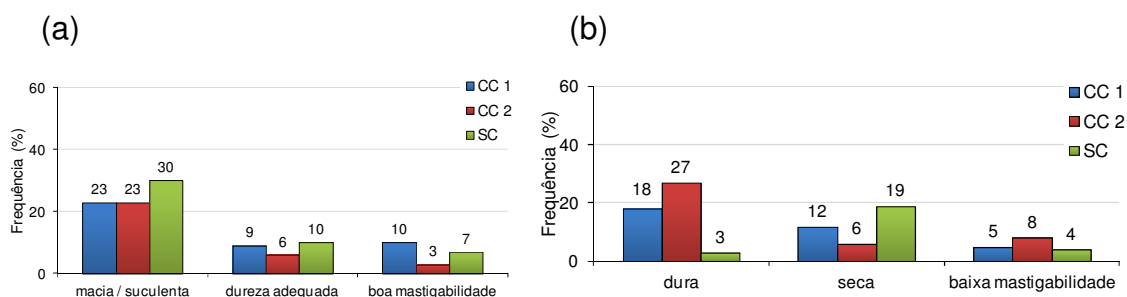


Figura 37 - Comentários dos provadores do que mais gostaram (a) e do que menos gostaram (b) quanto ao atributo textura na mastigação.

Não houve diferença significativa quanto ao atributo sabor das amostras, Figura 33e, destacando-se os comentários “sabor ideal” para os lagartos processados pelos CC 1 e CC 2 e “sabor fraco / sem sabor” para o lagarto processado pelo SC, conforme Figura 38.

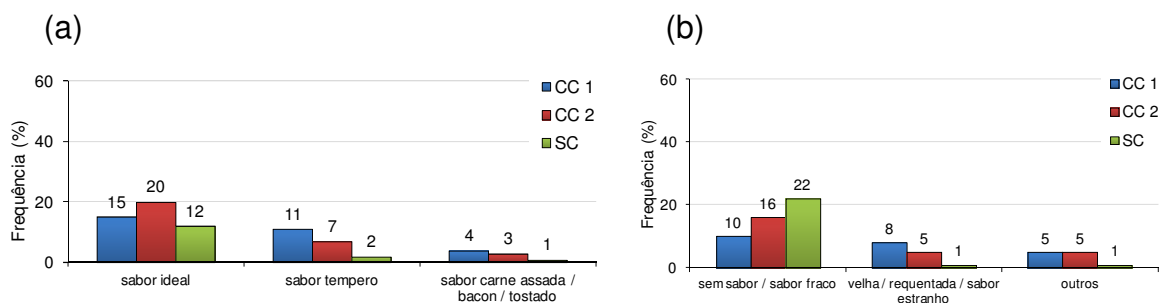


Figura 38 - Comentários dos provadores do que mais gostaram (a) e do que menos gostaram (b) quanto ao atributo sabor das amostras.

As amostras receberam poucos comentários sobre “carne velha, sabor estranho ou de requentado”, sendo que a amostra CC 1 teve 8% desse comentário.

Quanto ao gosto salgado, os lagartos processados pelos CC 1 e CC 2 receberam ambos 69% de notas “levemente menos salgada que o ideal” ou “gosto salgado ideal” (Figura 33 f).

Em restaurantes de coletividade, o teor de sal abaixo do ideal na carne assada pode ser corrigido pela presença de molho e outros ingredientes condimentados servidos junto com a carne.

Quanto à intenção de consumo, os lagartos processados pelos CC 1 e CC 2 receberam, respectivamente, 66% e 70% de notas “com certeza almoçaria/jantaria” e “provavelmente almoçaria/jantaria” enquanto que para o lagarto processado pelo SC esse percentual foi de 56% (Figura 33 g).

### **5.3.4 Análise microbiológica**

#### **5.3.4.1 Análises microbiológicas da carne crua e marinada**

Os resultados das análises microbiológicas na carne crua e marinada estão apresentados na Tabela 31, sendo que contagem de coliformes totais e termotolerantes, pesquisa de Salmonella e contagem de *Staphylococcus aureus* (somente para carne crua) são exigidas pela RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).



Tabela 31 - Resultados das análises microbiológicas para carne crua e marinada.

Análise microbiológica	Legislação **	Carne crua	Carne marinada
Contagem total de bolores e leveduras (UFC/g)		4,0 x 10 <sup>2*</sup>	2,0 x 10 <sup>2*</sup>
Contagem de mesófilos aeróbios estritos e facultativos viáveis (UFC/g)		2,1 x 10 <sup>4</sup>	1,5 x 10 <sup>3</sup>
Contagem total de psicrotróficos (UFC/g)		< 1,0 x 10 <sup>1*</sup>	3,5 x 10 <sup>2</sup>
Contagem de coliformes totais (UFC/g)		5,6 x 10 <sup>2</sup>	8,0 x 10 <sup>1*</sup>
Contagem de coliformes termotolerantes (UFC/g)	1,0 x 10 <sup>4</sup>	3,7 x 10 <sup>2</sup>	5,3 x 10 <sup>1*</sup>
Pesquisa de <i>Salmonella</i>	ausência 25g	ausência 25g	ausência 25g
Contagem de <i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	3 x 10 <sup>3</sup> ***	<1,0 x 10 <sup>2*</sup>	

\*valor estimado devido ao limite de detecção do método utilizado.

\*\*limites máximos estabelecidos pela RDC nº 12 (BRASIL, 2001).

\*\*\*parâmetro estabelecido pela legislação somente para carne crua.

Os resultados das análises exigidas pela RDC nº 12 encontram-se abaixo dos limites estabelecidos por esta legislação. Da mesma forma, os resultados das demais análises são satisfatórios quando comparados aos resultados da literatura, indicando que a carne crua e marinada estavam em boas condições para processamento e consumo.

Os valores encontrados para contagem total de bolores e leveduras e para mesófilos aeróbios estritos e facultativos viáveis reforçam a boa condição microbiológica das carnes analisadas.

Jay (1998) cita que quando populações de 10<sup>6</sup> a 10<sup>7</sup> UFC/g estão presentes na carne crua há a percepção de odor desagradável, indicando carne deteriorada, e uma população a partir de 10<sup>8</sup> UCF/g resulta na formação de limo. Acima desses valores, surgem alterações de cor e consistência.

Houve redução de cerca de 1 ciclo logarítmico da contagem de mesófilos na carne crua para a carne marinada. Segundo Rodrigues, F. A. (1978), a maioria das células viáveis estão presentes na superfície da carne. Supõe-se que a presença da marinada na superfície da carne, e sua composição (presença de sal

e baixo pH), acarretou na redução de células mesófilas viáveis ou em uma fase de latência para adaptação às novas condições do meio.

Segundo Zweifel & Stephan (2003), a contagem de mesófilos aeróbios das superfícies das carcaças indica o grau de cuidado higiênico sanitário durante as operações de abate, esfola e evisceração. No caso de peças de lagarto bovino utilizadas no presente estudo, considerou-se que esse valor pode indicar o grau higiênico sanitário desde o abate e durante todo o processamento.

Manhani (2006) obteve contagens de mesófilos um pouco superiores às obtidas nesse estudo: entre  $6,8$  e  $8,9 \times 10^4$  UFC/g em lagarto bovino cru em um estudo sobre a “Estabilidade de cortes de lagarto bovino injetados e assados contendo diferentes sais de sódio e extrato de alecrim”. Também encontrou valores maiores para contagem de bolores e leveduras: entre  $1,2$  e  $2,5 \times 10^3$  UFC/g.

O aumento da contagem de psicotróficos na carne marinada deve-se provavelmente ao fato de essa categoria de microrganismos suportar e reproduzir-se em condições de refrigeração. No estudo de Manhani (2006), foram obtidas contagens superiores de psicotróficos: entre  $7,4 \times 10^4$  e  $1,5 \times 10^5$  UFC/g.

No grupo dos psicotróficos, estão incluídos patógenos como a *Listeria monocytogenes*: bactéria aeróbia ou microaerófila cuja temperatura de crescimento e pH para multiplicação mínimos são, respectivamente,  $0$  °C e 4,3; e também a *Yersinia enterocolitica*, bactéria aeróbia facultativa cuja temperatura de crescimento e pH para multiplicação mínimos são, respectivamente,  $-1,3$  °C e 3,0 (HOFFMANN, 2001).

As contagens de coliformes totais e termotolerantes sofreram queda aproximada de 1 ciclo logarítmico na carne marinada em relação à carne crua e estão dentro do estabelecido pela RDC n° 12. Supõe-se que, nesse caso, também tenha ocorrido uma fase de adaptação dos microrganismos (fase de latência) às novas condições do meio, já que a *Escherichia coli*, indicativa de coliformes termotolerantes, possui pH para multiplicação entre 4,4 (próximo ao pH de 4,33 da marinada) e 9,5 (HOFFMANN, 2001).

A pesquisa de *Salmonella* teve como resultado ausência em 25 gramas de amostra, indicando boa condição da matéria prima, tanto na saúde do animal vivo como na contaminação por manipulação no pós-abate e, portanto, dentro dos limites estabelecidos pela RDC n° 12.

A contagem de *Staphylococcus aureus* da carne crua estava abaixo do limite de detecção do método e, portanto, de acordo com os limites estabelecidos pela RDC n° 12, sendo esse patógeno outro agente de contaminação por manipulação no pós-abate.

#### **5.3.4.2 Análises microbiológicas da carne processada**

Na carne processada, foram realizadas análises microbiológicas com zero, cinco e dez dias de armazenamento, conforme Tabela 32.

A contagem de *Bacillus cereus*, apesar de ser um parâmetro com controle exigido pela legislação para alimentos do grupo 22a (Produtos prontos para o consumo (alimentos prontos de cozinhas, restaurantes e similares à base de carne, pescados, ovos e similares cozidos)), não foi realizada nesse estudo, pois mesmo já tendo sido isolado em carnes moídas, trata-se de um patógeno de maior incidência em alimentos de origem vegetal (MOSSEL et al., 1967). Além disso, a mesma legislação não estabelece limite para esse microrganismo para Carnes e produtos cárneos cozidos e refrigerados.

Os resultados referentes aos patógenos (coliformes termotolerantes, pesquisa de *Salmonella*, contagem de *S. aureus* e de *Clostridium* sulfito redutor), cujos limites são estabelecidos pela RDC n° 12, mantiveram-se abaixo do limite de detecção dos métodos durante a estocagem para os três processamentos.

A RDC n° 216, de 15 de setembro de 2004, estabelece o prazo de cinco dias para consumo de produtos preparados, desde que conservados sob refrigeração entre 0 e 3 °C (BRASIL, 2004). As carnes dos três processamentos atenderam a essa condição, e os resultados das análises microbiológicas são satisfatórios até o quinto dia após o processamento, com contagens de até 10<sup>5</sup> UFC/g.

Tabela 32 - Resultados das análises microbiológicas em lagarto processado pelos CC 1, CC 2 e SC.

Análise microbiológica / Legislação**	zero dias			cinco dias			dez dias		
	CC 1	CC 2	SC	CC 1	CC 2	SC	CC 1	CC 2	SC
Contagem total de bolores e leveduras (UFC/g)	$<1,0 \times 10^2$ *	$<1,0 \times 10^2$ *	$<1,0 \times 10^2$ *	$<1,0 \times 10^2$ *	$6,0 \times 10^2$ *	$4,9 \times 10^4$	$<1,0 \times 10^2$ *	$1,5 \times 10^3$	$1,0 \times 10^5$
Contagem de mesófilos aeróbios estritos e facultativos viáveis (UFC/g)	$3,0 \times 10^1$ *	$3,0 \times 10^2$	$2,5 \times 10^4$	$8,7 \times 10^2$	$1,7 \times 10^3$	$1,6 \times 10^4$	$2,0 \times 10^1$	$>2,5 \times 10^5$ *	$>2,5 \times 10^5$ *
Contagem total de psicrotróficos (UFC/g)	$<1,0 \times 10^1$ *	$<1,0 \times 10^1$ *	$2,0 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^1$ *	$8,1 \times 10^4$	$4,8 \times 10^4$	$<1,0 \times 10^1$ *	$>2,5 \times 10^5$ *	$>2,5 \times 10^5$ *
Bactérias lácticas	$3,0 \times 10^1$ *	$3,3 \times 10^2$	$2,2 \times 10^4$	$3,7 \times 10^3$	$6,8 \times 10^4$	$1,2 \times 10^5$	$2,0 \times 10^1$	$>2,5 \times 10^5$ *	$>2,5 \times 10^5$ *
Contagem de coliformes totais (UFC/g)	$<1,0 \times 10^1$ *	$<1,0 \times 10^1$ *	$3,3 \times 10^2$	$6,8 \times 10^2$	$4,7 \times 10^2$	$5,0 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^1$ *	$<1,0 \times 10^1$ *	$<1,0 \times 10^1$ *
Contagem de coliformes termotolerantes (UFC/g) / $2,0 \times 10^1$	$<1,0 \times 10^1$ *	$<1,0 \times 10^1$ *	$<1,0 \times 10^1$ *	$<1,0 \times 10^1$ *	$<1,0 \times 10^1$ *	$<1,0 \times 10^1$ *	$<1,0 \times 10^1$ *	$<1,0 \times 10^1$ *	$<1,0 \times 10^1$ *
Pesquisa de <i>Salmonella</i> / AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS
Contagem de <i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g) / $1,0 \times 10^3$	$<1,0 \times 10^2$ *	$<1,0 \times 10^2$ *	$<1,0 \times 10^2$ *	$<1,0 \times 10^2$ *	$<1,0 \times 10^2$ *	$<1,0 \times 10^2$ *	$<1,0 \times 10^2$ *	$<1,0 \times 10^2$ *	$<1,0 \times 10^2$ *
Contagem de <i>Clostridium</i> sulfito redutor (UFC/g) / $1,0 \times 10^3$	$<1,0 \times 10^1$ *	$<1,0 \times 10^1$ *	$<1,0 \times 10^1$ *	$<1,0 \times 10^1$ *	$<1,0 \times 10^1$ *	$<1,0 \times 10^1$ *	$<1,0 \times 10^1$ *	$<1,0 \times 10^1$ *	$<1,0 \times 10^1$ *

Em que: CC 1, CC 2 e SC são, respectivamente, o lagarto processado pelo sistema *cook chill* 1, sistema *cook chill* 2 e sistema convencional.

AUS = ausente em 25 g de amostra.

\*valor estimado devido ao limite de detecção do método utilizado.

\*\*limites máximos estabelecidos pela RDC nº 12, grupo de alimentos 22a (Produtos prontos para o consumo (alimentos prontos de cozinhas, restaurantes e similares à base de carne, pescados, ovos e similares cozidos)) (BRASIL, 2001).

De um modo geral, as contagens aumentaram ao longo da estocagem para as carnes processadas pelo CC 2 e pelo SC, sendo maior para este último em alguns casos.

As menores contagens observadas na carne processada pelo CC 1 muito provavelmente são devido à maior temperatura de cozimento.

A contagem total de bolores e leveduras e a contagem de mesófilos aeróbios estritos e facultativos viáveis (Figura 39 a e b) aumentaram ao longo da estocagem para as carnes processadas pelo CC 2 e pelo SC, sendo maior para o SC. As contagens para o CC 1 se mantiveram por volta de  $10^2$  UFC/g mesmo após 10 dias de estocagem, demonstrando boa estabilidade microbiológica da carne submetida a esse processamento.

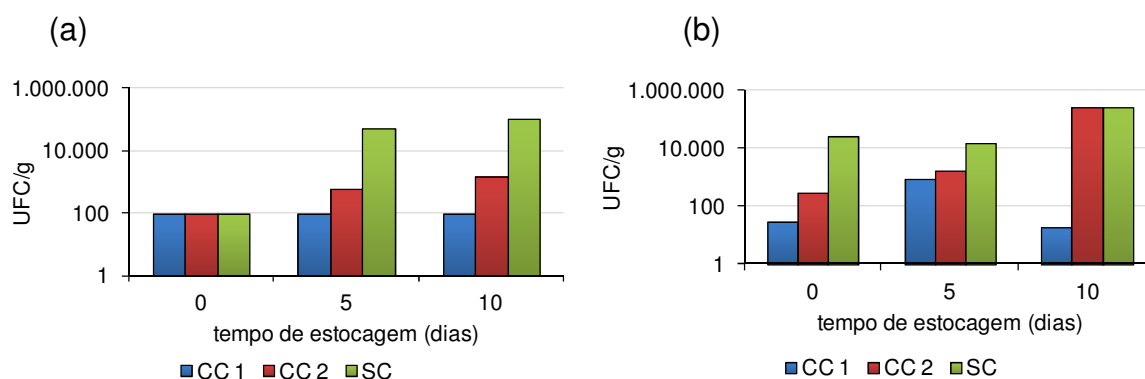


Figura 39 - Contagem total de bolores e leveduras (a) e contagem de mesófilos aeróbios estritos e facultativos viáveis (b) nas carnes processadas ao longo da estocagem.

A contagem total de psicrotróficos e de coliformes totais (Figura 40 a e b) também aumentou para a carne processada pelo CC 2 e pelo SC, especialmente entre os tempos zero e cinco dias de estocagem. É provável que o aumento da contagem de psicrotróficos entre os tempos cinco e dez dias seja pouco evidente, devido à competição dessas bactérias com outros grupos, cujo crescimento foi mais expressivo nesse período.

A contagem de coliformes termotolerantes, *S. aureus*, *Clostridium* sulfito redutor e pesquisa de *Salmonella* permaneceram abaixo do limite de detecção do método para os três processamentos ao longo do período de estocagem.

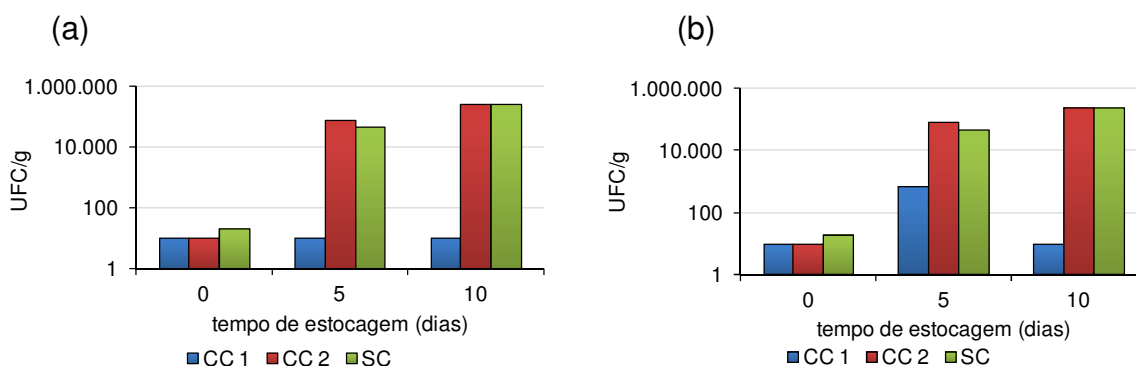


Figura 40 - Contagem total de psicotróficos (a) e contagem total de coliformes totais (b) nas carnes processadas ao longo da estocagem.

A contagem de bactérias lácticas (Figura 41) teve comportamento semelhante à contagem de psicotróficos, com maior variação entre zero e cinco dias. Para a carne processada pelo CC 1, apresentou oscilação, aumentando no tempo cinco e diminuindo no tempo dez dias, sem motivos evidentes.

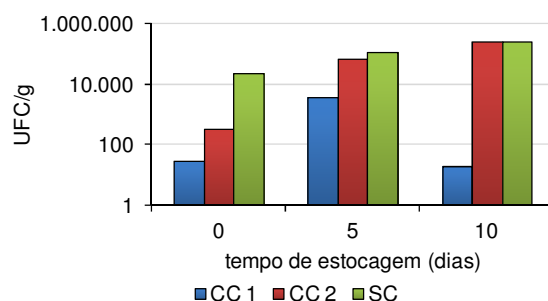


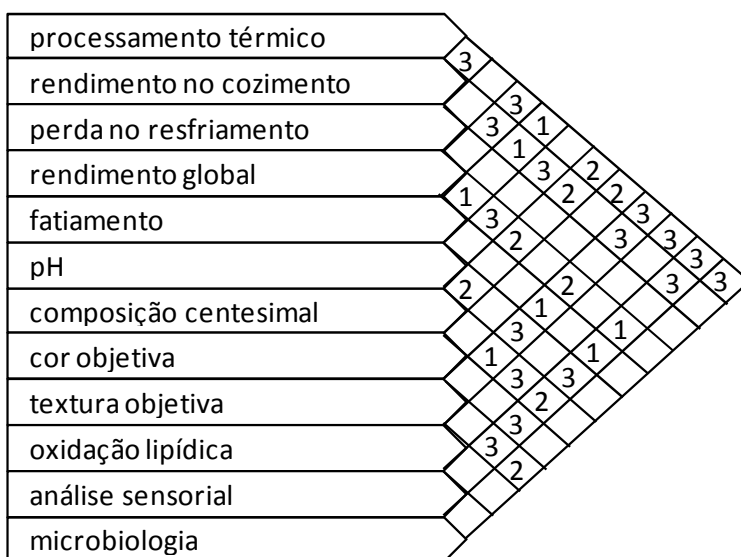
Figura 41 - Contagem de bactérias lácticas nas carnes processadas ao longo da estocagem.

### 5.3.5 Relações entre os parâmetros estudados

Com os resultados desse trabalho foram estabelecidas relações entre os parâmetros estudados e, para um melhor entendimento, foi criado um diagrama de relações representado na Figura 42.

Atribuiu-se nota 3, 2 ou 1 quando notou-se relação forte, média ou fraca, respectivamente, notas 2 e 1. Manteve-se a célula sem preenchimento quando

nenhuma relação foi observada, não significando a não existência de relação, mas sim que ela não foi observada nesse trabalho.



Em que:  
 3 significa relação forte  
 2 significa relação média  
 1 significa relação fraca

Figura 42 - Diagrama de relações entre as variáveis.

A relação do processamento térmico com o rendimento no cozimento e o rendimento global foram consideradas fortes porque os parâmetros de processamento térmico afetaram esses rendimentos: temperatura intermediária, menor tempo e maior injeção de vapor no cozimento, nas faixas estudadas, favorecem maior rendimento.

Não se verificou relação entre o processamento térmico e a perda de peso no resfriamento, pois, mesmo com os diferentes procedimentos de resfriamento para SC e *cook chill*, não houve diferença entre as perdas no resfriamento.

Considerou-se que a relação do fatiamento com o processamento térmico, o rendimento no cozimento e o rendimento global foi baixa, pois apesar de não ter havido diferença significativa de rendimento no fatiamento entre os processamentos realizados, verificou-se que a intensidade do processamento

térmico pode resultar em carne com partes ressecadas, diminuindo o rendimento no fatiamento.

Atribui-se relação média entre processamento térmico e composição centesimal, pois, o processamento térmico mais intenso (especialmente em tempos longos) produzirá carne com menor teor de umidade e, portanto, frações aumentadas de lipídios e proteínas. Já altas temperaturas (180 °C) não necessariamente faz perder mais umidade, pois favorecem a formação de crosta externa, o que dificulta a saída de água. Atribuiu-se relação média entre processamento térmico e composição centesimal.

O processamento térmico tem relação média com a cor objetiva, pois foi observada diferença de cor, especialmente entre a carne processada pelo CC 1 e pelo SC, sendo esta mais clara. Além disso, foi comentado pelos provadores na análise sensorial diferença de cor externa, provocada, principalmente, pelas diferentes temperaturas de processo. Outra relação sensorial foi da textura no corte, confirmada pelos comentários dos provadores, atribuindo-se relação forte entre esses.

O mesmo foi observado entre processamento térmico e textura objetiva, pois a carne processada pelo SC apresentou maior dureza que as processadas pelos CC 1 e CC 2. Assim, as condições de cozimento afetaram diretamente a textura.

A relação entre oxidação lipídica e processamento térmico foi considerada forte, pois as carnes processadas pelos CC 1 e CC 2 sofreram maior oxidação lipídica em comparação à carne processada pelo SC, provavelmente devido à maior desnaturação proteica em temperaturas maiores e, conseqüentemente, maior exposição dos ácidos graxos poliinsaturados (ARAÚJO, 2004; FERRARI, 2000; GRAY & PEARSON, 1994; SHAHIDI, 2002; VARNAM & SUTHERLAND, 1995).

Entre processamento térmico e microbiologia também há forte relação, pois a temperatura de cozimento mais elevada dos CC 1 e CC 2, associada ao resfriamento rápido resultaram em menores contagens microbianas ao longo da estocagem, em comparação aos resultados obtidos para o SC.



Há forte relação entre o rendimento no cozimento e o rendimento global.

O rendimento no cozimento e o rendimento global possuem forte relação com o pH, pois o pH da carne próximo a 5,5 promove a perda da capacidade de retenção de água, reduzindo o rendimento no cozimento, afetando também a composição centesimal, já que menor rendimento no cozimento significa redução da umidade e aumento proporcional dos demais macronutrientes.

O menor rendimento e, conseqüentemente, menor umidade, também afetam a textura, aumentando a dureza, como foi observado na carne processada pelo SC. Logo, a textura pode ser diretamente relacionada ao pH da carne.

A perda no resfriamento não foi relacionada a nenhum parâmetro.

Fatias não íntegras e aparas podem ser rejeitadas pelo cliente devido à aparência prejudicada. No entanto, sua presença é inevitável, pois são extremidades da peça de lagarto que, ao serem fatiadas têm menor diâmetro, espessura desuniforme, textura seca e aparência de queimada devido ao sobrecozimento. Peças com extremidades mais alongadas podem gerar maior número dessas fatias e, conseqüentemente, redução no rendimento no fatiamento.

A composição centesimal está fortemente relacionada à oxidação lipídica, pois, quanto maior o teor de ácidos graxos poliinsaturados e de fosfolipídios na carne, mais susceptível ela estará à oxidação. Apesar disso, esse efeito não foi observado nesse trabalho.

Considerou-se que a cor e a análise sensorial não possuem relação com a microbiologia porque, apesar de saber-se que o crescimento microbológico leva a alterações de cor, odor e sabor, o tempo de estocagem analisado não foi suficiente para que o crescimento de microrganismos surtisse esses efeitos.

Da mesma maneira, não se considerou relação entre a oxidação lipídica e a análise sensorial porque, nos períodos analisados, os provadores não conseguiram detectar odor ou sabor de ranço. Essa relação geralmente se inicia quando a carne contém teores de malonaldeído superiores aos encontrados nas amostras.



## 6 CONCLUSÕES

Os dois sistemas de processamento, *cook chill* e convencional, propiciaram carne assada de boa qualidade, em relação aos parâmetros analisados.

A caracterização do sistema de preparo, a determinação do rendimento do processo e a curva do processamento térmico do lagarto bovino preparado nos Restaurantes coletivos da Unicamp foram importantes para o aprimoramento do sistema convencional.

O planejamento experimental fatorial e as superfícies de resposta realizados na Etapa I possibilitaram a maximização do rendimento no cozimento, obtendo-se rendimentos superiores a 70% com cozimento em temperatura intermediária (ao redor de 140 °C), tempo abaixo de 7,5 min depois de atingido 80 °C no centro da peça e alta injeção de vapor.

A força de cisalhamento é influenciada pela temperatura e pelo tempo de cozimento. Temperatura intermediária e menor tempo de cozimento acarretaram em menor força de cisalhamento, sendo obtida carne mais macia (3974 gf) com cozimento a 177,7 °C, por 6 min e 6 s depois de atingido 80 °C no centro da peça e 60% de injeção de vapor (*cook chill 1*).

Na Etapa II, o sistema *cook chill* propiciou melhor resultado de rendimento, especialmente nas condições de cozimento a 145 °C, 75% de injeção de vapor até atingir 80 °C no centro da peça (*cook chill 2*), reduzindo o custo do cardápio em relação ao sistema convencional.

Para a oxidação lipídica da carne assada, o valor máximo encontrado foi de 0,235 mg de malonaldeído/kg de amostra para carne com 10 dias de processamento. Uma vez que este valor encontra-se abaixo do limiar de detecção do composto em carnes (entre 0,5 a 1,0 mg de malonaldeído/kg de amostra) não é esperado que a formação de malonaldeído apresente impacto sensorial na amostra.

Os atributos sensoriais aparência, impressão global, textura no corte, textura na mastigação e sabor foram avaliados com médias próximas ou superiores a 6,0, em uma escala hedônica de 9 pontos, para todas as amostras.

As carnes processadas pelo sistema *cook chill* obtiveram melhor avaliação para os atributos sensoriais aparência e gosto salgado. Não houve diferença significativa para o atributo textura na mastigação, apesar de a carne processada pelo sistema convencional ter sido mais bem avaliada no atributo textura no corte com a faca e ter maior força de cisalhamento.

Os três processamentos atenderam às exigências microbiológicas da legislação. A carne processada pelo sistema *cook chill* 1 apresentou contagens inferiores aos limites da legislação, mesmo após dez dias de estocagem.

O sistema *cook chill* apresentou maior facilidade de controle de processo, favorecendo a produção de lotes mais homogêneos e produto mais padronizado.

Em função dos melhores resultados de rendimento, menores contagens microbiológicas, menores tensões de cisalhamento, dos resultados sensoriais e de oxidação lipídica favoráveis, o processamento de carne assada pelo sistema *cook chill* é mais vantajoso, inclusive devido à maior facilidade operacional, reduzindo tempo e mão de obra. Apesar do investimento necessário em equipamentos, as características mais estáveis do alimento processado por este sistema propiciam melhor programação, favorecendo o aumento e a centralização da produção em restaurantes de coletividade.

## 7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O diâmetro das peças de lagarto bovino pode afetar parâmetros de qualidade. É interessante a inclusão dessa variável no planejamento experimental fatorial, como variável independente, em estudos voltados para estabelecimentos comerciais, onde o pequeno porte da produção viabiliza a seleção das peças de carne e processamento em diferentes condições.

Para avaliação da viabilidade econômica é interessante o levantamento dos custos operacionais e dos investimentos para a implementação do sistema *cook chill*, comparados com sistemas convencionais de produção.



## REFERÊNCIAS

AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION (AMSA). **Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat**. Chicago, 1995. 15 p.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4 ed. Washington, 2001. 659 p.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos**: Teoria e prática. Universidade Federal de Viçosa. 3 ed. Viçosa, 2004. 474 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE REFEIÇÕES COLETIVAS (ABERC). 2012. **Mercado real**. Disponível em: <[www.aberc.com.br/mercadoreal.asp?IDMenu=21](http://www.aberc.com.br/mercadoreal.asp?IDMenu=21)>. Acesso em: 11 nov. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO (ABIA). **Indústrias da alimentação**: principais indicadores econômicos. São Paulo, 2010. 2 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 15 ed. Washington, v. 2, 1995. 1094 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Method 2001**: VIDAS Salmonella Method, SLM. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. American Public health Association, Washington. 4 ed., p. 233-234. 2001. cap. 17.

BAILEY, A. J.; LIGHT, N. D. **Meat and meat products**. New York: Bristol (Elsevier Applied Science), 1989. 355 p.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I.S.; BRUNS, R.E. **Como fazer experimentos**: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria. Campinas: Editora da UNICAMP, 2001. 289 p.

BOUTON, P. E.; HARRIZ, P. V. A comparison of some objective methods used to assess meat tenderness. **Journal of Food Science**. v. 37, p. 218-221. 1972.

BOX, G. E. P.; HUNTER, W. G.; HUNTER, J. S. **Statistics for experimenters: an introduction to designs, data analysis and model building**. New York: Wiley, 1978. 645 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Lanara - Métodos Analíticos para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes**. Brasília, 1989. 150 p.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC nº 12, de 02/01/2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, p. 35–36. 10 jan. 2001.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução - RDC nº 360, de 23/12/2003. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2003a. 9 p.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa nº 62, de 26/08/2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2003b. 24 p.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução - RDC nº 216, de 15/09/2004. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. **Diário Oficial da União**, 2004. 12 p.

BRUNA, J. M.; ORDÓÑEZ, J. A.; FERNÁNDEZ, M.; HERRANZ, B.; DE LA HOZ, L. Microbial and physico-chemical changes during the ripening of dry fermented sausages superficially inoculated with or having added an intracellular cell-free extract of *Penicillium aurantiogriseum*. **Meat Science**. Madrid, n. 59, p. 87-96. 2001.

BUCKLEY, D.J.; MORRISEY, P. A.; GRAY, J. I. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 10, p. 3122-3130. 1995.

BUENO, R. V. C. C. **Efeito da fibra de colágeno na qualidade funcional de “cooked frozen beef”**. 2008. 91 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de



alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

CARDOSO, S. **Estimulação elétrica, tipo de desossa e taxas de resfriamento da carne bovina (*M. Longissimus Lumborum e Semitendinosus*):** efeitos em características físicas, físicas e físico químicas, sensoriais e bacteriológicas. 2005. 159 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

CASSENS, R.G. **Meat Preservation. Preventing Losses and Assuring Safety.** Food and Nutrition Press, Connecticut. 1994, 133 p.

CASTILLO, C. J. C. **Qualidade da carne.** São Paulo, 2006. Livraria Varela, 238 p.

CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **Summary of notifiable diseases in 2004.** United States. n. 53, 2006.

CHRISTENSEN, M.; PURSLOW, P. P.; LARSEN, L. M. The effect of cooking temperature on mechanical properties of whole meat, single muscle fibres and perimysial connective tissue. **Meat Science**, v. 55, n. 1, p. 301–307, 2000.

CHENG, J.H.; OCKERMAN, H. W. Effects of anka rice, nitrite and phosphate on warmed-over-flavor na palatability characteristics in roast beef. **Meat Science**, v.49, n.1, p.65-78, 1998.

CIPOLLI, K. M. V. A. B. **Efeito da marinação, da estimulação elétrica e da desossa a quente sobre propriedades físicas, químicas, tecnológicas e sensoriais em *M. triceps brachii* (coração da pelta) da raça nelore.** 2004. 152 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

CREED, P. G. **Principles and applications of sous vide processed foods.** In S. Ghazala (Ed.), *Sous vide and cook chill processing for the food industry.* Gaithersburg: Aspen, 1998. 336 p.

DELGADO, E. F. et al. Brazilian consumers perception of tenderness of beef steaks classified by shear force and a taste. **Scientia Agrícola**, v. 63, n. 3, p. 232-239. 2006.

DOYLE, M. P. **Food borne bacterial pathogens**. Nova Iorque: Ed. Marcel Dekker, p. 192-193. 1989.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Padronização dos cortes de carne bovina**. 2011a. Disponível em: <<http://www.cnpq.gov.br/publicacoes/naoseriadas/textos/lagarto>>. Acesso em: 03 abr. 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Noções de ciência da carne**. 2011b. Disponível em: <<http://www.cnpq.embrapa.br/publicacoes/doc/doc77/03nocoescarne.html#3.4>>. Acesso em: 26 nov. 2011.

ETHERINGTON, D. J. The contribution of proteolytic enzymes to postmortem changes in muscle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 59, n. 6, p. 1644-1650, 1984.

FABRE, L. C. **Forno combinado: suas vantagens em relação à técnica de imersão em óleo**. 2010. 68 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Nutrição). Faculdade de Nutrição, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2010.

FARFÁN, J. A. **Química de proteínas aplicada à ciência e tecnologia de alimentos**. Campinas: Editora da Unicamp, p. 32-40. 1985. cap. 3.

FAUSTMAN, C; CASSENS, R. G. Influence of Aerobic Metmyoglobin Reducing Capacity on Color Stability of Beef. **Journal of Food Science**, v. 55, n. 5, p. 1278-1279, 1990.

FELÍCIO, P.E. de. Fatores que Influenciam na Qualidade da Carne Bovina. In: A. M. Peixoto; J. C. Moura; V. P. de Faria. (Org.). **Produção de Novilho de Corte**. 1 ed. Piracicaba: FEALQ, 1997. 15 p.

FENNEMA, O. R. **Química dos alimentos**. Zaragoza: Acribia, S. A., p. 815-888. 1985. cap. 12.

FERRARI, C.K.B. Fatores bioquímicos e físicos pró e antioxidantes relacionados à oxidação lipídica dos alimentos. **Higiene Alimentar**. v. 2, n. 78/79, p.37-44. 2000.

FRACASSO, P. **Minimização de custos para refeições coletivas da USP-SP**. Departamento de Engenharia Elétrica. Escola Politécnica da universidade de São Paulo. São Paulo, 2005. 1 p. Disponível em: <[http://www.sbmac.org.br/eventos/cnmac/cd\\_xxviii\\_cnmac/posters/066posterCNMAC200\\_paulo\\_fracasso.pdf](http://www.sbmac.org.br/eventos/cnmac/cd_xxviii_cnmac/posters/066posterCNMAC200_paulo_fracasso.pdf)>. Acesso em: 27 out. 2011.

GONÇALVES, J. R. **Qualidade da carne bovina (M. *Semitendinosus*) injetada, acondicionada em embalagem *cook in* e cozida sob diferentes regimes de cocção**. 2009. 95 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

GRAY, J. I.; PEARSON, A.M. In: SHAHIDI, F. (ed.) **Flavor of Meat and Meat Products: Lipid-Derived off-Flavor in Meat-Formation and Inhibition**. Britain: Chapman & Hall, p.116-143, 1994. cap 7.

HAMM, R. Properties of meat proteins. In: LAWRIE, R. A. **Proteins as human food**. Wesport: AVI Publishing Co, 1969. cap. 5. p. 167–185.

HARRIS, P. V.; SHORTOSE, W. R. Meat texture. In: LAWRIE, R. (Ed.). **Developments in meat science**. London: Elsevier Applied Science, 1988. cap. 5, p. 245–298.

HEINEMANN, R. J. B.; PINTO, M. F. Efeito da injeção de diferentes concentrações de cloreto de cálcio na textura e aceitabilidade de carne bovina maturada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. n. 23, p. 146-150. 2003.

HOFFMANN, F. L. Fatores limitantes à proliferação de microrganismos em alimentos. **Brasil alimentos**. n. 9. p. 23-30. 2001.

HULTIN, H. O. Características del tejido muscular. In:FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, S. A., 1985. cap. 12, p.815-888.

HUNTERLAB. **Principios básicos de medida y percepción de color**. Versão 1.2., 2001. Disponível em: <[www.hunterlab.com.br](http://www.hunterlab.com.br)>. Acesso em: 20 mar. 2011.

IEMMA, A. F. & RODRIGUES, M. I. **Planejamento de experimentos & otimização de processos**. 2 ed. Campinas: Cárita Editora, 2009. 326 p.

INTERNATIONAL COMMISSION FOR THE MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS OF FOOD (ICMSF). **Ecologia microbiana de los alimentos 2. Productos alimenticios**. Saragoça: Ed. Acribia, v. 1.1985.

INTERNATIONAL COMMISSION FOR THE MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS OF FOOD (ICMSF). **Microorganisms in foods 5: Characteristics of microbial pathogens**. London: Ed. Blackie Academic & Professional, 1996. 524 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, v. 1, 1985. 360p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) de 2008–2009**, 2010. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: 26 nov. 2011.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 6888-1:1999-02-15**. Microbiology of food and animal feeding stuffs : Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (*Staphylococcus aureus* and other species), Genève, 1 ed. 1999. 12 p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 4833:2003-02-01**. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of microorganisms - Colony-count technique at 30 °C, Genève, 3 ed. 2003. 5 p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 2152-1:2008-07-01**. Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds, Genève, 1 ed. 2008.

JACOBSEN, G & BIEHL, K. **O restaurante interno para funcionários de chão de fábrica é um custo ou um benefício para a indústria? Estudo de Caso**. Centro universitário FEEVALE. Novo Hamburgo, 2006. 27 p.

JAY, J. M. **Modern food microbiology**. Gaithersburg: Ed. Aspen Publishers. 1998. 664 p.

JOMORI, M. M. **Escolha alimentar do comensal de um restaurante por peso**. 2006. 140 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição). Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

JUDGE, M. P.; ALBERLE, E. D.; FORREST, J. C.; HEDRICK, H. B.; MERKEL, R. A. **Principles of meat science**. Dubuque: Kendall / Hunt Publishing, 1989. p. 175.

KASTNER, C. L.; FELÍCIO, P. E. de. Tratamentos que influem na maciez da carne bovina no período pós-abate. **Boletim técnico do CTC - ITAL**. v. 5, 1980. 64 p.

KAWASAKI, V. M.; CYRILLO, D. C.; MACHADO, F. M. S. Custo-efetividade da produção de refeições coletivas sob o aspecto higiênico-sanitário em sistemas *cook chill* e tradicional. **Revista de nutrição**, Campinas, p. 129-138. 2007.

KNIGHT, B.J.; KOTSCHEVAR, H. L. Equipamentos Complementares. In: \_\_\_\_\_ . **Gestão, Planejamento e Operações de Restaurantes**. 3 ed. São Paulo: Roca, 2005. cap.4.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. Traduzido por Rubensam, J. M. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384 p.

LEONHARDT, C.; SANTOS, H. C. P. Otimização do cozimento de filé de frango empanado em forno de injeção direta de vapor. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 24(1), p. 43–46, 2004.

LIGHT, N; WALKER, A. *Cook chill* catering: technology and management. London: Elsevier Science Publishers Ltd., 1990. 369 p.

LIMA, R. V. L.; FERRAZ, F. T. A análise ergonômica do trabalho e transferência de tecnologia: o caso do blast chiller no segmento de alimentação coletiva. **Associação Brasileira de Engenharia de Produção**. 2010. Disponível em: <www.abepro.org.br > Acesso em: 29 set. 2012.

LOVE, J.D.; PEARSON, A.M. Metmyoglobin and nonheme iron as prooxidants in egg-yolk phospholipid dispersions and cooked meat. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 24, p. 494 – 498. 1976.

MANHANI, M. R. **Estabilidade de cortes de lagarto bovino (m. *Semitendinosus*) injetados e assados contendo diferentes sais de sódio e extrato de alecrim**. 2006. 178 p. Tese (Doutorado em tecnologia de alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2006.

MARTENS, H.; MARTENS, M.; STABUBURVIK, E. Texture and colour changes in meat during cooking related to thermal denaturation of muscle proteins. **Journal of Food Texture Studies**, London, v. 13, p. 291-309. 1982.

MARTINEZ, S. W. **The U.S. food marketing system: Recent developments (1997-2006)**, Washington. Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/publications/err42/err42.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2012.

MATZ, S. A. **Food texture**. Connecticut: The AVI Publishing Co., 1962. 286 p.

McDONALD, K; SUN, D. W; KENNY, T. Comparison of the quality of cooked beef products cooled by vacuum cooling and bay conventional cooling. **Lebensm-Wiss. U. Technology**. v 33. n. 1. p. 21-29. 2000. Disponível em: <<http://www.idealibrary.com>>. Acesso em: 20 set. 2012.

MILLER, R. **Functionality of non-meat ingredients used in enhanced pork**. USA: National Pork Board, 2001. 12 p.

MOSSEL, D. A. A.; KOOPMAN, M. J.; JONGERIUS, E. Enumeration of *Bacillus cereus* in food. **Applied and Environmental Microbiology**. v. 15, n. 3. p. 650-653, 1967. Disponível em: <<http://aem.asm.org>>. Acesso em: 11 out. 2012.

NEVES, M. F.; CASTRO, L. T.; CÔNSOLI, M. A. **Serviços e marketing em empresas de alimentação**. In: NEVES, M. F.; CASTRO, L. T. (org.). Marketing e estratégia em agronegócio e alimento. São Paulo: Atlas, 2007.

OFFER, G; KNIGHT, P. In: LAWRIE, R (ed.). **Development in Meat science. The structural basis of water-holding in meat**. Part 1: general principles and water uptake in meat processing, England, v. 4, 1998. cap 3.

OFFER, G; TRINICK, J. On the mechanism of water holding in meat: the swelling and shrinking of myofibrils. **Meat Science**, Inglaterra, v. 8, n. 4, p. 245- 281, 1983.

OLIVO, R & OLIVO, N. **O mundo das carnes: ciência, tecnologia e mercado**. Criciúma: Imprint, 2006. 209 p.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F. S.; SOUZA, E. R. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, v. 1, p. 39-52, 1995.

POLLONIO, M. A. R. **Estudo das propriedades funcionais das proteínas miofibrilares e oxidação lipídica de carne de frango mecanicamente desossada**. 1994. 141 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

POLLONIO, M. A. R. **Elaboração de carnes marinadas, temperadas, maturadas e pré-fatiadas em açougues**. 1 ed., São Paulo, 2002.

POULAIN, J. P. **Sociologias da alimentação: os comedores e o espaço social alimentar**. Florianópolis: Editora da Universidade Federal de Santa Catarina. 2004. 310 p.

POULANNE, E J.; RUUSUNEN, M H.; VAINIONPÄÄ, J I. Combined effects of NaCl and raw meat pH on water-holding in cooked sausage with and without added phosphate. **Meat Science**, England, v. 58, n. 1, p. 1-7, 2001.

POWELL, T. H.; DIKEMAN, M. E.; HUNT, M. C. Tenderness and collagen of beef *Semitendinosus* roasts cooked by conventional convective cooking and modeled, multi-stage, convective cooking. **Meat Science**, England. v. 55, n. 4, p. 421-425. 2000.

PRANDEL, O.; SCHIMIDHOFER, T.; SINELL, H-J. **Tecnología e hygiene de la carne**. Saragoça: Ed. Acribia, 1994. 854 p.

PROENÇA, R.P.C.; SOUZA, A. A.; VEIROS, M.B.; HERING, B. **Qualidade nutricional e sensorial na produção de refeições**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis: Editora UFSC, Série Nutrição, 2005. 10 p.

PROENÇA, R.P.C. Novas Tecnologias para a Produção de Refeições Coletivas: Recomendações de Introdução para a Realidade Brasileira. **Revista de Nutrição**. Campinas, v.1, n.12, p.43-53, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S141552731999000100004&lang=pt.](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141552731999000100004&lang=pt.)> Acesso em: 29 set. 2012.

RAHARJO, S.; SOFOS; J. N. Methodology for measuring malonaldehyde as a product of lipid peroxidation in muscle tissues: a review. **Meat Science**, England. v.35, n. 5, 1993. p.145-169.

REIS, J. C. D. **Medidas do coeficiente de transferência de calor em fornos combinados**. 2012. 77 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos), Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2012.

RESTREPO, D. A.; SUÁREZ, H.; TAPASCO, Y. Efecto reológico de hidrocoloides sobre La salmuera de marinado de carne bovina. **Biotechnologia em El Sector Agropecuario y Agroindustrial**. Cauca. v. 9. n. 2. p. 23-31. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.org.co/scielo>> Acesso em: 03 out. 2012.

RHEE, K.S.; ZIPRIN, Y.A. Pro-oxidative effects of NaCl in microbial growth-controlled and uncontrolled beef and chicken. **Meat Science**, England. v. 57, p. 105-112, 2001.

ROÇA, R.O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2000, 202p.

RODRIGUES, F. A. **Tecnologia de Produtos Cárneos**. Centro de Tecnologia da Carne. Instituto de Tecnologia dos Alimentos. Campinas, 1978. 138 p.

RODRIGUES, N. S. S. **Aplicação da matriz da qualidade do QFD – desdobramento da função qualidade – para avaliar serviços de alimentação do campus da Unicamp**. 2010. 175 p. Tese (Doutorado em Tecnologia Pós Colheita). Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

RUSSELL, L. **Why eat out instead of eating in**. Helium 2009. In: LIMA-FILHO, D. O.; SANTOS, Y. S.; SILVESTRINI, C. R. S.; SOUSA, J. V. N. **Experiência de**



**consumo em restaurantes comerciais.** Centro Universitário de Franca. v. 13 . n.1 . 2009.

SAMS, A.R. **Poultry Meat Processing.** Boca Raton: CRC Press, 2001. 334p.

SANTANA, Helena Maria Pinheiro. **Análise de vitaminas do complexo B em carnes preparadas em serviço de alimentação ou Definição de metodologia para a análise.** 1998. 181 p. Tese (Doutorado em Bromatologia). Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L.; KOOHMARIE, M. Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness rating of 10 major muscles from *Bos indicus* and *Bos Taurus* cattle. **Journal of Animal Science.** v. 73, n. 11, p. 3333-3340. 1995.

SHAHIDI, F. Lipid-derived flavor in meat products. In: KERRY, J. et al. **Meat processing: Improving quality.** 1 ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2002. cap 5.

SHORTHOSE, W. R. Factors affecting beef tenderness. In: Avanços e Perspectivas em Tecnologia de Carnes. **Anais.** Centro de Tecnologia da Carne. Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas. p. 71-81, 1996.

SILVA, M. L. **Efeito de dois métodos de cocção – água e vapor – nos parâmetros de qualidade do músculo *Semitendinosus*.** 2004. 102 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e tecnologia de alimentos). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SILVA, M. L; CONTRERAS-CASTILLO, C. J.; ORTEGA, E. M. M. Efeito do cozimento na qualidade do músculo *Semitendinosus*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos.** Campinas, v. 27(3), p. 441. 2007.

SILVA, N. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos.** Tradução de Valéria Christina Amstalden. São Paulo: Livraria Varela, 1997. p.31.

SILVA, S. M. C. **Cardápio:** guia prático para a elaboração. Centro Universitário São Camilo. São Paulo: Atheneu, 2002. 70 p.

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

SMULDERS, F. J. M., TOLDRÁ, F., FLORES, J., PRIETO, M. **New technologies for meat and meat products**. Utrecht: Audet Tijdschriften, p. 182, 186–188, 1992.

SZCZESNIAK, A. S. Sensory texture profiling historical and scientific perspectives. **Food Technology**. v. 52, n. 8, p. 52-57. 1998.

SWATLAND, H. J. **Estructura y desarrollo de lós animales de abasto**. Zaragoza: Acribia S. A., 1984. 443 p.

TARLADGIS, B.G.; WATTS, B.M.; YOUNATHAN, M.T.; DUGAN, L. Jr. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **The Journal of the American Oil Chemist's Society**. v. 37, p. 44 – 48. 1960.

TERRA, L. M. **Alternativa para otimização do processamento térmico de embalagens institucionais contendo cubos de carne em seu caldo**. 2000. 177 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

TIMS, M.J.; WATTS, B.M. Protection of cooked meats with phosphates. **Food Technology**, v.12, n.3, p. 687-694, 1958.

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

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. Núcleo de estudos e pesquisas em alimentação. Campinas, 4 ed. 2011, 164 p. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela.php>>. Acesso em: 18 set. 2012.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. Pró-Reitoria de Pesquisa. **Anuário de Pesquisa 2011**. Campinas, 2012a. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/anuario/2011>>. Acesso em: 29 set. 2012.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. Prefeitura da Unicamp: Pró-Reitoria de Desenvolvimento Universitário. **Serviços: Alimentação**. Campinas, 2012b. Disponível em: < <http://www.prefeitura.unicamp.br/servicos>>. Acesso em: 29 set. 2012.

VARNAM, A.H.; SUTHERLAND, P.J. **Meat and meat products**: Technology, chemistry and microbiology. London: Chapman & Hall. 1. ed., v. 3. 1995. 430 p.

XIONG, Y. L. Role of myofibrillar proteins in water-binding in brine-enhanced meats. **Food Research International**, Inglaterra, v. 38, p. 281-287, 2005.

WEISS, J; GIBIS, M; SCHUH, V; SALMINEN, H. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. **Meat Science**, England. v. 86, p. 196-213 , 2010.

WILSON, L. **Eating out healthfully**. Jul. 2008. Disponível em: <<http://drlwilson.com/Articles/RESTAURANTS.htm>>. Acesso em: 29 set. 2009.

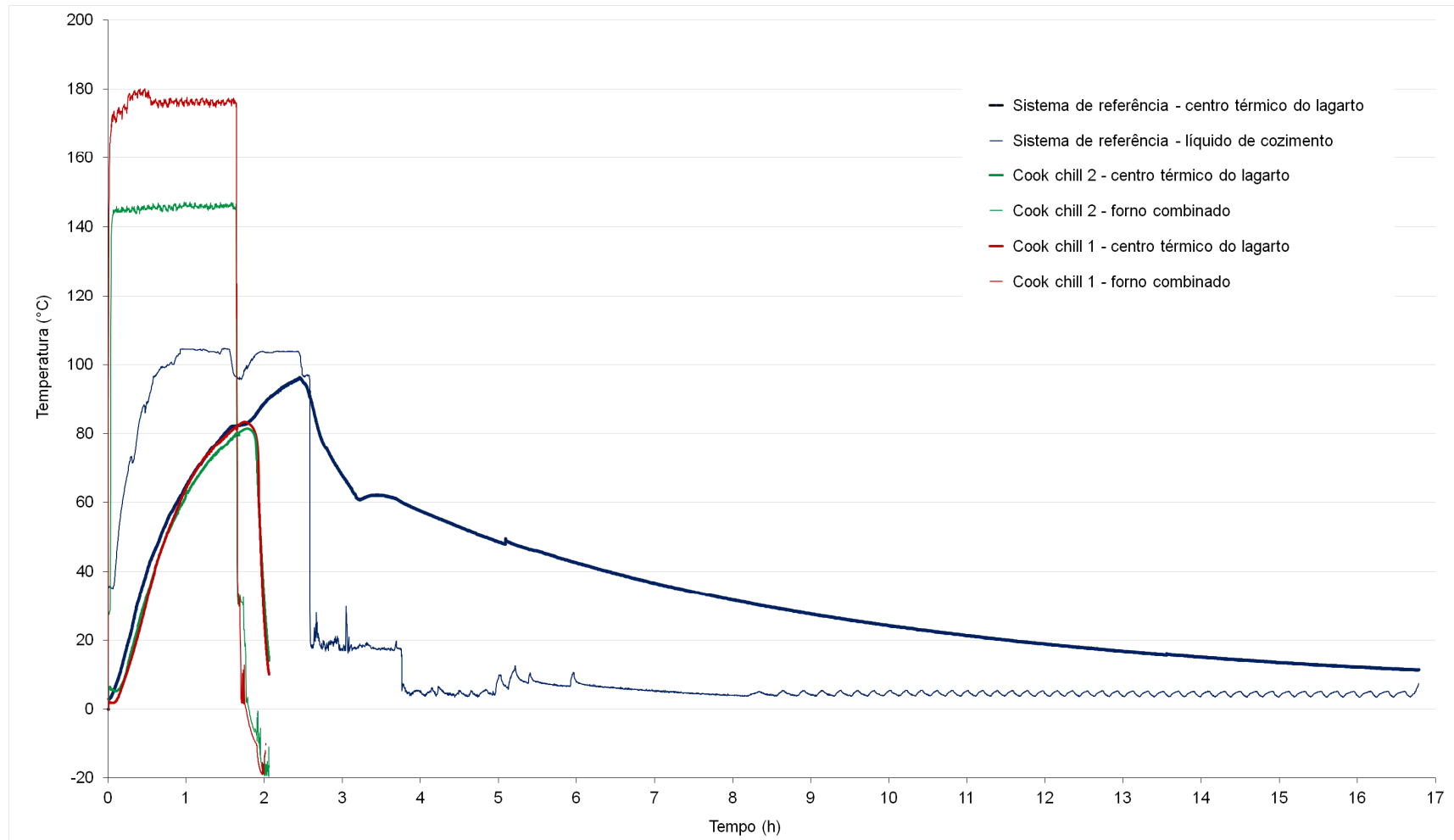
ZWEIFEL, C.; STEPHAN, R. Microbiological monitoring of sheep carcass contamination in three swiss abattoirs. **Journal of Food Protection**, v. 66, n. 6, p. 946-952, 2003.



## **APÊNDICES**



## APÊNDICE A - Curvas de processamento térmico



## APÊNDICE B - Termo de consentimento livre e esclarecido

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da pesquisa: **“Aplicação do sistema *cook chill* no preparo de lagarto bovino (músculo *Semitendinosus* em restaurantes de coletividade”**

Pesquisador responsável: **Fabiane de Moraes**

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário(a), em uma pesquisa. Após ser esclarecido(a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine no final deste documento, que está em duas vias. Uma dela é sua e outra é do(a) pesquisador(a).

Objetivo e justificativa: O objetivo desta pesquisa é avaliar os parâmetros de cozimento que afetam a qualidade de cortes bovinos, especificamente lagarto bovino (músculo *Semitendinosus*) processado através do sistema *cook-chill*. O estudo tem finalidades acadêmicas, assim como a divulgação científica de seus resultados, sendo preservada a identidade dos voluntários.

Procedimentos - A sua participação na pesquisa consiste na avaliação das características sensoriais de lagarto bovino cozido, através do teste afetivo, a qual será realizada com 100 voluntários, no laboratório de serviços de Alimentação do Departamento de Alimentos e Nutrição - DEPAN/FEA/UNICAMP. Os procedimentos aplicados nesta pesquisa não oferecem riscos previsíveis a integridade moral, física, mental ou efeitos colaterais aos voluntários. As informações obtidas serão utilizadas para alcançar o objetivo acima proposto, e para a composição do relatório de pesquisa, resguardando sempre sua identidade, sendo que as informações fornecidas por você bem como sua identidade são anônimas. Não vai haver nenhuma forma de reembolso de dinheiro, já que com a participação na pesquisa você não vai ter nenhum gasto.

**O provador que apresentar alergia a produtos cárneos e/ou qualquer tipo de condimento deverá informar ao responsável pela pesquisa, e nesse caso, será vetada sua participação no estudo. Você poderá deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, sem qualquer prejuízo ou constrangimento.**

Contato do pesquisador responsável: R. Monteiro Lobato, 80 Cidade Universitária Zeferino Vaz Barão Geraldo Campinas-SP - Fone(19)3521-4070 / e-mail:fabianem@fea.unicamp.br

Para qualquer denúncias e/ou reclamações referentes aos aspectos éticos dessa pesquisa, seguem os contatos abaixo:

Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126 – CEP 13083-887 Campinas – SP Fone (19) 3521-8936 ou 3521-7187 e-mail: cep@fcm.unicamp.br

### CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu, \_\_\_\_\_, após ter sido esclarecido pelos pesquisadores e ter entendido o que está acima escrito, ACEITO participar da pesquisa **“Aplicação do sistema *cook chill* no preparo de lagarto bovino (músculo *Semitendinosus* em restaurantes de coletividade”**.

Nome e assinatura do voluntário:

\_\_\_\_\_

Local: \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_. Pesquisador

Responsável: \_\_\_\_\_



## APÊNDICE C - Modelo de questionário de perfil do consumidor

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ anos

1. Qual o seu vínculo com a UNICAMP?

- |                                    |                          |   |                          |
|------------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|
| Aluno de graduação                 | <input type="checkbox"/> | Aluno de pós-graduação                      | <input type="checkbox"/> |
| Servidor (funcionário / professor) | <input type="checkbox"/> | Prestador de serviço (empresa terceirizada) | <input type="checkbox"/> |
| Outros (_____)                     | <input type="checkbox"/> |   |                          |

2. Você faz suas refeições nos Restaurantes da Unicamp (RU / RA / RS/ Rest. HC da UNICAMP)?

Sim  Não

*Se você respondeu SIM, responda às perguntas de 3 a 6.*

3. Quantas vezes **por semana** você **almoça** nos Restaurantes da Unicamp (RU / RA / RS/ Rest. HC da UNICAMP)?

- |                      |                          |                    |                          |
|----------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|
| Quatro a cinco vezes | <input type="checkbox"/> | Pelo menos uma vez | <input type="checkbox"/> |
| Duas a três vezes    | <input type="checkbox"/> | Eventualmente      | <input type="checkbox"/> |

4. Quantas vezes **por semana** você **janta** nos Restaurantes da Unicamp (RU / RA / RS/ Rest. HC da UNICAMP)?

- |                      |                          |                    |                          |
|----------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|
| Quatro a cinco vezes | <input type="checkbox"/> | Pelo menos uma vez | <input type="checkbox"/> |
| Duas a três vezes    | <input type="checkbox"/> | Eventualmente      | <input type="checkbox"/> |

5. Nos Restaurantes da UNICAMP existe um cardápio chamado CARNE ASSADA. Você já consumiu CARNE ASSADA nos Restaurantes da UNICAMP?

Sim  Não

6. Se SIM, indique na escala abaixo o quanto você gosta ou desgosta da CARNE ASSADA servida nos Restaurantes da Unicamp (RU / RA / RS/ Rest. HC da UNICAMP):

- |                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| gosto extremamente      | <input type="checkbox"/> |
| gosto moderadamente     | <input type="checkbox"/> |
| gosto levemente         | <input type="checkbox"/> |
| não gosto, nem desgosto | <input type="checkbox"/> |
| desgosto levemente      | <input type="checkbox"/> |
| desgosto moderadamente  | <input type="checkbox"/> |
| desgosto extremamente   | <input type="checkbox"/> |

## APÊNDICE D - Modelo de ficha do teste afetivo

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ anos

Você está recebendo três amostras codificadas de **CARNE ASSADA**.  
Caso sua amostra apresente algum nervo que comprometa sua avaliação, solicite outra.

### Faça o teste na ordem em que as amostras são apresentadas

1. **Olhe** as amostras e avalie sua **APARÊNCIA** assinalando na escala abaixo o quanto você gostou ou desgostou da **APARÊNCIA** das amostras.

2. **Prove** um pedaço de cada amostra e indique na escala abaixo o quanto você gostou ou desgostou, **de um modo geral**, das amostras.

3. **Corte** as amostras com a FACA e avalie sua **TEXTURA AO CORTAR COM FACA** indicando na escala abaixo o quanto você gostou ou desgostou, em geral, da **TEXTURA AO CORTAR COM A FACA** das amostras.

Amostras			
gostei extremamente			
gostei muito			
gostei moderadamente			
gostei levemente			
não gostei, nem desgostei			
desgostei levemente			
desgostei moderadamente			
desgostei muito			
desgostei extremamente			

Amostras			
gostei extremamente			
gostei muito			
gostei moderadamente			
gostei levemente			
não gostei, nem desgostei			
desgostei levemente			
desgostei moderadamente			
desgostei muito			
desgostei extremamente			

Amostras			
gostei extremamente			
gostei muito			
gostei moderadamente			
gostei levemente			
não gostei, nem desgostei			
desgostei levemente			
desgostei moderadamente			
desgostei muito			
desgostei extremamente			

Por favor, comente no quadro abaixo, o que você mais gostou e menos gostou na **APARÊNCIA** das amostras:

Amostra	Mais gostou	Menos gostou

Por favor, comente no quadro abaixo, o que você mais gostou e menos gostou nas amostras:

Amostra	Mais gostou	Menos gostou

Por favor, comente no quadro abaixo, o que você mais gostou e menos gostou da **TEXTURA AO CORTAR** as amostras **COM A FACA**:

Amostra	Mais gostou	Menos gostou

4. Agora **prove** um pedaço de cada amostra e avalie sua **TEXTURA** indicando na escala abaixo o quanto você gostou ou desgostou, de um modo geral, da TEXTURA das amostras.

Amostras			
gostei extremamente			
gostei muito			
gostei moderadamente			
gostei levemente			
não gostei, nem desgostei			
desgostei levemente			
desgostei moderadamente			
desgostei muito			
desgostei extremamente			

Por favor, comente no quadro abaixo, o que você mais gostou e menos gostou na TEXTURA das amostras:

Amostra	Mais gostou	Menos gostou

5. **rove novamente** cada uma das amostras e avalie o **GOSTO SALGADO** indicando na escala abaixo o quão ideal está o GOSTO SALGADO das amostras de carne assada.

Amostras			
Extremamente mais salgada que o ideal			
Muito mais salgada que o ideal			
Moderadamente mais salgada que o ideal			
Ligeiramente mais salgada que o ideal			
Gosto salgado ideal			
Ligeiramente menos salgada que o ideal			
Moderadamente menos salgada que o ideal			
Muito menos salgada que o ideal			
Extremamente menos salgada que o ideal			

Por favor, comente no quadro abaixo, o que você mais gostou e menos gostou no GOSTO SALGADO das amostras:

Amostra	Mais gostou	Menos gostou

6. Prove novamente as amostras e avalie o **SABOR** indicando na escala abaixo o quanto você gostou ou desgostou, de um modo geral, do SABOR das amostras de carne assada.

Amostras			
gostei extremamente			
gostei muito			
gostei moderadamente			
gostei levemente			
não gostei, nem desgostei			
desgostei levemente			
desgostei moderadamente			
desgostei muito			
desgostei extremamente			

Por favor, comente no quadro abaixo, o que você mais gostou e menos gostou no SABOR das amostras:

Amostra	Mais gostou	Menos gostou

7. Se essa carne assada fosse servida no almoço ou jantar nos Restaurantes da UNICAMP você:

Amostras			
com certeza almoçaria/ jantaria			
provavelmente almoçaria/ jantaria			
talvez almoçaria / jantaria			
provavelmente <u>não</u> almoçaria/ jantaria			
com certeza <u>não</u> almoçaria/ jantaria			

**Obrigado por participar!**



## **ANEXO**



## **ANEXO A – Determinação da oxidação lipídica (Teor de Malonaldeído)**

Adaptado de: BRUNA, J. M.; ORDÓÑEZ, J. A.; FERNÁNDEZ, M.; HERRANZ, B.; DE LA HOZ, L. Microbial and physico-chemical changes during the ripening of dry fermented sausages superficially inoculated with or having added an intracellular cell-free extract of *Penicillium aurantiogriseum*. **Meat Science**. Madrid, n. 59, p. 87-96, 2001.

A análise consiste de três etapas: extração, curva padrão de 1, 1, 3, 3 tetraetoxipropano e leitura espectrofotométrica.

### **• EXTRAÇÃO**

Adicionou-se a 50 g amostra moída, 100 mg do antioxidante BHT e homogeneizou-se em processador de laboratório da marca Waring Commercial modelo 31BL91 série 7010. Colocou-se a amostra moída com antioxidante em saco plástico de polietileno, selou-se a amostra a vácuo, congelou-se no resfriador rápido e armazenou-se em freezer vertical da marca Metalfrio modelo 2800.

Descongelou-se as amostras em geladeira da marca Electrolux modelo RE34 a  $2\pm 1$  °C. Pesou-se analiticamente 5 g de amostra em triplicata em tubos de centrífuga.

Adicionou-se 20 mL de solução de ácido tricloroacético 5% em cada tubo e colocou-se imediatamente em caixa térmica com gelo. Homogeneizou-se em Ultraturrax marca IKA modelo T25D digital série 3326860 com haste modelo S25N-10G série 0594000s2-b em velocidade 12 por 1 min e foram centrifugados em centrífuga marca FANEM modelo 206BL a 3500rpm por 10 min.

O sobrenadante foi filtrado em tubo com papel de filtro Whatman 01. Transferiu-se 3 mL do filtrado para tubos de rosca em que foram adicionados 3mL de ácido tiobarbitúrico 2,89 g/L cada.

### **• CURVA PADRÃO DE 1, 1, 3, 3, TETRAETOXIPROPANO (TEP)**

Foi preparada uma solução de exatamente 227,1 mg/L de TEP. Fez-se uma diluição 1:10 dessa solução-mãe de TEP.

Preparou-se uma sequência de seis diluições da curva padrão e dois brancos. Colocou-se 3 mL de solução de ácido tricloroacético 5% em cada tubo.

Preparou-se uma solução de exatamente 2,89 g/L de ácido tiobarbitúrico e adicionou-se 3 mL dessa solução em cada tubo (curva, branco e amostras).

Os tubos foram homogeneizados em agitador de tubos da marca Phoenix AP56 série 5631 e colocados para reagir no banho-maria marca Fisaton modelo 550 série 54071 em água fervente na capela por 1h. Em seguida, foram resfriados em água corrente e fez-se a leitura espectrofotométrica.

### **• LEITURA ESPECTROFOTOMÉTRICA**

A leitura foi realizada em espectrofotômetro Spectronic 21D configurado na função linearidade e absorvância a 532 nm. Realizou-se 2 leituras sucessivas de cada tubo da curva do menos concentrado para o mais concentrado e das amostras.