



Universidade Estadual de Campinas  
Faculdade de Engenharia de Alimentos  
Departamento de Tecnologia de Alimentos



## ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO NÃO COMINUÍDO DE FRANGO DESOSSADO E FERMENTADO

Emmanuelle Pilarski  
Engenheira de Alimentos

Orientador: Dr. Nelson José Beraquet

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Campinas, 2007.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA FEA – UNICAMP

P64e Pilarski, Emmanuelle  
Estudos para o desenvolvimento de um produto não  
cominuído de frango desossado e fermentado / Emmanuelle  
Pilarski. – Campinas, SP: [s.n.], 2007.

Orientador: Nelson José Beraquet  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de  
Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Fermentação. 2. Defumação. 3. Atividade de água. 4.  
Vida útil. 5. Carne de frango desossada. I. Beraquet, Nelson  
José. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de  
Engenharia de Alimentos. III. Título.

(ckn/fea)

Titulo em inglês: Studies for the development of a non-comminuted deboned  
fermented chicken product

Palavras-chave em inglês (Keywords): Fermentation, Smoking, Water activity,  
Shelf life, Deboned chicken meat

Titulação: Mestre em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora: Nelson José Beraquet  
Eunice Akemi Yamada  
Marise Aparecida Rodrigues Pollonio  
Pedro Eduardo de Felício

Data de defesa: 15/02/2007

Programa de Pós-Graduação: Programa em Tecnologia de Alimentos

## **BANCA EXAMINADORA**

---

Dr. Nelson José Beraquet (Orientador)  
Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL

---

Dra. Eunice Akemi Yamada  
Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL

---

Dra. Marise Aparecida Rodrigues Pollonio  
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

---

Dr. Pedro Eduardo de Felício  
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

*À Deus*

*Aos meus pais, Émerson e Inês,  
minhas irmãs Fabiana e Elisa  
e Murilo.*

*“...e ali logo em frente a esperar pela gente o futuro está  
E o futuro é uma astronave que tentamos pilotar*

*Não tem tempo nem piedade nem tem hora de chegar  
Sem pedir licença muda nossa vida,  
depois convida a rir ou chorar*

*Nessa estrada não nos cabe conhecer ou ver o que virá  
O fim dela ninguém sabe bem ao certo onde vai dar  
Vamos todos numa linda passarela  
de uma aquarela que um dia enfim  
Descolorirá...”*

*(Toquinho e Vinícius de Moraes)*

## **Agradecimentos**

Ao Dr. Nelson Beraquet pela orientação, convívio, aprendizado, por reforçar em mim através do cotidiano o sentido da palavra ética e por me ensinar a buscar soluções diante das dificuldades encontradas.

Aos meus pais amados por estarem sempre comigo, mesmo tão distantes, por todo amor, palavras de incentivo, por me ajudarem de todas as formas a transformar meus sonhos em realidade e pelo sacrifício que fizeram para que eu pudesse chegar até aqui (especialmente ao meu pai amigo).

À minha querida irmã Elisa pelo carinho, amizade e alegrias. À minha irmã do coração Dra. Fabiana por me ensinar a fazer pesquisa por amor e ser um exemplo de vida para mim.

Ao Murilo pelo amor, companheirismo, momentos de alegria, incentivo e por tornar minha vida mais feliz desde a festa do contrário de 2005.

À Ísis Melissa pela amizade desde o primeiro dia de faculdade até hoje.

A Lu Esper e Carolzinha pela preciosa amizade, por toda ajuda e alegrias divididas. Às amigas Fabi (Fiona) e Fer (Kotia) pelo apoio e por tornarem meu dia a dia mais animado e feliz. Renata, Vanessa, Mel (CTC) e amigos da FEA. A Andrea pela amizade, convivência diária e risadas.

À bolsista Fapesp Aurélia pela amizade, por alegrar o projeto e pelo companheirismo nas várias madrugadas que passamos medindo pH. Sem a sua ajuda, ainda estaria determinando cloretos e lavando vidrarias...

À Ju Cunha pela amizade, apoio e ajuda na execução das análises sensoriais.

À pQC. Luciana Miyagusku por sua amizade, ensinamentos, incentivo, por ser um exemplo de determinação e pelos sucos de melancia na cantina da mecânica.

Aos pQCs do CTC – ITAL Márcia, Manuel, Tadeu, Ana Lúcia, Renata e José Ricardo pela amizade e ensinamentos. Aos funcionários do CTC – ITAL Marcinha Cucatti, Maristela, Nilda, Ivonete, Josi Oliveira, Gilca Sandra Mara, Maria Solenir, Celinha, Riva, Marciel, Tânia e Mariana.

À pqC Eunice pelos ensinamentos, preciosa ajuda e correções na reta final do projeto.

Às amigas do tempo do Progex – ITAL Denise Jardim por sua amizade e apoio, Rosângela e Bete (DG).

Ao prof. Pedro pela amizade, incentivo, correções e sugestões na dissertação. À profa. Marise pela amizade, pelo período que fiz PED, correções e sugestões no trabalho.

À profa. Maria Aparecida pelas correções no projeto de qualificação.

À Eliete, Gina e Katumi (ITAL) pela amizade.

À Fernanda Collares pelos ensinamentos e apoio nos momentos em que mais precisei.

Aos professores da UEPG Dra. Roseli Ferrari e Dr. Ivo Demiate pelo auxílio e amizade.

Aos funcionários da FEA Cosme (pela paciência e prontidão), Marlene, Zé Roberto, Ana Maria, Creusa, Valter, Marcelo (graduação).

Ao Sr. Zezinho (Casa de Carnes Zezinho) por me atender e ajudar sempre prontamente quando precisei aprender a desossar frangos e ao Everton (*in memorian*).

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) por tornar possível a realização deste trabalho através do projeto nº 05/50.675 – 8.

À CAPES e CNPq pelas bolsas de estudo concedidas para a realização deste trabalho.

Ao esporte por me ensinar a levantar a cabeça diante das derrotas e aprender a valorizar e fazer por merecer cada vitória.

E a todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram na realização deste trabalho e que aqui não foram citados, o meu pedido de desculpas e a minha gratidão.

Muito obrigada de coração!!



## SUMÁRIO

<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	xii
<b>INDÍCE DE FIGURAS</b> .....	xv
<b>RESUMO GERAL</b> .....	xvii
<b>GENERAL SUMMARY</b> .....	xx
<b>CAPÍTULO 1</b>	1
Introdução.....	3
1. Revisão bibliográfica.....	5
1.1. Agregação de valor à carne de frango.....	5
1.2. Mercado potencial da carne de frango.....	7
1.3. Aspectos de composição da carne de frango.....	15
1.4. Aspectos microbiológicos da carne de frango.....	18
1.5. Emprego da Tecnologia dos Obstáculos na conservação dos alimentos.....	26
1.6. Métodos de conservação das carnes.....	29
1.6.1. Utilização de ácidos orgânicos nos processos de conservação.....	30
1.6.2. Conservação de carnes pelo processo de fermentação.....	33
1.6.2.1. Emprego de cultura <i>starter</i> .....	38
2. Referências bibliográficas.....	43
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>Estudo da distribuição do cloreto de sódio em frango desossado</b> .....	53
Resumo.....	55
Abstract.....	56
1. Introdução.....	57
2. Objetivos.....	58
3. Material e métodos.....	58
4. Resultados e discussão.....	59
5. Conclusões.....	62
6. Referências bibliográficas.....	62
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>Ensaio para a obtenção de um produto não cominuído fermentado de frango desossado estável a temperatura ambiente</b> .....	65
Resumo.....	67

Abstract.....	68
Introdução.....	69
1. Revisão bibliográfica.....	71
2. Objetivo geral.....	75
2.1. Objetivos específicos.....	75
2.1.1. Ensaio A.....	75
2.1.2. Ensaio B.....	75
2.1.3. ensaio C.....	75
2.1.4. Ensaio D.....	75
2.1.5. Ensaio E.....	75
3. Material e Métodos.....	76
3.1. Análises físico-químicas.....	82
3.2. Análises microbiológicas.....	83
4. Resultados e Discussões.....	84
4.1. Ensaio A.....	84
4.2. Ensaio B.....	87
4.3. Ensaio C.....	91
4.4. Ensaio D.....	95
4.5. Ensaio E.....	98
5. Conclusões.....	102
6. Referências bibliográficas.....	103
<b>CAPÍTULO 4</b>	
<b>Obtenção de um produto de carne de frango não cominuído fermentado a baixa temperatura e defumado.....</b>	<b>107</b>
Resumo.....	109
Abstract.....	110
Introdução.....	111
1. Revisão bibliográfica.....	113
1.1. Tecnologias para agregação de valor.....	114
1.1.1. Marinação.....	114
1.1.2. Fermentação.....	115
1.1.3. Defumação.....	117
1.2. O emprego da análise sensorial no desenvolvimento de novos produtos.....	119
1.2.1. Testes afetivos.....	120

2. Objetivo geral.....	123
2.1. Objetivos específicos.....	123
3. Material e métodos.....	123
3.1. Análises físico-químicas.....	128
3.2. Análises microbiológicas.....	129
3.3. Análise sensorial.....	130
4. Resultados e discussões.....	132
4.1. Fermentação.....	132
4.2. Análise sensorial.....	143
4.3. Estudo de vida útil.....	151
5. Conclusões.....	156
6. Referências Bibliográficas.....	156
<b>CONCLUSÃO GERAL.....</b>	<b>163</b>
<b>SUGESTÕES PARA PRÓXIMOS TRABALHOS.....</b>	<b>166</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>167</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

Tabela 1. Produção mundial de carnes (em milhões de toneladas).....	9
Tabela 2. Consumo <i>per capita</i> de carne de frango, carne bovina, carne suína e ovos no Brasil entre os anos de 1986 a 2005.....	10
Tabela 3. Consumo <i>per capita</i> de carne de frango dos principais países consumidores de carne de frango em 2005.....	10
Tabela 4. Produção mundial de carne de frango dos principais países produtores entre os anos de 1999 a 2006 em mil toneladas.....	12
Tabela 5. Evolução da produção e participação das regiões na produção de frangos no Brasil entre 1995 e 2004.....	14
Tabela 6. Comparação relativa entre as fibras musculares vermelhas e brancas da carne de frango.....	16
Tabela 7. Composição em ácidos graxos de depósitos de gordura associados com pele (carne de frango) e tecidos subcutâneo (carnes bovina e suína) e porcentagem de ácidos graxos saturados e insaturados.....	17
Tabela 8. Faixas de temperatura para o crescimento de microrganismos.....	21
Tabela 9. Limites de pH para que o crescimento de alguns microrganismos seja iniciado.....	22
Tabela 10. Valores mínimos de atividade de água (Aa) para que o crescimento microbiano tenha início próximo das temperaturas ótimas de crescimento.....	23
Tabela 11. Classificação dos produtos cárneos quanto a estabilidade baseada na atividade de água (Aa) e pH do produto, conforme a recomendação da temperatura de estocagem.....	29
Tabela 12. Controle de tempo e de temperatura recomendado para o processamento de embutido seco fermentado.....	38
Tabela 13. Principais microrganismos utilizados como culturas <i>starters</i> .....	42

### CAPÍTULO 3

Tabela 1. Análises físico-químicas realizadas nos ensaios A, B, C, D e E.....	82
Tabela 2. Análises microbiológicas realizadas nos ensaios C e E.....	83

Tabela 3. Volume médio injetado de salmoura e solução de dextrose e cultura <i>starter</i> nas carcaças desossadas.....	84
Tabela 4. Valores de pH durante a fermentação do Ensaio A.....	85
Tabela 5. Valores médios de atividade de água (Aa) no peito e coxa de carcaças submetidas à fermentação.....	90
Tabela 6. Valores médios de absorção de água no resfriamento pelo <i>chiller</i> , rendimento da desossa e ganho de peso no processo de injeção.....	91
Tabela 7. Análises microbiológicas nas carcaças de frango do Ensaio C.....	93
Tabela 8. Valores médios de atividade de água das carcaças de frango desossadas durante a secagem do Ensaio C.....	95
Tabela 9. Redução do pH do peito e da coxa de carcaças desossadas equalizadas por 3 dias e fermentadas com embalagem à vácuo e sem embalagem.....	96
Tabela 10. Redução do pH do peito e da coxa de carcaças desossadas equalizadas por 7 dias e fermentadas com embalagem à vácuo e sem embalagem.....	96
Tabela 11. Resultados da determinação de carboidratos totais das carcaças de frango durante o processamento.....	97
Tabela 12. Contagens de <i>Pseudomonas</i> , psicrotóxicos e bactérias lácticas durante o processo de carcaça de frango inteira desossada.....	98
Tabela 13. Valores médios de atividade de água das carcaças de frango do Ensaio E.....	99
Tabela 14. Teores de cloretos e carboidratos após a injeção e fermentação.....	100
<b>CAPÍTULO 4</b>	
Tabela 1. Determinações físico-químicas realizadas nos Experimentos I, II e III.....	128
Tabela 2. Análises microbiológicas realizadas nos Experimentos I, II e III.....	130
Tabela 3. Resultados das análises microbiológicas realizadas durante o processamento das carcaças de frango inteiras desossadas do Experimento I.....	132
Tabela 4. Resultados das análises microbiológicas realizadas durante o processamento das carcaças de frango inteiras desossadas do Experimento II.....	132
Tabela 5. Resultados das análises microbiológicas realizadas durante o processamento das carcaças de frango inteiras desossadas do Experimento III.....	133
Tabela 6. Valores médios de pH por inserção de eletrodo no músculo do peito e da coxa da carcaça de frango desossada na matéria-prima, na carcaça injetada massageada e durante a fermentação.....	134
Tabela 7. Valores de pH em solução aquosa do músculo, de amostra do peito e da coxa	

durante a secagem.....	135
Tabela 8. Valores de atividade de água durante a etapa de secagem dos Experimentos I, II e III.....	138
Tabela 9. Resultados das análises físico-químicas realizadas no peito e nas coxas das carcaças durante o processamento dos Experimentos I, II e III.....	141
Tabela 10. Valores de pH e porcentagem de acidez do Experimento III.....	143
Tabela 11. Resultados (médias e desvio-padrão) do teste de aceitação do frango desossado fermentado assado do Experimento II (n = 61 consumidores).....	145
Tabela 12. Resultados (médias e desvios-padrão) da avaliação sensorial (teste de aceitação) do frango desossado fermentado embalado à vácuo do Experimento III (n = 63 consumidores).....	147
Tabela 13. Resultados (médias e desvio-padrão) da avaliação sensorial (teste de aceitação) do frango desossado fermentado defumado embalado à vácuo do Experimento III (n = 63 consumidores).....	149
Tabela 14. Distribuição da frequência de intenção de compra pelos consumidores do Experimento III.....	150
Tabela 15. Efeitos do tempo de estocagem a $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ nas contagens microbiológicas de carcaças de frango desossadas fermentadas.....	151

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

Figura 1. Preferência de consumo de carnes no Brasil.....	8
Figura 2. Abate de frangos por estados com SIF em 2005.....	14

### CAPÍTULO 2

Figura 1. Valores médios de cloretos e atividade de água obtidos para o peito e coxa e sobrecoxa retirados da carcaça inteira desossada.....	60
Figura 2. Valores médios de cloretos e atividade de água obtidos para o peito interno e peito externo retirados da carcaça inteira desossada.....	60

### CAPÍTULO 3

Figura 1. Fluxograma simplificado dos procedimentos dos Ensaios A, B, C, D e E.....	81
Figura 2. Etapas do processamento de desossa da carcaça de frango resfriada, (a) desossa do peito, (b) carcaça desossada com o músculo aparente e (c) carcaça desossada com a pele voltada para fora.....	87
Figura 3. Valores médios de pH de peito e coxa durante o processo de fermentação.....	88
Figura 4. Carcaça injetada com salmoura acidificada com ácido láctico 0,2%.....	89
Figura 5. Injeção automática de salmoura acidificada das carcaças de frango desossadas.....	92
Figura 6. Valores médios de pH da carcaça <i>in natura</i> , injetada e durante a fermentação do peito e da coxa durante o Ensaio C.....	94
Figura 7. Valores de pH durante a fermentação da carcaça inteira desossada do Tratamento 1 (injeção de 1,5% e salga seca de 2%) do Tratamento 2 (salga seca 3,5%).	101

### CAPÍTULO 4

Figura 1. Fluxograma simplificado dos procedimentos dos Experimentos I, II e III.....	124
Figura 2. Queda do pH obtido pelo método de punção durante o processamento das carcaças inteiras desossadas injetadas massageadas do EI e EII.....	137
Figura 3. Curvas de pH e acidez da matéria-prima, da carcaça injetada com culturas iniciadoras e durante a etapa de fermentação do Experimento III.....	142
Figura 4. Características da equipe de consumidores do teste de aceitação do Experimento II.....	144

Figura 5. Características da equipe de consumidores do teste de aceitação do Experimento III.....	144
Figura 6. Distribuição da frequência de intenção de compra pelos consumidores da carcaça de frango desossada fermentada e do peito e da coxa assados do Experimento II.....	146
Figura 7. Valores de TBA nos vários estágios de processamento e vida útil de frango desossado fermentado a baixa temperatura.....	154

## RESUMO GERAL

A carne de frango é a segunda carne mais consumida no Brasil e a segunda mais produzida no mundo. O Brasil ocupa ainda a posição de terceiro maior produtor e primeiro maior exportador mundial. O bom desempenho deste setor se deve basicamente ao baixo preço relativo frente as outras carnes, pela imagem saudável junto ao consumidor, por sua aceitação pela maioria das culturas e religiões e por sua ampla variedade de produtos à base de carne de frango. O consumo *per capita* de carne de aves praticamente triplicou da década de 80 até os dias atuais.

No Brasil a carne de frango é comercializada na forma de carcaças e cortes frescos ou congelados e muitos produtos similares aos preparados com carne suína e bovina. A diversificação de produtos ainda é uma necessidade da indústria para aumentar o consumo de carne de frango e agregar valor à carcaça ou carne.

O presente trabalho teve como objetivos testar tecnologias para a obtenção de uma carcaça de frango fermentado estável a temperatura ambiente, ou com vida útil estendida sob refrigeração.

Numa primeira etapa avaliou-se a taxa de penetração do sal (NaCl) durante a imersão de carcaças de frango e sua correlação com a atividade de água. Verificou-se que a distribuição do sal nos músculos é bastante heterogênea, principalmente no peito quando comparado com a carne da coxa. O maior conteúdo de sal na coxa foi atribuído ao aumento da sua área superficial causado pelos procedimentos de desossa. Foi necessária 1,5h de imersão para que o peito e a coxa atingissem as concentrações de 3,1% e 3,3% de NaCl, respectivamente. A atividade de água teve relação inversa com a concentração de sal, entretanto, para os níveis de NaCl empregados não foi observada redução significativa no seu conteúdo.

Numa segunda etapa, 5 ensaios foram realizados e observou-se que o uso de altas temperaturas (20 – 30°C) durante a fermentação não foi viável para a obtenção de carcaças de frango desossadas fermentadas com  $\text{pH} \leq 5,2$ , pois houve favorecimento do crescimento de bactérias lácticas e também das

deteriorantes, principalmente *Pseudomonas*. Carcaças sem o pré-resfriamento (*chiller*) não favoreceram a absorção da salmoura e solução inoculadora; o ácido láctico empregado em altas concentrações (2,2%) ocasionou desnaturação protéica, entretanto a concentração de 0,2% foi suficiente para reduzir o pH inicial e a carga microbiana; o massageamento manual superficial da solução de bactérias lácticas não foi efetivo, pois ocorreu grande dificuldade de penetração da cultura *starter* para o interior dos músculos íntegros; a pele do frango atua como barreira na remoção de água nos processos de secagem e defumação, impedindo a diminuição dos valores de atividade de água do músculo; o emprego da equalização por longos períodos (3 e 7 dias) ocasionou mudanças desfavoráveis na textura da carne através da proteólise, a equalização à vácuo não favoreceu o desenvolvimento das bactérias lácticas devido à alta contagem microbiana inicial e; a salga seca não ocasionou redução nos níveis de atividade de água. Concluiu-se que os métodos combinados empregados não foram suficientes para conferir ao produto a estabilidade à temperatura ambiente.

Numa terceira etapa, foram empregadas temperaturas baixas ( $13^{\circ}\text{C}$ ) durante a fermentação e o processo de massageamento em *tumbler*. Fez-se o teste de aceitação do produto fermentado, do produto defumado e o estudo de vida útil das carcaças fermentadas embaladas à vácuo refrigeradas mantidas a  $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Nos experimentos I e II o  $\text{pH} \leq 5,2$  foi atingido com 162h pelo método da determinação direta de pH, enquanto que no EIII obteve-se esse valor de pH com 120h. Na avaliação sensorial, os consumidores preferiram carcaças de frango fermentadas com menor acidez. O produto defumado apresentou a melhor aceitação. Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre a avaliação sensorial do peito e da coxa. O estudo de vida útil revelou que a deterioração microbiana e a autooxidação foram rápida (principalmente na coxa e na pele) e determinaram a curta estabilidade das carcaças fermentadas. O processo e a cultura *starter* empregados não foram eficazes para estender a vida útil das carcaças de frango fermentadas, em relação às carcaças refrigeradas; aos 4 dias de armazenamento a  $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$  as carcaças apresentavam características sensoriais de deterioração e

altas contagens bacterianas. Altas contagens de *Pseudomonas* foram encontradas, mesmo com o produto embalado à vácuo ( $8,4 \times 10^6$  UFC/cm<sup>2</sup>).

Através dos estudos realizados, concluiu-se que a aplicação dos métodos combinados nas intensidades estudadas (redução do pH, microbiota competitiva, emprego de ácidos orgânicos, vácuo e cloreto de sódio) em processos fermentativos para carcaças não foram suficientes para conferir a estabilidade microbiológica à temperatura ambiente de um produto de carne de frango fermentada. A redução da temperatura de fermentação viabilizou a fermentação de carcaça desossada mas o produto tem vida útil curta (4 dias).

**Palavras – chaves:** frango desossado, fermentação, defumação, atividade de água, vida útil.

## GENERAL SUMMARY

Chicken meat is the second most consumed meat in Brazil and the second in production in the world. Brazil is the third largest producer of chicken meat and the largest world exporter. The success of aviculture is due to the lower price of chicken meat compared to other meats, consumer perception of a healthy meat and its acceptance by the majority of cultures and religions as well as by the great varieties of products based on chicken meat. In Brazil, chicken meat is available as carcasses and cuts fresh or frozen and in processed products similar to those prepared with pork or beef. The diversification of products to the consumer is still a need for the industry to increase the consumption and to add value to the chicken meat.

The objective of this study was to test technologies to obtain a fermented deboned chicken carcass stable at a room temperature or with extended shelf-life under refrigeration.

In a first series of trials the rate of salt (NaCl) uptake by chicken muscle immersed in brine was determined and correlated to the water activity. It was found that the salt distribution in the muscle is very heterogeneous particularly in the breast when compared to the thigh meat. This was attributed to higher surface area of the thigh meat caused by deboning operations. To reach concentrations of processing interest of 3.1% and 3.3% of NaCl, for the breast and thigh meat respectively, were necessary 1.5h of brine immersion.

In a second stage 05 trials with varying processing conditions to obtain a fermented deboned carcass with  $\text{pH} \leq 5.2$  were conducted. Carcasses that were not pre-chilled did not have better brine and starter culture absorption than chilled carcasses. Acid lactic used at 2.2% concentration caused carcass descolouration whereas a 0.2% concentration was sufficient to lower the muscle initial pH and reduce the microbial load. The massaging of the carcass surface with starter culture solution was not effective in increasing the muscle solution uptake. The drying and smoking procedures used did not reduce the muscle water activity as the skin acts as a barrier to water removal. Muscle tempering periods of 3 and 7

days aiming a better salt and culture distribution in the muscle resulted in proteolysis and the use of vacuum package in this procedures did not favor the growth of lactic acid bacteria as expected. The use of dry salting also did not result in the lowering of the muscle water activity . In conclusion combined methods of preservation employed were not effective in producing a fermented deboned chicken carcass.

In a third stage the fermentation method was changed using a temperature of 13°C and using a massaging process to even brine and culture solution in the muscle. It was possible to obtain a fermented/smoked deboned carcass that had its acceptance by consumers and shelf-life at  $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$  determined.

In a series of 3 experiments  $\text{pH} \leq 5.2$  was reached after 162h of fermentation at 13°C in experiments II and III whereas in experiment III this time was reduced to 120h. Consumers sensory evaluation indicated that consumers preferred less acid and smoked meat. There was no significant difference in the acceptance of breast and thigh meat. The rapid growth of deteriorative bacteria and rapid onset of rancidity were responsible for the short shelf-life of the fermented deboned carcasses of 4 days. At this time *Pseudomonas* counting even in the vacuum packed carcasses reached  $8.4 \times 10^6$  UFC/cm<sup>2</sup>.

These studies have shown that the combined methods used as sodium chloride, muscle pH reduction, competitive lactic acid producing microorganisms were not intense enough to result in a fermented deboned carcass. The use of lower temperature of fermentation allowed the production of fermented deboned carcass that had a short shelf-life (4 days).

**Key – words:** deboned chicken, fermentation, smoking, water activity, shelf life.

# **CAPÍTULO I**

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA





## INTRODUÇÃO

As carnes, juntamente com os ovos, leite e seus derivados correspondem nutricionalmente à maior parte da parcela protéica da alimentação humana.

Segundo dados da FAO (1992), os produtos de origem animal (carne, ovos, leite e gordura animal) fornecem 17% da energia e 32% das proteínas necessárias ao bom funcionamento do organismo.

O último século presenciou uma transformação fundamental nas dietas dos países em desenvolvimento, com o crescimento do consumo *per capita* de alimentos acompanhado de mudanças na composição das dietas. Baixos preços de alimentos e rendas mais altas, permitem ao consumidor comer melhor, enquanto gasta uma parte menor do seu orçamento para alimentação. O consumo de calorias mudou de carboidratos (cereais, raízes e tubérculos) para calorias de proteínas de origem animal, óleos vegetais e açúcar. Esta mudança de padrão do consumo em países em desenvolvimento, entretanto, começou a se revelar a partir dos anos 60, devido ao desenvolvimento da economia, mudança nos estilos de vida e revolução agro-industrial que facilitaram a produção e tecnologias de processamento.

A ingestão de proteínas cárneas, não se restringe apenas a sua forma *in natura*; engloba também os produtos processados, que disponibilizam ao consumidor uma imensa variedade de formas, sabores e texturas. Como exemplo tem-se a carne suína cujo consumo na forma industrializada chega a ser de aproximadamente 70% (Revista Suinocultura Industrial).

Além dessa variabilidade sensorial, outros quesitos importantes a serem considerados nos dias atuais, devido às mudanças ocorridas na sociedade são praticidade, conveniência e fácil conservação dos produtos. Estes critérios estão sendo utilizados até mesmo como decisão de compra.

O Brasil tem na produção de carne um dos pilares da do agronegócio além da grande importância na alimentação de sua população. Apesar disso, o consumo per capita nacional/ano, é estimado em 36 Kg para carne bovina, 33,8 Kg para aves e 12 Kg para suínos, valores estes considerados pequenos quando

comparados aos níveis de consumo dos países mais desenvolvidos (GALEAZZI, et al., 2002).

Entre os cinco principais países exportadores de frango, o Brasil pela primeira vez na história, superou em receita com suas exportações em 2004 os Estados Unidos (líder mundial), abrangendo 41% do mercado, embora os norte-americanos ainda superem o Brasil em volume de produção. O motivo da diferença entre receita e volume se deve ao fato das agroindústrias brasileiras exportarem seus produtos com maior valor agregado, sobretudo para mercados exigentes, como os países da Europa e Japão.

Embora a agregação de valor seja importante, principalmente em termos econômicos para o produtor, praticidade e diversificação para o consumidor, verifica-se a necessidade de aproveitamento das matérias-primas disponíveis, como é o caso do frango no Brasil, a fim de se oferecer produtos com valor agregado com preços mais acessíveis, bem como a utilização de tecnologias que também estendam sua vida útil e lhes confirmem condições de armazenamento mais facilitadas, além de tornar possível a distribuição a todas as regiões do país.

## 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1.1. Agregação de valor à carne de frango

O perfil de alimentação da população tem se diferenciado nas últimas décadas. GAVA (1984), em meados dos anos 80 já mencionava a necessidade da produção de alimentos prontos ou semi-prontos a níveis mundiais, devido às mudanças culturais ocorridas, principalmente com a inserção da mulher no mercado de trabalho. Essa inserção aumentou a demanda por produtos de maior conveniência, reduzindo o número de refeições familiares e aumentando as refeições rápidas (GRUNERT & TRAILL, 1997).

A busca pela conveniência e por produtos prontos para o consumo é influenciada basicamente por três aspectos: 1) o aumento do número de pessoas jovens com pouca prática no preparo dos alimentos 2) maior quantidade de pessoas trabalhando fora dos seus lares e pela mudança no estilo de vida (pessoas com menos tempo disponível para preparar as refeições principais) e 3) pessoas da geração *baby boom* aposentadas pouco dispostas a gastar seu tempo na preparação das refeições (EILERT, 2005).

Segundo o Sindicato da Indústria Alimentar de Congelados, a indústria brasileira de alimentos congelados e desidratados faturou US\$ três bilhões em 2003, 13% superior ao ano de 2002, ressaltando ainda, que esses dados foram obtidos num ano de retração econômica. Estudos realizados em 2001 pela Fundação Instituto de Administração (FIA), da Universidade de São Paulo, com análise de todas as faixas de renda, mostraram que 50% da população utilizava serviços de entrega sendo que em 93,5% dos casos era para pedir comida. Esses dados ressaltam a busca por alimentos rápidos que proporcionam comodidade ao consumidor (DELIVERY, 2004).

A introdução de novos produtos no mercado é considerada elemento essencial na competitividade e a principal fonte de vantagens entre as empresas alimentícias. Há duas grandes perspectivas para a inovação encontradas em literaturas de economia e negócios: a mudança tecnológica (força que conduz a

criação na indústria moderna e orienta serviços econômicos) e Pesquisa e Desenvolvimento, considerada o fator chave no desenvolvimento tecnológico (HUGHES, 1994; GRUNERT & TRAILL, 1997).

Valor agregado pode ser definido como sendo “algo com benefício extra para o usuário”. Contudo, em termos econômicos e processuais, corresponde a uma valorização do produto com aumento de lucros através da inserção de alguma tecnologia que confira ao mesmo, características diferenciadas.

De um modo geral, alimentos de valor agregado, crus ou pré-processados, são alimentos cujo valor foi aumentado através da adição de ingredientes ou processos que os tornam mais atrativos e/ou de pronto consumo pelo comprador. Essas estratégias são utilizadas pelos setores de produção e marketing, sendo dirigidas por necessidades e percepções do cliente (ZHAO, 2002).

Atualmente, verifica-se a importância de se produzir alimentos cárneos de baixo preço com alto conteúdo de proteína, boa qualidade gastronômica, fáceis de serem preparados e preservados e que apresentem boa sanidade ao consumidor (SUNESSEN & STAHNKE, 2003).

O crescimento do número de consumidores urbanos conscientes em países desenvolvidos aumentou a demanda global por produtos protéicos, que crescentemente mudaram de carnes volumosas para produtos mais específicos com valor agregado e cortes especializados (MORGAN, 2005).

Os principais motivos que justificam a agregação de valor aos produtos são: maior conveniência para o consumidor, aumento da vida útil do produto, fornecimento de alimentos livres de patógenos e também a ampliação da gama de produtos (MONASTERIO, 1997).

No segmento de pratos congelados no Brasil, verifica-se que 60% dos produtos oferecidos ao consumidor são à base de carne de frango (Exportações brasileiras, 2004).

Exemplos das diversas tecnologias disponíveis no mercado, capazes de agregar valor à carne de frango encontram-se na marinação (OCKERMAN, 2003), extrusão à frio (VIANA, 2002), fermentação (CAVENAGHI, et al., 2003), salga e

secagem (CORÓ & PEDRÃO, 2003), tambleamento e/ou injeção (OLIVO, 2003), aplicação da enzima transglutaminase (AJINOMOTO, 2003).

Outra técnica que está sendo empregada com sucesso para agregar valor à carcaça de frango é a produção de cortes que visam atender à demanda do mercado por diversificação, principalmente o mercado externo, buscando sempre o melhor aproveitamento da carcaça, onde o aperfeiçoamento das técnicas para se obter cortes uniformes e com aparência visual atrativa é fator determinante (BERAQUET, et al., 1992).

## **1.2. Mercado Potencial da carne de frango**

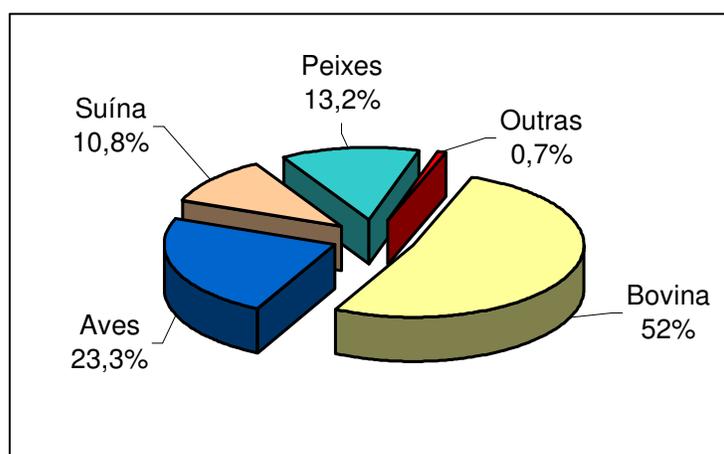
A observação da história da humanidade nos mostra que o consumo de carne é um forte indicativo da posição social e econômica dos povos. Consumos elevados de carne possuem relação direta com o grau de industrialização dos países e a capacidade de compra das pessoas. O consumo *per capita* varia em diferentes países devido a diferenças econômicas, mas também devido a limites de ordem religiosa e de recursos naturais disponíveis. A produção de carne sempre foi uma atividade importante para a economia brasileira. Com a chegada dos portugueses em 1500 a criação de bovinos de corte estabeleceu-se rapidamente e espalhou-se por diversas regiões do país. Muito mais tarde, entre as décadas de 60 e 70 do presente século, foram implantadas as criações industriais de aves e suínos. Estas três espécies animais respondem talvez pela maioria da proteína de origem animal consumida pelo homem atualmente (HENDRICK, et al., 1989).

As alterações nos padrões de dieta que favorecem os produtos de proteína animal e conseqüentemente, o mercado da carne, foram promovidas por vários fatores; entre eles está o crescimento da economia em países em desenvolvimento, as mudanças geográficas ocorridas (em particular a urbanização e a estruturação da sociedade), os novos hábitos e estilos de vida adotados pela população. Ainda, ressaltam-se outros dois fatores chaves que estimulam essa demanda e favorecem o menor preço das carnes: as mudanças estruturais nas

indústrias (incluindo melhoramentos genéticos, armazenamento e a melhora do gerenciamento) e as mudanças significativas ocorridas na política ambiental (MORGAN, 2005).

A diversificação e a diferenciação dos produtos, de forma simplificada, se referem às diferentes marcas e mudanças de formatos, as quais procuram fazer com que produtos semelhantes se tornem diferentes aos olhos do consumidor, enquanto a segmentação se refere à produção de produtos diferentes para nichos de mercados distintos (BLISKA, 1997).

Com relação à preferência do consumidor brasileiro, a carne bovina predomina, sendo seguida das carnes de aves, peixes e por último suínos. Esses dados podem ser visualizados na **Figura 1**.



**Figura 1.** Preferência de consumo de carnes no Brasil.

Fonte: GALEAZZI et al., 2002.

Segundo BOHRER (2003), entre os anos de 1994 a 2002, houve um incremento na produção brasileira das carnes bovinas, suínas e de frango de aproximadamente 41, 116 e 120%, respectivamente. Ainda, nos últimos oito anos o consumo *per capita* de carne bovina diminuiu 16%, enquanto que o de carne de frango e suína aumentaram 50 e 51%, respectivamente. A produção mundial de carnes é visualizada na **Tabela 1** (UBA, 2006).

**Tabela 1.** Produção mundial de carnes (em milhões de toneladas).

<b>Espécie</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Suínos	94,2	95,8	100,4	102,5
Frangos	64,0	65,1	67,7	70,0
Bovinos	58,1	58,7	61,9	63,6
Ovinos e caprinos	11,8	11,8	12,1	12,9
Peru	5,3	5,3	5,2	5,2
Patos e gansos	5,2	5,4	5,4	5,8
Outras carnes	7,6	7,7	4,9	5,2

Fonte: UBA, 2006.

Observa-se ainda que no ano de 1970 o consumo *per capita* de carne de frango no Brasil era de 2,3 Kg/habitante/ano, enquanto que no ano de 2004 o consumo foi de aproximadamente 33 Kg/habitante/ano. Esse significativo aumento pode ser justificado principalmente pelos avanços tecnológicos e investimento em pesquisas. Em 1950 o peso da ave era de 1,4 Kg aos 70 dias de idade, enquanto que em 2004 o peso médio se encontrava 34% acima, na metade do tempo, com uma eficiência alimentar 89% maior (na década de 50 gastava-se 3,0 Kg de ração para produzir 1,0 Kg de peso vivo de frango, enquanto que em 2004 este valor caiu para 1,59 Kg, representando uma redução de 47% no consumo de ração) (SOUZA et. al, 2005).

O consumo *per capita* das carnes de frango, bovina, suína e ovos no Brasil entre os anos de 1986 a 2005 é visualizado na **Tabela 2**. O consumo *per capita* de carne de frango dos principais países consumidores de carne de frango em 2005 encontra-se na **Tabela 3** (Anuário 2006).

**Tabela 2.** Consumo *per capita* de carne de frango, carne bovina, carne suína e ovos no Brasil entre os anos de 1986 a 2005.

Ano	Frango (Kg)	Bovina (Kg)	Suína (Kg)	Ovos (unidade)
1986	10,0	29,8	7,3	94
1987	12,4	26,0	8,0	109
1988	11,8	27,6	7,0	103
1989	12,4	33,8	6,6	83
1990	14,2	36,1	7,2	89
1991	15,7	38,0	7,6	88
1992	16,8	38,9	7,9	88
1993	18,1	37,0	8,3	86
1994	19,2	36,4	8,4	92
1995	23,3	39,3	9,2	101
1996	22,2	41,4	9,6	101
1997	24,0	39,0	9,3	82
1998	26,3	37,5	9,9	85
1999	29,1	35,6	10,7	89
2000	29,9	36,5	10,9	94
2001	31,8	37,2	10,9	94
2002	33,8	35,8	13,8	130
2003	33,3	35,6	12,4	127
2004	33,9	35,9	12,1	130
2005	35,4	36,3	11,3	138

Fonte: UBA, 2006.

**Tabela 3.** Consumo *per capita* de carne de frango dos principais países consumidores de carne de frango em 2005.

Países	Consumo <i>per capita</i>
EUA	46,5
Arábia Saudita	34,6
Brasil	35,4
União Européia	15,9
Japão	13,0
Rússia	11,1

Fonte: UBA, 2006.

Internacionalmente, o complexo agro-industrial avícola tem sido mais dinâmico que o suinícola e o da carne bovina. A produção de carne de frango tem se expandido em cerca de 5,6% ao ano desde meados dos anos 80. Grande parte deste dinamismo pode ser explicado pelos avanços tecnológicos do setor (IPARDES, 2002).

A polarização do mercado mundial de frango ocorre por motivos diferenciados. Os Estados Unidos detêm uma organização de cadeia estruturada a partir da relação entre produtor e indústria de abate pela negociação e produção em grande escala, o que os torna os maiores consumidores de carne de frango do mundo enquanto que a China tem grande incentivo por parte do mercado interno, porém com consumo per capita de 8,8 Kg/hab./ano (IPARDES, 2002).

O bom desempenho do setor avícola pode ser atribuído a quatro fatores principais: i) baixo preço relativo frente às outras carnes; ii) imagem de produto saudável junto ao consumidor; iii) aceitação pela maioria das culturas e religiões e; iv) gama mais variada de produtos à base de frangos (principalmente de produtos ditos de conveniência) (IPARDES, 2002).

Contudo, dados obtidos de uma das unidades de grande rede de supermercados do estado de SP, indicam a possibilidade de crescimento para o consumo de carne de frango. O percentual de vendas para as carnes bovina, de aves e suína são de cerca de 63%, 29,6% e 5,2%, respectivamente.

As principais regiões produtoras de frango no mundo são a Ásia com 33% da produção mundial (onde a China responde por 17%), seguida pela América do Norte com 29% (os Estados Unidos são responsáveis por 27% da produção), Europa com 17% (EU com 14%) e América do Sul com 15% (Brasil com 14%) da produção (UBA, 2005).

Em 2004, a América foi responsável por cerca de 47% da produção global de carne de frango. Os Estados Unidos foram os maiores produtores não só na América como no mundo: representaram 48% da produção do continente americano enquanto que o Brasil ocupou o segundo lugar, com 26% do total produzido, seguido pelo México, Canadá e Argentina, respectivamente (UBA, 2005).

A **Tabela 4** ilustra os principais produtores mundiais de carne de frango entre 1999 e 2006 e suas respectivas produções.

**Tabela 4.** Produção mundial de carne de frango dos principais países produtores entre os anos de 1999 a 2006 em mil toneladas.

Ano	EUA	China	Brasil	UE	México	Mundo
1999	13.367	8.550	5.526	6.614	1.784	47.554
2000	13.703	9.269	5.977	7.606	1.936	50.097
2001	14.033	9.278	6.736	7.883	2.067	52.159
2002	14.467	9.558	7.517	7.788	2.157	54.000
2003	14.696	9.898	7.843	7.439	2.290	54.067
2004	15.286	9.998	8.494	7.656	2.389	55.846
2005	15.792	10.200	9.200	7.670	2.510	58.227
2006	16.300	10.500	9.700	7.690	2.635	60.576

Fonte: ABEF, 2006.

A história da avicultura brasileira, em especial do setor exportador de carne de frango, reservará destaque para o ano de 2004, ano em que o Brasil conquistou o primeiro lugar nas exportações, tanto em receita cambial quanto em volume exportado (alcançou a receita cambial correspondente a US\$ 2,5 bilhões) e vendeu para 142 países (UBA, 2004).

O principal acontecimento na indústria avícola europeia em 2004 foi o aumento da União Europeia por 10 novos países, o que ocasionou um aumento de 19% nos membros da nova UE – 25. A Polônia é o maior dos novos membros e também o país com a maior e mais competitiva indústria avícola. A Hungria é também tradicionalmente um grande exportador de carne de frango, mas já sofreu severa competição da carne congelada do Brasil e da Tailândia e carne fresca da Polônia (MULDER, 2005).

A Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frangos – ABEF (ABEF, 2006) divulgou que no ano de 2005 houve um incremento de 15% nas exportações com relação ao ano anterior, atingindo o patamar de

aproximadamente 2,84 milhões de toneladas. Esse aumento ocorreu principalmente pela venda de produtos de maior valor agregado, somando cerca de 84 mil toneladas (um aumento de 86% comparado a 2004). A venda de cortes de frango cresceu 18,5% (cerca de 1,7 milhão de toneladas) enquanto que a venda de frango inteiro foi de 1,04 milhão de toneladas, subindo 7% quando comparados com 2004. Os maiores mercados foram Oriente Médio (848.570 t), Ásia (756.949 t), União Européia (387.000 t) e Rússia (258.186 t).

Entretanto, a crise da Influenza Aviária na Ásia resultou em imenso impacto na economia global. Exportadores tradicionais como Tailândia e China desapareceram do comércio internacional, particularmente no mercado de carnes cruas e vivas, causando uma falta temporária de carne no mercado global (MULDER, 2005).

Os principais destinos do frango exportado pelo Brasil são Oriente médio (abrange cerca de 30% das exportações), Ásia (27%), União Européia (11%), Rússia (10%) e Outros (15%) (Anuário, 2006).

Outra tendência observada na área de exportação nos últimos anos é o crescimento do volume exportado de cortes e de produtos industrializados, de maior valor agregado, sendo que desde 2001 as exportações de cortes superam as exportações de frangos inteiros (UBA, 2005).

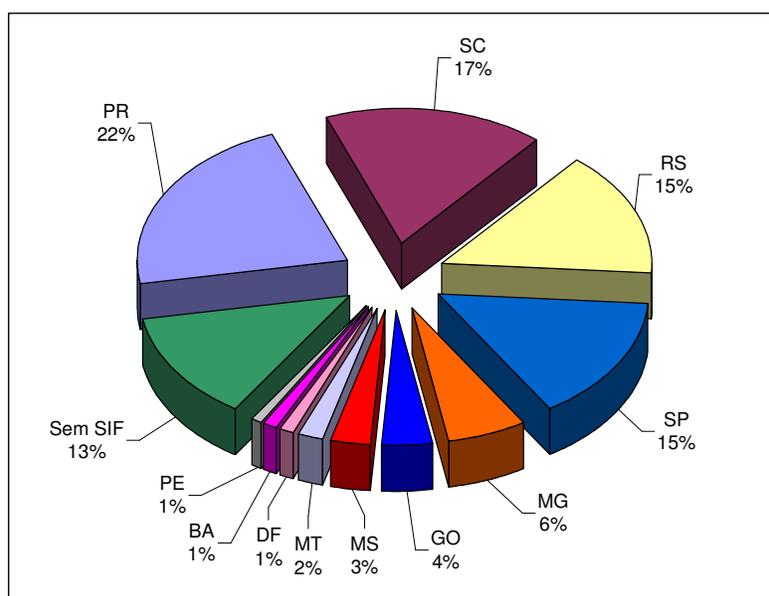
A produção e participação de frangos dos estados brasileiros entre 1995 e 2004 são observadas na **Tabela 5**.

**Tabela 5.** Evolução da produção e participação das regiões na produção de frangos no Brasil entre 1995 e 2004.

	1995		2004		2004
	Toneladas	%	Toneladas	%	
Norte	64.983	2	97.688	1	50,33
Nordeste	428.100	11	605.020	7	41,33
Sudeste	1.344.181	33	2.194.686	26	63,27
Sul	2.009.884	50	4.194.136	56	133,10
Centro - Oeste	203.301	5	825.998	10	306,29
Brasil	4.050.449	100	8.408.528	100	107,59

Fonte: UBA, 2005.

A **Figura 2** ilustra a porcentagem por estados abatedores de frango com Serviço de Inspeção Federal em 2005.



**Figura 2.** Abate de frangos por estados com SIF em 2005.

Fonte: UBA, 2005.

### 1.3. Aspectos de composição da carne de frango

O músculo de frango é a carne mais aceita em todo mundo. Frango e carne vermelha representam juntos a maior fonte de proteína nas dietas. Possui alta qualidade protéica, pois contém todos os aminoácidos essenciais (fenilalanina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptofano, valina e histidina) e fácil digestibilidade. É também fonte de ferro e vitaminas do complexo B. A sua composição é dependente da espécie, tipo de dieta, idade, sexo e do meio crescimento (BARBUT, 2002).

Entre os quatro tipos de tecidos que constituem anatomicamente a carcaça de frango, o tecido muscular é considerado o mais importante em termos de processamento. Dividido em músculos esquelético, cardíaco e liso, este tecido possui ainda a diferenciação no músculo esquelético em dois tipos de fibras musculares: fibras brancas e vermelhas, encontradas nas espécies de frango e perus, onde juntas correspondem a maior parte comestível da carcaça, representada, respectivamente, pelo peito e pelas coxas (BARBUT, 2002).

A distinção entre a carne branca e escura em frangos percebida claramente é baseada na sua coloração. A maioria dos músculos contém uma mistura de fibras brancas e vermelhas, onde poucos músculos são constituídos por somente um tipo de fibra (a carne vermelha/escura da de frangos e perus possui maior proporção de fibras vermelhas quando comparadas com a carne branca). Existem grandes diferenças metabólicas e funcionais entre estes dois tipos de fibras. As principais diferenças entre essas fibras são visualizadas na **Tabela 6**.

**Tabela 6.** Comparação relativa entre as fibras musculares vermelhas e brancas da carne de frango.

	<b>Fibra vermelha</b>	<b>Fibra branca</b>
Concentração de mioglobina	Alta	Baixa
Coloração	Vermelha	Branca
Velocidade de contração	Lenta	Rápida
Número de mitocôndrias	Alto	Baixo
Tamanho das mitocôndrias	Grande	Pequena
Conteúdo de glicogênio	Baixo	Alto
Atividade glicolítica	Baixa	Alto
Conteúdo lipídico	Alto	Baixo
Metabolismo oxidativo	Alto	Baixo
Diâmetro da fibra	Pequeno	Grande

Fonte: BARBUT, 2002.

A carne de peito de aves tem teor muito baixo de gordura devido à reduzida necessidade de estocar energia nestes músculos. Já os depósitos de gordura subcutâneo, na cavidade abdominal e nas coxas são bastante acentuados, caracterizando regiões onde reserva de energia é importante, seja para o isolamento térmico, seja para facilitar atividades físicas de longa duração. Os depósitos de gordura são ainda em maior proporção em fêmeas do que em machos e isto é causado principalmente pela existência de adipócitos de maior tamanho em fêmeas. Frangos fêmeas produzem carcaças com 2,5% a mais de gordura do que machos (LANGSLOW e LEWIS, 1974).

O frango de corte moderno é um animal selecionado para rápido crescimento e, portanto, para consumir grandes quantidades de alimento. Como consequência é um animal que deposita gordura muito rapidamente e em grandes quantidades. Entretanto, diferenças relacionadas à quantidade total de gordura na carcaça existem entre linhagens. VIEIRA e MORAN (1998) observaram diferenças de até 20% na quantidade de gordura abdominal entre diferentes linhagens comerciais.

Os lipídios encontram-se no músculo sob duas formas: lipídios de depósito (fontes de energia celular) constituídos por triglicerídios, podendo conter pequenas quantidades de mono e diglicerídios e ácidos graxos livres. São os lipídios intramusculares que variam de acordo com a espécie, raça, tipo de músculo, tecido, dieta e influências ambientais e lipídios estruturais que apresentam composição similar em todas as espécies de animais mesmo sob diferentes condições ambientais e de dieta. São os lipídios das membranas celulares, que também é constituída por outros lipídios (fosfolipídios e colesterol) (PINO, 2005).

A grande maioria dos ácidos graxos dos lipídios das carnes tem número par de átomos de carbono. Os principais saturados são palmítico (C16:0), esteárico (C18:0) e mirístico (C14:0). O monoinsaturado mais abundante é o ácido oléico (C18:1), seguido pelo palmitoléico (C16:1). Os ácidos linoléico (C18:2), linolênico (C18:3) e araquidônico (C20:4) são os principais ácidos graxos poliinsaturados (PINO, 2005).

A composição em ácidos graxos na gordura da pele do frango e nos tecidos subcutâneo das carnes bovina e suína e porcentagem de ácidos graxos saturados e insaturados encontram-se na **Tabela 7**.

**Tabela 7.** Composição em ácidos graxos de depósitos de gordura associados com pele (carne de frango) e tecidos subcutâneo (carnes bovina e suína) e porcentagem de ácidos graxos saturados e insaturados.

Ácido graxo	% de ácidos graxos na gordura		
	Carne de frango	Carne bovina	Carne suína
Palmítico (C16:0)	26	27	28
Esteárico (C18:0)	7	21	12
Palmitoléico (C16:1)	7	2	3
Oléico (C18:1)	20	42	47
Linoléico (C18:2)	21	2	6
Linolênico (C18:3)	-	0,5	0,7
Araquidônico (C20:4)	0,6	0,4	0,8
% Saturados	33	54	42
% Insaturados	67	46	58

Fonte: BARBUT, 2002

#### 1.4. Aspectos microbiológicos da carne de frango

As carnes são alimentos extremamente perecíveis e facilmente deterioradas. O processo de deterioração ocorre devido ao crescimento microbiano, às mudanças químicas e físicas (SARANTÓPOULOS, et al., 2001). As alterações ocorridas por esses processos são irreversíveis e tornam as carnes impróprias para o consumo.

A contaminação da carne ocorre quase que exclusivamente após o abate, uma vez que o animal vivo apresenta seus mecanismos de defesa contra os microrganismos invasores (pele, mucosas, membranas, sucos gástricos, etc.). Segundo NARASIMHA et al. (1998), as principais fontes de contaminação após o sacrifício dos animais são: couro e pele, lã e pêlos, microbiota dos intestinos, tanques de escaldagem, equipamentos, instrumentos e ferramentas (facas, bandejas, etc.), entre outros. Os microrganismos contaminam as carnes principalmente nas operações de remoção da pele e/ou couro, escaldagem, evisceração e obtenção de meias carcaças e outros cortes.

Os tipos de microrganismos presentes nos produtos cárneos e seu número dependem basicamente: (i) das condições higiênico-sanitárias do meio onde são preparados, (ii) das propriedades e qualidade microbiológica dos ingredientes que são adicionados, (iii) da extensão com que estes produtos são processados e manipulados e (iv) das condições em que estes alimentos são armazenados, manipulados e distribuídos (SOFOS, 1994). Ainda, a origem da carne e a composição do músculo também determinam a microbiota contaminante e seus atributos de qualidade.

O ciclo de crescimento microbiano é composto por basicamente quatro fases principais: *lag*, exponencial, estacionária e de morte celular. A duração de cada fase depende do tipo de microrganismo, do ambiente de crescimento, da temperatura, do pH, da atividade de água, etc. (FRANCO & LANDGRAF, 2002).

Os microrganismos deteriorantes são os principais causadores destas alterações e não causam toxinfecções alimentares. As principais bactérias Gram-negativas deteriorantes dos alimentos são *Pseudomonas*, *Alteromonas*,

*Shewanella putrefaciens*, *Aeromona* e *Erwinia carotovora*. Entre os Gram-positivos não formadores de esporos destacam-se as bactérias ácido-lácticas e a *Brocothrix thermosphacta*, microrganismo em forma de bastonete que ocasiona deterioração típica em carnes estocadas em embalagens com atmosfera modificada ou em embalagens à vácuo. *Bacillus* ssp. e *Clostridium* ssp. são os principais microrganismos Gram-positivos formadores de esporos. Mofos e leveduras também são considerados microrganismos deteriorantes, sendo que os mais comuns na deterioração de carnes são: *Mucor*, *Rhizopus* e *Thamnidium* (FORSYTHE, 2002).

As bactérias Gram-negativas são as principais responsáveis pela deterioração de carnes frescas e produtos cárneos. Nas carnes frescas estocadas à frio em condições aeróbicas são encontrados microrganismos do gênero *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Psychrobacter* e *Moraxella* com grande potencial deteriorador (GARCIA-LÓPES, et al., 1998).

O crescimento de patógenos causadores de toxinfecções alimentares tais como: *Salmonella*, linhagens de *Escherichia coli* produtoras de toxinas, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum* e *Staphylococcus aureus* produtores de toxinas tornam os produtos cárneos e de aves extremamente perigosos para o consumo humano se manipulados e/ou estocados em condições adequadas (FORSYTHE, 2002).

A análise microbiológica de contagem em placas de bactérias aeróbicas mesófilas é empregada para indicar a qualidade sanitária dos alimentos. Mesmo que os patógenos estejam ausentes e que não tenham ocorrido alterações nos atributos sensoriais, um número elevado de microrganismos indica que o produto não é próprio para consumo, salvo os alimentos fermentados que chegam a apresentar carga microbiana de aproximadamente  $10^8$  UFC/g sem, no entanto, serem considerados deteriorados (FRANCO & LANDGRAF, 2002).

As principais mudanças químicas responsáveis pelo processo de deterioração que ocorrem são a degradação de proteínas, lipídios, carboidratos e outras moléculas complexas, ocorrida pela ação de enzimas hidrolíticas endógenas presentes na carne ou ainda produzidas pelos microrganismos

contaminantes. Estas enzimas hidrolisam as moléculas em compostos simples que são usados como fontes de nutrientes para o crescimento microbiano bem como na sua atividade metabólica (HENDRICK, et al., 1989).

Os tipos de produtos formados pela ação dos microrganismos depende da presença ou não de oxigênio (quando o oxigênio encontra-se disponível, os produtos formados pela hidrólise protéica são peptídios simples e aminoácidos enquanto que em condições anaeróbicas compostos sulfurados são formados, produtos a partir de nitrogênio não-protéico inclusive amônia, que causam odores desagradáveis) (HENDRICK et al., 1989).

A perda de qualidade causada pelas mudanças físicas são muito mais perceptíveis do que as químicas. Alterações de cor, odor, sabor, textura, propriedades de processamento e ressecamento superficial são as mais comuns.

As alterações de cor ocorrem principalmente pela ação de compostos oxidantes formados pelas bactérias, tais como  $H_2S$  e  $H_2O_2$ , que geram nas carnes pigmentos oxidados de colorações cinza, marron e verdes (HENDRICK et al., 1989).

O esverdeamento das carnes, principalmente daquelas frescas com alto valor de pH embaladas à vácuo, é causado pelo sulfeto de hidrogênio produzido pelos microrganismos que reage com a mioglobina formando sulfomioglobina (CAMPBELL-PLATT & COOK, 1995) enquanto que o esverdeamento causado pelo peróxido de hidrogênio é comumente encontrado em produtos de salsicharia e produtos curados onde este composto reage com o nitroso-hemocromo produzindo uma porfirina oxidada esverdeada (FRANCO & LANDGRAF, 2002).

A capacidade de sobrevivência ou de multiplicação dos microrganismos que estão presentes no alimento depende de uma série de fatores. Estes são divididos em dois grupos: os fatores intrínsecos e os fatores extrínsecos. O primeiro está relacionado com as características próprias do alimento como: atividade de água, pH, potencial de oxi-redução, composição química, presença de fatores antimicrobianos naturais e as interações entre os microrganismos presentes enquanto que o segundo relaciona-se à temperatura ambiente na qual o alimento é exposto, à umidade relativa do ambiente e à composição gasosa do ambiente

(FRANCO et al., 2002). Entretanto, os fatores que mais têm influência no crescimento de microrganismos na carne são temperatura de estocagem, umidade e oxigênio (HENDRICK et al., 1989). A faixa de temperatura ideal para o crescimento microbiano é visualizada na **Tabela 8**.

**Tabela 8.** Faixas de temperatura para o crescimento de microrganismos.

<b>Grupo</b>	<b>Mínimo (°C)</b>	<b>Ótimo (°C)</b>	<b>Máximo (°C)</b>
Termófilos	40 a 45	55 a 65	60 a 90
Mesófilos	5 a 10	30 a 45	35 a 47
Psicrotróficos	-5 a +5	25 a 30	30 a 35
Psicrófilos	-5 a +5	12 a 15	15 a 20

Fonte: ICMSF, 1980.

A atividade de água é elevada nas carnes, aves e pescados frescos (possuem atividade de água = 0,990) o que, juntamente com o pH favorável, tornam esses produtos um meio ideal para o desenvolvimento de microrganismos o que resulta, portanto, nas alterações químicas e físicas anteriormente mencionadas (BANWART, 1989; FRANCO & LANDGRAF, 2002). As **Tabelas 9 e 10** ilustram os valores de pH e os níveis de atividade de água requeridos para o crescimento dos microrganismos, respectivamente.

**Tabela 9.** Limites de pH para que o crescimento de alguns microrganismos seja iniciado.

Microrganismo	pH	
	<u>Mínimo</u>	<u>Máximo</u>
<i>Escherichia coli</i>	4,4	9,0
<i>Proteus</i>	4,4	9,2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5,6	8,0
<i>Salmonella</i>	4,5	8,0
<i>Bacillus cereus</i>	4,9	9,3
<i>Clostridium botulinum</i>	4,7	8,5
<i>Enterococcus ssp.</i>	4,8	10,6
<i>Micrococcus</i>	5,6	8,1
<i>Staphylococcus aureus</i>	4,0	9,8

Fonte: ICMSF, 1980.

O número de microrganismos na superfície da carne fresca se altera durante a estocagem a frio, seguindo um padrão típico de crescimento microbiano. As contagens de bactérias na carne são de aproximadamente  $10^2$  a  $10^5$  UFC/cm<sup>2</sup>, mas somente cerca de 10% são capazes de iniciar o crescimento (NYCHAS et al., 1988).

Ogilvy & Aires citados por SARANTÓPOULOS (1992), verificaram que a vida útil de frangos resfriados era uma função linear de carga microbiana inicial e que a redução da contaminação inicial acarretou um aumento significativo na vida útil do produto, mais acentuado nas temperaturas mais baixas.

**Tabela 10.** Valores mínimos de atividade de água (Aa) para que o crescimento microbiano tenha início próximo das temperaturas ótimas de crescimento.

<b>Microrganismos</b>	<b>Aa</b>
<b>Bactérias</b>	
<i>Escherichia coli</i>	0,95
<i>Salmonella</i>	0,95
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,86
<i>Micrococcus</i>	0,93
<i>Pseudomonas</i>	0,97
<i>Lactobacillus</i>	0,94
<i>Enterobacter</i>	0,94
<i>Bacillus</i>	0,95
<i>Clostridium perfringens</i>	0,95
<i>Clostridium botulinum</i>	0,97
<b>Fungos</b>	
<i>Aspergillus</i>	0,75
<i>Penicillium</i>	0,81
<i>Rhizopus</i>	0,93
<b>Leveduras</b>	
<i>Debaryomyces</i>	0,83
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	0,90

Fonte: ICMSF, 1980.

Grande parte dos microrganismos contaminantes das carcaças de frango são as bactérias Gram-negativas. Embora a incidência de psicrotróficos na microbiota inicial (cerca de  $10^3$  a  $10^5$  UFC/cm<sup>2</sup>) seja variável, as carcaças geralmente são contaminadas por grande número de espécies capazes de sobreviver e crescer em água resfriada. Por esta razão, o aparecimento da microbiota psicrotrófica em frangos é muito mais comum do que nas demais carnes, pois a microbiota da pele do frango é parcialmente eliminada durante a etapa de escaldagem (GILL, 1986).

Nas carcaças de frango evisceradas os microrganismos deterioradores predominantes são as *Pseudomonas* e, em menor extensão, *Acinetobacter*, sendo que *Shewanella putrefaciens* também pode ser encontrada (essa bactéria é um potente microrganismo deteriorador embora não seja numericamente dominante) (McMEEKIN, 1977). Embora não ocorra o crescimento de *Pseudomonas* nas salmouras, estes microrganismos conseguem sobreviver neste meio (COX et al. 1998).

Carcaças submetidas a temperaturas maiores que 20°C, são prontamente deterioradas pela microbiota deteriorante predominante, constituída por mesófilos tais como *E. coli*, *Aeromonas* ssp., *Proteus* ssp. e *Micrococcus* ssp. Em temperaturas abaixo de 20°C, a microbiota deteriorante predominante é representada pelos microrganismos psicotróficos *Pseudomonas* ssp. (dos tipos fluorescente e não-fluorescente) e *Brochothrix termosphacta*. A carne de frango contém, ainda, um pequeno número de *Acinetobacter* ssp. e *Shewanella putrefaciens* (FORSYTHE, 2002).

Estudos de AYRES et al. (1950) citados por COX et al. (1998) indicaram a presença das seguintes cepas de *Pseudomonas* isoladas do limo de carcaças de frango: *ochracea*, *geniculata*, *mephitica*, *putrefaciens*, *sinuosa*, *segnis*, *fragi*, *multistriata*, *pellucida*, *rathonis*, *desmolytica* e *pictorum*. Contudo, *Acinetobacter* e *Pseudomonas putrefaciens* foram as bactérias mais comumente isoladas deste produto deteriorado.

Outras bactérias Gram-negativas (*Flavobacterium* e enterobactérias) têm sido encontradas em frangos e perus deteriorados. Uma relação é observada entre a ocorrência de alguns gêneros de bactérias em diferentes porções da carcaça de frango (peito e coxa) (*Pseudomonas* são predominantes na pele e músculos do peito (pH 5,7 – 5,9) e nas coxas (pH 6,4 – 6,7) (GARCIA-LÓPES et al., 1998).

A deterioração de carnes armazenadas aerobicamente, como qualquer outro alimento protéico, acontece com uma fase de duração variável durante o consumo de carboidratos pelas bactérias, particularmente glucose e glucose 6-fosfato como fonte de energia (glucose está presente no músculo *post mortem* em

concentrações de cerca 0,1%, sendo utilizada para o crescimento das células microbianas na superfície da carne) (GARCIA-LÓPES, et al., 1998).

Numa primeira fase (a do crescimento microbiano na carne), o metabolismo da glucose pelas *Pseudomonas* e outras bactérias gram-negativas não chega a formar *off-flavors* ofensivos. Este crescimento é sustentado pelos carboidratos, e seu catabolismo gera uma complexa mistura de substâncias contendo ácidos graxos de cadeias curtas, cetonas e álcoois, que exibem uma variedade de odores frutados e adocicados (DAINTY, 1996).

A segunda fase inicia-se quando a glucose é exaurida e os microrganismos começam a utilizar aminoácidos como fonte de energia. Isso ocorre quando a microbiota alcança contagens de  $10^7$  bactérias/cm<sup>2</sup>. Os voláteis responsáveis pelo odor de deteriorado nesta fase são muito bem caracterizados. Aminoácidos (cisteína, cistina e metionina) são os precursores de sulfeto de hidrogênio, metilsulfeto e dimetilsulfeto. Estes compostos são gerados pelas *Pseudomonas* ssp. e enterobactérias e produzem odores descritos como pútridos e sulfurados. A desaminação destes aminoácidos gera piruvatos, amônia, H<sub>2</sub>S, CH<sub>3</sub>SH e (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>S (McMEEKIN, 1982).

As infecções alimentares oriundas de carnes de aves, quando têm um agente etiológico identificado, são ocasionadas principalmente por bactérias dos gêneros *Salmonella* ssp., *Campylobacter* ssp., *Yersinia* ssp., *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium* ssp. (entre os quais *Clostridium botulinum*) e *Listeria* ssp (HUTZLER, 1997).

As cepas de *Staphylococcus aureus* encontradas em aves não são patogências aos homens. Os alimentos à base de frango com estafilococos são normalmente contaminados após a cocção por manipuladores contaminados ou pelo mau uso das Boas Práticas de Fabricação (FORSYTHE, 2002).

A tolerância ao cloreto de sódio é outro fator importante no crescimento e multiplicação dos microrganismos. O emprego da salga é um dos métodos mais antigos de conservação utilizados pelo homem. O primeiro tratado publicado na China que evidencia a sua utilização data de 2700 A.C.

Bactérias halófilas verdadeiras são aquelas que necessitam de uma concentração mínima de cloreto de sódio para o seu crescimento e multiplicação. Microrganismos que podem tolerar elevadas concentrações de sal e são denominados halotolerantes. Quanto à halotolerância os microrganismos podem ser classificados como: (VANDERZANT & SPLITTSTOESSER, 1993):

- Levemente halófilos: crescem em concentrações entre 0,5 a 3,0% de sal, sendo os gêneros *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter* e *Vibrio* seus principais representantes.
- Halófilos moderados: crescem em concentrações de 3,0 a 15,0% de NaCl. Exemplos: *Lactobacillus*, *Micrococcus*, *Vibrio*, *Moraxella* e *Acinetobacter*.
- Halófilos extremos: crescem em concentrações de NaCl de 15 a 30% e são representadas pelos gêneros *Halobacterium* e *Halococcus*.

Os principais gêneros das bactérias halotolerantes ou halófilos são *Bacillus*, *Micrococcus*, *Corynebacterium*, *Streptococcus*, *Clostridium*, *Pseudomonas*, *Sarcina*, *Pediococcus* e *Alcaligenes*.

### 1.5. Emprego da Tecnologia dos Obstáculos na conservação de alimentos

Nos últimos anos, além das questões econômicas dos alimentos, têm-se verificado uma maior atenção dos consumidores por questões relacionadas à dieta e saúde, alimentos seguros, meio ambiente e bem-estar animal (GRUNERT & TRAILL, 1997).

Leistner, em 1985 desenvolveu uma teoria explicando a estabilidade microbiológica de produtos alimentícios devido à combinação de vários fatores de combinação, a Tecnologia dos Obstáculos (*Hurdle Technology*). Segundo o autor, a estabilidade de um produto obtido por esse tipo de tecnologia é conferida por

dois ou mais fatores que isoladamente não produziram esse efeito (PINTO & PONSANO, 1998; LEISTNER, 1985; FAO, 2006).

A preservação de alimentos pelos métodos combinados, é feita através da aplicação de diversos obstáculos, os quais podem agir sinergicamente, com a finalidade de prevenir ou retardar o crescimento microbiológico, podendo resultar em produtos estáveis à temperatura ambiente, seguros microbiologicamente, com qualidade sensorial, nutricional e bons aspectos econômicos (CHIRIFE, 1993).

A escolha do conjunto de obstáculos a serem utilizados na conservação dos alimentos é inerente para cada tipo de produto, nos quais as barreiras empregadas se diferem em qualidade e intensidade, dependendo do produto em particular (LEISTNER, 2000).

A homeostase é um importante fenômeno que deve ser considerado na conservação de alimentos e é definida como a tendência à uniformidade ou estabilidade do estado normal (meio interno) dos organismos. Se a homeostase dos microrganismos (equilíbrio interno) é perturbado por fatores de preservação (obstáculos) nos alimentos e eles não podem multiplicar-se (retardo da fase lag) ou ocorre a morte celular antes da homeostase ser restabelecida, pode-se dizer que o alimento é preservado temporariamente ou permanentemente (enquanto for mantido o distúrbio na homeostase dos microrganismos) (LEISTNER, 1994).

As principais barreiras empregadas na conservação dos alimentos são: temperatura (alta ou baixa), pH (alto ou baixo), atividade de água (alta ou baixa), potencial de oxi-redução (alto ou baixo), atmosfera modificada (dióxido de carbono, oxigênio, nitrogênio, etc.), embalagem (à vácuo, embalagem ativa, embalagem asséptica, tipo de abertura, etc.), pressão (alta ou baixa), radiação (ultravioleta, microondas, irradiação, etc.), outros processos físicos (ultrasonicação, energia de radiofrequência, etc.), microestrutura (emulsões, fermentação no estado sólido, etc.), microbiota competitiva (bactérias ácido-láticas, etc.) e preservativos (ácidos orgânicos, lactato, acetato, polifosfato, propileno glicol, ácidos graxos livres, pimentas, nitrato, sulfito, ozônio, defumação, hipoclorito, bacteriocinas, nisina, lactoperoxidase, etc.) (LEISTNER, 1994).

Pesquisas em processos combinados têm proporcionado excelentes resultados na América Latina, através do programa CYTED-D (Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento) (LEISTNER, 1992). Este programa desenvolveu um sub-programa cujo objetivo principal foi a identificação dos principais alimentos com atividade de água intermediária (AUI) e o estudo das barreiras empregadas na sua conservação (AGUILERA & PARADA, 1992).

Alimentos de umidade intermediária são definidos como alimentos estáveis ao armazenamento sem refrigeração ou processamento térmico, com atividade de água entre 0,65 e 0,90. (AGUILERA & PARADA, 1992). Esses alimentos recebem grandes quantidades de umectantes (sal ou açúcar) o que os torna pouco palatáveis. Por isso, as pesquisas atuais estão direcionadas para alimentos de umidade mais elevada (com atividade de água em torno de 0,95 a 0,98), que são estabilizados pela combinação de outros obstáculos e passíveis de serem estocados sem refrigeração (LEISTNER, 1995). O fato do produto ser estável à temperatura ambiente possibilita e simplifica a sua distribuição, além de economizar energia na sua estocagem.

Em 10 países da América Latina, foram pesquisados alimentos tradicionais preservados pela aplicação desta tecnologia e identificados 260 diferentes itens provenientes de frutas, vegetais, peixe, produtos lácteos, carnes e cereais, os quais apresentavam alta atividade de água ( $\geq 0,97$ ) e que eram estáveis a temperatura ambiente (25-30°C) por vários meses (LEISTNER, 1995).

Entre os principais fatores utilizados na América Latina para preservação de carnes, por métodos combinados tem-se: atividade de água, pH, tratamento térmico brando, defumação, conservantes e microbiota competitiva (ALEXANDRE, 2002).

Entre os produtos cárneos que apresentam estabilidade a temperatura ambiente estão o charque (GOMEZ & GARCIA, 2003), o *jerked beef* (PINTO & PONSANO, 1998), a copa, o presunto tipo parma, salames e outros tipos de embutidos cozidos. Cura, defumação, fermentação e secagem são os processos mais empregados nas carnes para lhes conferir essa propriedade. Na **Tabela 11** é

apresentada a classificação de produtos cárneos segundo a diretiva da União Européia CE nº 77/99 de 21/12/1976.

**Tabela 11.** Classificação dos produtos cárneos quanto a estabilidade baseada na atividade de água (Aa) e pH do produto, conforme a recomendação da temperatura de estocagem.

<b>Categoria</b>	<b>Critérios</b>	<b>Temperatura de estocagem (°C)</b>
<u>Estável</u>	Aa $\leq$ 0,95 e pH $\leq$ 5,2 ou Aa $\leq$ 0,91 ou pH $\leq$ 4,5	Não necessita refrigeração
<u>Perecível</u>	Aa $\leq$ 0,95 Ou pH $\leq$ 5,2	$\leq$ +10°C
<u>Altamente perecível</u>	Aa $\geq$ 0,95 e pH $\geq$ 5,2	$\leq$ +5°C

Fonte: LEISTNER & RODEL (1975).

## 1.6. Métodos de conservação das carnes

Numerosos métodos de conservação são empregados na preservação dos alimentos. A maioria destes métodos são elaborados para inibir ou prevenir o crescimento de microrganismos. Entre estes se encontram: resfriamento, congelamento, secagem, enlatamento, embalagens em atmosferas modificada ou controlada, acidificação, fermentação, emprego de conservantes (salga, adição de açúcares, sais de cura), emprego de calor (pasteurização, esterilização), alta pressão e irradiação (FORSYTHE, 2002). O objetivo de cada um destes métodos é manter a qualidade do alimento e estender sua vida útil através da eliminação ou do controle do crescimento de microrganismos patogênicos e deteriorantes (PEARSON & DUTSON, 1994).

A aplicação dos métodos citados resultam numa ampla variedade de produtos seguros e prontos para serem comercializados. Recentemente, há um aumento comercial e maior interesse por parte do consumidor por produtos pré-cozidos, produtos não curados, ou refeições contendo carnes que podem ser consumidas sem ou com preparação mínima (por ex., aquecimento por microondas).

A demanda por estes produtos encontra-se relacionada principalmente às mudanças no estilo de vida e interesses por saúde, entretanto, precisam ser distribuídos sob refrigeração para que mantenham sua qualidade e segurança. O interesse particular nestes produtos são os patógenos emergentes, porque são na sua maioria capazes de crescer em temperaturas entre e 0 e 5°C e por serem anaeróbios ou aeróbios facultativos. Então, temperaturas normais de refrigeração e embalagens à vácuo podem não inibir seu crescimento se estes microrganismos já estiverem presentes no produto (PEARSON & DUTSON, 1994).

### **1.6.1. Utilização de ácidos orgânicos no processo de conservação**

Uma das alternativas para promover a conservação dos alimentos, estender sua vida útil e lhes conferir sabor é a redução do pH através da acidificação. Este método é empregado desde os tempos do império romano e os principais exemplos são os produtos lácteos, as conservas de vegetais e os produtos cárneos fermentados (BARBUT, 2005).

O poder antimicrobiano dos ácidos está relacionado a dois fatores, ainda que relacionados: (1) acidez (redução do pH extracelular, variação no valor de pH ótimo para o crescimento de microrganismos) e (2) efeito causado pela forma não dissociada do ácido (PALENZUELA, 2000).

No segundo caso, sabe-se que a forma dissociada dos ácidos é altamente polar (não atravessa a membrana plasmática dos microrganismos) enquanto que a forma não dissociada consegue atravessar a membrana. Uma vez no interior da célula microbiana, o ácido pode dissociar-se e afetar diretamente o pH

intracelular (OSTLING & LINDGREN, 1993). Isso pode interferir drasticamente o seu metabolismo (interfere no gradiente de prótons e carga com o exterior) afetando os sistemas de transporte de aminoácidos e fosfatos. Ainda, muitas enzimas essenciais ao metabolismo microbiano são inativadas em pH ácidos (BEARSON et al., 1997).

Os ácidos acético, láctico, benzóico e sórbico são ácidos fracos, comumente empregados para esta finalidade, inibindo bactérias, fungos, e ainda, impedindo a germinação de esporos como é o caso do ácido sórbico (SOFOS & BUSTA, 1981).

O efeito inibitório da forma não dissociada não é efetivo se a acidificação é realizada pelo uso de ácidos orgânicos fortes, pela razão de que estes ácidos encontram-se mais dissociados em solução. A maior ou menor atividade inibitória da forma não dissociada, depende principalmente da sua capacidade de atravessar a membrana plasmática. Moléculas de pequeno tamanho e caráter hidrofóbico são mais eficazes. A toxicidade varia conforme o tipo de ácido orgânico empregado e também pelo tipo de microrganismo que se deseja inibir (PALENZUELA, 2000).

Os ácidos acético e láctico têm sido muito utilizados como descontaminantes na indústria da carne, inclusive na abatedoura de aves, principalmente por apresentarem propriedades antimicrobianas favoráveis e também por serem consideradas substâncias seguras (PEARSON & DUTSON, 1994).

A acidificação de produtos cárneos deve ser feita lentamente, pois uma rápida queda no pH resulta em desnaturação massiva de proteínas, alterando a sua textura e ocasionando separação da gordura o que torna o produto inaceitável sensorialmente (BARBUT, 2005).

O efeito da descontaminação pelo uso de ácidos na qualidade da carne e de seus produtos é também muito importante. O tratamento ácido pode afetar a cor e o sabor dependendo da concentração empregada e da intensidade de aplicação. A descoloração da carne pode ser reversível quando são utilizadas concentrações de ácido entre 1 a 2% enquanto que o uso de altas concentrações (2 a 4%) pode resultar em descoloração irreversível. Entretanto, alguns estudos reportaram que a

utilização de soluções de ácido láctico em torno de 2 – 5% não causaram efeitos adversos no sabor da carne (PEARSON & DUTSON, 1994).

As principais limitações para o uso de ácidos orgânicos como agentes inibidores microbianos são que estes são ineficientes quando a população de microrganismos é alta, pois alguns deles utilizam ácidos orgânicos como fonte de carbono metabolizável, existência de variabilidade de resistência entre as diferentes cepas e possibilidade de seleção de cepas resistentes com o uso (XAVIER, 1997).

As alterações de cor da carne de frango tratada com ácidos acético e láctico, caracterizadas pela palidez, são atribuídas à desnaturação protéica parcial, ocasionada pela queda do pH. Estudos de DRESSEL & LEISTNER (1984) citados por XAVIER (1997) demonstraram que carcaças de frango tratadas com ácido acético 2%, ácido láctico 1%, ácido cítrico 0,25% e ácido ascórbico 0,1% apresentaram coloração esbranquiçada na superfície. Outros estudos também evidenciaram a presença de coloração amarelada da carcaça (PEARSON & DUTSON, 1994).

A concentração das soluções ácidas varia de acordo com o tempo de retenção (tempo de contato da solução com a carcaça) e força do ácido (sua constante de dissociação). Soluções contendo 0,05 a 0,25% de ácido solúvel em água são apropriadas (XAVIER, 1997).

Outro fator importante que deve ser considerado na utilização de ácidos orgânicos na redução do pH de carnes é a capacidade tamponante das suas proteínas. Esta capacidade está intimamente relacionada ao pH do meio. Entretanto, nas carnes isso é muito mais complexo, pois existem muitos outros constituintes que apresentam efeito tamponante, tais como ácidos orgânicos, resíduos de aminoácidos, peptídios (carnosina e anserina), íons fosfato, entre outros compostos que mantêm o pH final entre 5,3 e 5,8 (HONIKEL, 2004).

Outro agente acidulante que vem sendo amplamente empregado é a glucona- $\delta$ -lactona (GDL) que por meio de hidrólise libera ácido glucônico, o que ocasiona redução do pH e melhora o desenvolvimento da cor em produtos curados.

Os agentes acidulantes normalmente são adicionados através de soluções, entretanto, a técnica do encapsulamento também vem sendo empregada, principalmente para os ácidos láctico e cítrico e GDL. Os agentes acidulantes são encapsulados em gordura hidrogenada que se funde e o libera conforme a temperatura do processo (BACUS, 1986a).

O emprego da acidificação química tanto na forma de soluções acidificadas ou na forma encapsulada em processos fermentativos reduz em cerca de 12 a 48h o período de fermentação (BARBUT, 2005).

A legislação brasileira, segundo a Secretaria de Vigilância Sanitária, Portaria nº 1.004, de 11 de Dezembro de 1998 permite a utilização de agentes acidulantes (ácido acético, ácido láctico, ácido cítrico e glucona-delta-lactona em produtos cárneos industrializados em quantidade suficiente (ANVISA, 1998).

### **1.6.2. Conservação de carnes pelo processo de fermentação**

A fermentação e a secagem são os métodos mais antigos conhecidos pelo homem empregados na conservação dos alimentos (YAMADA & BERAQUET, 1993).

Acredita-se que a fermentação tenha sido utilizada inicialmente na China, há cerca de 2.000 anos (VARNAM & SUTHERLAND, 1995). Entre as principais razões para os produtos fermentados terem se tornado populares desde a antiguidade foi sua estabilidade principalmente em países de clima quente (YAMADA & BERAQUET, 1993).

Os alimentos fermentados podem ser classificados por diversos itens: por categorias (a) bebidas alcoólicas fermentadas por leveduras, (b) vinagres fermentados por *Acetobacter*, (c) leites fermentados por *Lactobacillus*, (d) conservas vegetais fermentadas por *Lactobacillus*, (e) peixes ou carnes fermentados por *Lactobacillus* e (f) proteínas vegetais fermentadas por fungos com ou sem *Lactobacillus* e leveduras; por classes (a) bebidas, (b) produtos a base de cereais, (c) produtos lácteos, (d) produtos a base de peixes, (e) produtos

a base de frutas e vegetais, (f) legumes e (g) produtos a base de carnes; por conveniência (Odunfa, 1988) (a) amidos fermentados, (b) cereais fermentados, (c) bebidas alcoólicas, (d) proteínas vegetais fermentadas, (e) proteínas animais fermentadas e por conveniência (Kuboye, 1985) (a) a base de mandioca, (b) cereais, (c) legumes e (d) bebidas (STEINKRAUS, 2002).

Produtos cárneos fermentados são encontrados em quase todas as partes do mundo, embora a Europa seja o maior produtor e consumidor destes alimentos (CAMPBELL-PLATT & COOK, 1995).

O uso de leveduras e bolores no processamento de carnes encontra-se concentrado no Sul da Europa, em regiões como Itália, Espanha, França, Hungria, e Sul da Alemanha. Entre os produtos fermentados típicos estão o presunto cru e embutidos curados e secos (STENKRAUS, 1996).

A taxa de fermentação e o valor final de pH dos produtos cárneos são influenciados diretamente pela sua formulação, pelas condições de processamento e pelo tipo e atividade da cultura *starter* empregada. A velocidade e taxa de produção do ácido láctico também interferem substancialmente na segurança e a qualidade dos produtos fermentados.

Os principais fatores relacionados à formulação que influem na performance da fermentação são: a) características da carne empregada: atividade de água, conteúdo de gordura, quantidade de glicogênio no músculo, capacidade tamponante das proteínas, utilização de carnes desidratadas e congeladas, microbiota inicial e tipo de carne conforme a espécie do animal, b) ingredientes não-cárneos: cloreto de sódio, carboidratos simples ou complexos, condimentos naturais (pimentas, alho em pó, mostarda, canela, etc.) e ingredientes inibidores (fumaça líquida, antioxidantes, etc.). Entre os fatores relacionados às condições de processamento encontram-se o tempo, a temperatura, a umidade e a defumação. O diâmetro do produto também interfere enquanto que a uniformidade do processo e da formulação determinam a consistência do processo fermentativo. Resíduos de agentes sanitizantes nos equipamentos e utensílios utilizados na diluição e aplicação da cultura *starter*, embora menos comum, também influem negativamente na fermentação (STANLEY, 1985).

O grupo das carnes cominuídas é o que abrange maior variedade de produtos fermentados e maior consumo, chegando a 5 Kg/pessoa na Europa que há tempos domina a produção de produtos fermentados (LÜCKE, 1985). Nesse tipo de processo, as carnes são trituradas e misturadas com os outros aditivos, onde a massa é embutida, fermentada e seca.

As carnes mais usualmente empregadas em fermentação são suína e bovina. Carnes de cordeiros também são fermentadas, enquanto que as de frango (CAVENAGHI et al., 2003), pato e búfalo são usadas somente em alguns produtos (GÖKALP, 1986). CARIONE et al. (2001) elaboraram um embutido fermentado à base de pato, utilizando-se de coxas e sobre-coxas desossadas e gordura enquanto que NASSU (1999) utilizou carne de caprinos no processamento de embutido fermentado tipo salame. Ainda, HVYLYA, et al. (2003) desenvolveram um tipo de presunto de peru fermentado, ANTONI (2005) avaliou a influência de *S. xylosus*, *L. plantarum* e *S. carnosus* no perfil aromático de salames de peru e ARYANTA et al. (1991) desenvolveram um salame a base de carne de peixe. No extremo dessa variabilidade de fontes de matéria-prima não usuais encontram-se o porco-espinho, gazelas, e carne de baleia (GÖKALP, 1986).

Além dessa grande variedade de matérias-primas, ressalta-se a importância dos aditivos empregados nos produtos fermentados. Os carboidratos são fonte de carbono na fermentação, onde a desidrogenase láctica produzida pelo microrganismo reduz o piruvato a lactato o que ocasiona, conseqüentemente, a redução do pH através da sua conversão em ácido láctico (CONVENTRY & HICKEY, 1991). Estudos de LÜCKE (1994) recomendam concentrações de carboidratos variando de 0,2 a 0,7%. Normalmente, carboidratos simples, por exemplo, dextrose, são mais empregados, pois são prontamente utilizados por todas as bactérias ácido-lácticas. Segundo STANLEY (1985) a utilização de 1% deste carboidrato fermentescível ocasiona o decréscimo de uma unidade no valor do pH e o pH final é diretamente proporcional ao seu conteúdo inicial.

Entretanto, quantidades excessivas de carboidratos podem ocasionar o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis. Nitritos e nitratos podem ser adicionados para fornecer aos produtos fermentados características de produtos

curados como cor e aroma típicos em concentrações que variam de 20 a 200 ppm, além de atuar como conservante (KROCKEL, 1995). Pimenta vermelha pode também ser adicionada para estimular a taxa de formação de ácido láctico por ser fonte de manganês, micronutriente que é requerido nas atividades enzimáticas principalmente das vias de Embden-Meyerhof das bactérias ácido-lácticas (PUGLIA & SEPERICH, 1983). Segundo STANLEY (1985) cerca de  $10^{-5}$  M de manganês é suficiente para ocasionar esse estímulo. Cloreto de sódio é adicionado em concentrações que variam de 2,0 a 3,5% e atua principalmente na extração protéica (miosina), na conservação e no sabor do produto.

Os produtos cominuídos (salames) podem ser classificados com relação ao conteúdo de umidade em três grupos: de alta umidade (cerca de 50 a 60%), semi-secos (35 a 50%) e secos com aproximadamente 20 a 35% (CAMPBELL-PLATT & COOK, 1995).

Conforme as condições de fermentação, a produção de salames secos pode ser dividida em 3 grupos:

- Fermentação em altas temperaturas: a fermentação ocorre em temperatura em torno de 40°C, levando em média de 15 a 20h, seguida de um aquecimento a 60°C. O principal produto obtido por esse processo é o salame peperoni e a cultura *starter* geralmente empregada é de *Pediococcus acidilactici*.
- Fermentação em temperaturas tradicionais na Europa: No continente europeu são utilizadas temperaturas que variam entre 20 a 24°C na fermentação e 15 a 18°C na secagem. Culturas mistas de bactérias lácticas (*Lactobacillus* e *Pediococcus*) e micrococos (*Staphylococcus* ou *Micrococcus*) são geralmente as mais empregadas. Mais recentemente os microrganismos psicrotróficos também vêm sendo utilizados.
- Fermentação em baixas temperaturas: esse tipo de fermentação utiliza normalmente bactérias lácticas psicrotróficas capazes de crescer em temperaturas entre 10 a 15°C.

O emprego de altas temperaturas na fermentação pode colocar em risco a segurança do produto. Temperaturas mais elevadas ocasionam a rápida acidificação que proporciona ao produto sabor e aroma fortes podendo ainda

promover a fusão da gordura adicionada na sua formulação. Ainda, a alta temperatura combinada a outros fatores como concentração de sal e ausência de defumação pode favorecer o crescimento de *S. aureus* e produção da sua toxina (BACUS, 1986b).

É recomendado que a redução do pH a valores  $\leq 5,3$  ocorra dentro de um determinado intervalo de tempo. Essa recomendação tem como base o tempo de exposição do *S. aureus* a um ambiente favorável para o seu crescimento e produção de toxina. Nas fases iniciais do processamento, restringe-se o tempo de exposição do produto à temperaturas maiores que 15,6°C (60°F), temperatura na qual este microrganismo pode se multiplicar e produzir enterotoxina (BACUS, 1986b).

Um processo fermentativo pode ser considerado aceitável, segundo o American Meat Institute (AMI) (1982) se o produto atingir pH  $\leq 5,3$  em tempo menor que 1200 graus-hora e a temperatura máxima atingida durante a fermentação for menor que 32,2°C (90°F) de forma reprodutível. Grau-hora pode ser definido como o número de graus (em Fahrenheit) que a superfície do produto ou a câmara de fermentação pode atingir acima da temperatura de 15,6°C (temperatura crítica para *S aureus*). A **Tabela 12** contém as recomendações de tempo e de temperatura em processamento de embutido seco fermentado do AMI (1982), citado e adaptado por BACUS (1986b).

**Tabela 12.** Controle de tempo e de temperatura recomendado para o processamento de embutido seco fermentado.

Graus-hora máximo para alcançar pH 5,3	Temperatura	Tempo de exposição permitido (h)
1200	75°F (23,9°C)	60
1200	80°F (26,7°C)	60
1200	85°F (29,4°C)	58
1000	90°F (32,2°C)	33
1000	95°F (35,0°C)	28
1000	100°F (37,8°C)	25
900	105°F (40,4°C)	20
900	110°F (43,0°C)	18

Fonte: BACUS (1986b).

#### 1.6.2.1. Emprego de cultura *starter*

Com intenção de melhorar a viabilidade e oferecer um melhor desenvolvimento da fermentação, adiciona-se à formulação cepas de microrganismos denominadas culturas iniciadoras (VARNAM & SUTHERLAND, 1995).

O primeiro microrganismo estudado para ser utilizado em carnes fermentadas foi isolado em 1955 na Finlândia, por Niinivaara, que obteve o isolamento a partir da flora normal da carne (TERRA, 1993) enquanto que a primeira cultura *starter* disponível no mercado foi produzida nos Estados Unidos em 1957 e era uma cultura simples de *Pediococcus cereviseae* renomeada tempos depois para *Pediococcus acidilactici*, empregada em vários tipos de *summer sausages* produzidos por empresas americanas. Na Europa, cepas puras de *Micrococcus* foram as primeiras culturas *starters* comercializadas. Na década de 80 houve um grande aumento no emprego de cultura *starter* em produtos fermentados, pois passou a ser considerada um componente natural entre os ingredientes de salame (JESSEN, 1995).

Em produtos fermentados da Europa, especialmente os países do Sul do Mediterrâneo, os microrganismos mais importantes em fermentações naturais e também os mais usados como culturas iniciadoras para carnes fermentadas são *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus curvatus* e *Lactobacillus plantarum* (CARIONI et al., 2001).

O processo fermentativo natural se deve unicamente a presença de microrganismos encontrados na carne crua (VARNAM & SUTHERLAND, 1995). Entretanto, as bactérias que compõem a microbiota natural da carne variam na composição conforme cada lugar onde é produzida, região e país (SUNESSEN & STAHNKE, 2003).

Há dois aspectos que devem ser considerados em relação à utilização de microrganismos na indústria de carnes: a fermentação e a antibiose. No primeiro, utiliza-se um ou mais microrganismos sobre o substrato, resultando em benefícios à carne. Já o segundo faz-se uso de microrganismos que ajudam na inibição de outros indesejáveis, que poderiam provocar a putrefação da carne ou veicular doenças ao homem (TERRA, 1993).

A antibiose tem sido muito estudada, principalmente com o intuito de aumentar a vida útil da carne *in natura*, da carne fresca, de carcaças de frango. Os principais microrganismos que se deseja inibir nestes produtos, através da redução do pH, são *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum* (TERRA, 1993), *Salmonella* spp., *Yersinia enterocolítica*, *Escherichia coli* enteropatogênica e *Campylobacter jejuni* (BALDUINO, et al., 1999).

O *Staphylococcus aureus*, é uma bactéria halotolerante, anaeróbia facultativa, capaz de produzir uma enterotoxina bastante termoestável que, uma vez presente no alimento, é capaz de resistir às técnicas convencionais de processamento térmico (PINTO & PONSANO, 1998).

Em geral, a contagem inicial de células de bactérias lácticas em salames fermentados não cozidos é de aproximadamente  $10^8 - 10^9$  e a de micrococos  $10^5 - 10^7$  UFC/g. Em produtos cozidos a contagem de bactérias lácticas diminui em aproximadamente  $10^2 - 6,5 \times 10^6$ /g (KROCKEL, 1995).

Como características tecnológicas principais, as culturas iniciadoras devem apresentar capacidade de competir com êxito com as bactérias naturalmente presentes na carne, produzir quantidades adequadas de ácido láctico, ser halotolerantes, reduzir nitrato, potencializar o aroma e o sabor, não devem ser proteolíticas, não devem produzir limosidade e aminas biogênicas, entre outras (VARNAM & SUTHERLAND, 1995).

As bactérias lácticas têm sido as mais empregadas na indústria de produtos cárneos. São capazes de reduzir o pH, conferir sabor ácido característico de produtos fermentados, além de algumas cepas produzirem também substâncias antimicrobianas e bacteriocinas (BALDUINO, et al., 1999).

As bactérias lácticas mais utilizadas atualmente nos processos fermentativos são gênero *Lactobacillus*: *L. plantarum*, *L. curvatus*, *L. jensenii*, *L. sake*; gênero *Pediococcus*: *P. acidilactici*, *P. damnosus* e *P. pentosaceus* e gênero *Lactococcus*: *L. lactis* sub sp. *Lactis*, *L. lactis* sub sp. *Diacetylactis*. As bactérias lácticas heterofermentativas não são desejáveis devido à produção de gás e componentes de sabor atípico. Algumas espécies de *Leuconostoc* e lactobacilos heterofermentativos representam menos de 10% da microbiota de bactérias lácticas e seu crescimento é indesejável, pois são produtores de gás, de peróxidos e limo (VARNAM & SUTHERLAND, 1995) (KROCKEL, 1995).

Bactérias ácido-lácticas (LAB) e estafilococos coagulase-negativa (CNS) são os dois principais grupos de bactérias considerados tecnologicamente importantes na fermentação e maturação de salames curados. As LAB são responsáveis pela produção de ácido láctico, que dá sabor característico ao produto e de pequenas quantidades de ácido acético, etanol, dióxido de carbono e ácido pirúvico que são produzidos durante a fermentação dependendo da cultura, do carboidrato, da fonte das proteínas cárneas e aditivos empregados. As cepas de estafilococos são importantes na estabilização da cor, decomposição de peróxidos e aroma pela ação de suas enzimas com atividades proteolíticas e lipolíticas. A **Tabela 13** contém as principais espécies de microrganismos utilizados como cultura *starter*, sua atividade metabólica e benefícios na fermentação.

Na produção de embutido cozido tipo salame italiano de frango (CAVENAGHI, et al., 2003) empregaram-se duas misturas de cultura *starter*, *Staphylococcus carnosus* e *Lactobacillus pentosus* (mix 1) e *Staphylococcus xylosus* e *Pediococcus pentosaceus* (mix 2). No processamento de embutido à base de carne de pato empregaram-se *Lactobacillus plantarum* *Kokuria varians* (CARIONI, et al., 2001), enquanto que no processamento do presunto fermentado de carne de peru as bactérias lácticas adicionadas foram *Lactobacillus plantarum* e *Lactobacillus casei* e também *Micrococcus caseolyticus* (HVYLYA, et al., 2003).

As cepas de *Micrococcus* e *Staphylococcus* produzem quantidades muito limitadas de ácido e são adicionadas principalmente para reduzir nitratos a nitritos e melhorar a produção de cor. Nos últimos anos, *S. carnosus*, e *S. xylosus* estão sendo muito usados. *S. carnosus* atua de forma a melhorar a cor e aroma de produtos embutidos elaborados com nitrito (VARNAM & SUTHERLAND, 1995).

O crescimento destes microrganismos no processo fermentativo é influenciado por diversos fatores, entre eles: o pH do meio, as fontes de energia (que são consumidas em ordem de disponibilidade: carboidratos solúveis, álcoois, ácidos e seus derivados, proteínas e lipídios), a disponibilidade de oxigênio, temperatura do processo e presença de cloreto de sódio (BACUS, 1986b).

**Tabela 13.** Principais microrganismos utilizados como culturas *starters*.

Grupos	Gênero/Espécie	Atividade metabólica	Benefícios
Bactérias	<i>Lactobacillus plantarum</i>	Formação de ácido	Inibição de bactérias
Láticas	<i>L. acidophilus</i> <i>L. casei</i> <i>L. sakei</i> <i>L. curvatus</i> <i>L. pentosus</i> <i>Pediococcus cereviseae</i> <i>P. acidilactici</i> <i>P. pentosaceus</i>	lático	patogênicas e deteriorantes.  Aceleração da formação de cor e secagem.
Cocos catalase Positivos	<i>Micrococcus varians</i> <i>M. lutens</i> <i>M. roseus</i> <i>S. carnosus</i> <i>S. xylosus</i>	Redução de nitrato e consumo de oxigênio, destruição de peróxidos e lipólise.	Formação e estabilização da cor, retardamento da oxidação, desenvolvimento de aroma, remoção de nitrato em excesso.
Leveduras	<i>Debaryomyces hansenii</i> <i>Candida farmata</i>	Consumo de oxigênio, lipólise.	Retardamento da oxidação, desenvolvimento de aroma.
Bolores	<i>Penicillium nalgiovensis</i> <i>P. crysogenum</i>	Consumo de oxigênio, destruição de peróxidos, oxidação de lactato, proteólise, lipólise.	Estabilidade de cor, retardamento da oxidação, desenvolvimento de aroma.

Fonte: NASSU, 1999.

## 2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEF, Associação Brasileira de Exportadores de Frango. Disponível em <http://www.abef.com.br>. Acesso em 17 abr. 2004.

ABEF, Associação Brasileira de Exportadores de Frango. Disponível em <http://www.abef.com.br>. Acesso em 17 abr. 2006.

AGUILERA, J. M.; PARADA, E. CYTED-D AHI: An Ibero American project on intermediate moisture foods and combined methods technology. **Food Research International**, v.25, n.2, p. 159-165, 1992.

AJINOMOTO. Dados fornecidos pela empresa Ajinomoto, nov. 2003.

ALEXANDRE, D. **Conservação da Polpa de Açaí através da Tecnologia de Obstáculos e Caracterização Reológica**. 2002. Dissertação (Mestre em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1980.

AMERICAN MEAT INSTITUTE (AMI). **Good manufacturing practices, fermented dry and semy-dry sausage**, Washington DC, American Meat Institute. 1982.

ANVISA. Agência Nacional de vigilância Sanitária. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br> . Acesso em Maio2006.

ANTONI, I. **Influência dos microorganismos Staphylococcus xylosum, Lactobacillus plantarum e Staphylococcus carnosus no perfil aromático de salames**. FEA- UNICAMP, Tese de Doutorado, 2005.

ARYANTA, R. W.; FLEET, G. H.; BUCKLE, K. A. The occurrence and growth of microorganisms during the fermentation of fish sausage. **Int. Journal Food Microbiology**, 13, 143-156. 1991.

BACUS, J. N. **Fermented meat and poultry products**. In: PEARSON, A. M. D., (ed), *Advances in meat and poultry microbiology*, Macmillan, London, United Kingdom. 1986a.

BACUS, J. N. **Utilization of microorganisms in meat processing**, Letchworth: Research Studies Press Ltd., John Wiley & Sons, 170p. 1986b.

- BALDUINO, R.; OLIVEIRA, A. S.; HAULY, M. C. O. Influência da fonte de carbono e da temperatura sobre a fermentação láctica desenvolvida por cultura mista de bactérias lácticas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.3, set./dez., 1999.
- BANWART, G. J. **Basic food microbiology**. 2<sup>nd</sup>, Ed. Van Nostrand Rheinhold, New York, p. 101-163, 1989.
- BARBUT, S. Effects of chemical acidification and microbial fermentation on the rheological properties of meat products. **Meat Science**, (71), 397-401. 2005.
- BARBUT, S. **Poultry products processing. An industry guide**. USA, CRC Press, 2002, 548p.
- BLISKA, F. M. M. Tendências do mercado da carne de aves. In: **Seminário e Workshop “Industrialização da carne de aves”**. Centro de Tecnologia de Carnes - ITAL, Campinas, 1997, 1-10.
- BEARSON, S. **FEMS Microbiology Letters**, (147) 173-180. 1997.
- BOHRER, P. B. **A suinocultura brasileira**. In: XI Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos. 2003. p. 46-64.
- BRAGAGNOLO, N. **Aspectos comparativos entre carnes segundo a composição de ácidos graxos e teor de colesterol**. II Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína, 05/11/01 a 06/12/01, via internet. Disponível em: [http://www.conferencia.uncnet.br/pork/seg/pal/anais01p2\\_neura\\_pt.pdf](http://www.conferencia.uncnet.br/pork/seg/pal/anais01p2_neura_pt.pdf)
- BRAGAGNOLO, N. Determinação dos níveis de colesterol em carnes, ovos e macarrão com ovos, **Revista da Carne**, 222, p. 82, 1995.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. **Diário Oficial da União, 09 de setembro de 1999, Instrução Normativa n.20, de 21 de julho de 1999**. Regulamenta Métodos Analíticos para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes – Métodos Físico-Químicos.
- CAMBELL-PLATT; COOK, P. E. **Fermented Meats**. Glasgow: Blackie, 1995, 242p.

- CARIONI, F. O.; PORTO, A. C. S. Uso de culturas iniciadoras para a elaboração de um embutido à base de carne de pato (*Cairina moschata*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, n.3, set./dez., 2001.
- CAVENAGHI, A. D.; BERAQUET, N. J. Production of a cooked "italian salami" type sausage using chicken leg meat. In: **Proceedings, 49<sup>th</sup> ICoMST**, p.467-468, 2003.
- CHIRIFE, J. Physicochemical aspects of food preservation by combined factors. **Food Control**, Oxford, v.4, n.4, p. 210-215, 1993.
- CONVENTRY, Y; HICKEY, M. W. **Growth Characteristics of Meat Starter Cultures** Cientific Publishing, N. Y. 1991. p. 30 - 48.
- CORÓ, F.A. G.; PEDRÃO, M. R. Intermediate moisture meat product. Evaluation of sorption processes in salted and dried broiler meat, *Pectoralis Major M.* In: **Proceedings, 49<sup>th</sup> ICoMST**, p. 445-446.
- COX, N. A.; RUSSELL, S. M.; BAILEY, J. S. The microbiology of stored poultry. In: **The microbiology of meat and meat poultry**, Blackie Academic & Professional, 1998.
- CONTRERAS, J. C. C. **Efeitos do atordoamento elétrico, da estimulação elétrica e da desossa a quente na qualidade da carne do peito.** FEA – UNICAMP, Tese de doutorado, 155p, 1995.
- DAINTY, R. H. Chemical/biochemical detection of spoilage. **Journal of Food Microbiology**, 33, 19-33, 1996.
- Delivery. **Época**, n. 304/15, março, 2004. p.50.
- DOWNES, F. P.; ITO, K. (ed.). 2001. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**, 4<sup>th</sup> ed. American Public Health Association, Washington, D.C.
- EILERT, S. J. New packaging technologies for the 21<sup>st</sup> century. **Meat Science**, 71, 122-127. 2005.
- Exportações brasileiras superam as dos EUA. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n.323, Ano XXVIII, Grupo Dipemar, jan./2004.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/T0562E/T0562E05.htm>, 1992. Acesso em 17 abr.2004.

FAO Agricultural Services Buletin 149, Handling and preservartion of fruits and vegetables by combined methods for rural áreas, Technical Manual. Disponível em:

[www.worldbookfair.com/Members.2/United Nations Library/Food and Agricultural Organization/docrep/fao/005/y4358e/Y4358e04.pdf](http://www.worldbookfair.com/Members.2/United Nations Library/Food and Agricultural Organization/docrep/fao/005/y4358e/Y4358e04.pdf). Acesso em 28 de Julho de 2006.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança alimentar**. Trad. Maria Carolina Minardi Guimarães e Cristina Leonhardt. Porto Alegre: Artmed, 2002, 424p.

FOSTER, Current Opinion in Microbiology, 2: 170-174. 1999.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**, São Paulo: Atheneu, 2002, 182.

GALEAZZI, U. A.; GARCIA, F. T.; BLISKA, F. M. M.; ARIMA, H. K. Caracterização do consumo de carnes no Brasil. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n.310, p. 35-38, dez., 2002.

GAVA, A. J. **Princípios de Tecnologia de Alimentos**. Ed. Nobel, 1984. 292p.

GARCÍA-LOPEZ, M. L.; PRIETO, M.; OTERO, A. The physiological attributes of Gram-negatives bacteria associated with spoilage of meat and meat products. In: **The microbiology of meat and meat poultry**, Blackie Academic & Professional, 1998.

GÖKALP, H. Y. Residual nitrate, nitrite, carbonyl and TBA values of Turkish *soudjouk* manufactured by adding different starter cultures using different ripening temperatures. **Journal Food Technology**, 21, 615-625, 1986.

GILL, C. O. The control of microbial spoilage in fresh meats. In: **Meat and poultry microbiology**. Macmillan, Basingstone, p. 49-88, 1986.

GOMEZ, C. H. M. P.; GARCIA, F. A. Biological evaluation of charqui meat protein quality. In: **Proceedings, 49<sup>th</sup> ICoMST**, p. 419-420.

GRIJSPAWRDT-VINK, C. Food preservation by hurdle technology. **Food Technology**, v.41, n.12, p.28, Dec., 1994.

GRUNERT, K. G.; TRAILL, B. (ed.). Product and process innovation in the food industry. In: **Product and Process Innovation in the Food Industry**. 1<sup>st</sup> Edition. Blackie Academic and Professional, London: Chapman & Hall, 1997. p. 01-37.

- HENDRICK, H. B.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C. **Principles of Meat Science**, 3<sup>rd</sup> edition, USA: Kendall/Hunt Publishing Company, 1989, 354 p.
- HONIKEL, K. O. **Encyclopedia of Meat Science**, V.1, Elsevier, Academic Press, Oxford, UK, 2004.
- HUGHES, D. **Breaking with Tradition: Building Partnerships and Alliances in the European Food Industry**, London: Wye College Press, 1994.
- HUTZLER, R. U. Utilização de irradiação em carnes de aves e produtos derivados. In: **Seminário e Workshop “Industrialização da carne de aves”**. Centro de Tecnologia de Carnes - ITAL, Campinas, 1997, 32-33 p.
- HVYLYA, S.; GONOTSKY, V.; DUBROVSKAYA, V. New raw-fermented product from turkey meat. In: **Proceedings, 49<sup>th</sup> ICoMST**, p.455-456, 2003.
- HORWITZ, W. (ed.). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, 17th ed., Gaithersburg Maryland, USA: AOAC International, 2000.
- ICMSF. Microbial ecology of foods, v. 1, **Food Commodities**, Academic Press, London, 1980.
- IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Análise da Competitividade da Cadeia Agroindustrial de Carne de Frango no Estado do Paraná**. Curitiba, 2002. 86p. Disponível em: [http://www.pr.gov.br/ipardes/pdf/sum%E1rio\\_aves.pdf](http://www.pr.gov.br/ipardes/pdf/sum%E1rio_aves.pdf). Acesso em 10 abr. 2004.
- JAKOBSEN, K. Dietary modifications of animal fats: Status and future perspectives. **Fett Lipid**, v.101, n.12, p.475-483, 1999.
- JESSEN, B. Starter cultures for meat fermentations. **Fermented Meats**. Glasgow: Blackie, p. 130-159. 1995.
- KRÖCKEL, L. Bacterial fermentation of meats. **Fermented Meats**. Glasgow: Blackie, p. 69-109. 1995.
- LANGSLOW, D. R.; R. J. LEWIS. Alterations with age in composition and lipolytic activity of adipose tissue from male and female chickens. **British Poultry Science**, 15:267-273. 1974.
- LEISTNER, L. Basic aspects of food preservation by hurdle technology, **International Journal of Food Microbiology**, v.5, n.1-3, p. 181-186, Apr., 2000.

- LEISTNER, L.; GORRIS, G. M. Food preservation by hurdle technology. **Trends in Foods Science & Technology**, Cambridge, v.6, n.21, p. 41-46, Feb., 1995.
- LEISTNER, L. Use of hurdle technology in food processing: recent advances. In: BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. & WELTI-CHANES, J. **Food preservation by moisture control**. Fundamentals and Applications, Lancaster, Technomic. 1994.
- LEISTNER, L. Food Preservation by combined methods. **Food Research International**, v.25, n.2, p. 151-158, 1992.
- LEISTNER, L. Hurdle technology applied to meat products of the shelf stable products and intermediate moisture foods types. In: MULTON, J.L. (ed.), **Properties of water in foods**. Dordrecht: Martinus Nijhoff, Netherlands, p.309-329, 1985.
- LEISTNER, L.; RODEL, W. The significance of water activity for microorganisms in meats. In: DUCK WORTH, R. B., ed. **Water relations of foods**, London, Academic Press, p.309-323, 1975.
- LÜCKE, F. K. Fermented sausages. **Microbiology of fermented foods**, vol. 2, p. 41-83, Elsevier Applied Science, London. 1985.
- McMEEKIN, T. A. Spoilage association of chicken leg muscle. **Appl. Environ. Microbiol.**, 33, 1244-1246, 1977.
- McMEEKIN, T. A. Microbial spoilage of meat. In: **Developments in Food Microbiology – 1**, Applied Science, London, p. 1-39, 1982.
- MONASTERIO, E. Agregando valor a produtos de frango. In: **Seminário e Workshop “Industrialização da carne de aves”**. Centro de Tecnologia de Carnes - ITAL, Campinas, 1997, 32-33 p.
- MULDER, N. D. Rabobank: A indústria avícola global. *Ave World*, Ano 3, nº 14, fev./mar., 2005.
- NARASIMHA RAO, D.; NAIR, K. K. S., SAKHARE, P. Z. Meat microbiology and spoilage in tropical countries. In: **The microbiology of meat and poultry**, Blackie Academic & Professional, 1998.
- NASSU, R. T. **Utilização de carne de caprinos no processamento de embutido fermentado, tipo salame**. Tese de mestrado, FEA-UNICAMP, Campinas, 1999.

NYCHAS, G. J.; DILLON, V. M.; BOARD, R. G. Glucose, the key substrate in the microbiological changes occurring in meat and certain meat products. **Biotechnol. Appl. Biochem.**, 10, 1988, 203-231.

OCKERMAN, H. W.; Tan, F. J. Physical and sensory characteristics of marinated chicken drumsticks treated with nisin and the lactoperoxidase system. In: **Proceedings, 49<sup>th</sup> ICoMST**, p.457-458, 2003.

OLIVO, R. Tecnologia de extensão cárnea: importante aspecto para agregar valor à carne. **Revista Nacional da Carne**, n.313, São Paulo, p. 85-90, mar., 2003.

ÖSTLING, C.E.; LINDGREN, S. E. **J. Appl. Bacteriology**, (75), 18-24. 1993.

PALENZUELA, P. R. **Los ácidos orgánicos como agentes antimicrobianos.**

XVI Curso de Especialización FEDNA: Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Fira de Barcelona, España. 155-167p.

PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. **Quality Attributes in Meat, Poultry and Fish Products.** London, Blackie, 1994. 505 p.

PINO, L. M. Estabilidade oxidativa da carne de frango alimentados com diferentes fontes lipídicas, armazenada sob congelamento. Dissertação de mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba – SP. 60 p. 2005.

PINTO, M. F.; PONSANO, E. H. G. Controle de *Staphylococcus aureus* em charques (*jerked beef*) por culturas iniciadoras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.2, Campinas mai./jul., 1998.

PLATT, G. C. Fermented Meats: A World Perspective. In: PLATT, G. C. . **Fermented Meats.** Glasgow: Blackie, 1995. p. 39-52.

POSATI, L. P. Composition of foods. **Poultry products: raw, processed, prepared.** USDA Agriculture Handbook, Washington DC, 8-5 , 330p. 1979.

Revista Suinocultura Industrial. Embutidos ou em natura? Disponível em <http://www.bichoonline.com.br/artigos/gsuino0001.htm>. Acesso em 10 de abr. 2004.

PUGLIA, M. L.; SEPERICH, G. J. Identification of a stimulatory agent in selected spices. **83<sup>rd</sup> Annu. Meeting of the American Society for Microbiology**, 1983.

- SANCHO VALLS, J. **Introducción al análisis sensorial de los alimentos**. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona, 1999. 336p.
- SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. Novas técnicas de conservação de frango. “**Industrialização da carne de frango**”. Centro de Tecnologia de Carnes – ITAL, Campinas, 1992, p. 60-71.
- SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**, Campinas: CETEA-ITAL, 2001, 213p.
- SOUZA, A. V. C.; ROSTAGNO, H. S.; DIONIZIO, M. A.; SÁ, L. M.; BUTERI, C. B. **Fundamentos técnicos para utilização de dietas pré-iniciais para frangos de corte**, Animal World. Disponível em: <http://www.digitalset.com.br/arquivos/animalworld/PalestrasAveExpo/AndreViana.pdf> acesso em 22 de fevereiro de 2006.
- SOUZA, M. C.; RIBEIRO, A. M. R. Chouriço de carne português: Tecnologia de produção e caracterização química, microbiológica e imunológica. **Indústria Alimentar**, v.1, novembro, p.14-23, 1983.
- SOFOS, J. N. Microbial growth and its control in meat, poultry and fish. In: Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. Advances in meat research series, v. 9, Edited by: Pearson, A. M. and T. R. Dutson, T. R. Blackie Academic & Professional, 1994, 359-403.
- SOFOS, J. N.; BUSTA, F. F. Antimicrobial activity of sorbate. **Journal Food Protection**, 44: 614 - 622. 1981.
- SUNESSEN, L. O.; STAHNKE, L. H. Mould starter cultures for dry sausages – selection, application and effects. **Meat Science**, 65, p.935-948, 2003.
- STANLEY, E. G. **Bacterial starter cultures for foods**. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, 205 p. 1985.
- STEINKRAUS, K. H. Fermentations in world food processing. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, Vol. 1. 2002.
- STEINKRAUS, K. H. **Handbook the indigenous fermented foods**. New York: Marcel Dekker, 1996.

- TERRA, N. Princípios de fermentação de produtos cárneos (cultura “starter”). **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n.191, p. 35-37, jan., 1993.
- UBA, União Brasileira de Avicultura. **Relatório Anual 2005/2006**. Athalaia Gráfica e Editora, Brasília. 77p.
- USDA. United States Department of Agriculture. Disponível em <http://www.usda.gov>. Acesso em 17 abr. 2004.
- USDA. United States Department of Agriculture. **Dietary guidelines for americans**. Fifth Edition, 2000. Disponível em <http://www.usda.gov/cnpp>.
- VANDERZANT, C. & SPLITTSTOESSER, D. F. (ed.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3 Ed. Washington, American Public Health Association (APHA), 1992.
- VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Carne y productos cárnicos: tecnología, química y microbiología**. Zaragoza, España: Acribia, 1995. 422p.
- VIANA, A. G.; MENDES, M. V. Extrusão a frio: um salto na tecnologia de food forming. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n.300, São Paulo, p. 36-41, fev., 2002.
- VIEIRA, S.L.; E.T. MORAN, Jr. Broiler yields using chicks from egg weight extremes and diverse strains. **Journal of Applied Poultry Research**, 7:339-346. 1998.
- YAMADA, E. A.; BERAQUET, N. J. Embutido Fermentado Cozido. **Coletânea ITAL**, Campinas, 23(1) 19-27, jan./jun., 1993.
- ZHAO, Y. **Extension Service In Value Added Processing**, 2002. Disponível em: <http://oregonstate.edu/dept/foodsci/foodweb/main.htm>. Acesso em 06 de abr. 2004.
- WATTS, B. M.; YLIMAKI, G. L.; JEFFERY, L. E.; ELIAS, L. G. **Métodos sensoriais básicos para la evaluación de alimentos**. Traducción: Oficina de Traducciones, Secretaria de Estado. Ottawa: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 170p, 1992.
- XAVIER, C. V. A. **Métodos químicos e físicos para prolongamento da vida de prateleira da carne de frango refrigerada**. Tese de doutorado, FEA – UNICAMP, Campinas, 1997.

ZEUTHEN, P. Historical aspects of meat fermentation, In: **Fermented Meats**. G. CAMPBELL-PLATT; COOK, P. E. (ed.). Glasgow: Blackie, p. 53-66, 1995.

# CAPÍTULO II

## ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DO CLORETO DE SÓDIO EM FRANGO DESOSSADO.

PILARSKI, E., BERAQUET, N.J., MIYAGUSKU, L. HAGUIWARA, M. M. H. Estudo da distribuição do cloreto de sódio em carcaças de frango desossadas. *In: CD dos Anais do III Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes* São Pedro – SP, 2005.



## RESUMO

A imersão do músculo em salmoura é o mais antigo método de marinação. Baixo custo e simplicidade são suas principais vantagens, além de conferir maciez e sabor ao produto. Vários ingredientes são utilizados na marinação com diversas funcionalidades, entretanto, o cloreto de sódio (NaCl) é o ingrediente principal, pois além de conferir sabor, afeta a vida útil e a textura do alimento. Neste estudo avaliou-se a taxa de penetração do NaCl durante a imersão de carcaças de frango desossadas, e sua relação com a atividade de água, nos músculos do peito e coxa em salmoura de concentração de 20% p/p e proporção de 1:3 p/v. Não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre as duas repetições realizadas e verificou-se que em 3h de processo a coxa apresentou maior teor de sal (3,8%) que o peito (2,8%), o que foi atribuído ao aumento da área superficial ocasionado pelo seu maior reatamento durante a desossa. O equilíbrio com a salmoura de cloreto de sódio da coxa foi atingido em 16,5h de repouso após 7,5h de imersão. No músculo do peito observou-se que após 7,5h de imersão a região interna apresentava um teor de NaCl cerca de cinco vezes menor (0,99%) que a externa (5,5%) e que após a equalização e difusão do sal, a concentração na parte interna passou a ser quatro vezes menor (1,2%) do que a externa (4,1%). Para os níveis de NaCl empregados não foi observada redução significativa na atividade de água. Foi necessária 1,5h de imersão para que o peito e a coxa atingissem as concentrações de 3,1% e 3,3% de NaCl, respectivamente. A distribuição do sal nos músculos foi bastante heterogênea, principalmente no peito devido à integridade e espessura do músculo.

**Palavras-chaves:** Carne de frango, marinação, teor de sal, atividade de água.

## ABSTRACT

The immersion of muscle in brine is the oldest method of marination. Low cost and simplicity are its main advantages to improve muscle tenderness and taste. Several ingredients are added to marination brines but sodium chloride (NaCl) is the main component as in addition to improve taste increases shelf life and firm muscle texture. In this study the rate of NaCl uptake in the muscle of deboned chicken carcasses was determined for both breast and thigh meat. A 20% wt/wt brine was used in a 1:3 meat/brine wt/vol ratio. There was no significant differences ( $p>0.05$ ) in the results of two replicates studies that showed that after 3h immersion thigh meat had a higher NaCl content (3.8%) than the breast meat (2.8%). The larger surface area of the thigh meat was the reason attributed to this finding. The NaCl concentration equilibrium in the thigh meat was reached in 16,5h after 7.5h immersion. In the breast meat after 7.5h immersion the salt concentration in the surface was 5 times higher (5.5%) than in most internal part of muscle (0.99%) and the surface concentration remained 4 times larger (4.1%) than the internal one (1.2%). The salt concentration used caused no significant reduction in the muscles water activity. To reach concentration of 3.1-3.3% normally employed in meat fermentation, 1.5h of immersion was necessary. The salt concentration in different parts of the muscle varied particularly in the breast muscle.

**Key - words:** chicken meat, marination, salt content, water activity.

## 1. INTRODUÇÃO

A marinação é uma técnica tradicional empregada para melhorar a maciez, o sabor e a suculência das carnes oferecendo maior satisfação ao consumidor. Muitos estudos têm demonstrado que a marinação vem sendo amplamente utilizada para melhorar estas características organolépticas da carne de aves, principalmente da carne de peito (LEMOS et al., 1999).

Segundo CHEN (1982) o percentual de absorção da salmoura depende da parte do frango selecionada para a marinação. Amostras de carne de peito de frango absorvem maiores quantidades de salmouras quanto comparadas com as carnes de coxas. Com relação ao tempo de marinação, observa-se que a taxa de absorção é maior nas primeiras 4 horas de imersão, diminuindo gradualmente até tornar-se estável.

Vários ingredientes são utilizados no processo de marinação, como cloreto de sódio, fosfatos, ácidos, açúcares, flavorizantes, entre outros, desenvolvendo diversas funções como o aumento da capacidade de retenção de água, retenção da umidade, menores perdas no cozimento e menor desenvolvimento de sabor requeentado, ocasionando ainda alterações de pH e cor em filés de frango crus ou cozidos (HASHIM et al., 1999).

Dentre estes ingredientes empregados, o cloreto de sódio é o mais freqüentemente utilizado no processamento de carnes, em particular na marinação, pois além de conferir sabor, afeta diretamente a vida útil e a textura dos produtos cárneos, melhorando as propriedades de ligação dos produtos com a água e gordura (RUUSUNEM & PUOLANNE, 2005).

Os três principais métodos de marinação empregados são a imersão, o massageamento e a injeção, sendo que a imersão é o método mais antigo utilizado, principalmente em processos industriais de pequena escala, apresentando como vantagens a simplicidade, baixo custo, produção de pequenos lotes e produção de cortes com pele com boa qualidade (LEMOS, 2000). Embora a marinação seja um processo de grande uso, não existem ou são escassos

trabalhos sobre as taxas de penetração de sal e sua correlação com a atividade de água, importante indicador da capacidade de conservação da carne.

## 2. OBJETIVOS

Avaliar a taxa de penetração do cloreto de sódio nas carcaças de frango desossadas durante o processo de marinação por imersão nos músculos do peito (*Pectoralis major*) e da coxa e sobrecoxa, e os correspondentes valores de atividade de água.

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

As carcaças de frango resfriadas adquiridas de um matadouro frigorífico da região foram desossadas de modo que o produto obtido mantivesse sua conformação original, diferenciando-se apenas pela ausência dos ossos. Em seguida as carcaças foram imersas em caixas plásticas contendo salmoura preparada por dissolução na concentração de 20g cloreto de sódio comercial/100 mL de água potável, na proporção de 1:3 p/v em relação ao peso das carcaças. O sistema foi mantido em câmara à temperatura de  $4 \pm 2^\circ\text{C}$ . Amostras de coxa e peito foram analisadas para cloretos e atividade de água nos tempos de 30 min., 1h, 1h e 30 min., 3h e 7h e 30 min. de marinação. Neste último tempo fez-se a retirada e gotejamento das carcaças desossadas da salmoura para a realização da etapa de equalização (difusão do NaCl no tecido muscular). Esta última etapa foi monitorada pela análise de cloretos da coxa e peito, sendo que o peito foi separado em duas regiões: uma interna (peito interno) constituído por uma amostra de  $2\text{ cm}^2$  retirado da região mais profunda e outra externa (peito externo) constituído pelas regiões restantes da amostra. Foram feitas análises para o monitoramento da penetração do sal nos tempos de 12h, 24h e 31h de equalização. As análises físico-químicas foram realizadas em duplicata para cloretos e em triplicata para a atividade de água.

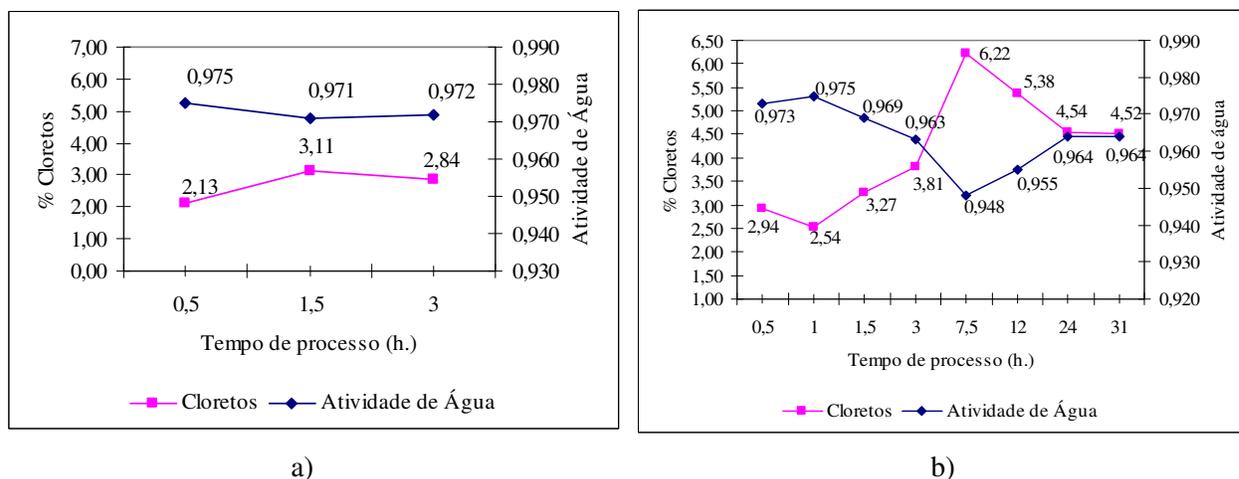
Os procedimentos analíticos foram: medição da Aa (atividade de água) em Analisador de Atividade de Água marca Aqualab, modelo Cx-2T e cloretos segundo HORWITZ (2000).

O experimento foi realizado com duas repetições utilizando como amostra uma perna + coxa (coxa e sobrecoxa) e um meio-peito sem peles para cada um dos tempos medidos das repetições e os resultados obtidos foram analisados estatisticamente pela análise de variância (ANOVA) e Teste de Tukey com nível de significância ( $P < 0,05$ ) pelo programa estatístico SAS System *Release 8.02 Level 02MO for Windows*.

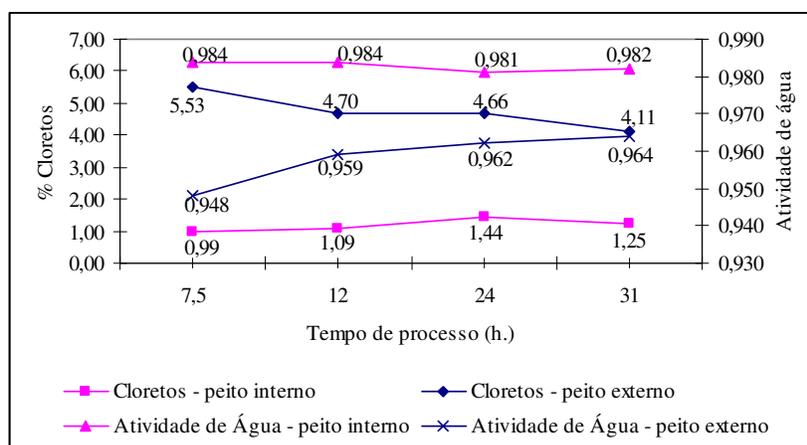
#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para os teores de cloreto de sódio e atividade de água para as amostras moídas e homogeneizadas são apresentadas para os peitos na **Figura 1(a)** e para a carne de perna mais carne de coxa na **Figura 1(b)**. Não houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre as duas repetições sendo que os valores apresentados nas **Figuras 1(a)** e **1(b)** representam médias de quatro determinações. Verificou-se que na primeira 0,5h de imersão do peito o teor de NaCl já atingia 2,13%, passando a 3,11% após 1,5h e a 2,84% após 3h de imersão. A variação na porcentagem de sal ao longo do tempo reflete a cinética de entrada de sal e saída de água do músculo que não é linear. Ao contrário do esperado, após 3h o teor de sal na carne de coxa era de 3,81%, mais alto do que para o peito apesar de ser conhecido que a carne de coxa tem maior teor de gordura (4,31%) enquanto que para o primeiro esse teor é de aproximadamente 1,65% (BECHTEL, 1986). O fenômeno pode ser explicado por um maior retalhamento, por ocasião da desossa, e conseqüentemente aumento da área superficial da coxa. Na **Figura 1(b)** verifica-se que a carne de coxa imersa em salmoura por 7,5h apresentou o teor de sal em equilíbrio após 16,5h de repouso. Nas duas Figuras, como esperado, a atividade de água teve relação inversa com o teor de sal, correspondendo um valor de 0,964 ao teor de sal da carne de coxa de 4,54%.

Na **Figura 2** são apresentados respectivamente os teores de sal e atividade de água nas porções interna e externa do *Pectoralis major*. Após 7,5h de imersão o teor de sal na superfície era de 5,53% enquanto que no interior do músculo atingia apenas 0,99%. Após 31h o teor na parte interna aumentou para 1,25% enquanto que na parte externa decresceu para 4,11%.



**Figura 1.** Valores médios de cloretos e atividade de água obtidos para o peito (a) e coxa e sobrecoxa (b) retirados da carcaça inteira desossada.



**Figura 2.** Valores médios de cloretos e atividade de água obtidos para o peito interno e peito externo retirados da carcaça inteira desossada.

A diferença de sal no interior e na superfície dos músculos pode comprometer a segurança microbiológica do produto, pois se o músculo for submetido a um processo posterior como fermentação pode ocorrer crescimento microbiano antes que o teor de sal seja inibitório.

A maior taxa de entrada do sal no início do processo de imersão, tanto para o peito como para a coxa e sobrecoxa, deve-se a uma maior força motriz inicial, uma maior diferença entre as concentrações de soluto da salmoura e da carne de frango. A diferença que ocorre com o avanço do processo se faz menor não só pelo incremento da concentração do cloreto de sódio na carne como também pela diluição da salmoura que ocorre quando se trabalha com sistema de batelada, sem renovação contínua da mesma (VIVANCO, 1998).

Verificou-se através dos resultados da análise de atividade de água que para o peito este parâmetro não apresentou reduções significativas durante a fase inicial da marinação, com valores de 0,975 para o tempo de 0,5h de imersão, 0,971 para 1,5h e 0,972 para 3h de processo (**Figura 1**).

Detectou-se uma redução acentuada da atividade de água para a amostra de coxa e sobrecoxa, passando de 0,973 para 0,948 (faixa de atividade de água onde os microrganismos deteriorantes são inibidos) desde o início do processo de imersão até a retirada das carcaças da salmoura. Durante a etapa de equalização a **Figura 1 (b)** mostra elevação no valor deste parâmetro, passando de 0,948 para 0,964 em 23,5h de processo.

A atividade de água variou de 0,981 a 0,984 nas porções internas do peito desde a retirada das carcaças da salmoura até o final da equalização, enquanto que para as amostras retiradas da porção externa do peito verificou-se elevação da atividade de água, passando de 0,948 no tempo de 7,5h para 0,964 no tempo de 31h. Esta elevação ocorrida na porção externa do peito pode ser justificada pela migração do cloreto de sódio para a região mais interna do mesmo, o que conseqüentemente favorece o aumento da atividade de água. A água dos alimentos possui grande capacidade de interagir com íons e grupos iônicos presentes no sistema. A adição de solutos dissociáveis, como, por exemplo, sais inorgânicos (NaCl) que não possuem sítios doadores e receptores de hidrogênio,

são capazes de fazer ligações iônicas com a mesma o que acarreta diminuição da quantidade de água livre que participa das reações químicas, enzimáticas e microbiológicas, e ocasiona por sua vez reduções na atividade de água (RIBEIRO & SERAVALLI, 2004).

## 5. CONCLUSÕES

- Para atingir o teor cloreto de sódio de 3,11% o peito de frango deve ser mantido numa salmoura de 20% por 1,5h. Para atingir valores acima de 5% são necessárias 7,5h de marinação nesta salmoura.
- A distribuição de sal no músculo do peito é bastante heterogênea, pois após 7,5h de marinação 0,99% de cloreto de sódio está no interior do músculo e 5,53% na porção próxima à superfície (0,5 cm).
- No músculo do peito não houve redução acentuada da atividade de água após 3h de imersão enquanto que para a coxa ocorreu redução, atingindo 0,948 para um conteúdo de sal de 6,2%.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BECHTEL, P. J. **Muscle as Food**. Meat Science Laboratory, University of Illinois at Urbana, Champaign, Academic Press, Inc., Urbana, Illinois, 1986. 459p.
- HASHIM, I. B.; McWATTERS, K. H.; HUNG, I. C. Marination method and honey level affect physical and sensory characteristics of roasted chicken. **Journal of Food Science**, 64(1):163-166, 1999.
- LEMOS, A. L. S. C.; NUNES, D. R. M.; VIANA, A. G. Optimization of the still-marinating process of chicken parts. **Meat Science**, (52) 227-234, 1999.

LEMOS, A. L. S. C. **Seminário e curso teórico – prático: agregando valor à carne de aves.** Centro de Tecnologia de Carnes – ITAL, Campinas, dezembro de 2000.

HORWITZ, W. (ed.). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, 17th ed., Gaithersburg Maryland, USA: AOAC International, 2000.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimentos**, Ed. Edgard Blucher, Mauá, 2004.

RUUSUNEM, M.; PUOLANNE, E. Reducing sodium intake from meat products. **Meat Science**, (70):531-541, 2005.

VIVANCO, M. L. M. **Estudo da difusão de cloreto de sódio no filé de tilápia (*Oreochromis (O.) niloticus*) utilizando volumes limitados de salmoura.**

Dissertação de Mestrado, FEA-UNICAMP, 1998.



# **CAPÍTULO III**

ENSAIOS PARA A OBTENÇÃO DE UM PRODUTO NÃO  
COMINUÍDO FERMENTADO DE FRANGO DESOSSADO  
ESTÁVEL A TEMPERATURA AMBIENTE.



---

## RESUMO

Diversas tecnologias são empregadas atualmente na obtenção e no desenvolvimento de novos produtos cárneos. O conceito da Teoria dos Obstáculos permite que produtos cárneos sejam estáveis à temperatura ambiente por meio da combinação de vários métodos de conservação. Neste estudo foram testadas várias tecnologias com o intuito de se obter um frango desossado estável a temperatura ambiente e estabelecer seus parâmetros de processo. Foram realizados cinco ensaios baseados nos procedimentos de desossa, injeção de salmoura, inoculação da cultura iniciadora (por injeção ou massageamento), equalização da salmoura e secagem. A utilização de carcaças que não passaram pelo pré-resfriamento (*chiller*) não favoreceu a absorção da salmoura e solução inoculadora; o ácido láctico empregado em altas concentrações (2,2%) ocasionou desnaturação protéica, mas a concentração de 0,2% foi suficiente para reduzir o pH inicial e a carga microbiana. O massageamento manual da superfície do músculo com a solução de bactérias lácticas não foi efetivo pois houve grande dificuldade de penetração da cultura *starter* para o interior de músculos íntegros. A pele do frango atuou como barreira na remoção de água nos processos de secagem e defumação, impedindo a diminuição dos valores de atividade de água do músculo. O emprego da equalização da solução no músculo por 3 e 7 dias ocasionou mudanças desfavoráveis na textura da carne devido à proteólise; a equalização à vácuo não favoreceu o desenvolvimento das bactérias lácticas devido à alta contagem microbiana inicial e a salga seca não ocasionou redução significativa nos níveis de atividade de água. O valor de pH de 5,2 desejável para a conservação da carcaça não foi atingido em nenhum dos ensaios, o que foi atribuído à falta de homogeneidade da cultura *starter* na carne. As carcaças apresentaram odores pútridos sulfurados e limosidade, produzidos tipicamente por microrganismos deteriorantes. O uso de altas temperaturas (20 – 30°C) na fermentação mostrou-se inviável na fermentação de carcaças de frango inteiras desossadas, com as técnicas empregadas.

**Palavras – chaves:** peito de frango, coxa de frango, fermentação, pH, atividade água.

---

## ABSTRACT

Several technologies are used to obtain and develop new meat products. The Hurdle Technology Theory states that meat products can be stable at room temperature by the combination of several methods of food conservation. In this study several technologies were used with the aim of producing a fermented deboned chicken stable at room temperature and to establish the process parameters. Five trials were conducted with variables related to brine injection technique, starters culture inoculation (injection, massaging), tempering of brine in the muscle and drying. The use of non-chilled carcasses did not favor brine and starter culture absorption; the lactic acid used at a high concentration (2.2%) caused protein denaturation (with discoloration) while at a concentration of 0.2% it was effective to reduce the initial pH and the microbial load without causing discoloration. Neither the hand massaging of the carcass surface with the starter culture brine nor the drying operation worked as the carcass skin acts as a barrier to water removal and prevents the lowering of the water activity. The use of tempering for 3 – 7 days at 0 – 2°C caused drastic changes in the muscle texture due to proteolysis. The drying operation was not enough to lower the activity water. In none of the trials was possible to reduce the muscle pH to 5.2 what was attributed to lack of distribution of the brine in the muscle: in all trials the carcass presented offensive off-odors typically produced by deteriorative microorganisms. The techniques used to obtain a rapid fermentation of chicken deboned carcasses by using starter cultures and high fermentation temperature were unsuccessful.

**Key - words:** chicken breast, chicken thigh, fermentation, water activity.

---

## INTRODUÇÃO

A carne é um dos pilares da economia brasileira e também possui grande importância na alimentação de sua população. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento em 2005 o consumo per capita nacional/ano de carne bovina foi de 38,7 Kg, 32,8 Kg para aves e 12,2 Kg para suínos, valores estes inferiores aos níveis de consumo dos países mais desenvolvidos. Uma maneira de aumentar o consumo das carnes é o desenvolvimento de novos produtos que ofereçam variedade, maior conveniência e prolongamento da sua vida útil sem prejuízo para suas características sensoriais (MAPA, 2007)

A carne de frango é uma das principais matérias-primas utilizadas na fabricação de produtos de conveniência. Cerca de 60% dos produtos congelados disponíveis no mercado brasileiro são à base de carne de frango (Exportações brasileiras, 2004).

As mais diversas tecnologias têm sido utilizadas na obtenção desses produtos, principalmente aquelas que visam o aumento da vida útil de produtos considerados perecíveis (como por exemplo, carcaças de frango resfriadas) e melhoria na qualidade sensorial. Para essas finalidades têm sido empregados ácidos orgânicos, embalagens com atmosfera modificada ou controlada, ingredientes com propriedades funcionais, entre outras. Também por meio dos conceitos da Teoria dos Obstáculos em que o emprego combinado do abaixamento da atividade de água, a produção de ácidos orgânicos por microrganismos e a presença de sal produtos estáveis, como os salames, têm sido obtidos.

Nesse estudo foi proposto o uso dos conceitos da Teoria dos Obstáculos para obtenção de um novo produto de carne de frango fermentado estável à temperatura ambiente.

Como não existe literatura científica nem leiga sobre processo de fermentação de músculos íntegros fermentados de aves várias questões surgem quando se considera a fermentação e posterior secagem de carcaças desossadas

de frango. A primeira delas diz respeito ao excesso de água absorvida pelas carcaças durante o seu resfriamento em *chiller*. Essa água excessiva concorreria com a absorção pelo músculo das salmouras que têm que ser inoculadas para introdução das culturas iniciadoras. A *priori*, carcaças não resfriadas em *chiller* poderiam absorver melhor a solução de cultura *starter* e fermentar mais rapidamente. Outra questão diz respeito à distribuição da cultura inoculada no músculo: quando se injeta salmoura no músculo a forma de injeção, número de agulhas e massageamento afetam a distribuição da mesma no músculo. Outra dificuldade é que o pH da carne de frango está próximo a 6,0 no caso do peito e acima de 6,0 para a coxa, valores considerados limites para a fermentação de carnes suínas. Portanto, é necessário encontrar uma maneira de abaixar este pH inicial. Uma outra dificuldade é a facilidade com que a carne de frango rancifica devido ao alto teor de ácidos graxos insaturados da sua gordura e, portanto, a fermentação tem que ser rápida para evitar que ocorra a rancificação da carne.

Com essas hipóteses levantadas, vários estudos foram realizados. A influência dos procedimentos convencionais no abate das aves, como por exemplo, pré-resfriamento das carcaças, na matéria-prima empregada na fermentação, emprego de ácido láctico na redução do pH inicial da carne e na contagem microbiana, uso de injetora industrial e efeito de períodos de equalização na difusão dos solutos e da cultura *starter* inoculada na carcaça e efeito do tipo de salga na fermentação foram as principais variáveis testadas nesse estudo.

## 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A carne de frango é a segunda carne mais consumida no Brasil, perdendo apenas para a carne bovina que possui consumo *per capita* de 36,3 kg/habitante/ano enquanto que o do frango foi de 35,4 kg/habitante/ano em 2005 (UBA, 2006; GALEAZZI et al., 2002).

Com relação ao seu tecido muscular a carne de frango, diferencia-se das demais carnes, juntamente com a carne de peru, por apresentar dois tipos de fibras: as vermelhas e as brancas, representadas, respectivamente, pelo peito e pelas coxas que se distinguem basicamente pela sua coloração (BARBUT, 2002).

Em relação à sua estabilidade microbiológica, as carnes são alimentos extremamente perecíveis e facilmente deterioráveis. Esta deterioração ocorre devido ao crescimento microbiano e às mudanças químicas e físicas. As alterações ocorridas por esses processos são irreversíveis e tornam as carnes impróprias para o consumo (SARANTÓPOULOS, et al., 2001).

Os microrganismos deteriorantes são os principais causadores destas alterações e não causam toxinfecções alimentares (FORSYTHE, 2002). As bactérias Gram-negativas são as principais responsáveis pela deterioração de carnes frescas e produtos cárneos. Nas carnes frescas estocadas sob refrigeração em condições aeróbias são encontrados microrganismos dos gêneros *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Psychrobacter* e *Moraxella* com grande potencial deteriorador (GARCIA-LÓPES, et al., 1998). *Salmonella*, linhagens de *Escherichia coli* produtoras de toxinas, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum* e *Staphylococcus aureus* produtores de toxinas são os principais patógenos causadores de toxinfecções alimentares em carne de aves e produtos cárneos (FORSYTHE, 2002).

As principais mudanças químicas responsáveis pelo processo de deterioração causadas por microrganismos contaminantes que são a degradação de proteínas, lipídios, carboidratos e outras moléculas complexas, pela ação de suas enzimas. A mesma ação deteriorante é causada pelas enzimas hidrolíticas endógenas presentes na carne. Estas enzimas hidrolisam as moléculas em

compostos simples que são usados como fontes de nutrientes para o crescimento microbiano, bem como na sua atividade metabólica. Os tipos de produtos formados dependem da presença ou não de oxigênio: quando o oxigênio encontra-se disponível, os produtos formados pela hidrólise protéica são peptídios simples e aminoácidos, enquanto que em condições anaeróbias compostos sulfurados são formados e produtos resultantes do metabolismo de nitrogênio não-protéico, inclusive amônia, que causam odores desagradáveis (HENDRICK, et al., 1989).

Numerosos métodos de conservação são empregados na preservação das carnes e produtos derivados. A maioria destes métodos são utilizados para inibir ou prevenir o crescimento de microrganismos. Entre estes se encontram: resfriamento, congelamento, secagem, enlatamento, embalagens em atmosfera modificada ou controlada, acidificação, fermentação, emprego de conservantes (salga, adição de açúcares, sais de cura), emprego de calor (pasteurização, esterilização), alta pressão e irradiação (FORSYTHE, 2002).

A Tecnologia dos Obstáculos (*Hurdle Technology*) teorizada por Leistner explica a estabilidade microbiológica de produtos alimentícios. Segundo o autor, a estabilidade de um produto obtido por esse tipo de tecnologia é conferida por dois ou mais fatores de conservação que isoladamente não produziram esse efeito (PINTO & PONSANO, 1998; LEISTNER, 1985; FAO, 2006). A preservação pelos métodos combinados, é feita pela aplicação de diversos tratamentos físicos ou químicos, os quais podem agir sinergicamente, com a finalidade de prevenir ou retardar o crescimento microbiológico, podendo resultar em produtos estáveis à temperatura ambiente, seguros microbiologicamente, com qualidade sensorial, nutricional e baixo custo (CHIRIFE, 1993).

Entre os principais fatores utilizados na América Latina para preservação de carnes, pela utilização dos métodos combinados têm-se: atividade de água, pH, tratamento térmico brando, defumação, uso de conservantes e microbiota competitiva (ALEXANDRE, 2002).

A acidificação por adição direta de ácidos é um método de conservação que vem sendo amplamente utilizado na conservação de carnes. O poder

antimicrobiano dos ácidos está relacionado a dois fatores distintos, ainda que relacionados: (1) acidez (redução do pH extracelular, variação no valor de pH ótimo para o crescimento de microrganismos) e (2) efeito causado pela formação dissociada do ácido (PALENZUELA, 2000). Os ácidos orgânicos fracos como acético, láctico, benzóico e sórbico são comumente empregados para esta finalidade, inibindo bactérias, fungos, e ainda, impedindo a germinação de esporos como é o caso do ácido sórbico (SOFOS & BUSTA, 1981). A concentração das soluções ácidas varia de acordo com o tempo de contato da solução com a carcaça e constante de dissociação do ácido. Soluções contendo 0,05 a 0,25% de ácido solúvel em água são apropriadas (PEARSON & DUTSON, 1994).

Os ácidos acético e láctico têm sido muito utilizados como descontaminantes na indústria da carne, inclusive em abatedouros de aves por apresentarem propriedades antimicrobianas e também por serem consideradas substâncias seguras (PEARSON & DUTSON, 1994). Muitos são os estudos realizados na aplicação destes ácidos, iniciados e patenteados por Murphy e Murphy em 1962 citados por WEISS (1976) até os dias atuais (DEUMIER, 2006) (XAVIER, 1996).

Outra forma de se acidificar um produto é pelo emprego do processo de fermentação, que juntamente com a secagem, constituem os dois métodos mais antigos empregados na conservação das carnes (YAMADA & BERAQUET, 1993).

Atualmente, as bactérias lácticas têm sido as mais empregadas na indústria de produtos cárneos. São capazes de reduzir o pH, conferir sabor ácido característico de produtos fermentados, além de algumas cepas produzirem também substâncias antimicrobianas denominadas bacteriocinas (BALDUINO, et al., 1999).

A acidificação da carne ocorre pela presença de bactérias lácticas encontradas naturalmente na mesma ou adicionadas sob a forma de culturas iniciadoras (culturas *starters*) (JESSEN, 1995). As bactérias lácticas mais utilizadas nos processos fermentativos são dos gêneros *Lactobacillus* como *L. plantarum*, *L. curvatus*, *L. jensenii*, *L. sake* e do gênero *Pediococcus* como *P. acidilactici*, *P. damnosus* e *P. pentosaceus*. Também são empregadas bactérias

do gênero *Lactococcus* como *L. lactis* sub sp. *Lactis*, *L. lactis* sub sp. *Diacetylactis*. As bactérias lácticas heterofermentativas não são utilizadas devido à produção de gás e componentes de sabor atípico. Algumas espécies de *Leuconostoc* e lactobacilos heterofermentativos representam menos de 10% da microbiota de bactérias lácticas presentes em produtos cárneos fermentados e seu crescimento é indesejável, pois são produtores de gás, de peróxidos e limo (VARNAM & SUTHERLAND, 1995; KROCKEL, 1995).

## 2. OBJETIVO GERAL

- Fermentar carne de frango não cominuída em altas temperaturas visando queda rápida de pH a valores  $\leq 5,2$  para inibir o crescimento de microrganismos deteriorativos.

### 2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

#### 2.1.1. Ensaio A

- Avaliar a influência do resfriamento em água gelada (*chiller*) das carcaças de frango no processo de injeção e fermentação de carcaças inteiras desossadas.

#### 2.1.2. Ensaio B

- Avaliar a influência da injeção de salmoura acidificada com ácido láctico na redução do pH e a diminuição da atividade de água pelo processo de secagem e defumação.

#### 2.1.3. Ensaio C

- Avaliar a redução da contagem microbiana pela ação do ácido láctico injetado com a salmoura, a eficiência da injeção em ambiente industrial por injetora automática e a redução da atividade de água pelo processo de secagem.

#### 2.1.4. Ensaio D

- Avaliar o efeito da equalização por 3 e 7 dias das carcaças injetadas, embaladas e não embaladas à vácuo no processo de fermentação.

#### 2.1.5. Ensaio E

- Avaliar a influência da forma de salga (salga seca e salga seca com salga úmida por injeção) no processo de fermentação.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais empregados nos ensaios A, B, C, D e E encontram-se descritos a seguir:

#### Ensaio A

- a) Matéria-prima: carcaças de frango resfriadas e não-resfriadas em *chiller* obtidas em frigorífico-abatedouro de aves da região de Campinas – SP.
- b) Desossa manual na planta-piloto do CTC - ITAL por equipe treinada, em ambiente climatizado e cálculo do rendimento.
- c) Injeção manual, com seringas de 20mL, de salmoura 20% NaCl p/p e segunda injeção com seringa de 20mL da solução inoculadora contendo: 0,05% p/p de cultura *starter* e 1,2% p/p de dextrose.
- d) Injeção de carcaças-controle com 20mL de salmoura 20% NaCl p/p e 1,2% de dextrose.
- e) Fermentação a 30°C, 85% UR, até pH = 5,2, em câmara com controladores de temperatura e umidade e determinações de pH por inserção de eletrodo no músculo nos tempos de 0h, 3h, 8h, 12h e 24h.

#### Ensaio B

- a) Matéria-prima: carcaças de frango resfriadas obtidas em frigorífico-abatedouro de aves da região de Campinas – SP.
- b) Como o do ensaio A com determinação do pH do peito e coxa *in natura*.
- c) Injeção por meio de injetora manual de 4 agulhas de salmoura acidificada (10% de injeção) contendo 16,5% de NaCl e 2,2% de ácido láctico. Determinação do pH por inserção de eletrodo no músculo do peito e coxa injetados.
- d) Massageamento manual da superfície das carcaças com solução inoculadora contendo: 0,8% p/p de dextrose e 0,05% p/p de cultura *starter*.
- e) Fermentação a 25°C e 85% UR, por 9h; 25°C e 75% UR por 6h e 25°C e 65% UR por 3h até o músculo do peito pH = 5,2, em câmara com controladores de temperatura e umidade, determinações de pH por inserção de eletrodo no

músculo nos tempos de 0h, 6h, 9h, 12h, 15h e 18h e determinação do pH e determinação de Aa em 18h.

- f) Secagem em câmara com controlador de temperatura, a 30 – 35°C e UR ambiente por 6h (determinações de Aa em 2h, 4h, 5h e 6h),
- g) Resfriamento em câmara fria a  $4 \pm 2^\circ\text{C}$  durante a noite.
- h) Pré-secagem por 1,5h a 30 – 35°C na câmara de defumação e defumação por 5,5h, foram feitas determinações da Aa após 1,5h e 4h de defumação.

### Ensaio C

- a) Experimento realizado nas instalações de Frigorífico-abatedouro do Estado de São Paulo.
- b) Desossa das carcaças por funcionários do frigorífico-abatedouro e pela equipe treinada do CTC – ITAL. Cálculo do rendimento foram efetuados.
- c) Injeção de salmoura acidificada (10% de injeção) contendo 16,5% de NaCl e 2,2% de ácido láctico, por injetora automática Sampafi (150 agulhas, 2mm de diâmetro).
- d) Caracterização das carcaças injetadas: análise de pH e análises microbiológicas de *Pseudomonas*, coliformes fecais, contagem total de mesófilos, psicotróficos, *Salmonella ssp.* e *Staphylococcus aureus*.
- e) Acondicionamento dos frangos desossados injetados em sacos individuais de polietileno e colocação em caixa isotérmica com gelo em quantidade suficiente para cobri-los e transporte até a planta-piloto do CTC – ITAL.
- f) Massageamento manual da superfície das carcaças com solução inoculadora contendo: 1,2% p/p de dextrose e 0,05% p/p de cultura *starter*.
- g) Fermentação a 25°C e 70% UR em câmara com controladores de temperatura e umidade: determinações de pH por inserção de eletrodo no músculo nos tempos de 0h, 6h, 9h, 12h e determinação do pH e Aa em 15h até  $\text{pH} \leq 5,2$ .
- h) 1ª Secagem em câmara com controlador de temperatura, a 35°C e UR ambiente por 7h. Determinações de Aa em 2h, 4h, 5h e 6h.
- i) Resfriamento em câmara fria a  $4 \pm 2^\circ\text{C}$ , durante a noite.

- j) 2ª Secagem em câmara com controlador de temperatura, a 35°C e UR ambiente por 7h. Determinações de Aa em 11h e 14h, considerando o tempo da 1ª secagem.

#### Ensaio D

- a) Idem item a) do ensaio B e idem item b) do Ensaio A.
- b) Injeção de salmoura acidificada (15% de injeção) contendo 11,5% de NaCl e 1,5% de ácido láctico por injetora manual de 4 agulhas e determinação do pH do peito e coxa injetados.
- c) Caracterização das carcaças injetadas: determinação de pH por inserção de eletrodo no músculo, cloretos e açúcares totais.
- d) Massageamento manual da superfície das carcaças com solução inoculadora contendo: 1,5% p/p de dextrose e 0,05% p/p de cultura *starter*.
- e) Embalagem a vácuo de metade dos frangos desossados injetados.
- f) Procedimento para equalização da salmoura no músculo:
- f.1) Equalização em câmara fria a  $4 \pm 2^\circ\text{C}$  por 3 dias dos frangos desossados embalados à vácuo e não embalados,
- f.2) Equalização em câmara fria a  $4 \pm 2^\circ\text{C}$  por 7 dias dos frangos desossados embalados à vácuo e não embalados.
- g) Fermentação a 25°C e 70% UR dos frangos desossados como descritos nos itens f.1) e f.2) até pH = 5,2, em câmara com controladores de temperatura e umidade. Determinações de pH por inserção de eletrodo no músculo nos tempos de 5h, 10h e 15h.

#### Ensaio E

Idem item a) do ensaio B.

Caracterização microbiológica do frango desossado resfriado: contagens de psicotróficos, *Pseudomonas* e bactéria lácticas.

Idem item b) do ensaio B.

Aspersão sobre os frangos desossados de solução contendo 0,2% de ácido láctico nos frangos desossados.

**Tratamento 1:**

- e.1) Injeção por injetora manual de 4 agulhas de salmoura acidificada contendo 0,2% ácido láctico p/p, 1,5% NaCl p/p e 1,0% de dextrose p/p.
- e.2) Caracterização dos frangos desossados injetados: determinação de cloretos e carboidratos totais.
- e.3) Salga seca dos frangos desossados com 2,0% de NaCl p/p.
- e.4) 1ª equalização da salmoura nos frangos desossados em câmara fria a  $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$  por 24h.
- e.5) Injeção manual de 50mL/frango pelo uso de seringas de solução inoculadora contendo: 0,05% p/p de cultura *starter*.
- e.6) 2ª equalização em câmara fria a  $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$  por 24h.

**f) Tratamento 2:**

- f.1) Injeção por injetora manual de 4 agulhas de salmoura acidificada contendo 0,2% ácido láctico p/p e 1,0% de dextrose p/p.
- f.2) Caracterização dos frangos desossados injetados: determinação de cloretos e carboidratos totais e análises microbiológicas de psicrotróficos, *Pseudomonas* e bactérias lácticas.
- f.3) Salga seca dos frangos com 3,5% de NaCl p/p.
- f.4) 1ª equalização em câmara fria a  $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$  por 24h.
- f.5) Injeção manual de 50mL/frango pelo uso de seringas de solução inoculadora contendo: 0,05% de cultura *starter*.
- f.6) 2ª equalização em câmara fria a  $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$  por 24h.
- g) Fermentação dos frangos dos **Tratamentos 1 e 2** a  $20^{\circ}\text{C}$  e 70% UR, até pH = 5,2, em câmara com controladores de temperatura e umidade. Determinações de pH por inserção de eletrodo no músculo nos tempos de 0h, 5h, 10h, 15h e 20h.
- h) Caracterização dos frangos desossados fermentados dos T1 e T2 Determinações de cloretos, açúcares totais e Aa.
- i) Secagem dos frangos dos T1 e T2 na câmara de fermentação a  $20^{\circ}\text{C}$  e 65% UR por 14h. Determinações de Aa após 2h, 4h, 7h, 11h e 14h de secagem.

No Ensaio A empregou-se a cultura *starter* Bactoferm T – SPX Chr. Hansen do Brasil que é uma mistura de *Pediococcus pentosaceus* PC-1 e *Staphylococcus xylosus* DD-34 e nos demais ensaios foi empregado o mix de cultura *starter* SAGA AF1 (*Pediococcus pentosaceus*, *Lactobacillus sake*, *Micrococcus varians* e *Staphylococcus carnosus* - Kerry do Brasil). Em todos os ensaios foram utilizados dextrose Cerelose®, ácido láctico PURAC 85% e cloreto de sódio comercial.

A **Figura 1** apresenta o fluxograma simplificado dos procedimentos experimentais realizados nos Ensaios A, B, C, D e E.

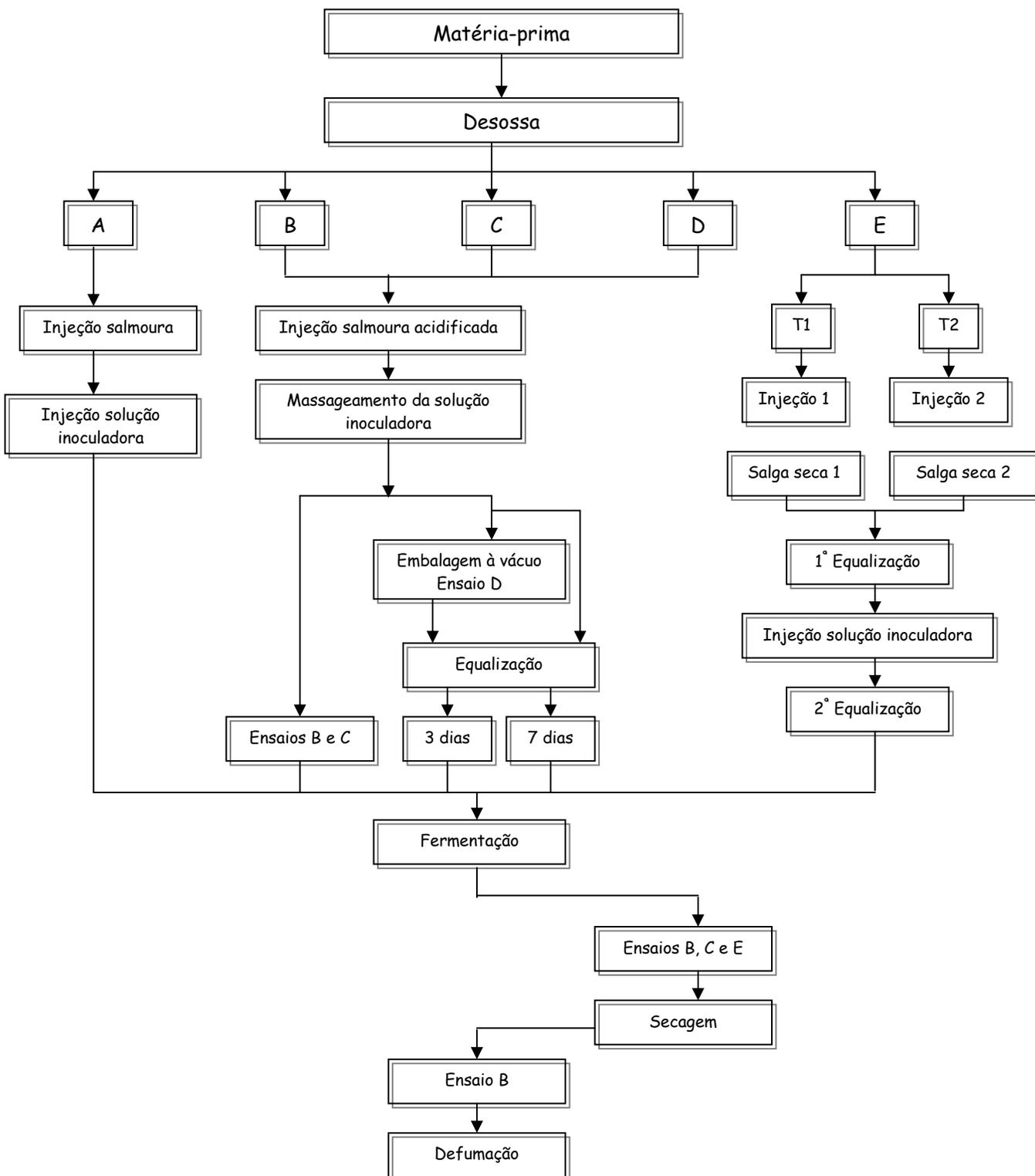


Figura 1. Fluxograma simplificado dos procedimentos dos Ensaio A, B, C, D e E.

### 3.1. Análises físico-químicas

As análises físico-químicas realizadas nos ensaios encontram-se na **Tabela 1**.

**Tabela 1.** Análises físico-químicas realizadas nos ensaios A, B, C, D e E.

Análises	ENSAIOS				
	A	B	C	D	E
pH	•	•	•	•	•
Atividade de água	nr	•	•	•	•
Cloretos	nr	nr	nr	•	•
Açúcares totais	nr	nr	nr	•	•

nr = não realizada.

As determinações físico-químicas (**Tabela 1**) foram realizadas segundo HORWITZ (2000).

A análise de pH foi realizada utilizando um pHmetro portátil digital marca Digimed, modelo DM-21, com eletrodo tipo penetração. Os valores médios de pH do Ensaio A do peito e da coxa foram obtidos pela média aritmética dos valores de 4 carcaças resfriadas pelo *chiller* e 9 carcaças não resfriadas pelo *chiller* em quadruplicata para o peito (2 medidas em cada meio-peito) e quadruplicata na perna (2 medidas em cada perna), enquanto que nos demais ensaios o pH foi determinado em quadruplicata para o peito e quadruplicata para a perna, pela média de 3 carcaças.

Para a análise de atividade de água (Aa) utilizou-se Analisador de Atividade de Água, marca Aqualab, modelo Cx-2T, com intervalo de temperatura de  $25,0 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ . O valor de Aa do peito e da coxa em todos os ensaios foi obtido pela média entre as triplicatas, retirando-se sempre na amostragem partes das regiões mais internas dos músculos.

O teor de cloretos foi determinado em triplicata e carboidratos totais em duplicata, para o peito e para a coxa retirados de uma carcaça.

### 3.2. Análises microbiológicas

As análises microbiológicas realizadas nos ensaios, segundo DOWNES (2001), encontram-se na **Tabela 2**.

**Tabela 2.** Análises microbiológicas realizadas nos ensaios C e E.

<b>Microrganismo</b>	<b>Ensaio C</b>	<b>Ensaio E</b>
Coliformes fecais (NMP/g)	•	nr
Contagem total de mesófilos (UFC/g)	•	nr
Contagem total de psicrotróficos (UFC/g)	•	•
<i>Salmonella</i> ssp. (em 25g)	•	nr
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	•	nr
<i>Pseudomonas</i> sp.	nr	•
Bactérias lácticas	nr	•

nr = não realizada.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. ENSAIO A

No Ensaio A empregou-se carcaças resfriadas em *chiller* e não resfriadas com a finalidade de se avaliar a influência da água absorvida pelas carcaças durante o *chiller* no processo de fermentação. Esperava-se que carcaças com menor quantidade de água absorvida fermentariam e secariam mais rapidamente.

Os volumes de salmoura 20% NaCl e de solução de dextrose 1,5% com cultura *starter* 0,05% são apresentados na **Tabela 3**.

**Tabela 3.** Volume médio injetado de salmoura e solução de dextrose e cultura *starter* nas carcaças desossadas.

Peso da carcaça desossada (Kg)	Salmoura 20% injetada (mL)	Solução de dextrose e cultura <i>starter</i> (mL)
<u>Carcaças resfriadas no <i>chiller</i></u>		
1,256 <sup>a</sup>	157,0	50,3
1,240 <sup>b</sup>	155,0	49,6
<u>Carcaças não resfriadas</u>		
0,971 <sup>a</sup>	121,4	38,8
1,055 <sup>c</sup>	131,8	42,2

<sup>a</sup>Carcaça-controle, sem injeção de cultura *starter*.

<sup>b</sup>Média de 4 carcaças.

<sup>c</sup>Média de 9 carcaças.

O pré-resfriamento em *chiller* empregado nas carcaças de frango logo após a evisceração, regulamentado pela Portaria 210 de 26 de novembro de 1998 do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, objetiva a rápida queda da temperatura das carcaças. A temperatura da água recomendada é  $\leq 4^{\circ}\text{C}$  e o percentual máximo de cloro livre de 5ppm. A temperatura final das carcaças deve ser igual ou menor que  $7^{\circ}\text{C}$  e  $10^{\circ}\text{C}$  para carcaças que serão imediatamente congeladas. O ganho de peso máximo permitido durante esse procedimento é de 8% com relação ao peso da carcaça (MAPA, 2006).

Os valores de pH do peito das carcaças desossadas resfriadas e não resfriadas pelo *chiller* obtidos durante a fermentação podem ser visualizados nas **Tabelas 4**.

**Tabela 4.** Valores de pH durante a fermentação do Ensaio A.

			0h	3h	8h	12h	24h
PEITO	Com* <i>chiller</i>	Controle	6,17	5,98	5,88	5,90	5,69
		Com <i>starter</i>	5,94 ± 0,09	5,82 ± 0,10	5,79 ± 0,06	5,80 ± 0,11	5,61 ± 0,22
	Sem** <i>chiller</i>	Controle	5,85	5,77	5,71	5,75	-
		Com <i>starter</i>	6,10 ± 0,13	5,96 ± 0,14	5,87 ± 0,13	5,84 ± 0,11	5,50 ± 0,09
COXA	Com* <i>chiller</i>	Controle	6,46	6,18	6,13	5,96	6,00
		Com <i>starter</i>	6,54 ± 0,24	6,27 ± 0,10	6,16 ± 0,19	6,02 ± 0,14	5,65 ± 0,22
	Sem** <i>chiller</i>	Controle	6,51	6,18	6,01	6,19	5,91
		Com <i>starter</i>	6,59 ± 0,17	6,07 ± 0,11	6,20 ± 0,12	6,07 ± 0,18	5,54 ± 0,30

\*Média ± desvio-padrão de 4 carcaças

\*\*Média ± desvio-padrão de 9 carcaças

Na **Tabela 4** observa-se que a redução do pH do peito das carcaças resfriadas pelo *chiller* foi de aproximadamente 0,33 desde o início da fermentação (0h) até o término do processo (24h), não atingindo o valor especificado de 5,2. Também verificou-se um pequeno declínio do pH da carcaça-controle (0,48 para o resfriamento com *chiller* e 0,60 para a carcaça sem *chiller* durante todo o processo), embora não tenha sido adicionada de cultura *starter*. Essa redução de pH pode ter sido ocasionada pelos microrganismos contaminantes presentes, principalmente pelas bactérias lácticas.

Comparando-se os valores médios de redução de pH na fermentação, observa-se que não houve influência da variável “resfriamento pelo *chiller*” na redução do mesmo, pois o pH do peito da carcaça resfriada foi reduzido em 0,33 unidades no processo de fermentação enquanto que na carcaça não resfriada a redução foi de em 0,60. A hipótese era a de que as carcaças não resfriadas pelo processo de imersão em água gelada reteriam melhor as soluções de salmoura e dextrose com cultura *starter* (pelo fato de possuírem 8% p/p a menos de água) o

que poderia favorecer a competição da cultura diante dos microrganismos contaminantes e desta forma também causar uma maior redução do pH com a mesma finalidade que foi utilizada uma salmoura com concentração perto do ponto de saturação visando-se injetar a menor quantidade possível de líquido nos músculos.

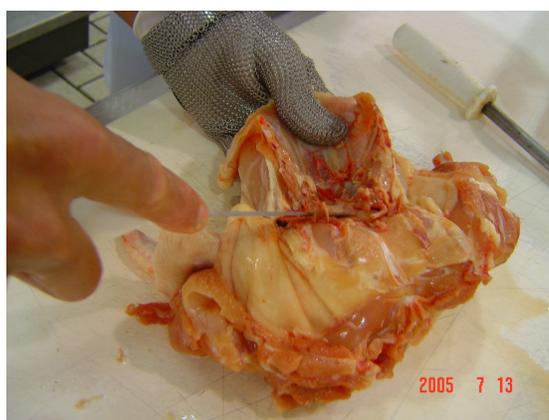
Da mesma forma observada para o peito, verificou-se que o pH da coxa não atingiu o valor desejado de 5,2, sendo que a variação de pH entre o início da fermentação até 24h para as carcaças resfriadas foi de 0,89, enquanto que para as carcaças não resfriadas foi de 1,05. Observou-se também que a redução do valor de pH foi maior no músculo da coxa do que no peito, principalmente porque o pH inicial da carne *in natura* da coxa é maior como pode ser comprovado na **Tabela 4**. Essa maior redução do pH da coxa pode ser explicada pela maior retalhação do músculo da mesma durante a etapa da desossa. O músculo do peito manteve-se praticamente íntegro durante a operação de desossa. O retalhamento deve ter favorecido a penetração tanto da salmoura, como da dextrose e da cultura *starter* favorecendo a maior redução do pH da coxa. Observou-se também que o resfriamento no *chiller* não afetou a redução do pH (o pH da coxa da carcaça-controle resfriada pelo *chiller* foi reduzido em 0,46 e o pH da coxa da não resfriada foi reduzido em 0,60).

Após 24h de fermentação o processo foi encerrado pois as carcaças já apresentavam forte odor pútrido sulfurado, e limosidade na superfície, indicativos de alto grau de deterioração microbiana. Essas características são conferidas, principalmente, pela alta contagem de espécies de *Pseudomonas* quando atingem a contagem de  $10^7$  UFC/cm<sup>2</sup> a  $10^8$  UFC/cm<sup>2</sup> (NICKERSON & SINSKEY, 1972; McMEEKIN, 1982). As mudanças foram mais evidentes nas carcaças que não passaram pelo resfriamento convencional, o que possivelmente resulta em maior contagem microbiana que dificulta ainda mais o processo de fermentação pela existência de grande número de microrganismos competitivos que consomem o carboidrato disponível, sem a conseqüente geração de ácido láctico e abaixamento do pH.

## 4.2. ENSAIO B

Através dos resultados do Ensaio A, considerou-se que a deterioração do músculo durante a fermentação deveu-se à existência de bolsões de tecido muscular com alto pH antes que houvesse a formação de ácido láctico pelas bactérias lácticas inoculadas. Levantou-se a hipótese de que a adição de ácido láctico à salmoura inóculo poderia evitar esse fenômeno, pois o abaixamento de pH favorece as bactérias lácticas.

O ganho de peso médio pela injeção após gotejamento foi de  $5,4\% \pm 1,6$ . A **Figura 2** ilustra a etapa de desossa da carcaça inteira resfriada.



a)



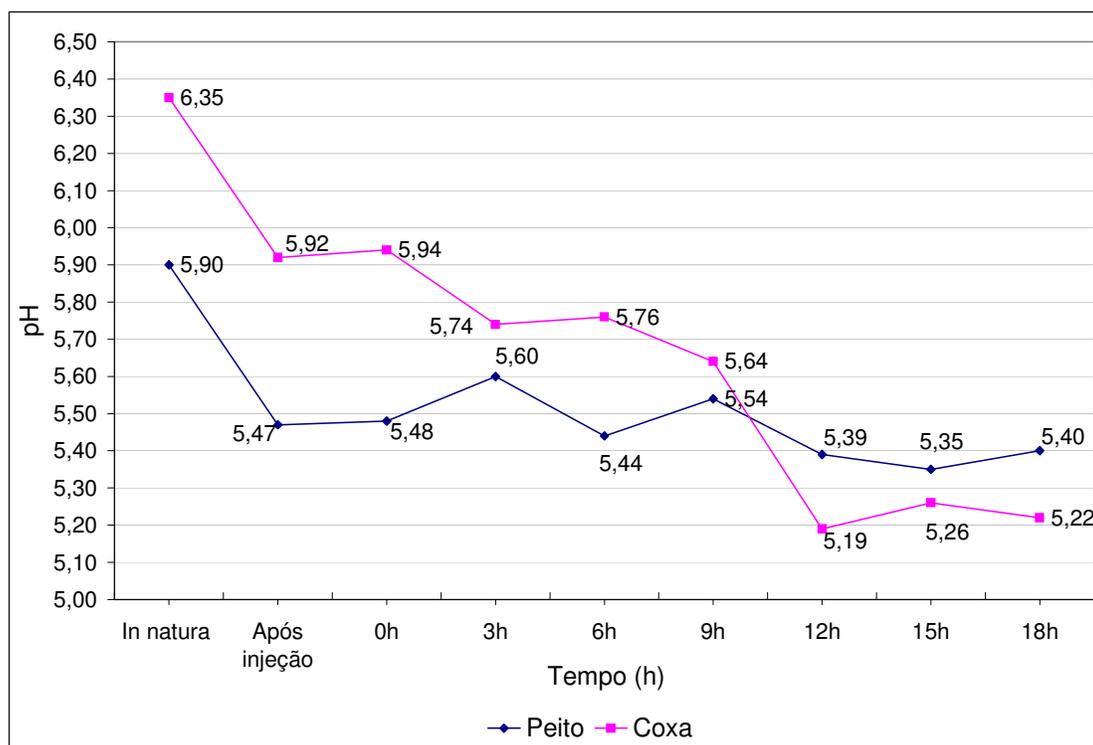
b)



c)

**Figura 2.** Etapas do processamento de desossa da carcaça de frango resfriada, (a) desossa do peito, (b) carcaça desossada com o músculo aparente e (c) carcaça desossada com a pele voltada para fora.

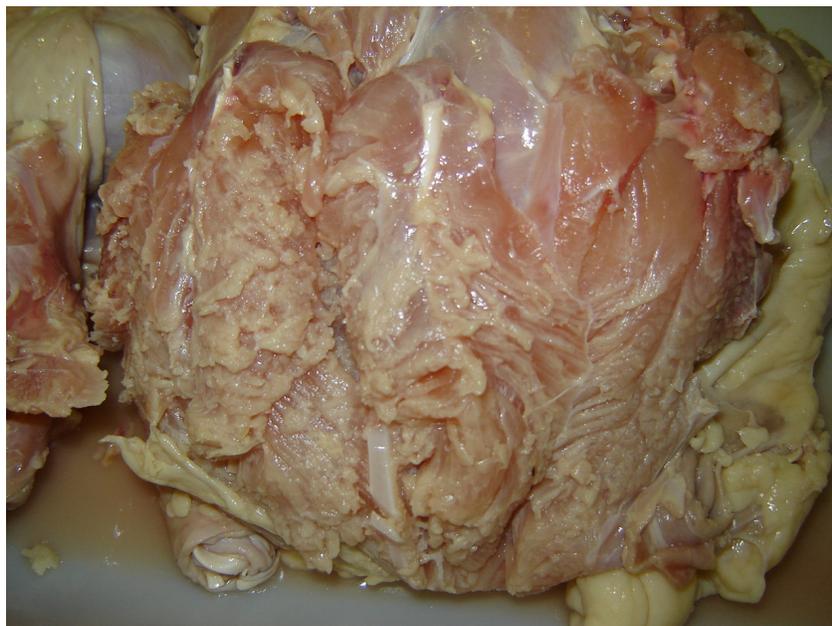
Pode ser comprovado na **Figura 3** que a ação do ácido láctico adicionado na salmoura foi eficaz na redução do pH muscular, pela adição de ácido láctico o pH do peito caiu de 5,90 para 5,47 e o da coxa de 6,35 para 5,92. Essa redução favoreceria a fermentação, uma vez que esse processo é iniciado com valores de pH mais baixos do que os da carne *in natura*, principalmente na coxa, onde o pH é maior do que o do peito (CONTRERAS, 1995). Entretanto, quando se trabalha com concentrações de ácido muito elevadas verifica-se o fenômeno de desnaturação protéica, caracterizado pelo aspecto esbranquiçado que superfície da carne adquire (BARBUT, 2005). Neste estudo, apesar da concentração de ácido láctico no produto ser baixa, igual a 0,2%, causou uma ligeira desnaturação na carcaça desossada (aspecto esbranquiçado) como mostrado na **Figura 4**. Os valores médios de pH medidos durante a fermentação para o peito e para as coxas são mostrados na **Figura 3**.



**Figura 3.** Valores médios de pH de peito e coxa durante o processo de fermentação.

A redução do pH durante a fermentação ocorreu de forma lenta tanto para a coxa como para o peito, mesmo reduzindo-se o pH inicial com a adição de solução com 0,2% de ácido láctico (após injeção). A variação das médias de pH pode ser explicada pela falta de homogeneidade da amostra quanto à sua acidez e pela má distribuição da cultura *starter* no músculo. O pH do peito caiu apenas 0,07 da carcaça injetada até o término do processo, qual seja, o processo de fermentação não ocorreu no peito.

O valor médio de pH da coxa chegou ao valor desejado de 5,2 em 18h de fermentação (decreceu cerca de 0,70), entretanto, as carcaças neste ponto, como ocorrido no Ensaio A, apresentavam odores pútridos, sulfurados e presença de limosidade, principalmente pela não fermentação do peito.



**Figura 4.** Carcaça injetada com salmoura acidificada com ácido láctico 0,2%.

A redução da umidade relativa da câmara de fermentação de 85% para 75% após 9h de processo e de 75% para 65% após 15h foi realizada com o propósito de se promover uma ligeira secagem no produto.

As etapas de secagem e defumação foram realizadas mesmo com as carcaças apresentando certo grau de deterioração, pois desejava-se observar também a efetividade desses processos na redução da atividade de água das carcaças fermentadas. Os valores para este parâmetro para o peito e coxa encontram-se na **Tabela 5**.

**Tabela 5.** Valores médios de atividade de água (Aa) no peito e coxa de carcaças submetidas à fermentação.

	Tempo (h)	Peito	Coxa
<b>Secagem</b>	0	0,981 ± 0,000	0,979 ± 0,000
	2	0,976 ± 0,000	0,980 ± 0,000
	4	0,977 ± 0,004	0,977 ± 0,003
	5	0,975 ± 0,003	0,976 ± 0,001
	6	0,974 ± 0,001	0,979 ± 0,003
<b>Defumação</b>	1,5	0,972 ± 0,002	0,968 ± 0,007
	4	0,974 ± 0,001	0,975 ± 0,003

Média ± desvio-padrão.

Pode-se observar pela **Tabela 5** que mesmo após 6h de secagem a 30 – 35°C a atividade de água foi reduzida em apenas 0,007 para o peito, enquanto que na coxa não houve redução da atividade de água. O mesmo foi observado na etapa de defumação. A dificuldade de se retirar água deste produto pode ser atribuída a dois fatores: i) a presença de água em grande quantidade nas carcaças, proveniente do processo de resfriamento por imersão em água gelada, pela injeção da salmoura acidificada e solução de dextrose com cultura *starter* e além da própria matéria-prima já conter cerca de 67% de água na sua constituição e ii) pela presença da pele que possui a finalidade de evitar a entrada de microrganismos na ave, proteger contra o estresses ambientais, contra danos mecânicos e regulação da temperatura, sendo constituída pelo tecido epitelial (epiderme e derme). Na carcaça, ela facilmente se resseca com a menor perda de água, formando uma espécie de camada protetora, impedindo a remoção desta água (BARBUT, 2002).

Atribuiu-se o insucesso de realizar-se a fermentação nesse Ensaio à dificuldade de fazer-se uma boa distribuição da cultura iniciadora na carcaça. Uma possível solução seria o uso de injetora industrial que realizando a injeção num maior número de pontos, e evitando excessiva manipulação causada pela injeção manual, causaria melhor distribuição da salmoura e menor contaminação.

### 4.3. ENSAIO C

Esse Ensaio foi realizado em instalações de um abatedouro industrial usando-se uma injetora de salmoura Sampafi com 150 agulhas de 2mm de diâmetro.

Os valores médios da absorção de água no *chiller*, peso do frango inteiro resfriado, rendimento da desossa e ganho de peso na injeção podem ser visualizados na **Tabela 6**.

**Tabela 6.** Valores médios de absorção de água no resfriamento pelo *chiller*, rendimento da desossa e ganho de peso no processo de injeção.

Absorção de água no <i>chiller</i> (%) <sup>a</sup>	6,8 ± 1,9
Peso frango inteiro (g) <sup>b</sup>	2004 ± 204,9
Rendimento desossa (%) <sup>b</sup>	79,0 ± 4,8
Ganho peso injeção (%) <sup>c</sup>	0,398

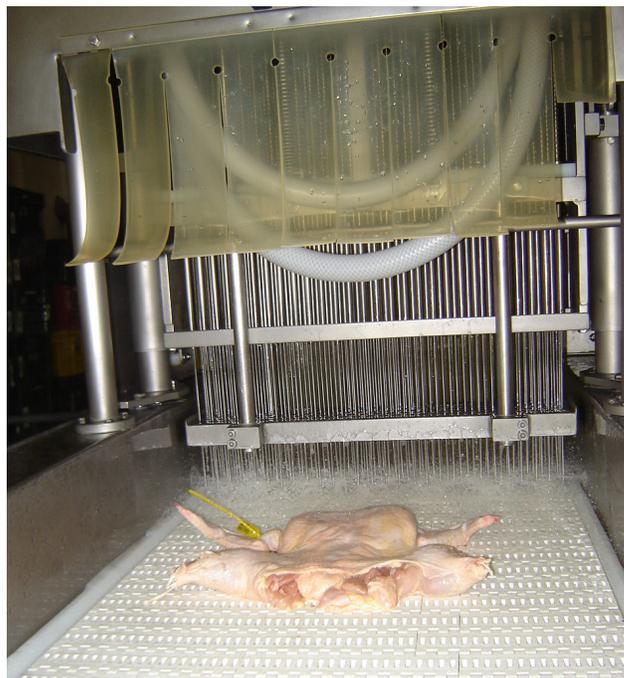
<sup>a</sup>Média ± desvio-padrão de 26 frangos

<sup>b</sup>Média ± desvio-padrão de 28 frangos

<sup>c</sup>Média de 20 frangos

A redução do pH após a etapa de injeção de salmoura acidificada do peito foi de 0,90 e da coxa 0,40 passando respectivamente de pH iniciais de 6,40 e 6,30 para pH 5,50 e 5,90. Essa diferença de pH entre os dois músculos ocorreu pelo maior número de agulhadas pela injetora automática no músculo do peito, que por sua vez, reteve maior quantidade de salmoura acidificada por encontrar-se menos retalhado do que a coxa. A **Figura 5** ilustra a injeção das carcaças de frango desossadas pela injetora automática.

Grande parte das carcaças injetadas apresentaram perda de peso após a injeção e gotejamento, o que pode ser explicada pela perda de água que ocorreu durante o transporte das carcaças injetadas do abatedouro até o CTC. Além de ter perdido salmoura acidificada, podem ter perdido também a água que foi incorporada durante o resfriamento pelo *chiller*. Observou-se que as carcaças com maiores valores de absorção no *chiller* apresentaram maior perda de peso após a injeção, fato esse evidenciado pelos valores negativos do rendimento final de injeção (-4%), conforme foi observado no acompanhamento do ganho de peso durante várias etapas do processamento. As carcaças foram acomodadas em caixas isotérmicas com gelo, colocadas umas sobre as outras, o que pode ter ocasionado a compressão e conseqüente perda de líquidos pelos músculos.



**Figura 5.** Injeção automática de salmoura acidificada das carcaças de frango desossadas.

Os resultados das análises microbiológicas realizadas nas carcaças resfriadas e injetadas são observados na **Tabela 7**.

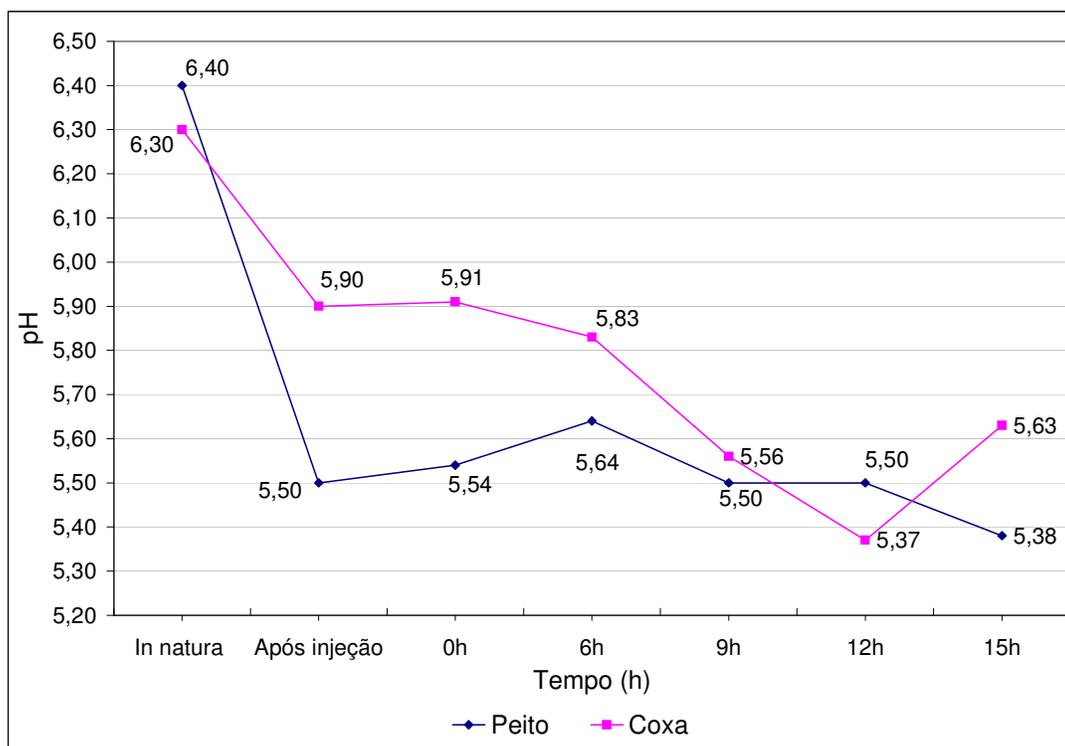
**Tabela 7.** Análises microbiológicas nas carcaças de frango do Ensaio C.

	<b>Carcaça resfriada</b>	<b>Carcaça desossada injetada com salmoura acidificada</b>
Coliformes fecais (NMP/g)	4,0 x 10	1,1 x 10
C. total de mesófilos (UFC/g)	7,3 x 10 <sup>3</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>
C. total de psicotróficos (UFC/g)	5,5 x 10 <sup>3</sup>	4,2 x 10 <sup>3</sup>
<i>Salmonella</i> ssp. (em 25g)	Presente	Ausente
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	< 1,9 x 10	< 2,5 x 10

NMP = Número mais provável

UFC = Unidade formadora de colônia.

Pelos resultados microbiológicos verifica-se que não houve redução nem aumento significativo dos microrganismos estudados, exceto pela eliminação de *Salmonella*.



**Figura 6.** Valores médios de pH da carcaça *in natura*, injetada e durante a fermentação do peito e da coxa durante o Ensaio C.

Na **Figura 6**, observou-se que após 15h de fermentação o pH do peito foi o que mais se aproximou do valor de 5,2, provavelmente devido a injeção mais efetiva nesse músculo (redução ocasionada pelo ácido láctico). Contudo, com 15h de processo as carcaças já apresentavam características sensoriais de deterioração. O fato das carcaças terem perdido grande quantidade de água durante o transporte prejudicou o processo de fermentação, pois também foi exsudada a salmoura acidificada, que contribuiria no desenvolvimento microbiano e também reduziria o pH pela ação do ácido láctico.

Os resultados das análises de atividade de água realizadas durante a etapa de secagem a 35°C na câmara de defumação encontram-se na **Tabela 8**.

**Tabela 8.** Valores médios de atividade de água das carcaças de frango desossadas durante a secagem do Ensaio C.

Tempo (h)	Peito	Coxa
0	0,979 ± 0,002	0,979 ± 0,000
2	0,983 ± 0,001	0,979 ± 0,002
4	0,981 ± 0,001	0,975 ± 0,002
7	0,984 ± 0,002	0,987 ± 0,001
11	0,976 ± 0,001	0,977 ± 0,001
14	0,979 ± 0,003	0,976 ± 0,004

Média ± desvio-padrão da triplicata.

Os resultados de atividade de água indicam que mesmo após 14h de secagem as carcaças não atingiram o nível de Aa mínimo para a inibição de microrganismos deteriorantes, principalmente *Pseudomonas* (Aa = 0,97) (ICMSF, 1980). Mesmo utilizando carcaças de frango de peso aproximado, existiu ainda variação entre as mesmas (quanto maior o peso da carcaça, maior será o peito e sua espessura, o que influencia diretamente na secagem). A pele do produto também foi mantida, o que também dificultou a remoção da água do interior do produto.

#### 4.4. ENSAIO D

Nesse Ensaio procurou-se melhorar a distribuição de salmoura na carcaça, mantendo-a a  $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$  por 3 e 7 dias. Como as bactérias lácticas deterioradoras da carne, como *Pseudomonas*, são aeróbias, tentou-se realizar a fermentação com as carcaças sob vácuo para evitar-se o crescimento desse tipo de bactérias.

O rendimento médio da desossa das carcaças foi de  $68,4\% \pm 12,3$ . A redução dos valores de pH das carcaças desossadas equalizadas por 3 dias e equalizadas por 7 dias são mostrados na **Tabela 9** e **Tabela 10**, respectivamente.

**Tabela 9.** Redução do pH do peito e da coxa de carcaças desossadas equalizadas por 3 dias e fermentadas com embalagem à vácuo e sem embalagem.

	Com vácuo		Sem vácuo	
	Peito	Coxa	Peito	Coxa
<i>In natura</i>	5,85 ± 0,24	6,42 ± 0,07	5,85 ± 0,24	6,42 ± 0,07
Frango injetado	5,48 ± 0,19	5,97 ± 0,09	5,48 ± 0,19	5,97 ± 0,09
0h de fermentação	5,77 ± 0,11	5,85 ± 0,34	5,77 ± 0,11	5,85 ± 0,34
5h de fermentação	5,72 ± 0,20	5,58 ± 0,26	5,44 ± 0,20	5,49 ± 0,26
10h de fermentação	5,42 ± 0,12	5,39 ± 0,17	5,37 ± 0,25	5,47 ± 0,32
15h de fermentação	5,56 ± 0,14	5,15 ± 0,29	5,37 ± 0,08	5,32 ± 0,17
18h de fermentação	nr	nr	5,40 ± 0,19	5,42 ± 0,25

Média ± desvio-padrão da quadruplicata.

nr = não realizada.

**Tabela 10.** Redução do pH do peito e da coxa de carcaças desossadas equalizadas por 7 dias e fermentadas com embalagem à vácuo e sem embalagem.

	Com vácuo		Sem vácuo	
	Peito	Coxa	Peito	Coxa
<i>In natura</i>	5,85 ± 0,24	6,42 ± 0,07	5,85 ± 0,24	6,42 ± 0,07
Frango injetado	5,48 ± 0,19	5,97 ± 0,09	5,48 ± 0,19	5,97 ± 0,09
0h de fermentação	5,34 ± 0,08	5,46 ± 0,19	5,34 ± 0,08	5,46 ± 0,19
5h de fermentação	5,72 ± 0,20	5,58 ± 0,26	5,20 ± 0,18	5,19 ± 0,31
10h de fermentação	5,42 ± 0,12	5,39 ± 0,17	5,16 ± 0,10	5,17 ± 0,15
15h de fermentação	5,56 ± 0,14	5,15 ± 0,29	5,22 ± 0,15	4,79 ± 0,23
20h de fermentação	5,30 ± 0,06	5,08 ± 0,09	5,70 ± 0,14	4,76 ± 0,05

Média ± desvio-padrão das quadruplicatas.

Através das **Tabelas 9 e 10** pode-se observar que não houve influência da aplicação de vácuo durante o processo de fermentação. Observou-se a heterogeneidade entre as amostras pela variação do pH entre diferentes períodos de fermentação. Embora o pH dos músculos tenha atingido valores mais baixos quando comparados com os processamentos anteriores, as carcaças também apresentaram características de deterioração como formação de odores pútridos e

limosidade, atribuídos ao fato de ainda existirem regiões da carcaça com valores de pH mais elevados. A **Tabela 11** apresenta os resultados da análise de cloretos e de carboidratos totais.

**Tabela 11.** Resultados da determinação de carboidratos totais das carcaças de frango durante o processamento.

<b>Amostra</b>	<b>Carboidratos Totais (g/100g)</b>	<b>Cloretos (g/100g)</b>
Frango após injeção	1,22 ± 0,01	2,06 ± 0,11
Frango após a inoculação da cultura <i>starter</i>	1,34 ± 0,01	1,93 ± 0,21
Frango equalizado 3 dias (0h fermentação)	1,35 ± 0,13	-
Frango equalizado 7 dias (0h fermentação)	1,37 ± 0,03	-
Frango equalizado com vácuo 7 dias fermentado	0,74 ± 0,00	-

Média ± desvio-padrão das triplicatas.

Os resultados de cloretos obtidos estão dentro dos níveis desejados de injeção, cerca de 1,5 a 2,0%.

A equalização foi empregada com o propósito de promover a migração da cultura *starter* para o interior dos músculos e também uma maior difusão e uniformidade do ácido láctico e do cloreto de sódio na carcaça. Entretanto, quando se elevou a temperatura na etapa de secagem, pode-se observar visualmente a proteólise causada pela ação das enzimas endógenas da carne (a carne adquiriu características friáveis), tanto na equalização de 3 dias como na de 7 dias. A mudança na textura da carne de frango pode ser explicada pelo fenômeno de maturação. A taxa de maturação (cerca de 80% de amaciamento) durante a estocagem refrigerada das carnes varia conforme a espécie do animal: 5 dias para suínos, 2 dias para frangos, 8 dias para ovinos e 10 dias para bovinos e coelhos (PRATES, 2002).

A embalagem à vácuo utilizada na fermentação tinha o intuito de favorecer o crescimento das bactérias lácticas durante este processo, uma vez que estas são microaerófilas ou anaeróbias facultativas, e inibir o crescimento dos microrganismos deteriorantes que são na sua maioria aeróbios (JAY, 1992). Entretanto, o tratamento não foi eficaz para inibir o crescimento destes microrganismos.

#### 4.5. Ensaio E

No Ensaio E foi empregado o método da salga seca nos dois tratamentos com o propósito de se remover água dos músculos e facilitar o processo de secagem do produto. A equalização foi realizada em menor tempo (24h) do que no Ensaio D (3 e 7 dias) para evitar a proteólise e favorecer a difusão do NaCl para o interior da carcaça.

Os resultados das análises microbiológicas das carcaças encontram-se na **Tabela 12**.

A contagem de bactérias lácticas da solução de cultura empregada na injeção das carcaças foi de  $4,1 \times 10^{10}$  UFC/g. Esse nível está bem adequado uma vez que em geral a contagem inicial de células de bactérias lácticas em salames fermentados é de aproximadamente  $10^8 - 10^9$  e a de micrococcos  $10^5 - 10^7$  UFC/g. Em produtos cozidos a contagem de bactérias lácticas diminui para aproximadamente  $10^2 - 6,5 \times 10^6$ /g (KROCKEL, 1995).

**Tabela 12.** Contagens de *Pseudomonas*, psicrotróficos e bactérias lácticas durante o processo de carcaça de frango inteira desossada.

	Psicrotróficos (UFC/g)	Pseudomonas (UFC/g)	Bactérias lácticas (UFC/g)
Frango resfriado	$2,3 \times 10^5$	$7,5 \times 10^4$	$1,8 \times 10^4$
Carcaça desossada	$4,7 \times 10^4$	$1,7 \times 10^4$	$4,7 \times 10^3$
<sup>1</sup> Frango equalizado T <sub>1</sub>	$5,8 \times 10^6$	$4,7 \times 10^3$	$6,4 \times 10^6$
<sup>1</sup> Frango equalizado T <sub>2</sub>	$6,9 \times 10^6$	$1,4 \times 10^4$	$7,0 \times 10^6$
<sup>2</sup> Carcaça fermentada T <sub>1</sub>	$2,4 \times 10^8$	$1,5 \times 10^5$	$3,2 \times 10^8$
<sup>2</sup> Carcaça fermentada T <sub>2</sub>	$2,3 \times 10^8$	$4,7 \times 10^4$	$2,5 \times 10^8$

<sup>1</sup>Carcaça de frango inteira desossada retirada após a 2ª equalização.

<sup>2</sup>Carcaça de frango inteira desossada retirada após 20h de fermentação.

T<sub>1</sub> = Injeção de 1,5% p/p de NaCl e salga seca 2,0% p/p.

T<sub>2</sub> = Salga seca 3,5% p/p.

Pode-se observar que a contagem total de psicrotróficos aumentou tanto para as carcaças submetidas ao tratamento 1 como as do tratamento 2, principalmente após a elevação da temperatura na etapa de fermentação. A contagem de *Pseudomonas* não atingiu valores característicos de produto deteriorado, mas não foram reduzidas pelo processo de fermentação. A

temperatura de fermentação favoreceu o crescimento (2 logs) das bactérias lácticas em ambos os tratamentos. Observou-se ainda que o processo de desossa foi feito segundo boas práticas de fabricação, pela baixa contagem microbiana entre a carcaça resfriada e a carcaça desossada (**Tabela 12**).

A **Tabela 13** apresenta os valores de atividade de água após 20h de fermentação e durante a secagem das carcaças. Na **Tabela 14** encontram-se os valores médios para o teor de cloretos e de carboidratos totais do peito e coxa após a injeção e após a fermentação.

**Tabela 13.** Valores médios de atividade de água das carcaças de frango do Ensaio E.

<b>Tempo (h)</b>	<b>Peito</b>	<b>Coxa</b>
Carcaças fermentadas por 20h		
T1	0,970 ± 0,001	0,972 ± 0,002
T2	0,970 ± 0,001	0,966 ± 0,001
Secagem		
0	0,979 ± 0,002	0,979 ± 0,000
2	0,983 ± 0,001	0,979 ± 0,002
4	0,981 ± 0,001	0,975 ± 0,002
7	0,984 ± 0,002	0,987 ± 0,001
11	0,976 ± 0,001	0,977 ± 0,001
14	0,979 ± 0,003	0,976 ± 0,004

Média ± desvio-padrão das triplicatas.

A **Tabela 13** mostra que o processo de secagem, como nos Ensaio anteriores, não foi eficiente na redução da atividade de água ao nível desejado para a inibição dos microrganismos deteriorantes ( $A_a < 0,97$ ) (ICMSF, 1980).

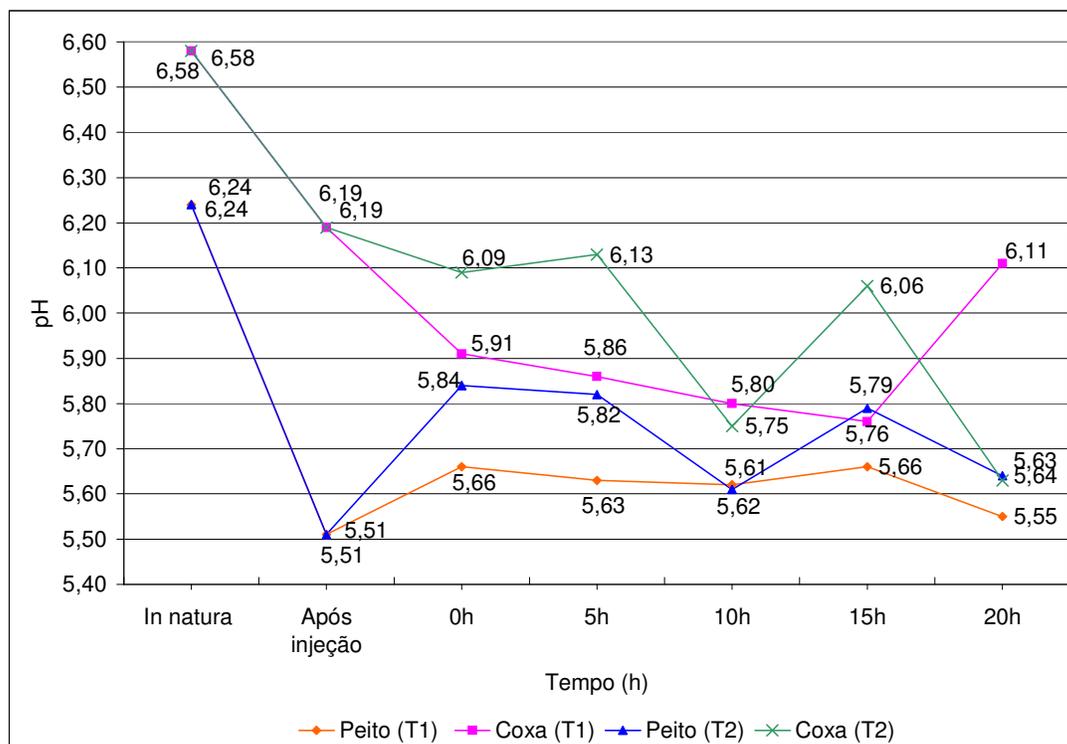
**Tabela 14.** Teores de cloretos e carboidratos após a injeção e fermentação.

		<b>Após a injeção</b>		<b>Após a fermentação</b>
<b>Cloretos (%)</b>	<b>T<sub>1</sub></b>	Peito	3,15 ± 0,36	2,91 ± 0,18
		Coxa	3,86 ± 0,81	2,95 ± 0,08
	<b>T<sub>2</sub></b>	Peito	3,35 ± 0,09	2,71 ± 0,04
		Coxa	3,03 ± 0,06	3,26 ± 0,01
<b>Carboidratos (%)</b>	<b>T<sub>1</sub></b>	Peito	1,12 ± 0,01	0,00 ± 0,00
		Coxa	0,82 ± 0,04	0,00 ± 0,00
	<b>T<sub>2</sub></b>	Peito	0,79 ± 0,00	0,88 ± 0,02
		Coxa	0,69 ± 0,00	0,45 ± 0,01

Média ± desvio-padrão das triplicatas.

No tratamento 1, observou-se que com o processo de injeção resultou em valores próximos do esperado tanto para cloretos (1,5%) como para carboidratos totais (1,0%) e que os músculos absorveram grande parte do cloreto de sódio adicionado pela salga seca (2,0%), totalizando 3,15% de NaCl no peito e 3,86% na coxa. Para o tratamento 2 verificou-se que o peito reteve cerca de 96% do cloreto de sódio adicionado pela salga seca enquanto que a coxa reteve 87%.

A **Figura 7** ilustra a variação de pH durante a fermentação dos 2 tratamentos.



**Figura 7.** Valores de pH durante a fermentação da carcaça inteira desossada do Tratamento 1 (injeção de 1,5% e salga seca de 2%) do Tratamento 2 (salga seca 3,5%).

Durante a fermentação (**Figura 7**), observou-se que não houve redução acentuada no valor do pH e que a maior queda ocorrida foi após a injeção do ácido láctico em ambos os tratamentos (de 6,58 para 6,19 na coxa e de 6,24 para 5,51 no peito). O consumo total da dextrose pelos microrganismos no tratamento T1 e o pouco consumo no tratamento T2 pode ser explicado pela variabilidade entre as amostras e pelo consumo do carboidrato por microrganismos deteriorantes (**Tabela 12**), o que resultou em maiores valores de pH, distantes do valor esperado (5,2).

---

## 5. CONCLUSÕES

- Carcaças não resfriadas em *chiller*, resfriadas em gelo após a embalagem, não apresentaram melhor absorção da salmoura e solução inoculadora, assim como não tiveram a fermentação favorecida quando comparadas com as carcaças resfriadas no *chiller*.
- A utilização de salmoura acidificada com ácido láctico na injeção das carcaças favoreceu o processo de fermentação, pois a fermentação é iniciada com valores de pH mais baixos que o da carne *in natura*.
- A atividade de água não foi reduzida a valores significativos pela secagem e defumação para a inibição dos microrganismos patogênicos e deteriorantes. Isto se deve, principalmente, ao elevado conteúdo de água presente nas carcaças e também pela presença da pele que atua como barreira na sua remoção.
- A inoculação da cultura *starter* pelo massageamento não foi eficaz para a redução do pH, uma vez que não se conseguiu obter uma boa distribuição da mesma no interior dos músculos íntegros.
- A utilização de vácuo no processo fermentativo não apresentou vantagens diante das carcaças fermentadas sem vácuo, pois não resultou em crescimento mais rápido das bactérias lácticas.
- A homogeneização da salmoura e da cultura *starter* através de processo de equalização em câmara de resfriamento por 3 e 7 dias a  $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$  causou proteólise e a deterioração microbiana na carne, deixando-a friável.

- A utilização de salga seca nas carcaças, nos níveis estudados, não ocasionou desidratação osmótica e, conseqüentemente, não reduziu os valores da atividade de água.
- As carcaças não atingiram o valor de pH esperado de 5,2, principalmente no músculo do peito mais íntegro (menos retalhamento durante o processo de desossa quando comparado com a coxa) e apresentaram características sensoriais de deterioração microbiana como formação de limosidade na superfície e liberação de odores pútridos sulfurados.
- Esses Ensaio demonstraram ser inviável o uso de altas temperaturas (20 – 30°C) de fermentação para frangos desossados, pois não foi possível distribuir os microrganismos inoculados uniformemente por toda a massa muscular da carcaça.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRE, D. **Conservação da Polpa de Açaí através da Tecnologia de Obstáculos e Caracterização Reológica**. 2002. Dissertação (Mestre em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1980.

BALDUINO, R.; OLIVEIRA, A. S.; HAULY, M. C. O. Influência da fonte de carbono e da temperatura sobre a fermentação láctica desenvolvida por cultura mista de bactérias lácticas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.3, set./dez., 1999.

BARBUT, S. Effects of chemical acidification and microbial fermentation on the rheological properties of meat products. **Meat Science**, (71), 397-401. 2005.

BARBUT, S. **Poultry products processing. An industry guide**. USA, CRC Press, 2002, 548p.

CHIRIFE, J. Physicochemical aspects of food preservation by combined factors. **Food Control**, Oxford, v.4, n.4, p. 210-215, 1993.

CONTRERAS, J. C. C. **Efeitos do atordoamento elétrico, da estimulação elétrica e da desossa a quente na qualidade da carne do peito**. FEA – UNICAMP, Tese de doutorado, 155p, 1995.

DEUMIER, F. Decontamination of deboned chicken legs by vacuum-tumbling in lactic acid solution. **International Journal of Food Science and Technology**, (41), 23-32, 2006.

DOWNES, F. P.; ITO, K. (ed.). 2001. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**, 4<sup>th</sup> ed. American Public Health Association, Washington, D.C.

Exportações brasileiras superam as dos EUA. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n.323, Ano XXVIII, Grupo Dipemar, jan./2004.

FAO Agricultural Services Buletin 149, Handling and preservartion of fruits and vegetables by combined methods for rural areas, Technical Manual. Disponível em:

[www.worldebookfair.com/Members.2/United Nations Library/Food and Agricultural Organization/docrep/fao/005/y4358e/Y4358e04.pdf](http://www.worldebookfair.com/Members.2/United Nations Library/Food and Agricultural Organization/docrep/fao/005/y4358e/Y4358e04.pdf). Acesso em 28 de Julho de 2006.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança alimentar**. Trad. Maria Carolina Minardi Guimarães e Cristina Leonhardt. Porto Alegre: Artmed, 2002, 424p.

GAGLEAZZI, U. A.; GARCIA, F. T.; BLISKA, F. M. M.; ARIMA, H. K. Caracterização do consumo de carnes no Brasil. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n.310, p. 35-38, dez., 2002.

GARCÍA-LOPEZ, M. L.; PRIETO, M.; OTERO, A. The physiological attributes of gram-negatives bacteria associated with spoilage of meat and meat products. In: **The microbiology of meat and meat poultry**, Blackie Academic & Professional, 1998.

HENDRICK, H. B.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C. **Principles of Meat Science**, 3<sup>rd</sup> Edition, USA: Kendall/Hunt Publishing Company, 1989, 354 p.

- HORWITZ, W. (ed.). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, 17th ed., Gaithersburg Maryland, USA: AOAC International, 2000.
- ICMSF. Microbial ecology of foods, v. 1, **Food Commodities**, Academic Press, London, 1980.
- JAY, J. M. **Modern food microbiology**. 5.ed. New York : Chapman & Hall, 1992. 661p.
- JESSEN, B. Starter cultures for meat fermentations. **Fermented Meats**. Glasgow: Blackie, p. 130-159. 1995.
- KRÖCKEL, L. Bacterial fermentation of meats. **Fermented Meats**. Glasgow: Blackie, p. 69-109. 1995.
- LEISTNER, L. Hurdle technology applied to meat products of the shelf stable products and intermediate moisture foods types. In: MULTON, J.L. (ed.), **Properties of water in foods**. Dordrecht: Martinus Nijhoff, Netherlands, p.309-329, 1985.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em [http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/MENU\\_LATERAL/AGRICULTURA\\_PECUARIA/COMERCIALIZACAO\\_AGRICOLA/CARNES-WEB\\_2\\_0.XLS](http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/MENU_LATERAL/AGRICULTURA_PECUARIA/COMERCIALIZACAO_AGRICOLA/CARNES-WEB_2_0.XLS). Acesso em janeiro de 2007.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria 210 de 26 de Novembro de 1998. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do>. Acesso em agosto de 2006.
- McMEEKIN, T. A. Spoilage association of chicken leg muscle. **Appl. Environ. Microbiol.**, 33, 1244-1246, 1977.
- NICKERSON, J. T.; SINSKEY, A. J. **Microbiology of foods and food processing**, Elsevier, New York, 1972, 306p.
- SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**, Campinas: CETEA-ITAL, 2001, 213p.

---

PINTO, M. F.; PONSANO, E. H. G. Controle de *Staphylococcus aureus* em charques (*jerked beef*) por culturas iniciadoras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.2, Campinas mai./jul., 1998.

PALENZUELA, P. R. **Los ácidos orgánicos como agentes antimicrobianos.**

XVI Curso de Especialización FEDNA: Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Fira de Barcelona, España. 155-167p.

PRATES, J. A. M. Factors and mechanisms responsible for meat ageing. **Revue Méd. Vét.**, (153), 7, 499-506, 2002.

PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. **Quality Attributes in Meat, Poultry and Fish Products.** London, Blackie, 1994. 505 p.

SOFOS, J. N.; BUSTA, F. F. Antimicrobial activity of sorbate. **Journal Food Protection**, 44: 614 - 622. 1981.

UBA, União Brasileira de Avicultura. **Relatório Anual 2005/2006.** Athalaia Gráfica e Editora, Brasília. 77p.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Carne y productos cárnicos: tecnología, química y microbiología.** Zaragoza, España: Acribia, 1995. 422p.

YAMADA, E. A.; BERAQUET, N. J. Embutido Fermentado Cozido. **Coletânea ITAL**, Campinas, 23(1) 19-27, jan./jun., 1993.

# CAPÍTULO IV

OBTENÇÃO DE UM PRODUTO DE CARNE DE FRANGO NÃO  
COMINUÍDO FERMENTADO A BAIXA TEMPERATURA E  
DEFUMADO.



---

## RESUMO

Os objetivos deste estudo foram o estabelecimento da curva de fermentação em baixa temperatura (13°C) de carcaças de frango desossadas até  $\text{pH} \leq 5,2$ , avaliação do efeito de massagem por *tumbler* das carcaças após a inoculação, e a aceitação do produto fermentado pelos consumidores. Utilizaram-se carcaças de frango desossadas congeladas, comerciais, como matéria-prima em três experimentos (EI, EII e EIII). As carcaças foram injetadas com a solução inoculadora (*Pediococcus pentosaceus*, *Lactobacillus sake*, *Micrococcus varians* e *Staphylococcus carnosus*), massageadas em *tumbler* e fermentadas. Após a fermentação no EI foi realizada a secagem, no EII acrescentou-se o teste de aceitação do produto por consumidores e no EIII fez-se os testes de aceitação da carcaça fermentada e da carcaça fermentada defumada bem como um estudo da vida útil das carcaças fermentadas embaladas à vácuo e mantidas a  $4 \pm 2^\circ\text{C}$ . O massagem favoreceu a distribuição da salmoura e solução inoculadora, entretanto, observou-se através da medição direta do pH grande desuniformidade na distribuição do inóculo no músculo íntegro o que favoreceu a formação de ninhos (agrupamento de microrganismos) fenômeno característico da fermentação em estado sólido. A determinação do pH com preparo em amostras retiradas da carcaça forneceu resultados que se relacionaram com a análise sensorial. Na avaliação sensorial, os consumidores preferiram produtos de menor acidez. O produto defumado apresentou melhor aceitação. Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre resultados da avaliação sensorial do peito e da coxa. O estudo de vida útil revelou que a deterioração microbiana e a autooxidação (principalmente na coxa e na pele) são os principais fatores que determinam a estabilidade das carcaças fermentadas. No 4º dia de estudo foi observada a presença de odores desagradáveis e no 10º dia estes se encontravam bastante acentuados. A baixa temperatura de fermentação permitiu a obtenção de um produto com  $\text{pH} \leq 5,2$ , entretanto, as barreiras empregadas não foram suficientes para estender a vida útil das carcaças de frango fermentadas, em relação às carcaças refrigeradas.

**Palavras –chaves:** frango desossado, fermentação a baixa temperatura, análise sensorial, vida útil, defumação.

---

## ABSTRACT

The purposes of this study were to establish the curve of fermentation carried out at 13°C, the effect of massaging on brine absorption and the sensory acceptability of fermented deboned chicken carcasses. Frozen deboned chicken obtained at local supermarkets were used as raw materials in three trials. In all trials the carcasses were injected with the starter cultures, massaged in a vacuum tumbler and fermented in a chamber with temperature and relative humidity control. In trial EI the carcasses were fermented and dried, in trial EII a sensory evaluation test was conducted and in trial EIII part of the fermented carcasses were smoked, and a shelf-life study was conducted using vacuum packed fermented deboned and smoked carcasses. The massaging of the carcasses favored the brine distribution, but pH determination using a puncture electrode showed non-uniform distribution of pH in the muscle indicating that the starter culture were not evenly distributed in the carcasses. The uneven distribution of the lactic acid bacteria is known as nests a phenomenon that occurs in solid state fermentation. The pH measurement by collecting samples from the muscles showed better correlation with the sensory scores than by using the direct measurement. Consumers preferred the less acid and smoked products. There was no significant differences ( $p>0.05$ ) between the sensory scores of breast and thigh meat. The shelf-life study showed that microbial deterioration and autoxidation were intense after a few days of storage at  $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . The lower fermentation temperature allowed to obtain a chicken deboned carcass with  $\text{pH} \leq 5.2$  however the hurdles employed were not able of extending the shelf-life of the fermented chicken carcasses, when compared to non fermented refrigerated deboned chicken carcasses.

**Key – words:** deboned chicken, low temperature fermentation, sensory analysis, shelf life, smoking.

---

## INTRODUÇÃO

O complexo agro-industrial avícola nos últimos anos tem sido mais dinâmico que o suinícola e o da carne bovina. A carne de frango é a segunda carne mais consumida no Brasil e a segunda mais produzida no mundo. O Brasil ocupa ainda a posição de terceiro maior produtor e primeiro maior exportador mundial. O bom desempenho deste setor se deve basicamente ao baixo preço relativo frente às outras carnes, pela imagem saudável junto ao consumidor, por sua aceitação pela maioria das culturas e religiões e por sua ampla variedade de produtos à base de carne de frango (ABEF, 2006; UBA, 2005).

Entretanto, os produtos de carne de frango desenvolvidos geralmente são produtos já existentes no mercado, que através da substituição da matéria-prima usual pela carne de frango e pela adaptação dos processos, resulta em um novo produto.

Nos últimos anos, notou-se o surgimento de um novo produto de carne de frango de maior conveniência e valor agregado disponível no mercado: carcaças de frango inteiras desossadas injetadas vendidas congeladas por grandes empresas ou sob a forma refrigerada, vendida no varejo. Contudo, não está descrito em literatura, ou disponível no mercado, produtos que utilizem a carcaça de frango em processos fermentativos.

Acredita-se que os produtos fermentados tenham surgido na China e atualmente a Europa domina a sua tecnologia. São produtos consumidos no mundo todo, sob as mais diferentes formas: salames, pastas, entre outros, que conseguem a sua estabilidade pela redução da atividade de água, uso de sais de cura, microbiota competitiva, pH e outros métodos combinados.

Uma das principais barreiras para se fermentar carne de frango com sua estrutura íntegra é a dificuldade de inoculação de culturas iniciadoras de maneira uniforme, pois em outros produtos (como por exemplo, salame) a cultura *starter* é adicionada diretamente à massa cominuída e homogeneizada. Outro fator importante é o conteúdo de água e a presença da pele, que dificulta a remoção da

água até os níveis desejados de conservação em intervalos de tempo econômicos.

Estudos realizados neste trabalho mostraram que a aplicação dos métodos combinados (redução do pH, microbiota competitiva, emprego de ácidos orgânicos, vácuo e cloreto de sódio) em processos fermentativos em altas temperaturas em carcaças resfriadas não são suficientes para a obtenção de um produto de carne de frango estável a temperatura ambiente.

Por fim, verifica-se atualmente a necessidade de estudos direcionados para uma maior conservação das carcaças de frango refrigeradas a fim de favorecer a sua distribuição em todo Brasil, pois sua vida útil é relativamente pequena se comparada com as carcaças congeladas que podem chegar a 3 meses, enquanto que carcaças resfriadas não passam de 7 dias.

## 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Diversos novos produtos vêm sendo desenvolvidos à base de carne de frango, como é o caso de produtos curados cozidos, salames, produtos crus a serem cozidos (por ex. bacon), defumados, desidratados, *jerky poultry*, salames secos com conteúdo parcial de carne de frango, entre outros (DEUMIER & COLLIGAN, 2003).

Em ordem de preferência, a carne mais aceita pelos brasileiros em 2005 foi a bovina, seguida pela carne de frango, peixes e carne suína. Entre os anos de 1994 a 2002 houve um incremento de cerca de 120% na produção brasileira de carne de frango. Esse aumento significativo pode ser facilmente visualizado pelo aumento na quantidade de carne consumida, por kg, por ano pela população. Em 1970 o consumo *per capita* no Brasil era de 2,3 kg enquanto que em 2005 esse consumo passou para cerca de 35,4 kg (GALEAZZI et al.; 2002; SOUZA et. al, 2005; BOHRER 2003).

Esse grande aumento no consumo, deve-se basicamente às alterações nos padrões de dieta que favorecem os produtos de proteína animal, e conseqüentemente, o mercado da carne, foi promovido por vários fatores; o crescimento da economia em países em desenvolvimento, as mudanças geográficas ocorridas (em particular a urbanização e a estruturação da sociedade), os novos hábitos e estilos de vida adotados pela população. Outros dois fatores chaves que estimulam essa demanda e favorecem o menor preço das carnes são as mudanças estruturais nas indústrias, incluindo melhoramentos genéticos, armazenamento e a melhora do gerenciamento e mudanças na política ambiental (MORGAN, 2005).

Uma estratégia que incentiva o consumo é a agregação de valor nos alimentos. Essa ferramenta que os torna mais atrativos e/ou prontos para o consumo além de ampliar o leque de opções de produtos é muito utilizada pelo setor de *marketing* das empresas que os direciona conforme as necessidades e percepção dos desejos do consumidor (ZHAO, 2002).

## 1.1. Tecnologias para agregação de valor

### 1.1.1. Marinação

Entre as tecnologias disponíveis no mercado para agregar valor à carne de frango disponíveis está a marinação. É uma técnica tradicional empregada para melhorar a maciez, o sabor e a suculência das carnes oferecendo maior satisfação ao consumidor. Muitos estudos têm demonstrado que a marinação vem sendo amplamente utilizada para melhorar estas características organolépticas da carne de aves, principalmente da carne de peito (OCKERMAN, 2003; LEMOS et al., 1999).

Os três principais métodos de marinação empregados são a imersão, o massageamento e a injeção, sendo que a imersão é o método mais antigo utilizado, principalmente em processos industriais de pequena escala, apresentando como vantagens a simplicidade, baixo custo, produção de pequenos lotes e produção de cortes com pele com boa qualidade (XARGAYÓ, 2001).

O massageamento (*tumbling*) é o método mais recente de marinação. É realizado pelo uso de um tambor que gira em um eixo, permitindo a rotação da carne em seu interior, sendo a velocidade do tambor ajustável e possuindo em seu interior aletas que permitem maior movimentação e agitação do produto. Alguns podem ser refrigerados e podem possuir sistemas de aplicação de vácuo. Além de melhorar a distribuição da salmoura nos músculos, vários estudos vêm sendo realizados para usar processo na introdução de agentes antimicrobianos (ácidos acético, láctico, etc.) nos músculos (TAN & OCKERMAN, 2006; DEUMIER, 2006).

A imersão de um músculo inteiro em salmoura promove a difusão do líquido para o músculo, numa velocidade que dependerá da concentração de sólidos dissolvidos e do tempo de imersão ou do contato do músculo com a salmoura, permitindo a migração da água e dos solutos para o interior dos músculos. As camadas do tecido conjuntivo do músculo (epimísio, perímísio e endomísio) atuam como barreira para a migração destes solutos (moléculas de alto peso molecular não o atravessam com facilidade). Isso dificulta a entrada da água no sarcolema

(membrana celular das fibras) e, além disso, o fluxo de água que penetra no músculo avança no sentido perpendicular ao eixo das fibras. Ainda, músculos recém-injetados são instáveis quanto à capacidade de retenção de água, pois a concentração de cloreto de sódio no seu interior é de cerca de 0,9% e como a maioria das salmouras empregadas em processos de marinação são hipertônicas a tendência da água é sair do músculo (LEMOS, 2000).

O processo de massageamento objetiva minimizar o princípio de gradiente de concentração (osmose) através da pressão exercida pelo líquido no interior celular. O líquido ultrapassa o tecido conjuntivo devido aos danos a sua membrana. A alta concentração de solutos na salmoura, a presença de vácuo no sistema e a força mecânica exercida provocam a solubilização de algumas porções do tecido (membranas celulares e proteínas miofibrilares) (LEMOS, 2000).

### **1.1.2. Fermentação**

A fermentação e a secagem são os mais antigos métodos de preservação de alimentos conhecidos pelo homem. Acredita-se que a fermentação tenha sido utilizada inicialmente na China, há cerca de 2.000 anos (VARNAM & SUTHERLAND, 1995). Entre as principais razões para os produtos fermentados terem se tornado populares desde a antiguidade foi sua estabilidade, principalmente em países de clima quente (YAMADA & BERAQUET, 1993).

Os produtos cárneos fermentados são encontrados em quase todas as partes do mundo, embora a Europa seja o maior produtor e consumidor destes alimentos (PLATT, 1995).

Produtos formulados a partir de carnes cominuídas são os que abrangem maior variedade de produtos e consumo, chegando a 5 Kg/pessoa na Europa que há tempos domina a produção de produtos fermentados (LÜCKE, 1985). Nesse tipo de processo, as carnes são trituradas e misturadas com os outros aditivos, onde a massa é embutida, fermentada e seca.

As carnes mais usualmente empregadas em fermentação são suína e bovina. Carnes de cordeiros também são fermentadas, enquanto que as de frango (CAVENAGHI et al., 2003), pato e búfalo são usadas somente em alguns produtos (GÖKALP, 1986). CARIONE et al. (2001) elaboraram um embutido fermentado à base de pato, utilizando-se de coxas e sobre-coxas desossadas e gordura, enquanto que NASSU (1999) utilizou carne de caprinos no processamento de embutido fermentado tipo salame. Ainda, HVYLYA, et al. (2003) desenvolveram um tipo de presunto de peru fermentado, ANTONI (2005) avaliou a influência de *S. xylosum*, *L. plantarum* e *S. carnosus* no perfil aromático de salames de peru e ARYANTA et al. (1991) desenvolveram um salame a base de carne de peixe. No extremo dessa variabilidade de fontes de matéria-prima não usuais encontram-se o porco-espinho, gazelas e carne de baleia (GÖKALP, 1986).

Além dessa grande variedade de matérias-primas, ressalta-se a importância dos aditivos empregados nos produtos fermentados. Os carboidratos são fonte de carbono na fermentação, onde a desidrogenase láctica produzida pelo microrganismo reduz o piruvato a lactato o que ocasiona, conseqüentemente, a redução do pH através da sua conversão a ácido láctico (CONVENTRY & HICKEY, 1991). Estudos de LÜCKE (1994) recomendam concentrações de carboidratos variando de 0,2 a 0,7%. Normalmente, carboidratos simples, por exemplo, dextrose, são mais empregados pois são prontamente utilizados por todas as bactérias ácido-lácticas. Segundo STANLEY (1985) a utilização de 1% deste carboidrato fermentescível ocasiona o decréscimo de uma unidade no valor do pH e o pH final é diretamente proporcional ao seu conteúdo inicial.

Em processos de fermentação espontânea, a microbiota predominante é composta basicamente por lactobacilos homofermentativos facultativos (*L. sake* e/ou *L. curvatus*), entretanto, as bactérias que compõem a microbiota natural da carne variam na composição conforme o lugar onde é produzida, região e país. Com intenção de melhorar a viabilidade e oferecer um melhor desenvolvimento da fermentação, adiciona-se à formulação cepas de microrganismos denominadas culturas iniciadoras. Atualmente, os principais gêneros de microrganismos empregados como culturas *starters* são *Pediococcus*, *Lactobacillus*, *Micrococcus* e

---

*Staphylococcus* na sua forma pura ou mistura de dois ou três deles. (SUNESSEN & STAHNKE, 2003; LEROY, et al., 2006, VARNAM & SUTHERLAND, 1995).

As principais bactérias ácido-lácticas (LAB) encontradas nas carnes ou empregadas como culturas em produtos cárneos são: *Carnobacterium piscicola*, *C. divergens*, *Lactobacillus sake*, *L. curvatus*, *L. plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Le. gelidum* e *Le. carnosum* (HUGAS, 1998).

A função primária do *Pediococcus* é converter o carboidrato a ácido láctico, e, conseqüentemente, reduzir o pH da carne sendo que a maioria destas culturas são responsáveis pela produção de cerca de 90% do ácido láctico formado durante a fermentação (BACUS, 1986).

Vários estudos vêm sendo realizados com o intuito de obter novas culturas para as mais diversas finalidades, entre elas: desenvolvimento de novos tipos de produtos cárneos fermentados, organismos geneticamente modificados, culturas protetoras, intensificação do processo de maturação, mudanças proteolíticas e lipolíticas, impacto dos microrganismos em propriedades sensoriais, alimentos seguros, microrganismos patogênicos, antagonismo, bacteriocinas, estabilidade de estocagem, aminas biogênicas e microrganismos probióticos (INCZE, 2003).

### **1.1.3. Defumação**

Entre os principais fatores utilizados na América Latina para preservação de carnes, por métodos combinados tem-se: atividade de água, pH, tratamento térmico brando, defumação, conservantes e microbiota competitiva. A defumação além de agregar valor ao produto, contribui na conservação pelos seguintes efeitos: 1) secagem da superfície e conseqüente inibição de microrganismos, 2) alteração das velocidades de reação pela elevação da temperatura, 3) deposição de substâncias bactericidas e bacteriostáticas, como álcoois alifáticos, cetonas, ácidos carboxílicos, hidrocarbonetos heterocíclicos, formaldeído, carbonilas, 4) adição de sabor, odor, cor e alteração da textura e 4) deposição de fenóis e

produtos da reação do tipo Maillard que inibem a oxidação da gordura (ARIMA, 1999; ALEXANDRE, 2002).

Sabe-se que a oxidação lipídica dos produtos fermentados embutidos é um dos principais processos que ocasionam a sua perda de qualidade, depois da deterioração microbiana, causando principalmente alterações de odor e sabor (GRAY, et al., 1996). A rancidez oxidativa está diretamente relacionada com a quantidade e grau de insaturação dos lipídios presentes no alimento.

Simplificadamente, a autooxidação ocorre pela presença de efeitos catalíticos (de luz, O<sub>2</sub>, temperatura, umidade, presença de metais, enzimas e pigmentos) (ADAMS, 1999). É explicado em três fases: iniciação, propagação e o término segundo modelo desenvolvido por FARMER (1942). Os hidroperóxidos são os primeiros compostos (compostos primários) formados na fase de iniciação, inodoros, instáveis e que se decompõem em uma grande variedade de compostos secundários não voláteis e voláteis (hidrocarbonetos, aldeídos, cetonas, furanos, ácidos, polímeros). Dentre estes, os aldeídos são os que mais influem na perda do aroma natural das carnes, devido a sua alta velocidade de formação durante a autooxidação, ocasionado odor forte e desagradável nas carnes armazenadas sob refrigeração (GRAY, 1996).

Os processos oxidativos são medidos principalmente pela aplicação dos métodos de índice de peróxido e índice de TBA. Proposto por TARLADGIS (1960) o valor de TBA determina o grau de oxidação pela reação dos compostos formados pela decomposição dos hidroperóxidos, sendo particularmente o malonaldeído (MDA) o mais importante. O produto formado pela reação dessas substâncias com o TBA é vermelho e absorve fortemente a 530nm (FENNEMA, 1996; CECCHI, 1999).

A defumação é classificada em três tipos, segundo a temperatura de processo: defumação à frio (temperaturas entre 15 a 25°C, por ex. salame cru, presunto cru), defumação intermediária ou morna (25 a 50°C, salames tipo “frankfurter”) e defumação à quente 50 a 85°C, presunto cozido) (ALEXANDRE, 2002; JIRA, 2003; HENDRICK, et al., 1989).

A defumação convencional é realizada pela combustão incompleta da madeira em defumadores artesanais e de câmara única. O tipo de madeira empregada interfere diretamente na qualidade dos produtos sendo a madeira dura a melhor, pois fornece melhor sabor e cor, enquanto que madeiras moles fornecem produtos pobres em sabor. As principais madeiras utilizadas no Brasil são: nogueira, macieira, guabiroba, peroba e carvalho.

Existem ainda a fumaça líquida natural e a fumaça sintética. A primeira é obtida pela combustão parcial da madeira, condensação ou extração da fumaça em água, decantação do alcatrão e filtragem, o que permite a seleção dos compostos desejáveis e reduz a quantidade dos indesejáveis (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos como por ex. benzopireno, antraceno, naftaleno, etc.). Pode ser aplicada por atomização, chuveirada, adição na salmoura, imersão ou adição direta (JIRA, 2003; ARIMA, 1999).

## **1.2. O emprego da análise sensorial no desenvolvimento de novos produtos**

A análise sensorial é uma ciência multidisciplinar na qual se convidam avaliadores, que utilizam da complexa interação dos órgãos dos sentidos (visão, gosto, tato e audição) para medir as características sensoriais dos produtos alimentícios e muitos outros materiais (WATTS et al., 1992).

Desta forma, os testes sensoriais fazem dos órgãos dos sentidos humanos “instrumentos” de medida que avaliam e servem como garantia de qualidade dos alimentos, apresentando ainda importantes vantagens, como por exemplo, a determinação da aceitação de um produto por parte dos consumidores (DELLA TORRE et al., 2003).

Dentro da indústria de alimentos, a análise sensorial apresenta um papel importante e de destaque, pois contribui direta ou indiretamente para inúmeras atividades (PAL et al., 1985). Os principais campos de sua aplicação são controle de processo e fabricação (influência da matéria-prima, mudanças no processamento, mudança de ingredientes, etc.), controle do produto acabado

---

(influência do armazenamento, influência dos atributos sobre a qualidade sensorial global, etc.) e controle de mercado (estudos comparativos e estudos de aceitação de novos produtos) (SANCHO, 1999).

Segundo MEILGAARD et al. (1999), os melhores produtos são desenvolvidos em organizações onde o analista sensorial é mais do que fornecedor de um especializado serviço de testes. Somente através de um processo de total envolvimento é que se pode ter uma posição sobre conhecimento de quais os testes sensoriais são necessários e apropriados em todas etapas de um projeto de pesquisa.

Os métodos sensoriais podem ser classificados em discriminativos ou de diferença (teste de diferença: teste de escolha forçada, teste de comparação múltipla, sensibilidade, ordenação, grau de diferença); métodos descritivos ou métodos analíticos (perfil de sabor, perfil de textura, análise descritiva quantitativa) e métodos afetivos (teste de aceitação e de consumidor: teste de preferência (preferência pareada, ordenação de preferência, pareado múltiplo ou ordenação múltipla); teste de aceitação, escala hedônica, escala de ideal, escala de atributo, diagnóstico e de escalas de intensidade e hedônica (LANZILLOTTI & LANZILLOTTI, 1999).

### **1.2.1. Testes Afetivos**

Os testes afetivos têm como objetivo avaliar a resposta dos indivíduos com relação a preferência ou aceitação de um produto ou características específicas de um produto através de consumidores habituais ou potenciais do mesmo (MEILGAARD et al, 1999). Também são utilizados quando se necessita conhecer o “status afetivo” dos consumidores com relação ao(s) outro(s) produto(s) (FERREIRA, 2000).

A utilização destes testes está aumentando entre as empresas de maior expressão que têm conhecimento de estudos de consumidor, assegurando desta forma que as expectativas do consumidor sejam então atendidas (MEILGAARD et al., 1999).

---

A análise de aceitação demonstra-se ser de extrema importância, pois reflete o grau em que consumidores gostam ou desgostam de um determinado produto. Pode ser realizado em laboratório de Análise Sensorial, por uma equipe formada por um número de 25 a 50 pessoas, que sejam representativas do público que se deseja atingir (STONE & SIDEL, 1993).

Através da aplicação da análise de aceitação é possível transformar dados subjetivos em objetivos, e obter informações importantes sobre o grau com que as pessoas gostam ou não de um determinado produto (MORAES, 2004).

Durante o ciclo de desenvolvimento de um novo produto, os testes afetivos são necessários em vários pontos considerados críticos. Grupos avaliam um conceito ou um protótipo, estudos de praticabilidade em que o produto em teste é apresentado aos consumidores de forma que o vejam e o toquem e ainda utilizam-se de testes de localização central para confirmar se as características do produto superam as expectativas diante da competição (MEILGAARD, 1999).

Dependendo dos resultados em cada estágio e da habilidade da pesquisa e desenvolvimento em reformular e avaliar cada etapa, o ciclo de desenvolvimento do novo produto pode levar alguns meses como levar anos na escala piloto. Esse processo requer o uso de vários tipos de testes afetivos, desenvolvidos para medir, avaliar respostas e conceitos levantados, escolher conceitos vs. protótipos, diferentes protótipos e competição vs. protótipos (MEILGAARD, 1999).

Entretanto, a informação do quanto o consumidor gosta ou desgosta de um determinado produto, é lógica e necessária antes de lançá-lo no mercado, entretanto, a boa performance de um produto em testes de aceitação não garante o sucesso do mesmo no mercado. Os efeitos da embalagem, preço, propaganda, segmentação do mercado, etc., sobre a decisão final do consumidor não são avaliados pelos testes sensoriais afetivos e estão além da responsabilidade e competência dos programas de análise sensorial de uma empresa (SILVA, M.).

Outro tipo de teste de consumidor que pode ser aplicado é o teste de uso No Lar. Neste tipo de teste, os produtos são entregues ao consumidor e ele mesmo prepara e avalia o produto em sua casa. A performance do produto durante a preparação e as opiniões da família influenciam na percepção do consumidor. O

principal ponto forte deste tipo de teste é que como o ambiente de teste é o lar, os resultados que são relatados estão mais próximos da percepção do consumidor em condições reais. A maior desvantagem é que a manipulação e a preparação do produto não são controladas e, conseqüentemente, os métodos de cozimento e preparação podem confundir ou induzir grandes variações nestes dados. Informações adicionais que podem ser obtidas durante este teste incluem, por exemplo, como os consumidores manipularam e prepararam os produtos. Este teste é o mais plausível e o que mais reflete a realidade (MILLER, 2003).

A escala hedônica de nove pontos, desenvolvida e descrita com detalhes por JONES et al. (1955), ocupa um único nicho em termos de aplicabilidade para medir a preferência e a aceitação de um produto, entre todas as escalas e métodos testados (MORAES, 2004).

Esta escala é facilmente entendida por consumidores com o mínimo de instrução. Os resultados têm provado que as diferenças são reproduzidas com diferentes grupos, considerando ainda que a escala foi largamente utilizada por muitas empresas com sucesso em termos de confiabilidade e validade dos resultados (STONE & SIDEL, 1993).

Os dados obtidos em um teste de aceitação em que se utiliza a escala hedônica são submetidos à Análise de Variância Univariada (ANOVA), seguida de outro procedimento estatístico, o teste de médias de Tukey, que verifica se há diferença significativa entre as médias, em um determinado nível de confiança, que é de normalmente 95% (MORAES, 2004).

## 2. OBJETIVO GERAL

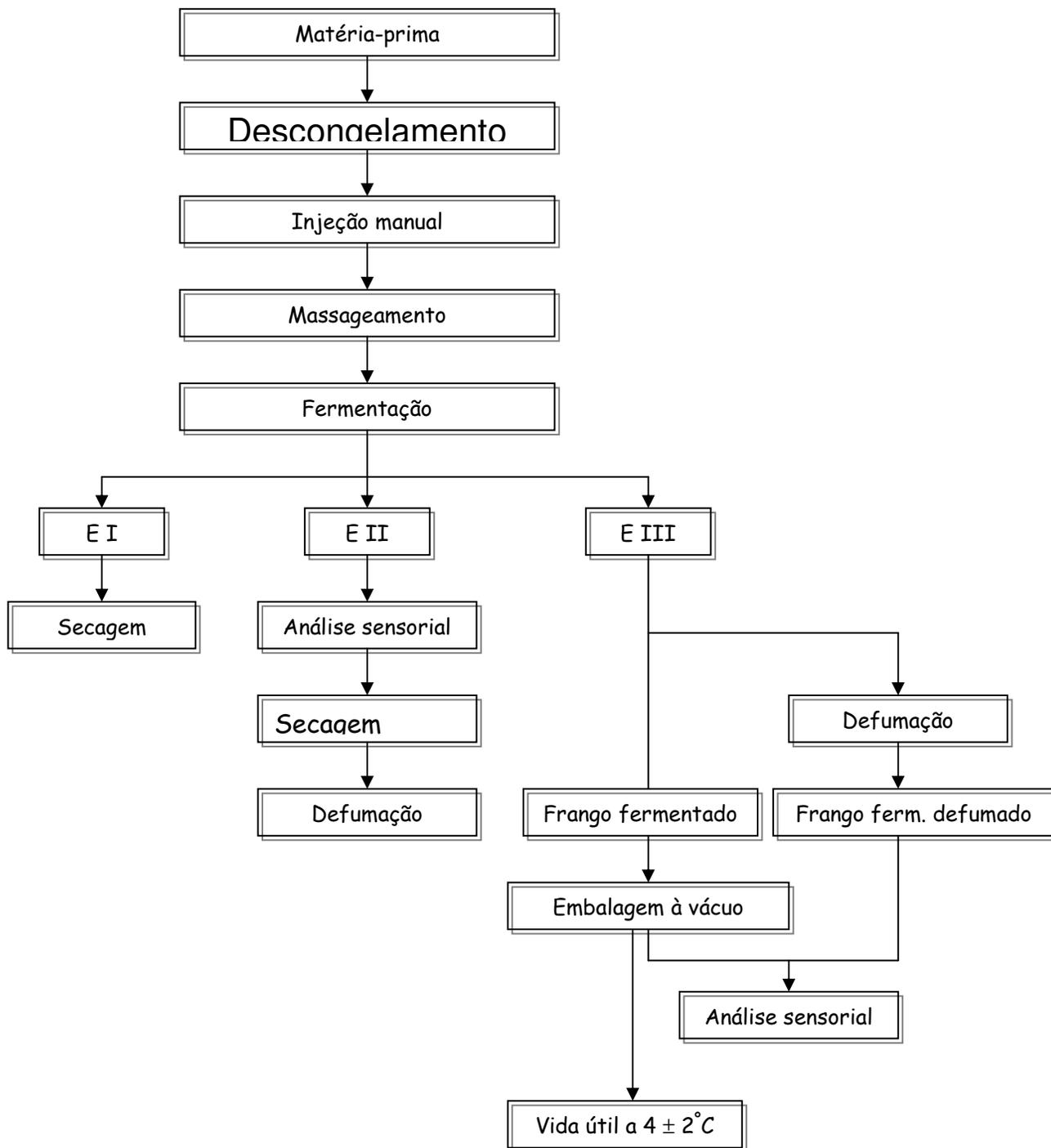
- Obter um produto fermentado a baixa temperatura, não cominuído, massageado e defumado com  $\text{pH} \leq 5,2$  com vida útil superior a de carcaças de frango resfriadas.

### 2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o efeito do massageamento no processo de fermentação de carcaças inteiras desossadas.
- Estabelecer a curva de fermentação à baixa temperatura ( $13^{\circ}\text{C}$ ).
- Avaliar a aceitação do produto pelos consumidores.

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

A **Figura 1** contém o fluxograma simplificado dos procedimentos experimentais dos Experimentos I (EI), Experimento II (EII) e Experimento III (EIII).



**Figura 1.** Fluxograma simplificado dos procedimentos dos Experimentos I, II e III.

---

Nos três Experimentos os procedimentos comuns foram os seguintes:

- a) Aquisição dos frangos temperados comerciais em supermercados da cidade de Campinas –SP.
- b) Descongelamento dos frangos em câmara fria  $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ .
- c) Caracterização físico-química e microbiológica da matéria-prima utilizada (açúcares totais e cloretos (EI), acrescentando-se composição centesimal, pH por inserção de eletrodo no músculo e pH em solução aquosa do músculo e acidez (EII e EIII) e TBA no EIII. Bactérias lácticas, *Pseudomonas* e psicotróficos no EI, acrescentando-se clostrídio sulfito redutor, coliformes fecais, *Salmonella* ssp. e *Staphylococcus aureus* em EII e EIII e ainda *Campilobacter* em EIII.
- d) Injeção manual de 60mL/frango da solução inoculadora com seringas (volume = 60mL) de contendo: 0,05% p/p de cultura starter SAGA AF1 Kerry do Brasil (*Pediococcus pentosaceus*, *Lactobacillus sake*, *Micrococcus varians* e *Staphylococcus carnosus*), 0,2% p/p de ácido láctico (Purac) e conteúdo de 1,2% p/p/ de dextrose no EI e EII e 0,8% no EIII.
- e) Massageamento dos frangos desossados com salmoura acidificada contendo: 2,5% de NaCl, 0,05% de cultura starter SAGA AF1 (Kerry do Brasil), 0,2% de ácido láctico (Purac) e 1,2% de dextrose (EI e EII) e 0,8% de dextrose no EIII, em massageador marca LYCO modelo 40, por 15min, 14 voltas/min.
- f) Caracterização dos frangos injetados massageados (carboidratos totais e cloretos (EI, EII e EIII), pH (EII), pH da solução aquosa da amostra e acidez no EII e EIII e TBA no EIII. Bactérias lácticas, *Pseudomonas* e psicotróficos (EI, EII e EIII).
- g) Fermentação em câmara com controladores de temperatura e umidade a  $13^{\circ}\text{C}$ , 65% UR, até pH = 5,2 no EI e UR = 75% EII e EIII. Determinações de pH nos tempos de 24h, 48h, 66h, 72h, 96h, 120h e 162h no EI e EII e 24h, 48h, 72h, 96h e 120h no EIII.

---

As etapas seguintes foram:

### Experimento I:

- a) Secagem na câmara de fermentação a 10°C e 65% UR.
  - a.1) 2º dia de secagem (análises físico-químicas: pH, pH com preparo de amostra, acidez, cloretos, açúcares totais e atividade de água).
  - a.2) 3º dia de secagem, redução da temperatura para 10°C e da UR para 50% (determinação da atividade de água).
  - a.3) 7º dia de secagem (análises físico-químicas: pH por inserção de eletrodo no músculo e pH em solução aquosa do músculo, acidez, cloretos, açúcares totais e atividade de água e microbiológicas: bactérias lácticas, *Pseudomonas* e psicotróficos).
  - a.4) 14º dia de secagem (pH por inserção de eletrodo no músculo e pH em solução aquosa do músculo, acidez, cloretos, açúcares totais e atividade de água e microbiológicas: bactérias lácticas, *Pseudomonas* e psicotróficos, clostrídios sulfito redutores, coliformes fecais, *Salmonella* ssp. e *Staphylococcus aureus*),
- i) Produto final.

### Experimento II:

- a) Caracterização do produto fermentado 162h (análises físico-químicas: composição centesimal, pH por inserção de eletrodo no músculo e pH em solução aquosa do músculo, cloretos, acidez e atividade de água, microbiológicas: bactérias lácticas, *Pseudomonas* e psicotróficos, clostrídios sulfito redutores, coliformes fecais, *Salmonella* ssp. e *Staphylococcus aureus* e análise sensorial: Teste de Aceitação).
- b) Secagem na câmara de fermentação a 10°C e 65% UR e determinação de atividade de água no 2º, 4º, 6º e 8º dias de secagem.
- c) Defumação - pré-secagem por 1,5h a 30 – 35°C e defumação em estufa artesanal até a temperatura de 72°C e UR ambiente com serragem de madeira da empresa JRS Rettenmaier, KL 2/16.

- d) Caracterização do produto fermentado defumado (determinação da atividade de água e análises microbiológicas: bactérias lácticas, *Pseudomonas* e psicrotróficos, clostrídio sulfito redutor, coliformes fecais, *Salmonella* ssp. e *Staphylococcus aureus*).

#### Experimento III:

- a) Caracterização do produto fermentado 120h (análises físico-químicas: composição centesimal, pH em solução aquosa do músculo, cloretos, acidez, atividade de água e TBA, microbiológicas: bactérias lácticas, *Pseudomonas* e psicrotróficos, clostrídio sulfito redutor, coliformes fecais, *Salmonella* ssp. *Staphylococcus aureus* e *Campilobacter* sp.).
- e) Defumação em estufa artesanal até a temperatura de 72°C e UR ambiente, por 5h e 15min, com serragem de madeira da empresa JRS Rettenmaier, KL 2/16,
- b) Caracterização do produto fermentado 120h defumado (análises físico-químicas: composição centesimal, pH com preparo de amostra, cloretos, acidez, atividade de água e TBA, microbiológicas: bactérias lácticas, *Pseudomonas* e psicrotróficos, clostrídio sulfito redutor, coliformes fecais, *Salmonella* ssp. *Staphylococcus aureus* e *Campilobacter* sp.).
- c) Embalagem à vácuo em equipamento SUPERVAC modelo 160 em embalagens Cryovac das carcaças fermentadas e das carcaças fermentadas defumadas.
- d) Análise sensorial do frango fermentado e do frango fermentado defumado empregando-se o Teste de Aceitação.
- e) Estudo de vida útil das carcaças fermentadas embaladas à vácuo, armazenadas em câmara 4 ± 2°C e determinação de pH em solução de amostra, acidez e TBA e contagem de bactérias lácticas e microrganismos psicrotróficos no 4<sup>o</sup>, 7<sup>o</sup> e 10<sup>o</sup> dia de vida útil.

Nos Experimentos realizados foi utilizado o mix de cultura *starter* SAGA AF1 (*Pediococcus pentosaceus*, *Lactobacillus sake*, *Micrococcus varians* e *Staphylococcus carnosus* - Kerry do Brasil), dextrose Cerelose®, ácido láctico PURAC 85% e cloreto de sódio comercial.

### 3.1. Análises físico-químicas

As determinações físico-químicas atividade de água (através de Analisador de Atividade de Água, marca Aqualab, modelo Cx-2T, com intervalo de temperatura de  $25,0 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ ), pH por inserção de eletrodo no músculo e pH em solução aquosa do músculo (por meio de pHmetro portátil digital marca Digimed, modelo DM-21, com eletrodo tipo penetração), umidade, cinzas, proteínas, gordura, açúcares totais e cloretos por extração foram realizadas segundo HORWITZ (2000), a acidez foi determinada segundo o Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária (BRASIL, 1999) e o Valor de TBA segundo TARLADGIS, et al. (1960).

As análises físico-químicas realizadas nos Experimentos I, II e III encontram-se na **Tabela 1**.

**Tabela 1.** Determinações físico-químicas realizadas nos Experimentos I, II e III.

Análise	Experimento I	Experimento II	Experimento III
pH	•	•	nr
pH com preparo de amostra	•	•	•
Acidez	•	•	•
Cloretos	•	•	•
Açúcares totais	•	•	•
Proteínas	nr	•	•
Gordura total	nr	•	•
Umidade	•	•	•
Cinzas	nr	•	•
Atividade de água	•	•	•
Valor de TBA	nr	nr	•

nr = não realizada.

No Experimento I, as determinações de cloretos, atividade de água, acidez, pH com preparo de amostra e umidade foram realizadas em triplicata para o peito e para as coxas e a análise de açúcares totais em duplicata para o peito e para as coxas.

No Experimento II os resultados das análises físico-químicas foram obtidos pela média aritmética de uma amostra composta por três carcaças, cujas análises foram realizadas em triplicata para cloretos, acidez, pH com preparo de amostra, cinzas, umidade, atividade de água e duplicata para os açúcares totais, proteínas e gordura total, para o peito e para a coxa.

No Experimento III os resultados das análises físico-químicas foram obtidos pela média aritmética da triplicata do peito e da coxa para cloretos, acidez, pH com preparo de amostra, cinzas, umidade, atividade de água e TBA e duplicata para os açúcares totais, proteínas e gordura total, para o peito e para a coxa.

Nos três experimentos os parâmetros da câmara de fermentação (temperatura e umidade relativa) foram monitorados durante todo processamento pelos painéis controladores e pela curva psicrométrica obtida pela leitura das temperaturas nos termômetros de bulbo seco e bulbo úmido.

### 3.2. Análises microbiológicas

Nos Experimentos I, II e III foram realizadas contagem de bactérias lácticas, clostrídios sulfito redutores, coliformes fecais, *Pseudomonas*, microrganismos psicrotóxicos aeróbios, *Salmonella* sp. e *Staphylococcus aureus*. No Experimento 3 foi inserida a análise de *Campilobacter* sp. As metodologias empregadas para estas análises foram as descritas por DOWNES & ITO (2001).

Nos Experimentos I e III, as análises microbiológicas foram realizadas em uma carcaça enquanto que no Experimento II os resultados foram obtidos de uma amostra composta por três carcaças.

A **Tabela 2** contém as análises microbiológicas realizados durante os Experimentos I, II e III.

**Tabela 2.** Análises microbiológicas realizadas nos Experimentos I, II e III.

Análise	Experimento I	Experimento II	Experimento III
Bactérias lácticas (UFC/g)	•	•	•
<i>Pseudomonas</i> (UFC/g)	•	•	•
Psicrotróficos (UFC/g)	•	•	•
Clostrídio Sulfito Redutor (UFC/g)	•	•	•
Coliformes fecais (NMP/g)	•	•	•
<i>Salmonella</i> ssp. (em 25g)	•	•	•
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	•	•	•
<i>Campilobacter</i> sp.	nr	nr	•

NMP = Número mais provável

UFC = Unidade formadora de colônia.

### 3.3. Análise Sensorial

Nos Experimentos II e III foram realizadas as análises sensoriais do produto através do Teste de Aceitação, utilizando a escala hedônica estruturada mista de 9 pontos (PERYAM e GIRARDOT, 1952). O teste sensorial do Experimento II foi realizado com 61 consumidores e avaliou-se a carcaça inteira, o peito e a coxa. O teste do Experimento III foi feito com 62 consumidores e avaliou-se a carcaça inteira desossada fermentada, o peito e coxa fermentados, a carcaça inteira desossada fermentada defumada e o peito e a coxa fermentados defumados, utilizando a escala hedônica estruturada mista de 9 pontos (PERYAM e GIRARDOT, 1952). Ambos experimentos foram realizados utilizando o programa computacional *Compusense five versão 4.2*.

As figuras ilustrativas encontradas nos **Anexos** representam os modelos de questionário feitos aos provadores e as fichas empregadas nas análises sensoriais realizadas no Experimento II e Experimento III.

A avaliação da aparência das carcaças de ambos os experimentos foi realizado em cabine *Macbeth* com luz do dia, enquanto que os testes realizados com o peito e com a coxa foram feitos em cabines individuais com luz vermelha.

O recrutamento dos consumidores foi baseado no critério de consumo de carne de frango, distribuídos entre estagiários, funcionários, assistentes de pesquisa e pesquisadores do Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL.

As amostras de peito e coxa foram avaliadas em uma sessão, em cabines individuais, cortadas em cubos de aproximadamente  $1\text{cm}^2$  e servidas em copos plásticos codificados com 3 dígitos definidos de forma aleatória. No Experimento III a apresentação das amostras para os provadores foi monádica. As amostras foram servidas a uma temperatura de  $40 - 50^\circ\text{C}$ , com 3 cubinhos em cada copo. Foi fornecida água nos dois testes como forma de enxaguar a boca.

Os dados obtidos no teste de aceitação para os Experimentos II e III foram submetidos à Análise de Variância Univariada (ANOVA,  $p \leq 0,05$ ). No Experimento III fez-se a determinação da diferença estatística entre as médias pela aplicação do Teste de Tukey.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Fermentação

Os resultados das análises microbiológicas do Experimento I, II e III são apresentados nas **Tabelas 3, 4 e 5**, respectivamente.

**Tabela 3.** Resultados das análises microbiológicas realizadas durante o processamento das carcaças de frango inteiras desossadas do Experimento I.

Microrganismo	Matéria-prima <sup>a</sup>	Frango injetado e massageado <sup>a</sup>	Frango 7 dias de secagem <sup>a</sup>	Frango 14 dias de secagem <sup>a</sup>
Bactérias lácticas (UFC/g)	$1,6 \times 10^3$	$1,6 \times 10^6$	$1,6 \times 10^8$	$5,4 \times 10^7$
<i>Pseudomonas</i> (UFC/g)	$1,4 \times 10^3$	$1,8 \times 10^2$	$3,4 \times 10^2$	$3,8 \times 10$
Psicrotróficos (UFC/g)	$4,5 \times 10^3$	$1,6 \times 10^6$	$1,8 \times 10^8$	$9,6 \times 10^7$
Clostrídio Sulfito Redutor (UFC/g)	nr	nr	nr	< 3,8
Coliformes fecais (NMP/g)	nr	nr	nr	< 1,2
<i>Salmonella</i> ssp. (em 25g)	nr	nr	nr	Ausente
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	nr	nr	nr	< $3,8 \times 10$

nr = não realizada.

NMP = Número mais provável

UFC = Unidade formadora de colônia.

<sup>a</sup> = média obtida pela triplicata de 1 carcaça.

**Tabela 4.** Resultados das análises microbiológicas realizadas durante o processamento das carcaças de frango inteiras desossadas do Experimento II.

Microrganismo	Matéria-prima <sup>a</sup>	Frango injetado e massageado <sup>b</sup>	Frango fermentado 162h <sup>a</sup>	frango 8 dias de secagem e defumado <sup>b</sup>
Bactérias lácticas (UFC/g)	$4,1 \times 10^3$	$1,4 \times 10^6$	$1,4 \times 10^8$	$1,1 \times 10^6$
<i>Pseudomonas</i> (UFC/g)	$2,7 \times 10^2$	$1,1 \times 10^2$	$3,0 \times 10^3$	$4,1 \times 10$
Psicrotróficos (UFC/g)	$9,4 \times 10^3$	$7,1 \times 10^5$	$1,3 \times 10^8$	$1,0 \times 10^6$
Clostrídio Sulfito Redutor (UFC/g)	< 2,2	nr	< 2,6	< 4,1
Coliformes fecais (NMP/g)	< 0,7	nr	< 0,8	< 1,2
<i>Salmonella</i> ssp. (em 25g)	Ausente	nr	ausente	Ausente
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	< 5,4	nr	< 2,6	< 4,1

nr = não realizada.

NMP = Número mais provável

UFC = Unidade formadora de colônia.

<sup>a</sup> = média de 1 carcaça, em triplicata.

<sup>b</sup> = média de 3 carcaças, em triplicata.

A contagem de bactérias lácticas na solução de cultura *starter* empregada na injeção das carcaças foi de  $4,1 \times 10^7$  UFC/mL.

O processo de injeção e massageamento foi efetivo na inoculação da cultura *starter* na carcaça de frango, pelas contagens de bactérias lácticas, aumentando de  $10^3$  para  $10^6$  UFC/g no Experimento I e II (**Tabelas 3 e 4**). Entretanto, a inoculação foi efetiva, mas não eficaz: a contagem média foi a desejada, mas a distribuição não deve ter sido uniforme. Ainda, observou-se a elevação da contagem de microrganismos psicotróficos nessa etapa do processo, principalmente após a etapa de fermentação ( $13^\circ\text{C}$ ) e secagem ( $10^\circ\text{C}$ ), atingindo contagens de  $10^8$  UFC/g nos dois primeiros experimentos. Esse aumento pode ser justificado pelo emprego de temperaturas acima da temperatura mínima de crescimento destes microrganismos que é de  $-5$  a  $+5^\circ\text{C}$  (ICMSF, 1980). No Experimento I, observou-se ainda a redução de um ciclo logarítmico nas contagens de *Pseudomonas* após a injeção e massageamento das carcaças com ácido láctico 0,2%.

**Tabela 5.** Resultados das análises microbiológicas realizadas durante o processamento das carcaças de frango inteiras desossadas do Experimento III.

Microrganismo	Matéria-prima <sup>a</sup>	Frango injetado e massageado <sup>a</sup>	Frango fermentado 120h <sup>a</sup>	Frango defumado <sup>a</sup>
Bactérias lácticas (UFC/g)	$2,5 \times 10^2$	$2,3 \times 10^6$	$5,4 \times 10^7$	9,2
<i>Pseudomonas</i> (UFC/g)	$1,6 \times 10^3$	$8,3 \times 10^2$	$1,6 \times 10^7$	$< 3,1 \times 10$
Psicotróficos (UFC/g)	$4,3 \times 10^3$	$2,5 \times 10^4$	$8,4 \times 10^7$	3,1
Clostrídio Sulfito Redutor (UFC/g)	$< 1,7$	nr	$< 2,1$	$< 3,1$
Coliformes fecais (NMP/g)	$< 0,5$	nr	$< 0,6$	$< 0,9$
<i>Salmonella</i> ssp. (em 25g)	Ausente	nr	ausente	ausente
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	$6,7 \times 10$	nr	$2,1 \times 10^2$	$< 3,1 \times 10$
<i>Campilobacter</i> sp.	Ausente	nr	ausente	ausente

nr = não realizada.

NMP = Número mais provável

UFC = Unidade formadora de colônia.

<sup>a</sup> = média de 1 carcaça, em triplicata.

<sup>b</sup> = média de 3 carcaças, em triplicata.

No Experimento III foi observada a redução de *Pseudomonas* após a injeção e massageamento com salmoura acidificada por ácido láctico e o aumento da contagem de microrganismos psicotróficos e bactérias lácticas (**Tabela 5**). Após a

defumação verificou-se uma significativa redução na contagem de todos os microrganismos, que deve ser devido ao aumento da temperatura do processo e pela deposição e ação dos compostos bactericidas e bacteriostáticos presentes na fumaça.

Os valores médios de pH encontrados durante os Experimentos I e II encontram-se na **Tabela 6**.

**Tabela 6.** Valores médios de pH por inserção de eletrodo no músculo do peito e da coxa da carcaça de frango desossada na matéria-prima, na carcaça injetada massageada e durante a fermentação.

	EXPERIMENTO I		EXPERIMENTO II	
	Peito	Coxa	Peito	Coxa
Matéria-prima <sup>a</sup>	6,25 ± 0,13	6,80 ± 0,10	6,25 ± 0,18	6,80 ± 0,10
Carcaça injetada massageada <sup>a</sup>	5,98 ± 0,18	6,37 ± 0,09	5,89 ± 0,09	6,18 ± 0,23
Fermentação <sup>b</sup>				
24h	5,90 ± 0,08	6,06 ± 0,11	6,02 ± 0,01	6,10 ± 0,00
48h	5,82 ± 0,19	5,90 ± 0,14	5,92 ± 0,16	5,80 ± 0,14
66h	5,68 ± 0,15	5,58 ± 0,15	5,70 ± 0,07	5,61 ± 0,06
72h	5,45 ± 0,12	5,14 ± 0,09	5,65 ± 0,08	5,43 ± 0,16
96h	5,45 ± 0,12	5,14 ± 0,09	5,48 ± 0,02	4,96 ± 0,01
120h	5,34 ± 0,08	5,06 ± 0,10	5,29 ± 0,02	4,81 ± 0,05
144h	nr	nr	4,78 ± 0,09	4,56 ± 0,07
162h	5,11 ± 0,07	4,88 ± 0,04	4,98 ± 0,12	4,56 ± 0,01

nr = não realizada.

<sup>a</sup> = média ± desvio-padrão de 1 carcaça, em quadruplicata.

<sup>b</sup> = média ± desvio-padrão de 3 carcaças, em quadruplicata.

Após a injeção e massageamento, observou-se uma redução média no pH de cerca de 0,30 no peito e de 0,50 no músculo da coxa em ambos experimentos. Os altos valores de pH iniciais tanto do peito, e maiores ainda para a coxa, característicos da carne de frango dificultam os processos fermentativos, pois o pH encontra-se mais distante do valor desejado que confere ao produto estabilidade microbiológica e sabor próprio de produto fermentado, o que torna indispensável a aplicação de culturas iniciadoras na fermentação. Deve ser considerado que industrialmente carnes com pH > 6,0 não são aceitáveis para o preparo de embutidos fermentados de carne suína.

A **Tabela 7** contém os valores de pH com preparo da amostra durante o processamento do Experimento I e Experimento II.

**Tabela 7.** Valores de pH em solução aquosa do músculo, de amostra do peito e da coxa durante a secagem.

	Peito	Coxa
<b>EXPERIMENTO I</b>		
Carcaça 2 dias de secagem <sup>a</sup>	4,48 ± 0,01	4,41 ± 0,01
Carcaça 7 dias de secagem <sup>a</sup>	4,49 ± 0,00	4,57 ± 0,01
Carcaça 14 dias de secagem <sup>a</sup>	4,44 ± 0,00	4,58 ± 0,01
<b>EXPERIMENTO II</b>		
Matéria-prima <sup>b</sup>	6,12 ± 0,08	6,48 ± 0,04
Carcaça injetada massageada <sup>a</sup>	5,81 ± 0,01	6,20 ± 0,01
Carcaça fermentada 162h <sup>b</sup>	4,31 ± 0,07	4,25 ± 0,01

<sup>a</sup> = média ± desvio-padrão de 1 carcaça, em triplicata.

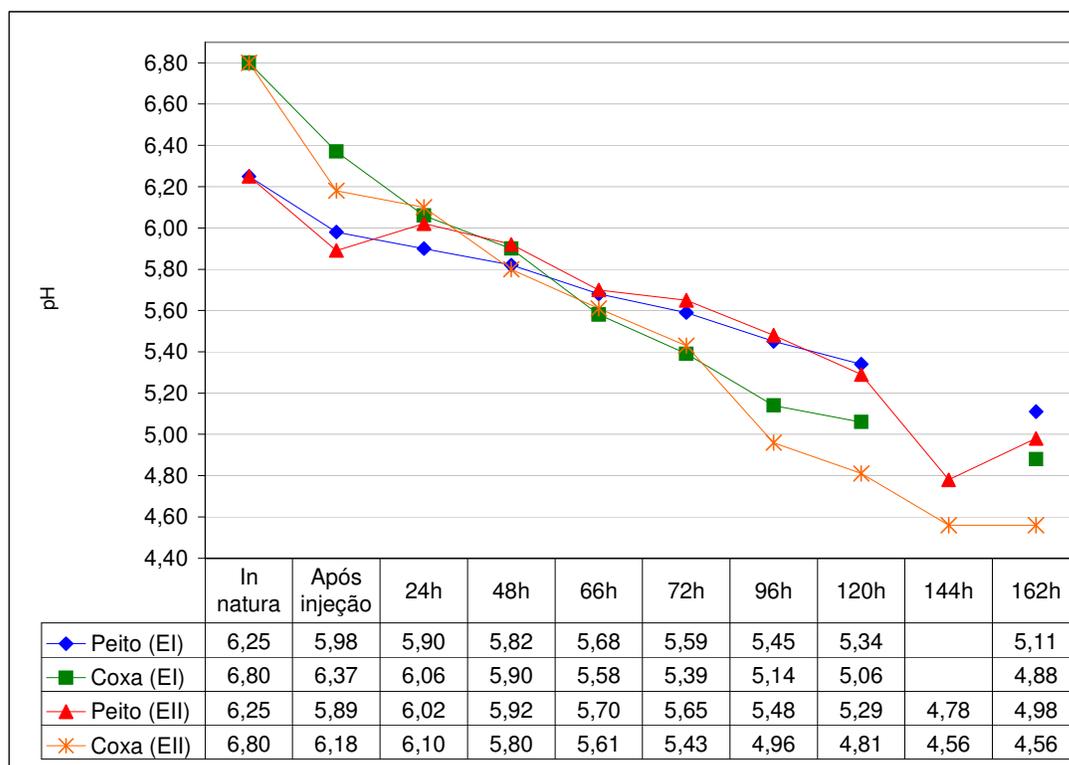
<sup>b</sup> = média ± desvio-padrão de 3 carcaças, em triplicata.

A variação entre os valores de pH obtidos através da leitura direta (método de punção) e os valores obtidos pelo método com preparo de amostra nos mesmos pontos de análise é nítida quando se compara as **Tabelas 6 e 7**. Segundo LEISTNER (1994) estudos realizados por meio de microscopia eletrônica revelaram que a microbiota natural da carne ou adicionada a ela (culturas *starters*), não se encontram uniformemente distribuídas nos músculo e sim em pequenas cavidades do produto, formando estruturas denominadas “ninhos” onde os microrganismos crescem de maneira agrupada. Estes ninhos encontram-se separados um dos outros por distâncias que variam de 100 a 5000µm e o principal fato que ocorre é o acúmulo de metabólitos (bacteriocinas, ácido láctico, etc.) nestas cavidades. A fermentação de músculos inteiros, em salames, entre outros processos por este fato denomina-se fermentação no estado sólido. A competição por nutrientes em culturas puras ou mistas é também um fator limitante para o desenvolvimento destes microrganismos. Um exemplo disso é que no início do processo fermentativo, os lactobacilos são vigorosos e metabolicamente ativos, entretanto, no final da fermentação a sua grande maioria encontra-se degradada

ou morta, enquanto que outras bactérias encontram-se ainda ativas por sua melhor capacidade de tolerância ao ácido láctico, pH, potencial redox e atividade de água. Pequenos ninhos e distâncias próximas entre eles é desejável e vantajoso nos processos de fermentação e maturação.

A existência desses ninhos ajuda a esclarecer as diferenças nos valores de pH encontradas pelas técnicas de punção e de medida na solução, pois pelo método de punção o que possivelmente ocorre é que o eletrodo encontra partes no músculo sem a presença desses ninhos, enquanto que na determinação com preparo de amostra faz-se um somatório dos ninhos e metabólitos produzidos pelos microrganismos e por este motivo os valores de pH encontrados são menores. A formação de ninhos é limitante no processo de conservação do produto, pois a presença de regiões sem estes agrupamentos favorece o crescimento e desenvolvimento de microrganismos deteriorantes e patógenos, pela ausência de microbiota competitiva e ausência de fatores inibitórios, como por exemplo, o ácido láctico que reduz o pH.

O mesmo ocorre na determinação do pH das carcaças injetadas massageadas com ácido láctico, entretanto, como a quantidade de ácido adicionada não é significativa devido a sua baixa concentração (0,2%), a variação é menor entre as medições.



**Figura 2.** Queda do pH obtido pelo método de punção durante o processamento das carcaças inteiras desossadas injetadas massageadas do EI e EII.

Após 162h de fermentação o processo foi encerrado, pois o pH já se encontrava próximo ao valor desejado de 5,2 nos músculos do peito e coxa tanto no Experimento I como no Experimento II (**Figura 2**). Este valor de pH, juntamente com atividade de água menor ou igual a 0,95, torna o produto estável a temperatura ambiente (LEISTNER, 1975). Concluiu-se que o processo de massageamento contribuiu para uma melhor distribuição das soluções injetadas (salmoura e solução inoculadora), pois se conseguiu obter menores valores de pH quando comparado aos outros experimentos realizados sem esse procedimento, onde não se conseguia atingir o pH final de fermentação de 5,2.

Após a fermentação, fez-se a secagem do produto a fim de se reduzir a sua atividade de água e desta forma lhe conferir a estabilidade. No Experimento I, após 3 dias a umidade relativa de 65% e 11 dias a 50% de UR, com ambas as

etapas a 10°C, não se conseguiu a redução desejada, pois mesmo após 14 dias de secagem as carcaças ainda apresentavam alto valor de Aa e já apresentavam odores pútridos.

No Experimento II a secagem foi realizada a 65% de U.R., a 10°C por 8 dias e também se observou a não redução da atividade de água durante esse processo. Após a defumação é que se pôde observar uma pequena redução neste parâmetro, passando de 0,967 para 0,958 no peito e de 0,967 para 0,951 na coxa, ainda acima do necessário para se conferir estabilidade ao produto.

A **Tabela 8** apresenta os resultados das determinações de atividade de água das carcaças nos Experimentos I, II e III.

**Tabela 8.** Valores de atividade de água durante a etapa de secagem dos Experimentos I, II e III.

Período de secagem (dias)		Atividade de água	
		Peito	Coxa
I	2	0,966 ± 0,001	0,964 ± 0,002
	3	0,970 ± 0,001	0,964 ± 0,005
	7	0,967 ± 0,001	0,957 ± 0,002
	14	0,973 ± 0,005	0,944 ± 0,003
II	0	0,986 ± 0,003	0,984 ± 0,003
	2	0,987 ± 0,003	0,982 ± 0,002
	4	0,977 ± 0,003	0,973 ± 0,000
	6	0,987 ± 0,001	0,976 ± 0,003
	8	0,967 ± 0,001	0,967 ± 0,001
	9 (carcaça defumada)	0,958 ± 0,006	0,951 ± 0,000
III	Frango fermentado 120h	0,980 ± 0,002	0,982 ± 0,002
	Frango defumado	0,973 ± 0,001	0,969 ± 0,001

Média ± desvio-padrão de 1 carcaça, em triplicata.

Através da **Tabela 8**, observou-se que no Experimento I houve redução da atividade de água, porém não até o valor desejado nos processos de secagem das carcaças, mesmo após a redução da umidade relativa da câmara. Notou-se a redução nos valores deste parâmetro após a defumação realizada nos Experimento II e III, sendo o músculo da coxa a que mais se desidratou nesse

processo. A dificuldade de se retirar água deste produto pode ser atribuída a 2 fatores: i) a presença de água em grande quantidade nas carcaças; ii) presença da pele que facilmente se resseca com a menor perda de água, formando uma espécie de camada protetora, impedindo a remoção da água presente no interior dos músculos (BARBUT, 2002).

Os resultados das análises físico-químicas são visualizados na **Tabela 9**. Pelo valor de carboidratos totais (CHO) encontrado na carcaça injetada massageada nos três experimentos, pode-se concluir que a injeção e o massageamento foram efetivos. Foram adicionados um total de 2,4% p/p de dextrose em EI e EII (1,2% na injeção e 1,2% no massageamento) e 1,6% p/p em EIII (0,8% na injeção e 0,8% no massageamento). Estudos de LÜCKE (1994) recomendam concentrações de carboidratos variando de 0,2 a 0,7%. O músculo do peito do EI reteve cerca de 49% (1,17g/100g) do CHO injetado enquanto que a coxa reteve cerca de 58%. No EII, considerou-se o valor de CHO da matéria-prima obtido no EI (0g) e verificou-se que o músculo do peito reteve 2,28g/100g de músculo (95%) dos 2,4g/100g de CHO adicionados, e que a coxa reteve 2,08g/100g (87%). No EIII observou-se um ganho de CHO durante a injeção e massageamento de 0,92g/100g no peito e 0,89g/100g na coxa o que correspondem a cerca de 58% e 56% de retenção, respectivamente. Após a fermentação notou-se um pequeno decréscimo na quantidade de dextrose, entretanto essa diminuição não foi significativa quando se reconsidera o grande abaixamento do pH. Isso pode ter ocorrido pela variabilidade entre as amostras quanto ao conteúdo de CHO ocasionada pelo processo de injeção. Nos Experimentos II e III observou-se uma maior injeção no músculo do peito pelo fato do mesmo apresentar maior valor de CHO quando comparado com a coxa. Após a defumação no EIII houve uma concentração da dextrose residual com a retirada da água, por 5h e 15 min até que o produto atingisse a temperatura de 72°C.

A concentração de cloreto de sódio encontrada no peito e na coxa da matéria-prima nos três experimentos corresponde ao percentual injetado pela indústria, pois se tratava de um frango desossado temperado congelado.

O teor de NaCl solução empregada no massageamento foi de 2,5% p/p nos três experimentos. O peito não apresentou ganho de cloreto de sódio no EI, aumentou somente 0,11g/100g no EII e ganhou 0,16g/100g no EIII. O percentual de sal absorvido pela coxa durante o massageamento no EI foi de cerca de 0,3g/100g, em EII o ganho não foi significativo e em EIII o ganho foi de 0,8g/100g. Possivelmente a coxa apresentou maior teor de sal por ser um músculo mais retalhado na desossa o que aumentando a área superficial favorece a absorção de maior quantidade de solutos (NaCl, CHO, etc.) adicionados à salmoura, enquanto que o peito apresenta sua estrutura praticamente íntegra, não sendo alterado durante a desossa. Durante a secagem no Experimento I, observou-se que a quantidade de cloreto de sódio aumentou a medida que a umidade foi reduzida (concentração do soluto), aumentando cerca de 1,3g/100g no peito e 1,6g/100g na coxa após 14h de secagem. Nos EII e EIII isso também ficou evidenciado, porém a concentração final do sal foi menor, pois houve pouco decréscimo no conteúdo de umidade do peito e da coxa, por não ter sido realizada a etapa de secagem.

O teor de cinzas nos Experimentos II e III aumentou após a injeção e massageamento através da adição de cloreto de sódio. Seu aumento foi ainda mais evidenciado após a defumação no EIII quando houve a redução da umidade no peito (reduziu cerca de 14%) e na coxa (22,4%). A perda de peso média ocorrida durante a etapa de defumação das carcaças fermentadas foi de cerca de  $33,4\% \pm 2,30$ .

As quantidades de proteína, gordura e acidez também apresentaram aumento após a defumação, pela concentração dos componentes pela remoção da água (secagem ocorrida na defumação). Ainda para a acidez, verificou-se um aumento gradual com o decréscimo do pH durante a fermentação nos experimentos realizados.

**Tabela 9.** Resultados das análises físico-químicas realizadas no peito e nas coxas das carcaças durante o processamento dos Experimentos I, II e III.

			Proteínas (g/100g)	Gordura total (g/100g)	carboidratos totais (g/100g)	Cinzas (g/100g)	Umidade (g/100g)	Cloretos (g/100g)	Acidez (g/100g)	
EI	MP	P	-	-	0,00 ± 0,00	-	-	1,83 ± 0,03	-	
		C	-	-	0,00 ± 0,00	-	-	1,73 ± 0,02	-	
	Injetada e massageada	P	-	-	1,17 ± 0,02	-	-	1,75 ± 0,02	-	
		C	-	-	1,40 ± 0,04	-	-	2,05 ± 0,04	-	
	2 dias de secagem	P	-	-	-	-	-	-	2,06 ± 0,01	
		C	-	-	-	-	-	-	1,92 ± 0,06	
	7 dias de secagem	P	-	-	-	-	68,71 ± 0,48	1,79 ± 0,00	2,48 ± 0,01	
		C	-	-	-	-	63,48 ± 0,20	2,38 ± 0,01	2,07 ± 0,06	
	14 dias de secagem	P	-	-	1,07 ± 0,00	-	65,50 ± 0,19	3,10 ± 0,15	2,55 ± 0,03	
		C	-	-	1,07 ± 0,01	-	54,81 ± 0,27	3,30 ± 0,04	2,41 ± 0,03	
	EII	MP	P	21,73 ± 0,92	1,77 ± 0,82	-	1,90 ± 0,53	76,11 ± 0,25	1,85 ± 0,08	0,85 ± 0,05
			C	17,88 ± 0,62	5,46 ± 0,64	-	2,06 ± 0,41	76,53 ± 0,35	1,91 ± 0,18	0,88 ± 0,06
Carcaça injetada massageada		P	-	-	2,23 ± 0,04	-	-	1,96 ± 0,02	0,85 ± 0,00	
		C	-	-	2,08 ± 0,02	-	-	1,96 ± 0,04	0,57 ± 0,00	
Fermentada 162h		P	23,53 ± 0,51	2,37 ± 0,24	-	2,13 ± 0,31	73,32 ± 1,00	1,97 ± 0,15	1,94 ± 0,12	
		C	19,34 ± 0,88	5,89 ± 0,64	-	2,17 ± 0,15	72,55 ± 0,62	2,26 ± 0,26	1,86 ± 0,11	
EIII	MP	P	19,42 ± 0,21	1,31 ± 0,02	0,00 ± 0,00	1,54 ± 0,02	77,24 ± 0,10	1,47 ± 0,05	0,76 ± 0,01	
		C	16,10 ± 0,90	5,06 ± 0,33	0,00 ± 0,00	1,76 ± 0,02	77,47 ± 0,29	1,51 ± 0,01	0,45 ± 0,00	
	Injetada e massageada	P	-	-	0,92 ± 0,01	1,54 ± 0,02	75,12 ± 0,06	2,10 ± 0,02	0,92 ± 0,03	
		C	-	-	0,89 ± 0,01	1,76 ± 0,02	73,66 ± 0,32	2,34 ± 0,03	0,64 ± 0,00	
	Fermentada 120h	P	18,71 ± 0,01	1,71 ± 0,09	0,82 ± 0,03	2,58 ± 0,01	75,68 ± 0,10	2,97 ± 0,01	1,43 ± 0,40	
		C	16,27 ± 0,18	5,92 ± 0,48	0,64 ± 0,06	2,70 ± 0,05	74,59 ± 0,25	2,89 ± 0,01	1,19 ± 0,40	
	Fermentada defumada	P	26,77 ± 0,04	8,39 ± 0,15	0,87 ± 0,03	2,89 ± 0,01	66,30 ± 0,19	3,64 ± 0,00	2,27 ± 0,02	
		C	27,46 ± 0,12	2,99 ± 0,09	1,02 ± 0,04	3,15 ± 0,01	60,13 ± 0,10	3,16 ± 0,04	2,49 ± 0,00	

MP = matéria-prima

P = peito

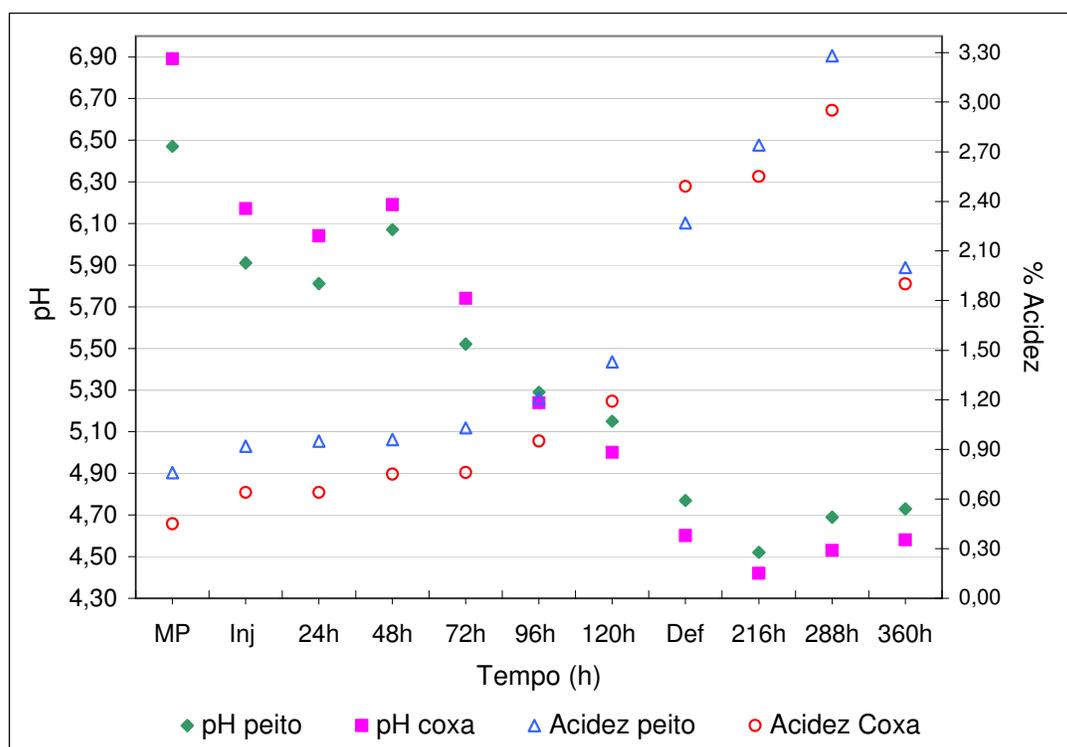
C = coxa

No Experimento III obteve-se o pH desejado após 120h de fermentação a 13°C e 75% de U.R. e observou-se uma relação direta com a acidez (a medida que o pH diminuiu o valor da acidez aumentou) (**Figura 3**). Entretanto, a relação do pH e acidez pode não ser uma medida direta. Sabe-se que a alta capacidade tamponante dos constituintes da carne (proteínas, ácidos orgânicos, resíduos de aminoácidos, peptídios - carnosina e anserina, íons fosfato, entre outros compostos) tende a estabilizar o valor de pH, porém a acidez pode continuar a variar, pois esse parâmetro está intimamente relacionado ao grau de dissociação do ácido, valor de  $Pk_a$  (HONIKEL, 2004). Ainda, a determinação da acidez pode fornecer informações sobre o estado de conservação do produto, pois com o

tempo, vários novos produtos são gerados (produtos de hidrólise, da oxidação de gorduras, da proteólise na fermentação) que alteram o valor da acidez.

Com 120h de fermentação, notou-se a influência positiva do massageamento, favorecendo a distribuição do ácido láctico, da dextrose, da cultura e do NaCl no interior dos músculos minimizando o gradiente de concentração, conforme descrito por LEMOS (2000). Os baixos valores de pH encontrados no frango defumado se devem à concentração dos solutos pela remoção da água livre.

Os menores valores de pH (peito = 4,52 e coxa = 4,42) encontrados tanto para a coxa (4,42) como para o peito (4,52) foi aos 4 dias de estudo da vida útil.



MP = matéria-prima, Inj = frango injetado e massageado, 216h = 4<sup>o</sup> dia de vida útil, 288h = 7<sup>o</sup> dia de vida útil e 360h = 10<sup>o</sup> dia de vida útil

**Figura 3.** Curvas de pH e acidez da matéria-prima, da carcaça injetada com culturas iniciadoras e durante a etapa de fermentação do Experimento III.

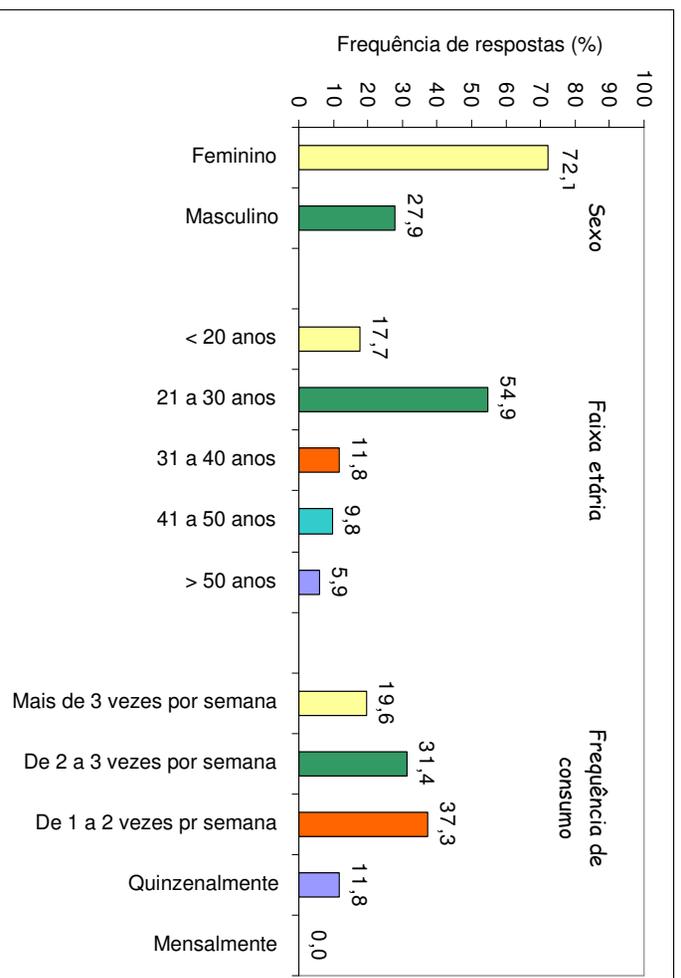
A **Tabela 10** apresenta os valores de pH e acidez durante a fermentação e estudo de vida útil.

**Tabela 10.** Valores de pH e porcentagem de acidez do Experimento III.

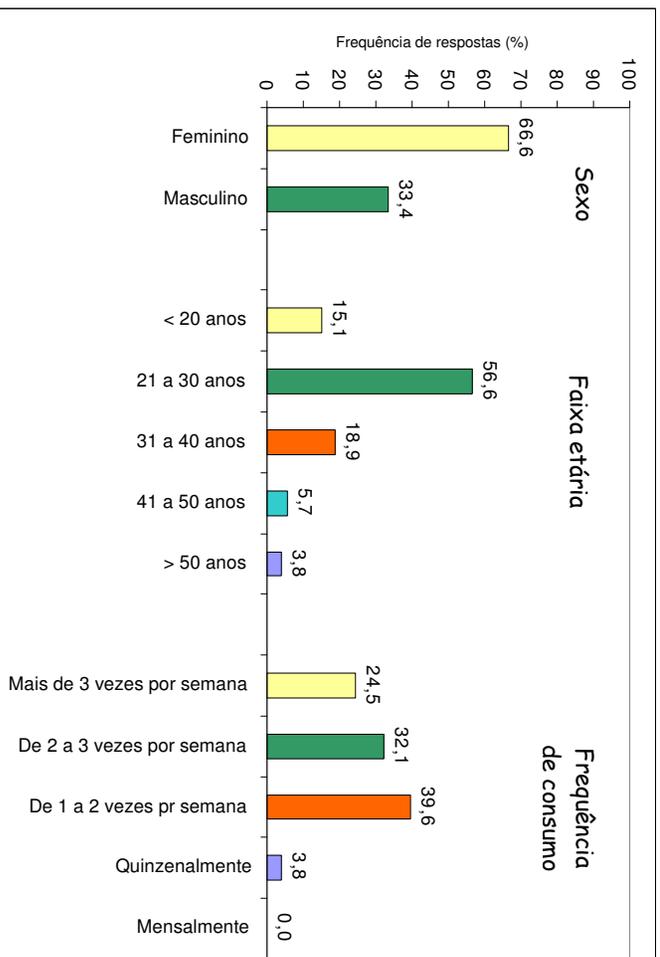
Tempo de processo	pH		Acidez (%)	
	Peito	Coxa	Peito	Coxa
Matéria-prima	6,47	6,89	0,76	0,45
Frango injetado e massageado	5,91	6,17	0,92	0,64
<u>Fermentação</u>				
24h	5,81	6,04	0,95	0,64
48h	6,07	6,19	0,96	0,75
72h	5,52	5,74	1,03	0,76
96h	5,29	5,24	1,21	0,95
120h	5,25	5,00	1,43	1,19
Frango defumado	4,77	4,60	2,27	2,49
Estudo de vida útil				
216h (4 dias)	4,52	4,42	2,74	2,55
288h (7 dias)	4,69	4,53	3,28	2,95
360h (10 dias)	4,73	4,58	2,00	1,90

## 4.2. Análise Sensorial

O perfil dos consumidores usados como julgadores dos produtos obtidos e a sua frequência de consumo de carne de frango dos Experimentos II e III são visualizados nas **Figuras 4 e 5**, respectivamente.



**Figura 4.** Características da equipe de consumidores do teste de aceitação do Experimento II.



**Figura 5.** Características da equipe de consumidores do teste de aceitação do Experimento III.

Através das **Figuras 4 e 5**, pode-se observar que nos dois testes de aceitação realizados a maioria dos consumidores entrevistados (EII = 37,3% e EIII = 39,6%) consumiam carne de frango de 1 a 2 vezes por semana e 31,4% (EII) e 32,1% (EIII) consumiam cerca 2 a 3 vezes por semana.

A **Tabela 11** apresenta as médias da aceitação da aparência da carcaça desossada fermentada assada, aceitação global, aceitação quanto o odor, sabor salgado, sabor ácido do peito e da coxa do Experimento II.

**Tabela 11.** Resultados (médias e desvio-padrão) do teste de aceitação do frango desossado fermentado assado do Experimento II (n = 61 consumidores).

<b>Atributo</b>	<b>Frango desossado fermentado assado</b>	<b>Peito</b>	<b>Coxa</b>
Aparência <sup>1</sup>	6,57 ± 1,74	-	-
Modo global <sup>1</sup>	-	6,10 ± 1,75	5,71 ± 1,87
Odor <sup>1</sup>	-	6,22 ± 1,95	6,25 ± 1,71
Sabor salgado <sup>1</sup>	-	6,63 ± 1,73	6,39 ± 1,76
Sabor ácido <sup>1</sup>	-	4,75 ± 2,16	4,49 ± 2,19

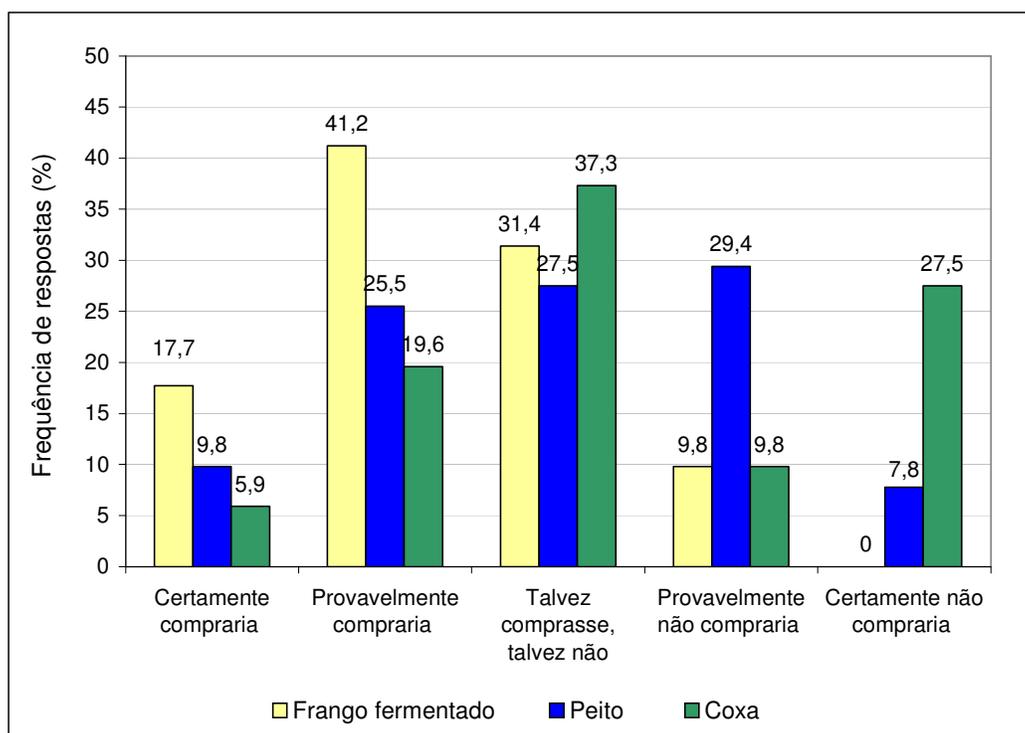
<sup>1</sup>1 = desgostei extremamente, 2 = desgostei muito, 3 = desgostei moderadamente, 4 = desgostei ligeiramente, 5 = nem gostei/nem desgostei, 6 = gostei ligeiramente, 7 = gostei moderadamente, 8 = gostei muito, 9 = gostei extremamente.

A aparência do frango desossado assado do Experimento II recebeu nota média 7,0 que na escala corresponde a gostei moderadamente. Os provadores “gostaram ligeiramente” do peito e da coxa de modo global e no atributo odor. O sabor salgado do peito obteve melhor nota na escala (gostei moderadamente) quando comparado com a coxa (gostei ligeiramente), o que indica pela determinação físico-química que os provadores preferem um produto menos salgado, pois o peito continha cerca de 1,8% de NaCl enquanto que a coxa 2,3%. A acidez do produto foi o atributo com menor nota no teste. O peito e a coxa receberam média 5,0 que na escala corresponde a “nem gostei/nem desgostei”. Correlacionando este resultado com a acidez, observou-se que a pequena variação constatada na análise (peito com 1,97% de acidez e a coxa com 1,86%) não ocasionou diferença na aceitação dos produtos no teste de consumidor.

Cerca de 41% dos provadores responderam que “provavelmente compraria” o frango fermentado assado e 31% talvez comprasse, talvez não. Nenhum

provedor disse que certamente não compraria. Para o peito 29% dos provedores responderam que não comprariam e 28% talvez comprasse, talvez não. Os principais comentários para a pergunta: “o que mais gostou na amostra” relatados pelos provedores para o peito foram: textura, maciez, sabor salgado, aroma e sabor e para a coxa: textura e maciez. Para a pergunta: “o que menos gostou” foram relatados sabor muito ácido, sabor de limão e forte odor para o peito e sabor muito ácido, um pouco salgada, sabor de limão, odor e sabor metálico.

Cerca de 8% afirmaram que certamente não comprariam o produto. Para a coxa 37% disseram que talvez comprassem, talvez não, 28% certamente não comprariam (**Figura 6**).



**Figura 6.** Distribuição da frequência de intenção de compra pelos consumidores da carcaça de frango desossada fermentada e do peito e da coxa assados do Experimento II.

A **Tabela 12** representa os resultados da avaliação sensorial do frango desossado fermentado e a **Tabela 13** do frango fermentado defumado.

**Tabela 12.** Resultados (médias e desvios-padrão) da avaliação sensorial (teste de aceitação) do frango desossado fermentado embalado à vácuo do Experimento III (n = 63 consumidores).

Atributo <sup>1</sup>	Frango desossado fermentado embalado à vácuo	Peito	Coxa
Aparência	6,68 ± 1,76	-	-
Modo global	-	7,04 <sup>a</sup> ± 1,58	6,75 <sup>a</sup> ± 1,86
Odor	-	6,94 <sup>a</sup> ± 1,66	6,94 <sup>a</sup> ± 1,56
Sabor salgado	-	7,09 <sup>a</sup> ± 1,72	7,09 <sup>a</sup> ± 1,90
Sabor ácido	-	6,08 <sup>a</sup> ± 2,37	6,19 <sup>a</sup> ± 2,20
Maciez	-	7,02 <sup>a</sup> ± 1,95	7,26 <sup>a</sup> ± 1,67

<sup>1</sup>1 = desgostei extremamente, 2 = desgostei muito, 3 = desgostei moderadamente, 4 = desgostei ligeiramente, 5 = nem gostei/nem desgostei, 6 = gostei ligeiramente, 7 = gostei moderadamente, 8 = gostei muito, 9 = gostei extremamente.

Letras sobrescritas diferentes numa mesma linha indicam diferença significativa ((p ≤ 0,05).

Na **Tabela 12**, verifica-se que os provadores “gostaram moderadamente” da aparência da carcaça fermentada embalada à vácuo e de modo global do peito e da coxa. Os atributos odor, o peito e coxa receberam nota 7,0 que na escala é representada por “gostei moderadamente”. Embora no Experimento III as determinações de cloretos tenham indicado que o peito (3,0% de NaCl) e a coxa (2,9%) estavam mais salgados que no Experimento II, os consumidores deram maior nota (7,0) para esse atributo, que na escala corresponde a “gostei moderadamente” quando comparado ao experimento II (que recebeu nota 6,0 neste atributo). Com relação à acidez, os provadores “gostaram ligeiramente” tanto do peito como da coxa. Pode-se observar uma correlação direta do valor de pH e da acidez. Os valores de pH com preparo de amostra do peito e da coxa em EII foram de 4,31 e 4,25 e a acidez 1,94g/100g e 1,86g/100g respectivamente (os provadores no teste sensorial deste estudo deram nota 5,0 para esse atributo). No EIII os valores de pH com preparo de amostra eram mais elevados: 5,15 no peito e 5,00 na coxa, enquanto que a acidez foi menor: 1,43g/100g e 1,19g/100g, respectivamente. Em EIII os provadores deram média maior (6,0 que corresponde a “gostei ligeiramente”). Neste estudo empregou-se menor quantidade de dextrose

na fermentação com a finalidade de obter um produto menos ácido (e possivelmente melhor aceitação pelos consumidores) do que nos outros experimentos, onde se utilizava 1,2%. Ainda, a forma de determinação do pH da amostra foi de grande importância para o atributo acidez. Pelo método de punção não se consegue o valor real de pH da amostra pela desuniformidade da formação dos “ninhos fermentativos” e consequente desuniformidade no acúmulo de ácido láctico na carcaça. Pelo método de determinação de pH com preparo, a amostra é homogeneizada e ocorre a mistura do ácido láctico acumulado, semelhante ao que ocorre na mastigação. A maciez recebeu nota 7,0, que corresponde a “gostei moderadamente”.

Os principais comentários relatados para o peito e para a coxa na questão: “o que mais gostou na amostra” foram: textura, maciez, sabor suave e sabor salgado e para a questão: “o que menos gostou”: amostras levemente salgadas e ácidas, textura um pouco fibrosa/friável e leve sabor de ranço.

No teste de consumidor do EIII fez-se a comparação entre as médias do peito e da coxa pelo Teste de Tukey e verificou-se que não houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre as médias na aceitação modo global, odor, sabor salgado, sabor ácido e maciez.

De modo global o peito e a coxa do EIII foram mais preferidos do que as amostras avaliadas no EII.

**Tabela 13.** Resultados (médias e desvio-padrão) da avaliação sensorial (teste de aceitação) do frango desossado fermentado defumado embalado à vácuo do Experimento III (n = 63 consumidores).

Atributo <sup>1</sup>	Frango desossado fermentado defumado embalado à vácuo	Peito	Coxa
Aparência	6,75 ± 1,59	-	-
Modo global	-	7,34 <sup>a</sup> ± 1,59	7,06 <sup>a</sup> ± 1,82
Odor	-	7,13 <sup>a</sup> ± 1,44	7,21 <sup>a</sup> ± 1,56
Sabor salgado	-	7,45 <sup>a</sup> ± 1,45	7,42 <sup>a</sup> ± 1,63
Sabor ácido	-	6,62 <sup>a</sup> ± 1,80	6,66 <sup>a</sup> ± 1,99
Maciez	-	7,09 <sup>a</sup> ± 1,88	7,28 <sup>a</sup> ± 1,49

<sup>1</sup>1 = desgostei extremamente, 2 = desgostei muito, 3 = desgostei moderadamente, 4 = desgostei ligeiramente, 5 = nem gostei/nem desgostei, 6 = gostei ligeiramente, 7 = gostei moderadamente, 8 = gostei muito, 9 = gostei extremamente.

Letras sobrescritas diferentes numa mesma linha indicam diferença significativa ((p ≤ 0,05).

Os provadores “gostaram moderadamente” da aparência do frango fermentado defumado embalado à vácuo, assim como de modo global, odor, sabor salgado, sabor ácido, sabor defumado do peito e da coxa. A acidez neste Experimento ganhou nota maior quando comparada com os das carcaças somente fermentadas (EII = 5,0 e EIII = 6,0). Através dos resultados físico-químicos observou-se que o frango defumado apresentou maiores valores para o teor de cloretos (peito = 3,6g/100g, coxa = 3,2g/100g), maior valor para acidez (peito = 2,3g/100g, coxa = 2,5g/100g) e baixo valor de pH (peito = 4,77, coxa = 4,60). Esse aumento no teor de cloretos pode ser justificado pela concentração dos compostos pela redução no conteúdo de umidade (**Tabela 9**) ocasionada pela secagem ocorrida no processo de defumação. Apesar dos compostos estarem mais concentrados, as amostras mais salgadas e mais ácidas, o peito e a coxa receberam as maiores notas para todos os atributos. Isso se deve possivelmente a deposição dos compostos gerados pela queima da madeira durante a defumação (fenóis, carbonilas, cetonas, ácidos carboxílicos, hidrocarbonetos heterocíclicos, formaldeído, carbonilas) (ARIMA, 1999) que, por sua vez, mascararam os outros

compostos dos atributos avaliados (NaCl, ácido lático) fazendo com que os mesmos fossem percebidos em menor grau de intensidade.

Os principais comentários descritos com relação ao que mais gostou nas amostras analisadas foram: maciez, sabor, sabor de defumado, aroma.

A **Tabela 14** apresenta a frequência de intenção de compra do frango inteiro fermentado embalado à vácuo, frango inteiro fermentado defumado embalado à vácuo, peito e coxa fermentados e peito e coxa fermentados defumados.

**Tabela 14.** Distribuição da frequência de intenção de compra pelos consumidores do Experimento III.

<b>FREQUÊNCIA DE INTENÇÃO DE COMPRA (%)</b>			
<i>Frango desossado fermentado embalado à vácuo</i>			
	<u>Carcaça fermentada</u>	<u>Peito</u>	<u>Coxa</u>
Certamente compraria	32,1	26,4	22,6
Provavelmente compraria	32,1	37,7	32,1
Talvez comprasse, talvez não	20,8	17,0	30,2
Provavelmente não compraria	13,2	15,1	5,7
Certamente não compraria	1,9	3,8	9,4
<i>Frango desossado fermentado defumado embalado à vácuo</i>			
	<u>Carcaça fermentada defumada</u>	<u>Peito</u>	<u>Coxa</u>
Certamente compraria	30,2	41,5	34,0
Provavelmente compraria	35,9	26,4	32,1
Talvez comprasse, talvez não	28,3	22,6	18,9
Provavelmente não compraria	5,7	7,6	11,3
Certamente não compraria	0,0	1,9	3,8

A intenção de compra do frango fermentado embalado à vácuo do EIII apresentou valores percentuais iguais para as respostas “certamente compraria” e “provavelmente compraria” de cerca de 32%. Um percentual de 21% dos consumidores declarou que “talvez comprasse, talvez não” e aproximadamente 2,0% “certamente não compraria”. Para a amostra de peito cerca de 38% de seus provadores declararam que “provavelmente compraria”, 26% “certamente compraria” e 4,0% “certamente não compraria”. A coxa apresentou os seguintes percentuais: 32% “provavelmente compraria”, 30% “talvez comprasse, talvez não” e 9% “certamente não compraria”. Entre os provadores, cerca de 36% declarou que “provavelmente compraria”, 30% “certamente compraria” e 0% “certamente

não compraria” o frango fermentado defumado segundo a sua aparência. Para o peito e coxa defumados, aproximadamente 42% e 34% dos provadores “certamente comprariam” e cerca de 2,0% e 4,0% “certamente não comprariam”, respectivamente.

### 4.3. Estudo de vida útil

Os resultados microbiológicos obtidos no estudo de vida útil do frango fermentado embalado à vácuo são visualizados na **Tabela 15**.

**Tabela 15.** Efeitos do tempo de estocagem a  $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$  nas contagens microbiológicas de carcaças de frango desossadas fermentadas.

Microrganismo	Frango fermentado 120h <sup>a</sup>	Frango fermentado 4 dias <sup>a</sup>	Frango fermentado 7 dias <sup>a</sup>	Frango fermentado 10 dias <sup>a</sup>
Bactérias lácticas (UFC/g)	$5,4 \times 10^7$	$5,9 \times 10^7$	$5,7 \times 10^7$	$1,5 \times 10^8$
<i>Pseudomonas</i> (UFC/g)	$1,6 \times 10^7$	nr	Nr	$8,4 \times 10^6$
Psicotróficos (UFC/g)	$8,4 \times 10^7$	$2,4 \times 10^6$	$1,3 \times 10^8$	$1,3 \times 10^8$
Clostrídio Sulfito Redutor (UFC/g)	< 2,1	nr	nr	< 2,2
Coliformes fecais (NMP/g)	< 0,6	nr	nr	< 0,7
<i>Salmonella</i> ssp. (em 25g)	Ausente	nr	nr	ausente
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	$2,1 \times 10^2$	nr	nr	$2,6 \times 10^2$
<i>Campilobacter</i> sp.	Ausente	nr	nr	ausente

nr = não realizada.

NMP = Número mais provável

UFC = Unidade formadora de colônia.

<sup>a</sup> = média obtida pela triplicata de 1 carcaça.

A **Tabela 15** mostra que o estudo de vida útil foi iniciado com carcaças tendo alta contagem de microrganismos deteriorantes (*Pseudomonas*) que têm influência direta no tempo de estocagem do produto.

Aos 4 dias de estocagem as carcaças já apresentavam leve odor de deterioração, detectado sensorialmente. A alta contagem microbiana no 7<sup>o</sup> dia do estudo de vida útil pode justificar a pequena elevação ocorrida no valor do pH tanto no peito como na coxa (**Figura 3**). A formação de produtos a partir da hidrólise protéica em condições anaeróbias (as carcaças estavam embaladas em

embalagens à vácuo) tais como: compostos sulfurados, aminoácidos livres, produtos a partir de nitrogênio não-protéico, inclusive amônia, causam odores indesejáveis e também ocasionam o aumento do pH (HENDRICK et al., 1989).

Os odores indesejáveis encontrados nos produtos podem ser ainda justificados pela formação e liberação de ácidos graxos que são produzidos pela ação de lipases e fosfolipases, que ocasionam tais odores e os produtos da oxidação dos lipídios (por exemplo, radicais livres) podem interagir com as proteínas e causar a sua insolubilização por ligações cruzadas intermoleculares diminuindo a sua capacidade de retenção de água (FENNEMA, 1996). Esse fenômeno pode ter intensificado a exsudação de água pelas carcaças, evidenciado no estudo de vida útil.

No 4º dia as carcaças já apresentavam odor desagradável moderado e aos 10 dias esse odor já era fortemente percebido, principalmente no processo de abertura da embalagem e preparo da amostra (trituração em multi-processador). No 10º dia também foi percebida a presença de limosidade.

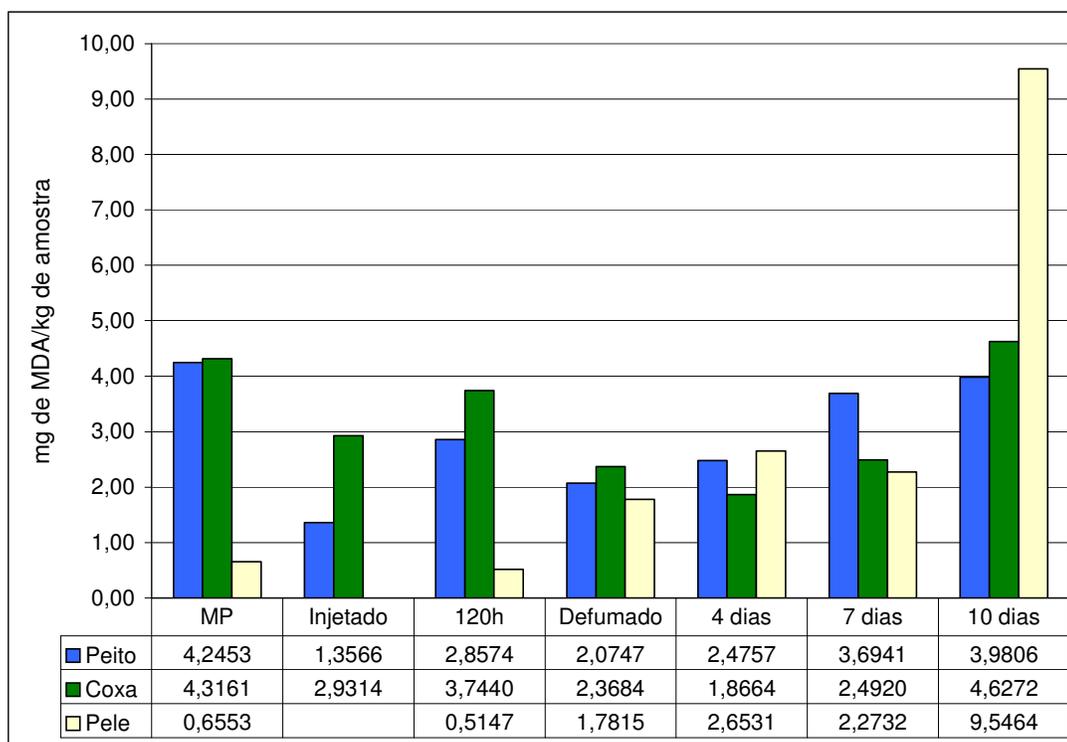
As principais bactérias Gram-negativas deteriorantes dos alimentos são *Pseudomonas*, *Alteromonas*, *Shewanella putrefaciens*, *Aeromona* e *Erwinia carotovora*. Entre os Gram-positivos não formadores de esporos destacam-se as bactérias ácido-lácticas e a *Brocothrix thermosphacta* que ocasiona deterioração típica em carnes estocadas em embalagens com atmosfera modificada ou em embalagens à vácuo (FORSYTHE, 2002).

A embalagem à vácuo possui a finalidade de inibir o crescimento de microrganismos deteriorantes, que são na sua grande maioria aeróbios, como por exemplo, as *Pseudomonas*, bactéria potencialmente deterioradora (JAY, 1992). Estudos citados por JAY (1992) revelaram que a máxima contagem total de bactérias aeróbias encontradas em carnes foi de cerca de  $10^8/\text{cm}^2$  e, através do uso de meios seletivos, verificou-se que as bactérias lácticas predominam nesta contagem. Outros estudos revelaram a presença de *Pseudomonas* na contagem de  $10^3$  a  $10^6/\text{cm}^2$  em carnes embaladas à vácuo (SKINNER, 1983). Neste estudo, aos 10 dias de estocagem a  $4 \pm 2^\circ\text{C}$  foi encontrada uma contagem de  $8,4 \times 10^6$  UFC/ $\text{cm}^2$  de *Pseudomonas* mesmo com a utilização da embalagem à vácuo. Isso

pode ter ocorrido pela pequena quantidade de oxigênio não removido durante a formação do vácuo, pela sua presença entre as camadas de músculo e pele e no interior da carcaça. A alta contagem de *Pseudomonas* já no início do processo de armazenamento deve ter influenciado diretamente o tempo de vida útil.

Os odores desagradáveis encontrados em carnes embaladas à vácuo são descritos como ácido/rançoso/cheirando a queijo. Eles estão associados em menor parte com o acúmulo de ácidos graxos de cadeia curta. Outros compostos também encontrados são: ácido acético, ácido isovalérico, metilaminas, dimetilaminas, trimetilaminas, metil etil cetonas, etanol, sulfeto de hidrogênio, amônia, sendo produzido por microrganismos como por ex.: *Br. thermosphacta*, *Ser. liquefaciens*, *Alt. putrefaciens*, *Aeromonas* sp e bactérias lácticas (SKINNER, 1983).

Os valores de TBA obtidos durante a vida útil do frango fermentado são visualizados na **Figura 7**.



MP = matéria-prima  
MDA = malonaldeído.

**Figura 7.** Valores de TBA nos vários estágios de processamento e vida útil de frango desossado fermentado a baixa temperatura.

Observa-se que na matéria-prima descongelada, a coxa e o peito apresentam valores de TBA próximos e a pele um valor consideravelmente mais baixo. Após a injeção houve a redução do malonaldeído em ambos os músculos. Isso possivelmente ocorreu pela diluição do composto, ocasionada pela adição de salmoura, mesmo que em pequeno volume (60mL) nessa etapa do processo. No músculo do peito essa redução foi mais acentuada do que na coxa. Após 120h de fermentação (realizada a 13°C e umidade relativa de 75%) foi observada uma elevação dos valores de TBA no peito e na coxa, não havendo influência na quantidade encontrada para a pele. No frango defumado ocorreu a redução do valor nos músculos do peito e coxa, provavelmente pela ação de compostos antioxidantes presentes na fumaça (fenóis). Entretanto, na pele verificou-se um aumento considerável no valor de MDA, onde provavelmente a variável

---

temperatura exerceu maior influência e também a sua perda de umidade que contribuiu na concentração dos compostos devido à perda de água ser maior na pele do que nos músculos.

No tempo de vida útil (4, 7 e 10 dias), observou-se uma tendência a aumentar o valor de MDA nos músculos e na pele, sendo que no 10<sup>o</sup> dia esse aumento ficou mais evidente, principalmente na pele.

No 4<sup>o</sup> dia de estocagem, já era percebido odor de ranço, juntamente com os odores produzidos pela deterioração microbiológica.

Neste estudo, foram encontrados os seguintes valores para o teor de lipídios na carcaça fermentada por 120h: 1,7g de gordura/100g músculo de peito e 5,9g de gordura/100g de músculo de coxa, ambos sem pele. Na carne de frango o ácido graxo saturado mais abundante é o palmítico (16:0) (2,33g/100g), enquanto que o monoinsaturado e o poliinsaturado encontrados em maiores concentrações são o oléico (18:1) (3,74g/100g) e o linoléico (18:2) (2,1g/100g), respectivamente. Desta forma, é de se esperar valores maiores de MDA para o músculo da coxa por causa do seu maior conteúdo de gordura (4,3%) quando comparado com o peito (1,6%) (isso não ocorreu somente aos 4 dias e 7 dias do estudo de vida útil) (BARBUT, 2002).

Simplificadamente, o produto é considerado rancificado quando atinge a fase de propagação, sendo a vida útil determinada principalmente pelo tempo que se gasta para mudar da fase de iniciação para a de propagação até que se atinja a fase de terminação.

---

## 5. CONCLUSÕES

- Uso de baixa temperatura de fermentação, inóculos de bactérias lácticas em meio acidificado e utilização de massageamento tornou viável a fermentação de frango inteiro desossado até atingir pH muscular menor ou igual a 5,2.
- A carcaça de frango fermentada teve boa aceitação por parte dos consumidores. A preferência em ordem decrescente de aceitação foi: frango fermentado defumado > frango fermentado menos ácido > frango fermentado mais ácido.
- O processo e as culturas empregadas não foram eficazes para estender a vida útil das carcaças de frango fermentadas, em relação à carcaças refrigeradas; aos 4 dias de armazenamento a  $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$  as carcaças apresentavam características sensoriais de deterioração e altas contagens bacterianas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEF, Associação Brasileira de Exportadores de Frango. Disponível em <http://www.abef.com.br>. Acesso em 17 abr. 2006.

ALEXANDRE, D. **Conservação da Polpa de Açaí através da Tecnologia de Obstáculos e Caracterização Reológica**. 2002. Dissertação (Mestre em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1980.

ANTONI, I. **Influência dos microorganismos Staphylococcus xylosum, Lactobacillus plantarum e Staphylococcus carnosus no perfil aromático de salames**. FEA- UNICAMP, Tese de Doutorado, 2005.

ARIMA, H. Defumação, **IV Curso de tecnologias para aproveitamento integral do pescado**, CTC – ITAL, mai/jun, 2006, 160p.

- ARYANTA, R. W.; FLEET, G. H.; BUCKLE, K. A. The occurrence and growth of microorganisms during the fermentation of fish sausage. **Int. Journal Food Microbiology**, 13, 143-156. 1991.
- BACUS, J. N. **Utilization of microorganisms in meat processing**, Letchworth: Research Studies Press Ltd., John Wiley & Sons, 170p. 1986.
- BARBUT, S. **Poultry products processing. An industry guide**. USA, CRC Press, 2002, 548p.
- BOHRER, P. B. **A suinocultura brasileira**. In: XI Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos. 2003. p. 46-64.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. **Diário Oficial da União, 09 de setembro de 1999, Instrução Normativa n.20, de 21 de julho de 1999**. Regulamenta Métodos Analíticos para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes – Métodos físico-químicos.
- CARIONI, F. O.; PORTO, A. C. S. Uso de culturas iniciadoras para a elaboração de um embutido à base de carne de pato (*Cairina moschata*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, n.3, set./dez., 2001.
- CAVENAGHI, A. D.; BERAQUET, N. J. Production of a cooked “italian salami” type sausage using chicken leg meat. In: **Proceedings, 49<sup>th</sup> ICoMST**, p.467-468, 2002.
- CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**, Editora da Unicamp, Campinas – SP, 1999, 211p.
- CONTRERAS, J. C. C. **Efeitos do atordoamento elétrico, da estimulação elétrica e da desossa a quente na qualidade da carne do peito**. FEA – UNICAMP, Tese de doutorado, 155p, 1995.
- CONVENTRY, Y.; HICKEY, M. W. **Growth Characteristics of Meat Starter Cultures** Cientific Publisbing, N. Y. 1991. p. 30 - 48.
- DELLA TORRE, J. C. de M.; RODAS, M. A. de B.; BADOLATO, G. G. Perfil sensorial e aceitação de suco de laranja pasteurizado minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.2, Campinas, ago/2003. p.105-111.
- DEUMIER, F. decontamination of deboned chicken legs by vacuum-tumbling in lactic acid solution, **International Journal of food Science & technology**, v.41, Issue 1, January, p.23, 2006.

- DEUMIER, F.; COLLIGAN, A. The effects of sodium lactate and starter cultures on pH, lactic acid bacteria, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* spp. Levels in pure chicken dry fermented sausage. **Meat Science**, (65), 1165-1174, 2003.
- DOWNES, F. P.; ITO, K. (ed.). 2001. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**, 4<sup>th</sup> ed. American Public Health Association, Washington, D.C.
- FARMER, E. H.; BLOOMFIELD, G. F.; SUNDARALINGAM, A.; SUTTON, D. A. the course of mechanism autoxidation reactions in olefinic and poliolefinic substances, including rubber. **Transactions of the faraday society**, v.38, 348-356, 1942.
- FENNEMA, O. R. **Food Chemistry**, 3<sup>rd</sup>, Marcel Dekker, Inc., New York, 1996.
- FERREIRA, V. L. P. (Coord.). Análise sensorial: Testes discriminativos e afetivos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, p.73-77. 2000. (Manual Séria Qualidade).
- FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança alimentar**. Trad. Maria Carolina Minardi Guimarães e Cristina Leonhardt. Porto Alegre: Artmed, 2002, 424p.
- GALEAZZI, U. A.; GARCIA, F. T.; BLISKA, F. M. M. & ARIMA, H. K. Caracterização do consumo de carnes no Brasil. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n.310, p. 35-38, dez., 2002.
- GÖKALP, H. Y. Residual nitrate, nitrite, carbonyl and TBA values of Turkish *soudjouk* manufactured by adding different starter cultures using different ripening temperatures. **Journal Food Technology**, 21, 615-625, 1986.
- GRAY, J. I.; GOMAA, E. A.; BUCKELEY, D. J. oxidative quality and shelf life of meats. **Meat Science**, (43), 111-123, 1996.
- HENDRICK, H. B.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C. **Principles of Meat Science**, 3<sup>rd</sup> edition, USA: Kendall/Hunt Publishing Company, 1989, 354 p.
- HONIKEL, K. O. **Encyclopedia of Meat Science**, V.1, Elsevier, Academic Press, Oxford, UK, 2004.
- HORWITZ, W. (ed.). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, 17th ed., Gaithersburg Maryland, USA: AOAC International, 2000.

- HUGAS, M. Bacteriocinogenic lactic acid bacteria for the biopreservation of meat and meat products, **Meat Science**, (49), S139-S150, 1998.
- HVYLYA, S.; GONOTSKY, V.; DUBROVSKAYA, V. New raw-fermented product from turkey meat. In: **Proceedings, 49<sup>th</sup> ICoMST**, p.455-456, 2003.
- ICMSF. Microbial ecology of foods, v. 1, **Food Commodities**, Academic Press, London, 1980.
- INCZE, K. Fermented meat products, **Fleischwirtschaft International**, (2), 26-32, 2003.
- JAY, J. M. **Modern food microbiology**. 5.ed. New York : Chapman & Hall, 1992. 661p.
- JIRA, W. Polycyclic aromatic hidrocarbons in smoked meat products and liquid smokes, **Fleischwirtschaft International**, (4), 44-53, 2003.
- JONES, L. V.; PERYAM, D. R.; THRUSTONE, L. L. Development of a scale for measuring soldieres food preferences. **Food Research**, Champaign, v.20, n.5, p.512-520, 1955.
- LANZILLOTTI, R. S.; LANZILLOTTI, H. S. Análise sensorial sob o enfoque da decisão *fuzzy*. **Ver. Nutr.**, v.12, n.2, 1999. p. 145-157.
- LEISTNER, L. **Food design by hurdle technology and HACCP**, Kulmbach, Germany, 1994.
- LEISTNER, L.; RODEL, W. The significance of water activity for microorganisms in meats. In: DUCK WORTH, R. B., ed. **Water relations of foods**, London, Academic Press, 1975, p.309-323.
- LEMOS, A. L. S. C. **Seminário e curso teórico – prático: agregando valor à carne de aves**. Centro de Tecnologia de Carnes – ITAL, Campinas, dezembro de 2000.
- LEMOS, A. L. S. C., NUNES, D. R. M., VIANA, A. G. Optimization of the still-marinating process of chicken parts. **Meat Science**, (52) 227-234, 1999.
- LEROY, F.; VERLUYTEN, L.; VUYST DE, L. Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation, **International Journal of Food Microbiology** (106), 270-285, 2006.

- LÜCKE, F. K. Fermented sausages. **Microbiology of fermented foods**, vol. 2, p. 41-83, Elsevier Applied Science, London. 1985.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, B. S.; CARR, M. S. **Sensory Evaluation Techniques**, 3<sup>rd</sup> Edition, London, New York: CRC Press, 1999. 387p.
- MILLER, R. Assessing consumer preferences and attitudes toward meat and meat products. **Brazilian Journal of Food Technology**. v.6, Special issue, p.67-80, 2003.
- MORAES, P. C. B. T. **Avaliação de iogurtes líquidos comerciais sabor morango: estudo de consumidor e perfil sensorial**. 2004. 127p. Dissertação (Mestre em Alimentos e Nutrição), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- OCKERMAN, H. W.; TAN, F. J. Physical and sensory characteristics of marinated chicken drumsticks treated with nisin and the lactoperoxidase system. In: **Proceedings, 49<sup>th</sup> ICoMST**, p.457-458.
- PAL, D.; SACHDEVA, S.; SINGH, S. Methods for determination of sensory quality of foods: A critical appraisal. **J Food Sci**, v.32, n. 5, p. 357- 367, 1985.
- PERYAM, D. R.; GIRARDDOT, N. F. Advanced taste method. **Food Engineering**, Radnor, v.24, p.58-61, 1952.
- PLATT, G. C. Fermented Meats: A World Perspective. In: PLATT, G. C. **Fermented Meats**. Glasgow: Blackie, 1995. p. 39-52.
- SILVA, M. A. A. P. da S. Apostila de aulas teóricas, Análise Sensorial de Alimentos, FEA/UNICAMP.
- SKINNER, F. A.; ROBERTS, T. A. **Food microbiology: advances and prospects**, London ; New York : Academic Press, 1983
- SOUSA, M. C.; RIBEIRO, A. M. R. 1983. Chouriço de carne português: Tecnologia de produção e caracterização química, microbiológica e imunológica. **Indústria Alimentar**, v.1, novembro, p.14-23, 1983.
- STANLEY, E. G. **Bacterial starter cultures for foods**. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, 205 p. 1985.
- STONE, H.; SIDEL, J. The role of sensory evaluation in the industry. **Food Quality and Preference**, v.4, 1993. p. 65-73.

- SUNESSEN, L. O.; STAHNKE, L. H. Mould starter cultures for dry sausages – selection, application and effects. **Meat Science**, 65, p.935-948, 2003.
- TAN F. J.; OCKERMAN H. W. Applicability of nisin and tumbling to improve the microbiological quality of marinated chicken drumsticks. *Journal Animal Science*, v.19, n.2, p. 292-296, 2006.
- TARLADGIS, B. G.; WATTS, B. M.; YOUNATHAN, M. T. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **Journal american oil chemist's society**, v.37, n.1, p.44-48, 1960.
- UBA, União Brasileira de Avicultura. **Relatório Anual 2005/2006**. Athalaia Gráfica e Editora, Brasília. 77p.
- VALLS, S. J. **Introducción al análisis sensorial de los alimentos**. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona, 1999. 336p.
- VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Carne y productos cárnicos: tecnología, química y microbiología**. Zaragoza, España: Acribia, 1995. 422p.
- XARGAYÓ, M. Marination of fresh meats by means of spray effects. **Fleischwirtschaft International**, v.2, n.1, p.70 - 74, 2001.
- YAMADA, E. A.; BERAQUET, N. J. Embutido Fermentado Cozido. **Coletânea ITAL**, Campinas, 23(1) 19-27, jan./jun., 1993.
- WATTS, B. M.; YLIMAKI, G. L.; JEFFERY, L. E.; ELIAS, L. G. **Métodos sensoriais básicos para la evaluación de alimentos**. Traducción: Oficina de Traducciones, Secretaria de Estado. Ottawa: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 170p, 1992.
- ZHAO, Y. **Extension Service In Value Added Processing**, 2002. Disponível em: <http://oregonstate.edu/dept/foodsci/foodweb/main.htm>. Acesso em 06 de abr. 2004.



# CONCLUSÃO GERAL



---

## CONCLUSÃO GERAL

Os resultados mostraram que o emprego de altas temperaturas (20 – 30°C) na fermentação de carcaças de frango desossadas foi inviável. Entretanto o uso de baixas temperaturas (13°C) permitiu atingir  $\text{pH} \leq 5,2$ , apesar de aumentar o tempo de processo. Além da baixa temperatura, outros três fatores que contribuíram na fermentação foram: a adição de ácido orgânico na injeção, que reduziu o pH inicial da carne de frango, considerado alto quando comparado com o pH de outros tipos de carne e também contribuiu na redução da carga microbiana, a inoculação da cultura *starter* por injeção e a aplicação do processo de massageamento em *tumbler*. Por se tratar de um novo produto e os consumidores não associarem carne de frango com acidez, mas apesar disso, o produto teve boa aceitação, principalmente o defumado. As barreiras utilizadas na conservação do produto não foram suficientes para conferir estabilidade microbiológica a temperatura ambiente e nem eficazes para estender a vida útil das carcaças de frango fermentadas, em relação às carcaças refrigeradas. O alto conteúdo de água da carne incorporado no processo de pré-resfriamento das carcaças dificulta a conservação deste produto devido a dificuldade de remoção da água dos músculos pelos processos de secagem e defumação. Ainda, a pele atua como barreira na redução da atividade de água, um dos principais fatores empregados na conservação de produtos cárneos estáveis a temperatura ambiente. Pelos ensaios realizados, concluiu-se que a aplicação dos métodos combinados empregados juntamente com o processo fermentativo em carcaças resfriadas não foram suficientes para conferir a estabilidade à temperatura ambiente do produto desenvolvido.

## **SUGESTÕES PARA PRÓXIMOS TRABALHOS**

Nos estudos finais desse trabalho em que se conseguiu realizar o processo de fermentação, foram utilizadas carcaças já injetadas com salmoura obtidas no varejo com pH iniciais bastante altos (6,25 para o peito e 6,80 para a coxa). Possivelmente pelo uso de carcaças não injetadas com pH iniciais menores o processo de fermentação possa ser acelerado.

A retirada dos micrococos e estafilococos da solução de inoculação usando-se somente lactobacilos homofermentativos produtores de ácido láctico poderiam reduzir às reações de lipólise e proteólise e acelerar a queda do pH dos músculos.

Uma outra possibilidade seria o uso de carcaças com osso o que evitaria a separação dos músculos. Contudo, teriam que ser encontradas maneiras de evitar o crescimento microbiano no interior da medula dos ossos.

# **ANEXOS**



## Anexo 1

**AVALIAÇÃO SENSORIAL - NOVO PRODUTO DE CARNE DE FRANGO**

Nome: \_\_\_\_\_ Ramal: \_\_\_\_\_  
 Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2006 Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: ( ) F ( ) M

Você receberá uma amostra codificada de PEITO DE FRANGO, proveniente de uma carcaça de frango desossada fermentada.

Por favor, prove a amostra 574 e avalie o quanto você **GOSTOU** ou **DESGOSTOU**:

**1. MODO GLOBAL**

- ( ) Gostei extremamente  
 ( ) Gostei muito  
 ( ) Gostei moderadamente  
 ( ) Gostei ligeiramente  
 ( ) Nem gostei / Nem desgostei  
 ( ) Desgostei ligeiramente  
 ( ) Desgostei moderadamente  
 ( ) Desgostei muito  
 ( ) Desgostei extremamente

**2. ODOR**

- ( ) Gostei extremamente  
 ( ) Gostei muito  
 ( ) Gostei moderadamente  
 ( ) Gostei ligeiramente  
 ( ) Nem gostei / Nem desgostei  
 ( ) Desgostei ligeiramente  
 ( ) Desgostei moderadamente  
 ( ) Desgostei muito  
 ( ) Desgostei extremamente

**3. SABOR SALGADO**

- ( ) Gostei extremamente  
 ( ) Gostei muito  
 ( ) Gostei moderadamente  
 ( ) Gostei ligeiramente  
 ( ) Nem gostei / Nem desgostei  
 ( ) Desgostei ligeiramente  
 ( ) Desgostei moderadamente  
 ( ) Desgostei muito  
 ( ) Desgostei extremamente

**4. SABOR ÁCIDO**

- ( ) Gostei extremamente  
 ( ) Gostei muito  
 ( ) Gostei moderadamente  
 ( ) Gostei ligeiramente  
 ( ) Nem gostei / Nem desgostei  
 ( ) Desgostei ligeiramente  
 ( ) Desgostei moderadamente  
 ( ) Desgostei muito  
 ( ) Desgostei extremamente

Deixando de lado a questão de preço, com relação a compra do produto 574, você:

- ( ) Certamente compraria  
 ( ) Provavelmente compraria  
 ( ) Talvez comprasse, talvez não  
 ( ) Provavelmente não compraria  
 ( ) Certamente não compraria

Por favor, comente o que você mais gostou e menos gostou na amostra e comente os atributos avaliados: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Obrigada pela sua participação!!

Figura ilustrativa do modelo de ficha utilizada no Teste de Consumidor do peito do Experimento II.

## Anexo 2

### AVALIAÇÃO SENSORIAL - NOVO PRODUTO DE CARNE DE FRANGO

Nome: \_\_\_\_\_ Ramal: \_\_\_\_\_  
 Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2006 Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: ( ) F ( ) M

Você receberá uma amostra codificada de COXA DE FRANGO, proveniente de uma carcaça de frango desossada fermentada.

Por favor, prove a amostra 483 e avalie o quanto você **GOSTOU** ou **DESGOSTOU**:

#### 1. MODO GLOBAL

- ( ) Gostei extremamente  
 ( ) Gostei muito  
 ( ) Gostei moderadamente  
 ( ) Gostei ligeiramente  
 ( ) Nem gostei / Nem desgostei  
 ( ) Desgostei ligeiramente  
 ( ) Desgostei moderadamente  
 ( ) Desgostei muito  
 ( ) Desgostei extremamente

#### 2. ODOR

- ( ) Gostei extremamente  
 ( ) Gostei muito  
 ( ) Gostei moderadamente  
 ( ) Gostei ligeiramente  
 ( ) Nem gostei / Nem desgostei  
 ( ) Desgostei ligeiramente  
 ( ) Desgostei moderadamente  
 ( ) Desgostei muito  
 ( ) Desgostei extremamente

#### 3. SABOR SALGADO

- ( ) Gostei extremamente  
 ( ) Gostei muito  
 ( ) Gostei moderadamente  
 ( ) Gostei ligeiramente  
 ( ) Nem gostei / Nem desgostei  
 ( ) Desgostei ligeiramente  
 ( ) Desgostei moderadamente  
 ( ) Desgostei muito  
 ( ) Desgostei extremamente

#### 4. SABOR ÁCIDO

- ( ) Gostei extremamente  
 ( ) Gostei muito  
 ( ) Gostei moderadamente  
 ( ) Gostei ligeiramente  
 ( ) Nem gostei / Nem desgostei  
 ( ) Desgostei ligeiramente  
 ( ) Desgostei moderadamente  
 ( ) Desgostei muito  
 ( ) Desgostei extremamente

Deixando de lado a questão de preço, com relação a compra do produto 483, você:

- ( ) Certamente compraria  
 ( ) Provavelmente compraria  
 ( ) Talvez comprasse, talvez não  
 ( ) Provavelmente não compraria  
 ( ) Certamente não compraria

Por favor, comente o que você mais gostou e menos gostou na amostra e comente os atributos avaliados: \_\_\_\_\_

Obrigada pela sua participação!!

Figura ilustrativa do modelo de ficha utilizada no Teste de Consumidor da coxa do Experimento II.

### Anexo 3

#### ANÁLISE SENSORIAL DE CARNE DE FRANGO FERMENTADA.

Nome: \_\_\_\_\_ data: \_\_\_/\_\_\_/2006

1. Com que frequência você consome carne de frango?

- ( ) Mais de 3 vezes por semana  
 ( ) De 2 a 3 vezes por semana  
 ( ) De 1 a 2 vezes por semana  
 ( ) Quinzenalmente  
 ( ) Mensalmente

Avalie a amostra de frango inteiro desossado fermentado, já assado e indique com X na escala abaixo o quanto você *GOSTOU* ou *DESGOSTOU* da APARÊNCIA:

9	Gostei extremamente
8	Gostei muito
7	Gostei moderadamente
6	Gostei ligeiramente
5	Nem Gostei / Nem Desgostei
4	Desgostei Ligeiramente
3	Desgostei moderadamente
2	Desgostei muito
1	Desgostei extremamente

Por favor, comente sobre a amostra avaliada:


Deixando de lado a questão de preço, com relação à compra do produto, você:

Certamente compraria	( )
Provavelmente compraria	( )
Talvez comprasse, talvez não	( )
Provavelmente não compraria	( )
Certamente não compraria	( )

Obrigada pela sua participação!!

Figura ilustrativa da ficha utilizada no Teste de Consumidor de aparência do frango desossado fermentado do Experimento II.

### Anexo 4

#### AVALIAÇÃO SENSORIAL - NOVO PRODUTO DE CARNE DE FRANGO

Nome: \_\_\_\_\_ Ramal: \_\_\_\_\_  
 Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2006 Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: ( ) F ( ) M

Você irá avaliar dois cortes de carne de frango: PEITO e COXA, provenientes de uma carcaça de frango desossada fermentada.

Por favor, prove as amostras e avalie o quanto você **GOSTOU** ou **DESGOSTOU**:

- 9 - Gostei extremamente
- 8 - Gostei muito
- 7 - Gostei moderadamente
- 6 - Gostei ligeiramente
- 5 - Nem gostei / Nem desgostei
- 4 - Desgostei ligeiramente
- 3 - Desgostei moderadamente
- 2 - Desgostei muito
- 1 - Desgostei extremamente

Amostra	Resposta				
	Modo global	Odor	Sabor salgado	Sabor ácido	Maciez

Deixando de lado a questão de preço, com relação a compra do produto, você:

	Amostra	Resposta
5 - Certamente compraria	_____	_____
4 - Provavelmente compraria	_____	_____
3 - Talvez comprasse, talvez não	_____	_____
2 - Provavelmente não compraria	_____	_____
1 - Certamente não compraria	_____	_____

Por favor, comente o que você mais gostou e menos gostou na amostra e comente os atributos avaliados: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Obrigada pela sua participação!!

Figura ilustrativa do modelo de ficha utilizada no Teste de Consumidor do peito e da coxa provenientes da carcaça fermentada do Experimento III.

## Anexo 5

## AVALIAÇÃO SENSORIAL - NOVO PRODUTO DE CARNE DE FRANGO

Nome: \_\_\_\_\_ Ramal: \_\_\_\_\_  
 Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2006 Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: ( ) F ( ) M

Você irá avaliar dois cortes de carne de frango: PEITO e COXA, provenientes de uma carcaça de frango desossada fermentada defumada.

Por favor, prove as amostras e avalie o quanto você **GOSTOU** ou **DESGOSTOU**:

- 9 - Gostei extremamente
- 8 - Gostei muito
- 7 - Gostei moderadamente
- 6 - Gostei ligeiramente
- 5 - Nem gostei / Nem desgostei
- 4 - Desgostei ligeiramente
- 3 - Desgostei moderadamente
- 2 - Desgostei muito
- 1 - Desgostei extremamente

Amostra	Resposta				
	Modo global	Odor	Sabor salgado	Sabor ácido	Sabor defumado

Deixando de lado a questão de preço, com relação a compra dos produtos, você:

	Amostra	Resposta
5 - Certamente compraria	_____	_____
4 - Provavelmente compraria	_____	_____
3 - Talvez comprasse, talvez não	_____	_____
2 - Provavelmente não compraria	_____	_____
1 - Certamente não compraria	_____	_____

Por favor, comente o que você mais gostou e menos gostou na amostra e comente os atributos avaliados: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Obrigada pela sua participação!!

Figura ilustrativa do modelo de ficha utilizada no Teste de Consumidor do peito e da coxa provenientes da carcaça fermentada defumada do Experimento III.

### Anexo 6

#### ANÁLISE SENSORIAL DE CARNE DE FRANGO FERMENTADA.

Nome: \_\_\_\_\_ data: \_\_\_/\_\_\_/2006

1. Com que frequência você consome carne de frango?

- ( ) Mais de 3 vezes por semana  
 ( ) De 2 a 3 vezes por semana  
 ( ) De 1 a 2 vezes por semana  
 ( ) Quinzenalmente  
 ( ) Mensalmente

Avalie a amostra de frango inteiro desossado fermentado e indique com X na escala abaixo o quanto você GOSTOU ou DESGOSTOU da APARÊNCIA:

9	Gostei extremamente
8	Gostei muito
7	Gostei moderadamente
6	Gostei ligeiramente
5	Nem Gostei / Nem Desgostei
4	Desgostei Ligeiramente
3	Desgostei moderadamente
2	Desgostei muito
1	Desgostei extremamente

Por favor, comente sobre a amostra avaliada:


Deixando de lado a questão de preço, com relação à compra do produto, você:

Certamente compraria	( )
Provavelmente compraria	( )
Talvez comprasse, talvez não	( )
Provavelmente não compraria	( )
Certamente não compraria	( )

Obrigada pela sua participação!!

Figura ilustrativa da ficha utilizada no Teste de Consumidor de aparência do frango desossado fermentado do Experimento III.

## Anexo 7

### ANÁLISE SENSORIAL DE CARNE DE FRANGO FERMENTADA DEFUMADA.

Nome: \_\_\_\_\_ data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2006

1. Com que frequência você consome carne de frango?

- ( ) Mais de 3 vezes por semana  
 ( ) De 2 a 3 vezes por semana  
 ( ) De 1 a 2 vezes por semana  
 ( ) Quinzenalmente  
 ( ) Mensalmente

Avalie a amostra de frango inteiro desossado fermentado defumado e indique com X na escala abaixo o quanto você *GOSTOU* ou *DESGOSTOU* da APARÊNCIA:

9	Gostei extremamente
8	Gostei muito
7	Gostei moderadamente
6	Gostei ligeiramente
5	Nem Gostei / Nem Desgostei
4	Desgostei Ligeiramente
3	Desgostei moderadamente
2	Desgostei muito
1	Desgostei extremamente

**Por favor, comente sobre a amostra avaliada:**


**Deixando de lado a questão de preço, com relação à compra do produto, você:**

Certamente compraria	( )
Provavelmente compraria	( )
Talvez comprasse, talvez não	( )
Provavelmente não compraria	( )
Certamente não compraria	( )

Obrigada pela sua participação!!

Figura ilustrativa da ficha utilizada no Teste de Consumidor de aparência do frango inteiro desossado fermentado defumado do Experimento III.