



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIA DE**  
**ALIMENTOS**

**ESTIMATIVA DA VIDA ÚTIL EM PEITO DE FRANGO EM DIFERENTES**  
**TEMPERATURAS DE ARMAZENAMENTO**

**LIANE ALDRIGHI GALARZ**  
**Bacharel em Química de Alimentos**

**Dr. CARLOS PRENTICE-HERNÁNDEZ**  
**Orientador**

**Rio Grande, RS**  
**2008**

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIA DE  
ALIMENTOS**

**ESTIMATIVA DA VIDA ÚTIL EM PEITO DE FRANGO EM DIFERENTES  
TEMPERATURAS DE ARMAZENAMENTO**

**LIANE ALDRIGHI GALARZ**  
Bacharel em Química de Alimentos

Dissertação apresentada para a obtenção  
do título de Mestre em Engenharia e  
Ciência de Alimentos.

**Dr. CARLOS PRENTICE-HERNÁNDEZ**  
Orientador

Rio Grande, RS  
2008

A minha amada e amorosa mãe, Neiva Aurora Aldrighi Galarz, dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por me oportunizar a realização deste curso de mestrado. Porque permitiu que eu fosse aprovada no processo seletivo para mestrado do Programa de Pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos da FURG. Por me dar sabedoria, capacidade e persistência para vencer cada etapa do curso. Pelos professores, colegas e funcionários que foram capazes e dispostos a me orientar e apoiar, além de dividir seu tempo e material comigo. Por encaminhar pessoas maravilhosas que me ajudaram de forma altamente significativa na parte prática do trabalho. Porque providenciou meios para que eu pudesse me dedicar exclusivamente ao curso, através de muitas pessoas, além da bolsa de estudos. O Senhor colocou amor no coração de familiares e amigos que dividiram seu tempo e seus bens comigo, de modo que tive moradia, transporte, alimentação e todo o material que precisei, além de atenção, incentivo e carinho. Porque meu Deus me perdoou todas as vezes que Lhe entristeci, fazendo o que não deveria ou deixando de fazer o que Ele esperava que eu fizesse (Dn. 9:9). Por me dar a certeza de que “com a força que Cristo me dá, posso enfrentar qualquer situação (Fp. 4:13)” pois Ele prometeu que daria tudo o que precisasse (Fp. 4:19). Porque conheci pessoas que agora chamo de amigos e vão continuar no meu coração. Por tantas coisas boas e aparentemente ruins que aconteceram nos últimos dois anos, mas que eu sei, de acordo com Rm. 8:28, contribuíram para o meu bem.

Muito obrigada, meu Deus!

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	VIII
LISTA DE FIGURAS .....	IX
RESUMO GERAL .....	XI
GENERAL ABSTRACT .....	XII
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS .....	XIII
CAPÍTULO I .....	1
1 INTRODUÇÃO GERAL .....	2
2 OBJETIVOS .....	4
2.1 Objetivo geral .....	4
2.2 Objetivos específicos .....	4
CAPÍTULO II .....	5
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	6
3.1 Crescimento microbiano em alimentos .....	6
3.2 Qualidade microbiológica dos alimentos .....	8
3.3 Carne de aves .....	10
3.4 Qualidade microbiológica da carne de frango .....	14
3.5 Microrganismos de interesse em frango .....	14
3.5.1 Microrganismos indicadores da qualidade higiênica dos alimentos .....	14
3.5.2 Microrganismos deteriorantes .....	20
3.6 Vida útil de um produto .....	22
3.7 Alterações na carne refrigerada .....	23
CAPÍTULO III .....	26

4 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO .....	26
ARTIGO 1: SIMULAÇÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTO DE PEITO DE FRANGO EM TERMOS DE CRESCIMENTO MICROBIANO .....	27
RESUMO .....	28
ABSTRACT .....	29
1 INTRODUÇÃO .....	30
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	32
2.1 Amostras e microrganismos .....	32
2.2 Composição proximal .....	33
2.3 Determinação do pH e de NaCl.....	33
2.4 Simulação da cadeia de suprimento de frango .....	33
2.5 Análise microbiológica.....	34
2.5.1 Contagem Total de Aeróbios Mesófilos em Placa.....	34
2.5.2 Contagem Total de Aeróbios Psicrotróficos.....	34
2.5.3 Contagem de <i>Staphylococcus</i> spp.....	34
2.5.4 Contagem de <i>Pseudomonas</i> spp.....	35
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	36
3.1 Composição proximal .....	36
3.2 Valores de pH.....	38
3.3 Valores de NaCl .....	39
3.4 Simulação da cadeia de suprimento de frango .....	39
3.4.1 Fase congelada.....	39

3.4.2 Fase refrigerada.....	40
4 CONCLUSÕES.....	47
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
ARTIGO 2: AVALIAÇÃO MICROBIANA DE PEITO DE FRANGO (CRU, TEMPERADO E COZIDO) EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO.....	55
RESUMO .....	56
ABSTRACT .....	57
1 INTRODUÇÃO.....	58
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	60
2.1 Produtos e preparo das amostras .....	60
2.2 Descrição do processo.....	60
2.3 Análise microbiológica.....	60
2.3.1 Contagem Total de Aeróbios Mesófilos em Placa.....	61
2.3.2 Contagem Total de Aeróbios Psicrotróficos.....	61
2.3.3 Contagem de <i>Staphylococcus</i> spp.....	61
2.3.4 Contagem de <i>Pseudomonas</i> spp.....	62
2.3.5 Cálculos para determinação de UFC.....	62
2.3.6 Determinação de parâmetros a partir das curvas de crescimento microbiano.....	62
2.4 Determinação do pH.....	62
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	62
3.1 Aeróbios Psicrotróficos.....	62
3.2 <i>Pseudomonas</i> spp.....	69

3.3 Aeróbios Mesófilos .....	76
3.4 <i>Staphylococcus</i> spp.....	82
4 CONCLUSÕES .....	87
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
CAPÍTULO IV.....	96
5 CONCLUSÕES GERAIS .....	97
CAPÍTULO V.....	98
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
7 ANEXO .....	119
8 APÊNDICE.....	123



## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO II

Tabela 1 Evolução média dos coeficientes de produção de frango de corte na avicultura brasileira.....	12
---	----

### CAPÍTULO III

#### ARTIGO 1

Tabela 1 Produtos de frango e respectivos microrganismos analisados .....	33
---	----

Tabela 2 Composição proximal, pH e cloretos das amostras de frango (média $\pm$ desvio padrão).....	37
---	----

#### ARTIGO 2

Tabela 1 Valores de contagem inicial e final, velocidade específica máxima de crescimento ( $\mu_{m\acute{a}x}$ ) e vida útil de filé de peito de frango cozido (PC), filé de peito de frango cru (PI) e filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) nas diferentes temperaturas de armazenamento, em relação a aeróbios psicrotróficos.....	67
--	----

Tabela 2 Valores de contagem inicial e final, velocidade específica máxima de crescimento ( $\mu_{m\acute{a}x}$ ) e vida útil de filé de peito de frango cozido (PC), filé de peito de frango cru (PI) e filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) nas diferentes temperaturas de armazenamento, em relação a <i>Pseudomonas</i> spp. ....	73
--	----

Tabela 3 Valores de contagem inicial e final, velocidade específica máxima de crescimento ( $\mu_{m\acute{a}x}$ ) e vida útil de filé de peito de frango cozido (PC), filé de peito de frango cru (PI) e filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) nas diferentes temperaturas de armazenamento, em relação a aeróbios mesófilos.....	80
---	----

Tabela 4 Valores de contagem inicial e final, velocidade específica máxima de crescimento ( $\mu_{m\acute{a}x}$ ) e vida útil de filé de peito de frango cozido (PC), filé de peito de frango cru (PI) e filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) nas diferentes temperaturas de armazenamento, em relação a <i>Staphylococcus</i> spp.....	85
--	----

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

- Figura 1: Fases da curva de crescimento microbiano. ....6
- Figura 2: Representação da relação entre diferentes curvas de crescimento microbiano e diferentes temperaturas e os possíveis destinos de um alimento..... 8
- Figura 3: Evolução da produção brasileira de carne de frango..... 10
- Figura 4: Dados da produção de carne de frango brasileira em 2007 .....11
- Figura 5: Evolução do consumo de carnes no Brasil.....13

### CAPÍTULO III

#### ARTIGO 1

- Figura 1 Curva de crescimento de *Staphylococcus* spp. determinada para filé de peito de frango temperado com NaCl armazenado a  $-18 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , por 20 dias, e transferido para armazenamento a  $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , por mais 21 dias.....41
- Figura 2 Curvas de crescimento de aeróbios psicotróficos determinadas para filé de peito de frango cru (PI) e filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) armazenados a  $-18 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , por 20 dias, e transferidos para armazenamento a  $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , por mais 21 dias.....43
- Figura 3 Curvas de crescimento de aeróbios mesófilos determinadas para filé de peito de frango cru (PI) e filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) armazenados a  $-18 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , por 20 dias, e transferidos para armazenamento a  $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , por mais 21 dias.....44
- Figura 4 Curvas de crescimento de *Pseudomonas* spp. determinadas para filé de peito de frango cru (PI) e filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) e filé de peito de frango cozido armazenados a  $-18 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , por 20 dias, e transferidos para armazenamento a  $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , por mais 21 dias.....46

## ARTIGO 2

Figura 1 Curvas de crescimento de microrganismos psicrotróficos nas temperaturas de armazenamento de 2, 4, 7, 10, 15 e 20°C. A: filé de peito de frango cru (PI); B: filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) e C: filé de peito de frango cozido (PC)... 64

Figura 2 Velocidade máxima específica de crescimento ( $\mu_{\text{máx}}$ ) de aeróbios psicrotróficos encontrada em filé de peito de frango cru (PI), filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) e filé de peito de frango cozido (PC) em diferentes temperaturas de armazenamen.....65

Figura 3 Curvas de crescimento de *Pseudomonas* spp. nas temperaturas de armazenamento de 2, 4, 7, 10, 15 e 20°C. A: filé de peito de frango cru (PI); B: filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) e C: filé de peito de frango cozido (PC)... 71

Figura 4 Velocidade máxima específica de crescimento ( $\mu_{\text{máx}}$ ) de *Pseudomonas* spp. encontrada em filé de peito de frango cru (PI), filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) e filé de peito de frango cozido (PC) em diferentes temperaturas de armazenamento.....74

Figura 5 Curvas de crescimento de aeróbios mesófilos nas temperaturas de 2, 4, 7, 10, 15 e 20°C, em produtos à base de frango. A: filé de peito de frango cru (PI); B: filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) e C: filé de peito de frango cozido (PC). ..78

Figura 6 Velocidade máxima específica de crescimento ( $\mu_{\text{máx}}$ ) de aeróbios mesófilos encontrada em filé de peito de frango cru (PI), filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) e filé de peito de frango cozido (PC) em diferentes temperaturas de armazenamento.....79

Figura 7 Curvas de crescimento de *Staphylococcus* spp. em produtos à base de frango nas temperaturas de 2, 4, 7, 10, 15 e 20°C. A: filé de peito de frango cru (PI); B: filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) e C: filé de peito de frango cozido (PC)....83

Figura 8 Velocidade máxima específica de crescimento ( $\mu_{\text{máx}}$ ) de *Staphylococcus* spp. encontrada em filé de peito de frango cru (PI), filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) e filé de peito de frango cozido (PC) em diferentes temperaturas de armazenamento.....84

## RESUMO GERAL

Durante a produção, armazenamento, transporte e embalagem de produtos alimentícios, a presença de microrganismos é inevitável. A carne de frango, especialmente, é um alimento altamente perecível e, juntamente com outros tipos de carnes provenientes de ave, apresenta grande variedade de bactérias patogênicas e deteriorantes quando comparada com outros alimentos. Assim, a avaliação do crescimento microbiano e o controle da temperatura de armazenamento são importantes para garantir a segurança e vida útil dos alimentos. O trabalho objetivou caracterizar microbianamente três peitos de frango (cru, temperado com NaCl e cozido), produzidos no Brasil e exportados para a Europa, bem como, estimar a vida útil de tais produtos após o descongelamento, quando armazenados em diferentes condições de temperatura. Foi simulada a cadeia de abastecimento dos peitos de frango congelados, durante 20 dias a  $-18 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  para simulação do transporte destes produtos por navio até a Europa, desde sua expedição no Brasil e, após descongelamento, durante 21 dias a  $4 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  para simulação da vida útil em gôndola de supermercado. Os produtos foram analisados quanto a *Pseudomonas* spp., *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus* spp. e microrganismos viáveis totais (mesófilos e psicotróficos). Em termos de contagens de número de colônias viáveis totais, durante os primeiros 20 dias (a  $-18^{\circ}\text{C}$ ), a presença de microrganismos se manteve estável em baixos níveis de detecção. Após o descongelamento foram observadas as curvas de crescimento dos microrganismos, onde as fases *lag* ocorreram durante os primeiros 6 dias. A máxima concentração microbiana foi atingida após 15-18 dias, dependendo do produto. Em nenhuma das amostras foi detectada a presença de *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes*. Após este estudo inicial foi avaliado o tempo de vida útil dos três produtos em diferentes condições de temperatura de armazenamento (2, 4, 7, 10, 15 e  $20^{\circ}\text{C}$ ). O estudo foi baseado na determinação de microrganismos aeróbios psicotróficos, *Pseudomonas* spp., aeróbios mesófilos e *Staphylococcus* spp. O aumento da temperatura fez reduzir a vida útil dos três produtos estudados, em relação a todos os microrganismos. De modo geral, os produtos apresentaram faixas de vida útil de 10 até mais de 26 dias, a  $2^{\circ}\text{C}$ ; de 9 até mais de 21 dias, a  $4^{\circ}\text{C}$ ; de 6 até 12 dias, a  $7^{\circ}\text{C}$ ; de 4 até 8 dias, a  $10^{\circ}\text{C}$ ; de 2 até 4 dias, a  $15^{\circ}\text{C}$ ; e de 1 a 2 dias, a  $20^{\circ}\text{C}$ . Quando armazenadas em temperaturas de refrigeração (2, 4 e  $7^{\circ}\text{C}$ ), as amostras apresentaram pouca variação no tempo de vida útil, especialmente a 2 e  $4^{\circ}\text{C}$ . Já quando armazenadas à temperatura ambiente (temperaturas iguais ou superiores a  $10^{\circ}\text{C}$ ), a cada  $5^{\circ}\text{C}$  de elevação na temperatura de armazenamento, a vida útil reduziu-se à metade do tempo.

**Palavras-chave:** Frango; microrganismos; curva de crescimento; deterioração; vida útil.

## GENERAL ABSTRACT

During production, storage, transport and packaging of food products, the presence of microorganisms is unavoidable. The chicken meat, especially, is a highly perishable food and, together with other types from poultry meat presents great variety of pathogenic bacteria and spoilage when compared with other foods. Like this, the evaluation of the microbial growth and the control of the storage temperature are important to guarantee the safety and shelf life of the foods. The work aimed to characterize microbially, three chicken breast (raw, tempered with NaCl and cooked), produced in Brazil and exported to Europe, as well as, to estimate the shelf life of such products after thawing, when stored in different temperature conditions. The supply chain of frozen chicken breast was simulated for 20 days at  $-18 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  for simulation of the transport of these products by ship to Europe, from its expedition in Brazil and, after thawed, during 21 days at  $4 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  for simulation of the supermarket shelf life. *Pseudomonas* spp., *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus* spp. and total viable microorganisms (mesophilic and psicrotrophic) were analyzed in the products. In terms of accountings of total viable colonies number, during the first 20 days ( $-18^{\circ}\text{C}$ ), the presence of microorganisms was stable at low levels of detection. After thawing the microorganism growth curves showed that the lag phases happened during the first 6 days. The highest microbial concentration was reached after 15-18 days, according to the product. In none of the samples the presence of *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* were detected. After this initial study it was evaluated the shelf life time of the three products in different conditions of storage temperature (2, 4, 7, 10, 15 and  $20^{\circ}\text{C}$ ). The study was based on the determination of aerobic psicrotrophic, *Pseudomonas* spp., aerobics mesophilic and *Staphylococcus* spp. The increase of temperature reduce the shelf life of the three studied products, in relation to all of the microorganisms. In general, the products presented shelf life ranges from 10 to more than 26 days, at  $2^{\circ}\text{C}$ ; from 9 to more than 21 days, at  $4^{\circ}\text{C}$ ; from 6 to 12 days, at  $7^{\circ}\text{C}$ ; from 4 to 8 days, at  $10^{\circ}\text{C}$ ; of 2 to 4 days, at  $15^{\circ}\text{C}$ ; and, from 1 to 2 days at  $20^{\circ}\text{C}$ . When stored in refrigerating temperature (2, 4 and  $7^{\circ}\text{C}$ ), the samples presented a few variation in the shelf life time, especially at 2 and  $4^{\circ}\text{C}$ . But when stored to room temperature (at  $10^{\circ}\text{C}$  or higher temperature), to each  $5^{\circ}\text{C}$  of elevation in the storage temperature, the shelf life was reduced to half time.

**Key words:** Chicken; microorganisms; growth curves; spoilage; shelf life.

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

g	Gramma
ln	Logaritmo Neperiano
log	Logaritmo
mL	Mililitro
NaCl	Cloreto de sódio
PC	Filé de peito de frango cozido
pH	Potencial Hidrogeniônico
PI	Filé de peito de frango cru
PS	Filé de peito de frango temperado com cloreto de sódio
UFC	Unidade Formadora de Colônias
$X_{\text{máx}}$	Contagem máxima
$\mu_{\text{máx}}$	Velocidade específica máxima de crescimento
°C	Graus Celsius

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUÇÃO GERAL**

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Durante a produção, armazenamento, transporte e embalagem de produtos alimentícios é inevitável a presença de organismos microbianos. O comportamento dos microrganismos nos alimentos (crescimento, sobrevivência e morte) é determinado pelas propriedades dos alimentos (atividade de água, pH, etc.) e pelas condições de armazenamento (temperatura, umidade relativa e atmosfera do meio que a rodeia) (NAKASHIMA et al., 2000).

Atualmente, cerca de 30% da carne consumida no mundo é de procedência avícola (FAO, 2006). A contagem de aeróbios mesófilos, psicotróficos, *Enterobacteriaceae*, coliformes, *Micrococcaceae*, enterococci, *Brochothrix thermosphacta*, *Pseudomonas* spp, bactérias ácido lácticas, e mofo e leveduras é usada em indústrias de carnes em geral e de aves, em particular, como indicadores gerais de processamento higiênico, qualidade de armazenamento e potencial vida útil da carne, tanto em atmosfera de oxigênio como em embalagem realizada a vácuo (CAPITA et al, 2001, 2002; ÁLVAREZ-ASTORGA et al., 2002; ALONSO-CALLEJA et al., 2004).

A capacidade de sobrevivência ou de multiplicação dos microrganismos que estão presentes em um alimento depende de uma série de fatores. Entre esses fatores estão aqueles relacionados com as características do próprio alimento (fatores intrínsecos) e os relacionados com o ambiente em que o alimento se encontra (fatores extrínsecos). O fator ambiental que mais afeta a multiplicação de microrganismos é a temperatura. Os microrganismos podem se multiplicar numa faixa bastante ampla de temperatura, havendo registros de multiplicação a um mínimo de -35°C e um máximo de 90°C. Os microrganismos psicrófilos e psicotróficos multiplicam-se bem em alimentos refrigerados, sendo os principais agentes de deterioração do frango. Os microrganismos mesófilos correspondem à grande maioria daqueles de importância em alimentos, inclusive a maior parte dos patógenos de interesse (FRANCO e LANDGRAF, 2005).

Neste trabalho objetivou-se verificar o comportamento de microrganismos, para estimar a vida útil de peito de frango cru, temperado com NaCl e cozido frente a diferentes condições de temperatura de armazenamento. Foram realizadas análises



para determinação de aeróbios mesófilos e psicotróficos, *Staphylococcus* spp., *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, e *Pseudomonas* spp.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Estimar o tempo de vida útil de peito de frango cru, temperado com NaCl e cozido com ênfase na avaliação microbiana dos mesmos, quando armazenados a diferentes temperaturas.

### 2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar microbianamente peito de frango cru, temperado com NaCl e cozido produzidos no Brasil e exportados para a Europa.
- Acompanhar o crescimento de microrganismos selecionados (aeróbios mesófilos e psicrotróficos, *Staphylococcus* spp., e *Pseudomonas* spp.), nos três produtos, armazenados em temperatura controlada (2, 4, 7, 10, 15 e 20°C), e construir as curvas de crescimento para cada microrganismo, produto e temperatura de armazenamento em estudo;
- Determinar o tempo de vida útil para cada produto em estudo a temperaturas de armazenamento refrigerado e de meio-ambiente.

## **CAPÍTULO II**

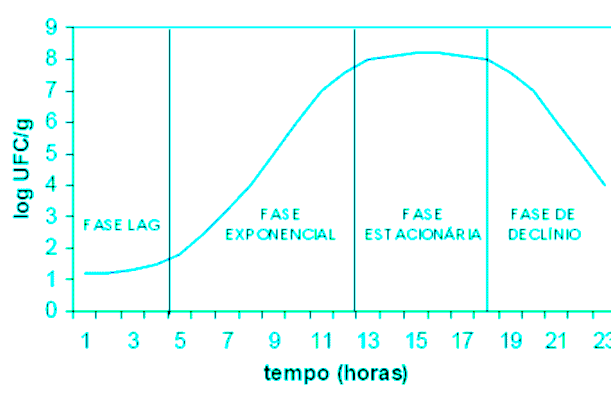
### **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Crescimento microbiano em alimentos

Basicamente, o crescimento bacteriano nos alimentos é influenciado por muitos parâmetros ambientais como pH, conteúdo de sal (NaCl%), atividade de água (aw), temperatura, tipo e estrutura do alimento, microbiota, ou fatores adicionais como preservativos e atmosfera modificada ou embalagem (ANGELA et al., 1988).

Entender melhor processos e dinâmica, durante o crescimento bacteriano do ponto de vista biológico é essencial. O crescimento bacteriano pode ser dividido em quatro partes com significado biológico: fase lag, fase de crescimento, fase estacionária e fase de declínio (SWINNEN et al., 2004).



Fonte: NASCIMENTO, OLIVEIRA e NASCIMENTO, 2005.

Figura 1 Fases da curva de crescimento microbiano.

O significado biológico de cada uma das fases da curva de crescimento microbiano mostrado na Figura 1 pode ser assim definido:

**Fase lag (low active growth):** ajuste da fisiologia e bioquímica das células para que possam ser capazes de explorar o ambiente onde se encontram.

Do ponto de vista de segurança alimentar é muito importante prever a duração da fase lag, isto é, tempo durante qual não há virtualmente nenhum crescimento microbiano (SWINNEN et al., 2004).

**Fase exponencial:** fase de “crescimento balanceado”, ou seja, a síntese de cada componente celular (enzimas, moléculas estruturais, DNA, etc.) é ajustada para que não exista síntese além do necessário para a produção de novas células. Todo o metabolismo está direcionado para a reprodução. Nesta fase, todos os componentes celulares estão presentes em proporções constantes e as células são consideradas para aspectos práticos, fisiologicamente idênticas.

A velocidade de crescimento, na fase exponencial, pode ser expressa como “velocidade de crescimento absoluta”, que indica o aumento da densidade da população com o tempo, ou como “velocidade de crescimento relativa ou específica”, que indica o aumento da densidade da população em um determinado intervalo de tempo, dividido pela densidade de células no tempo final deste intervalo. O tempo necessário para a população microbiana dobrar é denominado de “tempo de geração”.

**Fase estacionária:** morte celular e lise devido ao acúmulo de metabólitos tóxicos no meio de crescimento. Nesta fase, a velocidade de morte celular é equivalente à velocidade de crescimento. Em condições que permitam o crescimento celular, a densidade microbiana nesta fase é tipicamente  $10^9$  UFC.mL<sup>-1</sup>.

**Fase de declínio:** Maior acúmulo de substâncias tóxicas, determinando uma velocidade de morte celular maior do que a capacidade do meio em proporcionar a reprodução ou divisão celular.

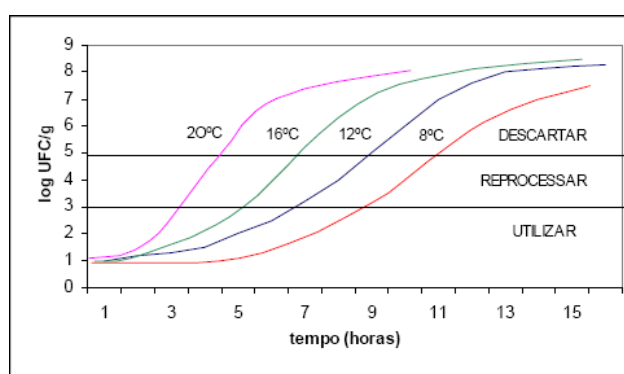
As fases lag e exponencial são as de maior interesse para os microbiologistas de alimentos, pois para a maioria dos alimentos, a deterioração ocorre antes dos microrganismos chegarem à fase estacionária.

No caso de um estudo de vida útil de um produto, quanto maior a fase lag, maior a vida útil, assim como, quanto maior a velocidade de crescimento na fase exponencial, menor a vida útil (CHILL-ON, 2007).

As curvas de crescimento microbiano a diferentes temperaturas podem ter aplicação na modelagem de equações matemáticas utilizadas em microbiologia preditiva. A curva de crescimento de patógenos de origem alimentar é útil para se estimar a probabilidade de um alimento causar doença em um indivíduo, pois a técnica utilizada para este fim, a Análise de Riscos (Risk Assessment), inclui a necessidade de informações sobre a velocidade de crescimento, destruição e/ou sobrevivência de

microrganismos (WHITING, 1997). Os modelos podem estimar o risco de crescimento ou sobrevivência de um patógeno após um período de estocagem normal ou de abuso (WHITING e BUCHANAN, 1997).

Os modelos matemáticos também são úteis quando uma anomalia (p. ex.: a elevação inesperada da temperatura) deve ser avaliada quanto às conseqüências microbianas. Decisões sobre o alimento ou ingrediente dever ser reprocessado, utilizado rapidamente ou descartado, podem ser tomadas sem a necessidade de aguardar pelos resultados das análises microbiológicas (Figura 2) (WHITING, 1997).



Fonte: WHITING e BUCHANAN, 1997.

Figura 2 Representação da relação entre diferentes curvas de crescimento microbiano e diferentes temperaturas e os possíveis destinos de um alimento.

O modelo matemático para crescimento microbiano é uma das partes essenciais para o desenvolvimento do modelo “Análise de Riscos Quantitativo Microbiológico” (em inglês, QMRA). O modelo matemático para crescimento microbiano provê eficiente avaliação da contaminação microbiana e vida útil. Ao longo da cadeia de suprimento alimentar a troca nos parâmetros ambientais e o uso de um modelo dinâmico é essencial para estimação da vida útil dos produtos e avaliação de risco (CHILL-ON, 2007).

### 3.2 Qualidade microbiológica dos alimentos

Os alimentos podem oferecer riscos potenciais de natureza biológica, química e/ou física para a saúde humana. São conhecidas mais de 250 doenças transmitidas via alimentos (DTA), sendo as infecções bacterianas as causas mais comuns (TEIXEIRA NETO, 1999).

Os efeitos dos microrganismos podem ser diretos por infecção ou pela invasão de tecidos do organismo humano pelo próprio microrganismo (bactérias, vírus e protozoários). Efeitos indiretos são causados por toxinas produzidas pelo microrganismo, no alimento, antes de ele ser ingerido pelo homem (CHAVES, 2004).

A qualidade higiênico-sanitária de alimentos de origem animal sempre foi alvo de preocupação e destaque pela possibilidade de veiculação de microrganismos patogênicos (NASCIMENTO e NASCIMENTO, 2000).

Aspectos intrínsecos e extrínsecos devem ser considerados no surgimento de problemas microbiológicos em produtos cárneos (CLARK e TAKACS, 1980; ICMSF, 1983; DELAZARI, 1984; SOUZA et al., 2000; DOWNES e ITO, 2001; INPPAZ, 2001). Os intrínsecos envolvem atividade de água ( $a_w$ ) elevada, pH próximo da neutralidade, potencial de oxidação-redução (Eh), seja positivo (para microrganismos aeróbios) ou negativo (para microrganismos anaeróbios) e composição química rica em nutrientes favoráveis ao crescimento microbiano. Os extrínsecos incluem umidade relativa, movimentação do ar, atmosfera, sanitização do ambiente, maquinário e utensílios, tempo de armazenamento, temperatura e manipulação do produto. Esses fatores influenciam decisivamente a microbiota capaz de contaminar e proliferar nos produtos cárneos, tendo importância sob o ponto de vista da saúde pública.

Além da questão de saúde, um conhecimento dos fatores que favorecem ou inibem o crescimento microbiano é essencial no entendimento dos princípios de deterioração e preservação de alimentos (FRAZIER e WESTHOFF, 2000).

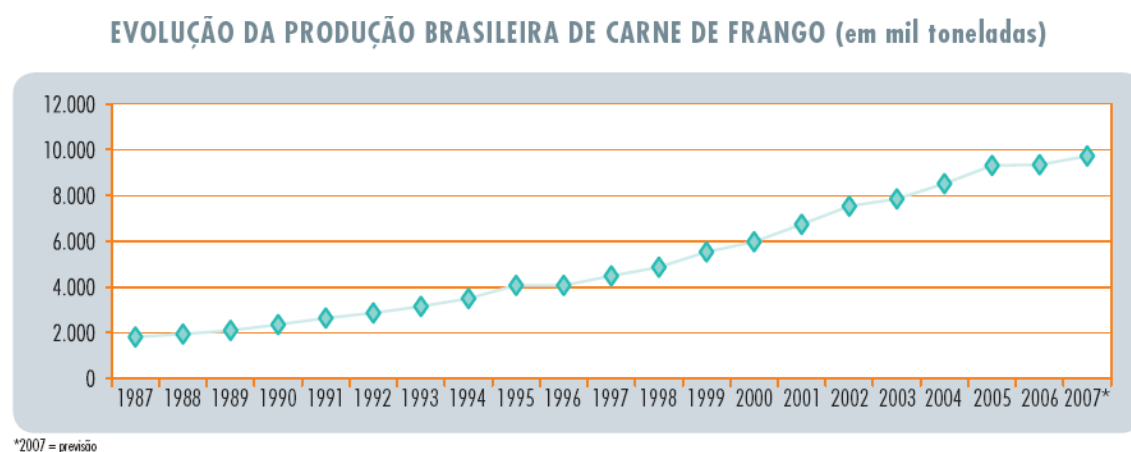
Os tipos de microrganismos presentes no alimento e condições ambientais são importantes. Contudo, o alimento ou substrato dita o que pode ou não crescer. Conhecendo-se as características do alimento ou substrato podem-se fazer previsões sobre a microbiota que pode se desenvolver. As alterações bioquímicas “post-mortem” que acontecem no músculo, modificando o pH afetam alguns atributos muito importantes na qualidade da carne, como maciez, sabor, capacidade de retenção de água e conservabilidade (HOFMANN, 1988; FRAZIER e WESTHOFF, 2000).

Não somente as taxas de crescimento de microrganismos são afetadas pelo pH, mas também as taxas de sobrevivência durante a estocagem, aquecimento, secagem e outras formas de processamento. O pH inicial pode ser satisfatório, mas devido à microbiota competitiva ou crescimento do próprio organismo o pH pode

tornar-se desfavorável. Reciprocamente, o pH inicial pode ser restritivo, mas o crescimento de um número limitado de microrganismos pode alterar o pH para um valor mais favorável para o crescimento de muitos outros microrganismos (FRAZIER e WESTHOFF, 2000).

### 3.3 Carne de aves

Segundo projeções, a produção global de carne de aves em 2015 poderá totalizar 103,2 milhões de toneladas. Países como Estados Unidos, China e Brasil serão responsáveis por quase 50% da produção mundial. O informe prevê que a produção brasileira cresça 30,7% entre 2006 e 2015 (AVICULTURA INDUSTRIAL, 2006). A Figura 3 mostra um gráfico da evolução da produção brasileira de carne de frango, entre 1987 e 2007.



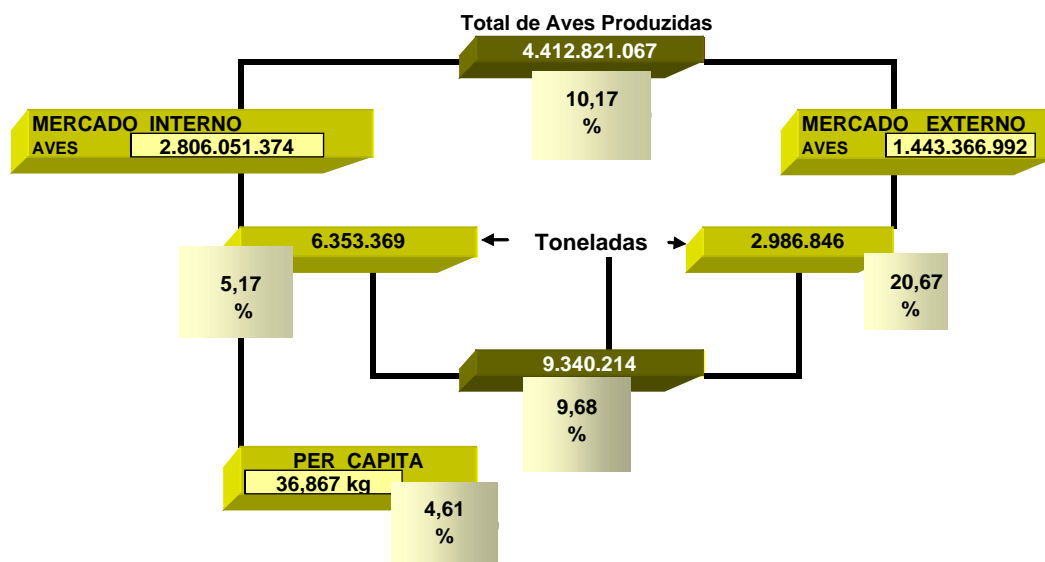
Fonte: UBA, 2007

Figura 3 Evolução da produção brasileira de carne de frango.

O continente sul-americano, por ser grande produtor de grãos para rações e pelos avanços tecnológicos alcançados, tanto na área genética como na industrial, ganha importância cada vez maior, seja na produção, no consumo e nas exportações de carne de frango. Em 2007, a avicultura brasileira produziu mais de 9,3 milhões de toneladas de carne de frango (Figura 4). A Região Sul do País lidera a criação de matrizes, sendo que o Paraná apresenta o maior percentual, seguido de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (UBA, 2007).



## CARNE DE FRANGO JAN/NOV 2007



Fonte: UBA, 2007

OBS.: Os números dentro dos círculos indicam a variação percentual no período.

Figura 4 Dados da produção de carne de frango brasileira em 2007.

O setor avícola é extremamente dependente das exportações, que hoje correspondem a 30% da produção nacional, com a venda de carne de frango para 142 países. O notável volume das exportações não retira do mercado interno a condição de maior consumidor da produção brasileira. Deve-se observar que o consumo de carne de frango em 2006 registrou aumento de 4,2% em relação a 2005, alcançando 36,97 kg *per capita* (UBA, 2007).

A carne de aves é consumida em todo o mundo e, nas últimas décadas, houve crescimento na popularidade em muitos países. No momento aproximadamente 30% da carne total consumida no mundo é avícola, nesses termos, só carne suína a excede (FAO, 2006). Entre as razões para este aumento do consumo estão: o relativamente baixo custo de produção, o rápido índice de crescimento das aves (Tabela 1), o alto valor nutricional da carne, e a introdução de muitos novos produtos processados. Sobre tudo, a indústria de aves tem mudado drasticamente nos últimos 50 anos. Uma das principais razões do incremento das exportações do Brasil é o grande aumento na produção de milho e soja para rações, resultando assim num

baixo custo de produção. No Brasil há baixo custo de alimentação e baixo custo de mão-de-obra e isto, obviamente, dá a este país uma vantagem sobre outros países, fazendo dele um dos mais atuantes no mercado exportador de aves (BARBUT, 2002; FAO, 2006).

Tabela 1 Evolução média dos coeficientes de produção de frango de corte na avicultura brasileira.

<b>ANO</b>	<b>PESO FRANGO VIVO (g)</b>	<b>IDADE DE ABATE</b>
1930	1.500	15 semanas
2006	2.340	43 dias

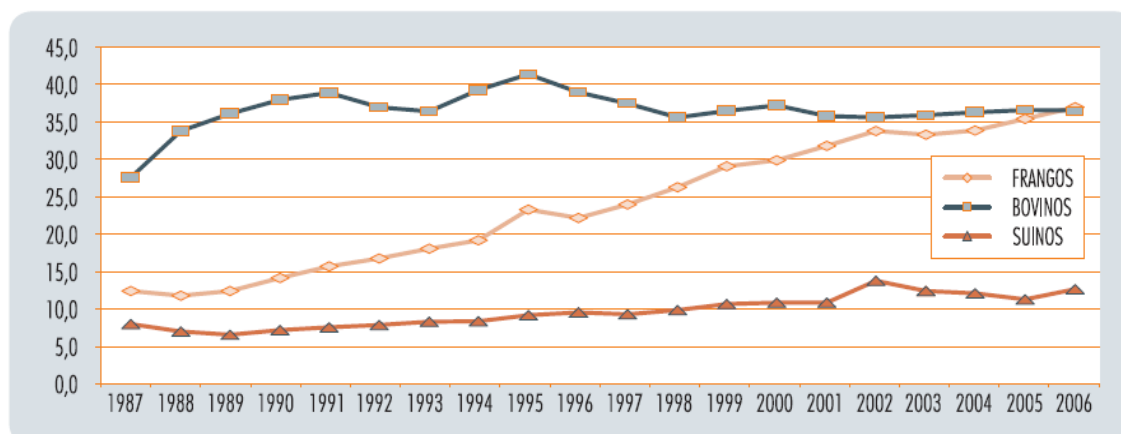
Fonte: UBA, 2007

Conforme exposto na Tabela 1, atualmente os frangos estão sendo abatidos com 43 dias de alojamento, alcançando um peso final de aproximadamente 2,3 kg ao passo que em 1930 eram abatidos somente com 15 semanas e atingiam o peso de 1,5 kg cada frango.

Segundo ROSA (2000), a carne de aves se destaca por ter aceitação quase universal entre as diversas culturas e tradições culinárias do mundo. Além disso, atualmente tem aumentado a venda de frango em cortes, o que proporciona maior agregação de valor por parte dos frigoríficos além da grande aceitação dos consumidores.

O consumo da carne de frango teve um crescimento significativo (Figura 5). Este está intimamente ligado a mudanças no hábito alimentar do brasileiro, acostumado a comer carne bovina, sendo uma grande conquista do setor avícola. Outro fator de grande relevância foi à queda do custo da carne de frango, mais barata em relação às demais carnes (MÓRI et al., 2006).

### CONSUMO PER CAPITA – CARNES



Fonte: UBA, 2007

Figura 5 Evolução do consumo de carnes no Brasil.

Com o aumento da disponibilidade da carne de aves, estabeleceram-se as condições para a indústria avícola passar por três estágios de desenvolvimento. No primeiro estágio, em substituição ao comércio de aves vivas, ocorreu a oferta de aves inteiras frescas resfriadas ou congeladas para consumo interno e exportação. No segundo estágio, ainda com potencial de expansão, ocorreu a diversificação na oferta do frango refrigerado ou congelado por meio de cortes como pernas, coxas, peitos e por meio de operação de desossa, colocando-se no mercado, filés de perna, coxa e peito. O terceiro estágio é o da industrialização do frango em produtos derivados como embutidos, empanados ou reestruturados, cuja produção exige necessariamente operações de corte e desossa do frango (BERAQUET, 1988).

Em 2006, no caso dos cortes de frango, os embarques somaram 1,637 milhão de toneladas, inferior ao 1,717 milhão de toneladas exportado em 2005, mas acima dos 1,449 milhão de toneladas de 2004. A receita neste segmento, de maior valor agregado, tem mostrado crescimento (UBA, 2006).

O segmento de processamento está se desenvolvendo rapidamente com a integração de equipamentos automatizados, avanços na ciência de alimentos, microbiologia de alimentos, engenharia e marketing. A indústria tem, no entanto, muitos desafios, e o caminho será lidar com eles para determinar a eficiência e competitividade da indústria de aves comparada com outras carnes e com fontes protéicas não-cárneas (BARBUT, 2002).

### **3.4 Qualidade microbiológica da carne de frango**

A carne, devido à sua composição química e ao seu grande conteúdo de água, constitui excelente substrato para grande variedade de microrganismos. A carne de animais sadios pode ser considerada, em seu interior, como um produto que não contém microrganismos e, quando contém, eles são muito escassos. Os microrganismos dos produtos de origem animal procedem de sua microbiota superficial, de suas vias respiratórias e do tubo gastrointestinal. Sua contaminação superficial ocorre durante o abate e em operações posteriores. A superfície da carcaça pode contaminar-se facilmente a partir de diversas fontes, entre as quais destaca-se a pele do animal que, além de sua microbiota característica, contém grande número de espécies de microrganismos procedentes das fezes, do solo, da água, da ração, etc. A contaminação de carcaças de frango tem importantes implicações para a segurança e o tempo de vida útil do produto (FRAZIER e WESTHOFF, 2000; CAPITA et al, 2001; ORDÓÑEZ-PEREDA, et al, 2005).

Diferentes microrganismos têm sido isolados em carne de frango, como *Escherichia coli* (ABU-RUWAIDA et al., 1994;), *Pseudomonas* spp. (OLIVIER, et al., 1996; HANG' OMBE et al., 1999; CAPITA et al., 2001), *Staphylococcus aureus* (ABU-RUWAIDA et al., 1994; OLIVIER, VEARY e HAY, 1996; ABD EL-MONEM e SAAD, 1999; CAPITA et al., 2001), *Klebsiella* spp. (HANG' OMBE et al., 1999), *Salmonella* spp. (ABU-RUWAIDA et al., 1994; HANG' OMBE et al., 1999), *Citrobacter* spp. (OLIVIER et al., 1996), *Micrococcus* spp. (OLIVIER et al., 1996; HANG' OMBE et al., 1999; CAPITA et al., 2001), *Streptococcus* spp. (HANG' OMBE et al., 1999), *Bacillus* spp. (HANG' OMBE et al., 1999) e *Campylobacter* spp. (ABU-RUWAIDA et al., 1994).

### **3.5 Microrganismos de interesse em frango**

#### **3.5.1 Microrganismos indicadores da qualidade higiênica dos alimentos**

##### **3.5.1.1 Contagem total de aeróbios mesófilos em placa**

O método da Contagem Total de Aeróbios Mesófilos em Placas, Contagem Total em Placas (CTP), Contagem Padrão em Placa ou Contagem de Aeróbios em Placas, fornece estimativa do número total de bactérias aeróbias no alimento, em vez de determinado microrganismo (NASCIMENTO e NASCIMENTO, 2000). Tem sido utilizado como um dos indicadores microbiológicos para avaliar a qualidade de

alimentos com base em sua condição sanitária. A contagem da população microbiana capaz de crescer como colônias visíveis sob as condições testadas laboratorialmente é estimada em Unidades Formadoras de Colônias por grama de alimento (UFC.g<sup>-1</sup>). Dependendo da situação, a CTP pode constituir ferramenta valiosa para avaliar a qualidade dos alimentos (ELLIOTT, 1980; NASCIMENTO, OLIVEIRA e NASCIMENTO, 2005).

As bactérias aeróbias mesófilas não são usadas na avaliação dos riscos de toxinfecções alimentares, porém constituem um dos mais seguros grupos de indicadores de qualidade microbiológica. Um número elevado de bactérias na contagem total em placa pode ser indicativo de sanitização deficiente, ou problemas no processo e/ou ingredientes. A contagem microbiana no produto final reflete a qualidade da matéria-prima, a eficácia de métodos de limpeza e desinfecção na indústria de processamento, tipo de manipulação, tempo e temperatura usados durante a produção, transporte e/ou estocagem do alimento. Pode ser utilizada para a detecção dos pontos de contaminação durante o processamento, fornece noção sobre alterações incipientes do alimento, sua aceitabilidade e para estimar o tempo de vida útil do produto (ELLIOTT, 1980; CARVALHO, 1995; MORTON, 2001; SANT'ANA, CONCEIÇÃO e AZEVEDO, 2002<sup>a</sup>; JAY, 2005).

A melhor maneira de se avaliar a segurança do alimento envolve a contagem do número de bactérias presentes na amostra. A CTP foi criada para essa finalidade, sendo o método mais usado, mundialmente, para determinar a qualidade sanitária de produtos alimentares (UCDAVIS, 1987). A CTP pode ser usada para verificar as condições microbiológicas das carcaças na indústria receptora para identificação (rastreadabilidade) de fornecedores que estejam enviando carcaças com nível excessivamente alto de contaminação. Também pode ser usada para avaliar as condições sanitárias de equipamentos e utensílios durante o processamento e monitorar as condições de higiene (MORTON, 2001). A limpeza aparente pode induzir erro, e fornecer falsa idéia de segurança, por isso a inspeção das condições de higiene quanto à contaminação microbiológica deve ser realizada após a higienização (SIQUEIRA JÚNIOR et al., 2004).

Em termos laboratoriais, a execução desta técnica consiste no plaqueamento de alíquotas da amostra, homogeneizada e diluída, em meio de cultura padrão, como o "Plate Count Agar" (PCA). As placas são, incubadas em condições de tempo e

temperaturas adequados, para que haja o desenvolvimento das colônias que serão enumeradas com o auxílio de contadores automáticos. (SANT'ANA, CONCEIÇÃO e AZEVEDO, 2002<sup>b</sup>).

### **3.5.1.2 *Staphylococcus* spp.**

O gênero *Staphylococcus* é composto por 40 espécies e 24 subespécies (GANDRA, 2006). Em relação a alimentos, os *Staphylococcus* são importantes pelas seguintes razões: primeiro, porque sua presença pode indicar deficiência de processamento ou condições higiênicas inadequadas do processo; segundo, porque suas enterotoxinas, uma vez presentes no alimento, poderão causar intoxicação alimentar.

Os estudos relacionados aos fatores intrínsecos e extrínsecos que interferem na multiplicação destes microrganismos em alimentos foram realizados, em quase sua totalidade, com *S. aureus*, devido esta ser a espécie mais relacionada a casos de intoxicação alimentar (FRANCO e LANDGRAF, 2005; JAY, 2005).

Estima-se que 20% até 60% da população humana possa ser portadora de *Staphylococcus aureus*, sem apresentar qualquer tipo de sintoma. A contaminação de *Staphylococcus* spp. de origem animal, que também é uma possível fonte, em alimentos, apresenta um significado epidemiológico importante, tendo como fonte principal na ocorrência de surtos de doenças veiculadas por alimentos, as mãos e/ou outras superfícies de manipuladores de alimentos que tenham contato com áreas de habitat natural do microrganismo. Assim, o manipulador portador do agente representa um elo na cadeia epidemiológica dos surtos de doenças veiculadas por alimentos (BRYAN, 1998).

As enterotoxinas estafilocócicas (EE) são proteínas extracelulares com baixo peso molecular (25.000 a 30.000 daltons), hidrossolúveis, cuja composição em aminoácidos, estrutura molecular e atividades farmacológicas são semelhantes entre si, possuindo, entretanto, propriedades imunológicas distintas. Resistem à ação de enzimas proteolíticas, o que explica a capacidade de permanecerem ativas após sua ingestão, bem como em certos alimentos (NAWAZ et al., 1999). Uma característica relevante é a termoresistência das enterotoxinas, que são capazes de resistir a tratamentos térmicos como a pasteurização e a ultrapasteurização. Segundo JAY (2005) a produção de enterotoxinas geralmente está relacionada com cepas e/ou

espécies de estafilococos que produzem as enzimas coagulase e termonuclease, entretanto, como ressalta o autor, algumas cepas e/ou espécies que não produzem coagulase e/ou termonuclease podem produzir enterotoxinas.

Ao longo dos anos são descritos na literatura inúmeros surtos de intoxicação alimentar causados pela ingestão de alimentos contendo enterotoxinas estafilocócicas pré-formadas. Em função do risco à saúde pública que sua presença representa em alimentos, estabeleceu-se, em diversos países, inclusive no Brasil (BRASIL, 2001), a obrigatoriedade de sua pesquisa e enumeração, como parte das ações de fiscalização sanitária de órgãos governamentais (GANDRA, 2006).

Por muitos anos *S. aureus* foi considerada a única espécie do gênero *Staphylococcus* capaz de produzir enterotoxinas, bem como de produzir coagulase, uma enzima extracelular que coagula o plasma sanguíneo, que é muito utilizada na rotina laboratorial para identificação deste microrganismo. Posteriormente, outras espécies produtoras de enterotoxinas e de coagulase, tais como *S. hyicus* e *S. intermedius*, foram identificadas e, inclusive, surtos de intoxicação alimentar já foram atribuídos a essas duas espécies. Em função destes fatores, bem como da grande semelhança fenotípica entre essas três espécies de *Staphylococcus*, houve uma mudança na legislação brasileira, que passou a estabelecer a pesquisa e enumeração de estafilococos coagulase positiva em alimentos ao invés da enumeração de *S. aureus* (BRASIL, 1997; BRASIL, 2001). Essas três espécies microbianas apresentam características morfológicas em meios de cultivo diferenciais, bem como reações bioquímicas, extremamente semelhantes, o que torna difícil sua diferenciação (JAY, 2005).

Na rotina laboratorial, tanto em análises de alimentos quanto em análises clínicas, o teste de coagulase em tubo (coagulase livre) é o método padrão empregado para identificar e classificar *Staphylococcus* como coagulase positiva e, muitas vezes, o único teste utilizado para identificar em alimentos um isolado como sendo *S. aureus*. Entretanto, este procedimento não permite diferenciar *S. aureus* de *S. intermedius* nem de *S. hyicus*. Além disso, já foi comprovada a existência de cepas de *S. aureus* coagulase negativa e de *S. hyicus* com produção variável desta enzima, fatos que permitem inferir sobre possibilidade de ocorrência de resultados falsos negativos quando da utilização isolada do teste da coagulase livre para identificação desses patógenos em amostras alimentícias, evidenciando a necessidade de métodos mais

eficazes para a detecção desses microrganismos em alimentos (GANDRA, 2006). Não bastando, o isolamento e caracterização de espécies diferentes de *Staphylococcus* spp. coagulase - negativa com resistência múltipla a antibióticos pode apresentar problemas no controle de staphylococcosis e outras doenças aviárias (NAWAZ et al., 1999).

FREITAS et al. (2004) observaram que 22,2% das cepas de *Staphylococcus* spp. apresentaram-se resistentes a cinco antibióticos, 12,2% a seis e 11,1% a 14 antibióticos. Um alto nível de resistência múltipla também foi observado em amostras de *Staphylococcus* spp. isoladas de carne de frango por MANIE et al. (1997). Esta elevada ocorrência de resistência múltipla a antibióticos apresenta um risco potencial para a saúde pública e pode dificultar o tratamento de doenças humanas e de animais, agravando quadros clínicos potencialmente curáveis (SENA, 2000).

### **3.5.1.3 *Salmonella* spp.**

O gênero *Salmonella* pertence à família *Enterobacteriaceae*, apresentando-se na forma de bacilo gram negativo, aeróbio e anaeróbio facultativo (MURASE et al., 2000). A dose infectante para que bactérias desse gênero possam causar infecção em humanos é da ordem de 15 a 20 células, embora seja preciso considerar a idade e o grau de tolerância do hospedeiro. Acredita-se que uma única célula poderia causar a manifestação clínica da infecção (AHMED et al., 2000).

A contaminação de alimentos por *Salmonella* é muito complexa. Pode ser de origem animal (portadores) e os veículos mais comuns são as carnes de aves, ovos, leite e derivados contaminados ou por meio de equipamentos e superfícies, manipuladores, roedores, insetos ou até mesmo a contaminação cruzada com alimentos de origem vegetal (PICCOLO et al., 1992; BARROS, PAIVA e PANETTA, 2002).

Tem sido relatado que algumas espécies de *Salmonella* são capazes de aderir-se firmemente a fibras de colágeno da superfície externa da pele do frango, após a imersão em água, sendo que a adesão não depende de fímbrias, ocorrendo apenas pelo contato da célula microbiana com a pele do frango, no contato com a água. Alguns microrganismos como *Salmonella singapore* e não flageladas como *Salmonella typhimurium*, também têm a capacidade de aderir às carcaças, confirmando dessa



maneira que a adesão desses agentes é independente da presença de flagelos (SILVA, 1998).

Bactérias do gênero *Salmonella* fazem parte da microbiota de aves. A incidência e a quantidade desses microrganismos, presentes na carne, variam de acordo com as condições de manejo durante a criação e com os cuidados higiênicos nas operações de abate dos animais. As *Salmonellas* são as principais responsáveis pelas toxinfecções alimentares (BOURGEOIS, MESCLE e ZUCCA, 1994).

Essa contaminação pode ocorrer tanto por contato entre aves isentas e aves contaminadas como por contaminação cruzada durante o processo de abate e subsequente preparação das carcaças (DRUBI, 2005).

#### **3.5.1.4 *Listeria monocytogenes***

É uma bactéria muito propagada na natureza, sendo comumente encontrada em produtos alimentícios ao natural e em locais de processamento de alimentos como um biofilme e tem capacidade para multiplicar em temperaturas de refrigeração (MURIAMA, 1996). O organismo tem sido isolado do solo, silagem, vegetação, matéria fecal, água e efluentes doméstico e industrial (McGLAUGHLIN, 1987). Homem, animais e ambiente são reservatórios naturais para este organismo. Ele tem sido isolados de vários animais: mais de quarenta espécies de mamíferos e no mínimo dezessete diferentes espécies de aves, incluindo frango e peru (DONNELLY, BRACKETT, DOORES, 1992). Este microrganismo é considerado um patógeno emergente, podendo ocasionar listeriose em humanos através da ingestão de alimentos contaminados com o mesmo. A listeriose é uma zoonose de grande importância em saúde pública, visto que pode ocasionar aborto, septicemias e meningites. Existe um grupo de risco composto por mulheres grávidas, crianças, idosos e pacientes imunodeprimidos, nos quais a doença é altamente perigosa. Sua importância em alimentos está relacionada com a sua capacidade de resistir a temperaturas de refrigeração, alta ocorrência em alimentos e diversos surtos de listeriose envolvendo ingestão de alimentos manipulados inadequadamente ou mal cozidos (MANTILLA et al., 2007).

A listeriose humana é uma doença esporádica observada durante todo o ano, com pico de ocorrência nos meses mais quentes (MURRAY, 2000). Muitos alimentos têm sido implicados na deflagração de listeriose, incluindo leite cru e pasteurizado, queijo, produtos cárneos crus e cozidos de diferentes animais, vegetais, pescados e produtos prontos para o consumo (RYSER e MARTH, 1991). A contaminação de

frangos refrigerados e congelados é alta em comparação a outros alimentos (PINI e GILBERT, 1993). De acordo com UBOLDI EIROA (1990) e UYTENDAELE et al. (1997), esta alta incidência é alarmante e aumenta o risco de contaminação cruzada entre alimentos crus e cozidos durante o preparo. Por esta razão é importante planejar um bom programa de controle de qualidade para esta bactéria durante o processamento de produtos de frango (PELISSER et al., 2001).

### **3.5.2 Microrganismos deteriorantes**

#### **3.5.2.1 Aeróbios Psicotróficos**

DOMINGUEZ e SCHAFFNER (2007) citaram que bactérias psicotróficas tem sido identificadas como os microrganismos predominantemente responsáveis por deterioração de produtos cárneos armazenados aerobicamente. GIL e NEWTON (1980) relataram que as temperaturas de refrigeração são muito baixas para permitir o crescimento de microrganismos mesófilos; deste modo, os psicotróficos são os microrganismos predominantes. Mesmo sob temperaturas mais elevadas de refrigeração, os mesófilos crescem de forma muito lenta, sendo incapazes de competir com as espécies psicotróficas. Somente quando a temperatura começa a se aproximar do máximo para o crescimento dos psicotróficos, cerca de 30°C, os mesófilos começam a dominar a microbiota deteriorante.

As bactérias psicotróficas são todas aquelas que conseguem crescer a 7°C, independente da sua temperatura ótima de crescimento, entre 20 e 30°C (INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, 1997). Estes microrganismos podem ser do tipo bacilo, cocos ou víbrios, formadores ou não de esporos, Gram-negativos e/ou positivos, aeróbios e/ou anaeróbios (SORHAUG e STEPANIAK, 1997).

Entre as bactérias Gram-negativas destacam-se as *Pseudomonas*, *Achromacter*, *Aeromonas*, *Serratia*, *Chromobacterium* e *Flavobacterium* e, entre as Gram-positivas: *Clostridium*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Bacillus* e *Microbacterium* (SORHAUG e STEPANIAK, 1997; ENEROTH et al., 1998; URAZ e CITAK, 1998). Estes grupos de bactérias tem, portanto, enorme importância nos alimentos mantidos em condições de refrigeração tornando-se mais sério o problema devido à extensão da cadeia do frio, desde a produção até o consumidor (FAGUNDES, 2004).

### 3.5.2.2 *Pseudomonas* spp.

As bactérias do gênero *Pseudomonas* são comuns do solo e da água, capazes de contaminar e deteriorar alimentos ricos em proteínas. São bastonetes curtos, Gram-negativos, possuem motilidade através de flagelos polares, não formam esporos, são microrganismos aeróbios estritos e, geralmente produzem pigmentos solúveis em água que apresentam fluorescência sob luz ultravioleta, como o corante piomelanina (castanho) e piorrubina (vermelho). Outra característica destacável é a formação, em meios de cultura líquido e sólido, de uma camada de aspecto mucóide denominada “*slime*”, importante na formação de biofilmes. Algumas espécies são importantes agentes de doenças, como a *P. maltophilia*, *P. syringae*, *P. aeruginosa*, *P. cepacia*, *P. cocovenenans*. Quanto a suas propriedades fisiológicas, é classificada como uma bactéria aeróbica, podendo crescer anaerobicamente na presença de nitrato, sendo então usado como aceptor final de elétron. Estas bactérias possuem uma faixa muito ampla de compostos orgânicos diferentes, que podem utilizar como fontes de carbono e energia. Dentre esses compostos estão os álcoois, ácidos, aminoácidos, carboidratos e compostos cíclicos. Algumas espécies apresentam temperatura ótima de crescimento entre 20 e 25°C e, a 55°C são destruídas (ALTINOK, KAYIS e CAPKIN, 2006).

As *Pseudomonas* são um dos gêneros predominantes em carne de aves, ao lado de *Flavobacterium* e *Micrococcus*. De acordo com pesquisas desenvolvidas por GRAN et al. (2003), recortes de frango com população de *Pseudomonas* próxima a  $10^8$  células. g<sup>-1</sup> apresentam odores característicos de deterioração. No caso do leite refrigerado, a proteólise é iniciada por *Pseudomonas*. *P. fragi* produz uma lipase termoestável que suporta a pasteurização quando presente no leite cru. Em carnes, *Pseudomonas* e *Flavobacterium* causam limosidade e coloração esverdeada por pigmentos fluorescentes. À 10°C, as *Pseudomonas* predominam. Em carnes desidratadas, *P. fluorescens* pode causar deteriorações e liberação de gás por desnitrificação. Associado a vegetais como tomate, *P. syringae* causa o aparecimento de pigmentos marrom escuro, afetando sua aparência para o consumo. *P. fluorescens* e *P. ovalis* produzem pigmentos fluorescentes em ovos e, sob determinadas condições de estocagem refrigerada causam a sua deterioração.

A maioria dos organismos psicrotróficos é destruída pelo calor. Assim, sua presença pode significar processamento térmico insuficiente ou contaminação pós-

processamento em produtos pasteurizados; a elevação do seu número está associada a um armazenamento prolongado sob refrigeração ou manutenção inadequada da cadeia do frio. Pode, ainda, significar risco de alteração, tanto para produtos processados como não processados (GRAM et al., 2002).

BANSEMIR et al. (2006) também afirmam que o controle da temperatura constitui fator importante na conservação dos produtos dentro da indústria; algumas bactérias psicrófilas, como *Pseudomonas*, podem crescer à temperatura próxima de congelamento da água e, de acordo com LIAO et al., (2003), estes microrganismos podem multiplicar-se na água e em outras substâncias pobres em nutrientes.

VAZQUEZ, GONZALEZ e MURADO (2004), mencionam que *Pseudomonas* só crescem em meios com uma atividade de água elevada (0,97 a 0,98), que os processos de conservação convencionais (pasteurização) pelo calor as destrói com facilidade, que seu crescimento é reduzido com baixa disponibilidade de oxigênio, que não são resistentes à desidratação e que o seu crescimento é inibido a temperaturas superiores a 43°C.

### **3.6 Vida útil de um produto**

A vida útil (do inglês, *shelf life*) é um conceito utilizado para descrever a durabilidade de um produto. A vida útil de um produto está exclusivamente relacionada a uma determinada situação ambiental. Não se deve falar em vida útil sem especificar em quais circunstâncias foi avaliada ou medida, em quais condições de armazenamento, de transporte e de distribuição, qual clima, temperatura e umidade, em qual estação do ano, entre outras (BERND et al. 2003).

Assim, vida útil é o período de tempo que corresponde, em condições definidas, a uma tolerável diminuição da qualidade de um produto alimentício embalado (OLIVEIRA e BARUFFALDI, 1998).

O IFT (Institute of Food Technology) define a vida útil como o período entre a fabricação de um produto alimentício e sua compra no varejo, durante o qual o mesmo apresenta qualidade satisfatória (ECKERLE, HARVEY e CHEIN, 1984).

A vida útil é o tempo requerido para que o produto estocado sob condições específicas alcance seu ponto final. O ponto final é determinado quando o produto

apresenta o critério pré-determinado pelos dados de testes de aceitabilidade, descritivo, discriminativo, microbiológico e/ou físico-químico (ASTM, 1993).

Na determinação da vida útil de produtos cárneos, é comum o estudo de parâmetros microbiológicos (contagem total, contagem de lactobacilos, enterobactérias, bolores e leveduras), químicos (acidez, índice de oxidação, perda de água) e sensoriais (aroma, sabor, textura e aparência). A condição microbiológica do alimento determinará a sua salubridade e qualidade de conservação (DELAZARI, 1984; EBURNE e PRENTICE, 1996).

### **3.7 Alterações na carne refrigerada**

O metabolismo e proliferação dos diversos microrganismos durante o resfriamento e congelamento da carne são muito variáveis. Do ponto de vista sanitário, vale dizer que, salvo alguma exceção (*Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Aeromonas hydrophyla* e *Clostridium botulinum* tipo E), os microrganismos patogênicos, como salmonelas, estafilococos, etc., não devem proliferar-se em temperatura inferior a 5°C. Portanto, se a conservação é feita a menos de 5°C, a carne é um alimento bastante seguro, muito mais quando se define que, para ser consumida, ela quase sempre é submetida a tratamento térmico culinário (ORDÓÑEZ-PEREDA et al., 2005).

A vida útil da carne refrigerada em aerobiose não é muito longa, não mais que uma ou duas semanas, e depende, fundamentalmente da taxa bacteriana original e de diversos fatores, como a temperatura de armazenamento, o pH, a tensão de oxigênio e o potencial redox. Sua alteração fica a cargo das bactérias psicrótróficas (aquelas cuja temperatura ótima de crescimento situa-se em torno de 20 a 23°C, mas podem proliferar sem grande dificuldade à temperatura de refrigeração). Em meio à diversidade de microrganismos psicrótróficos detectados em carnes refrigeradas, as aeróbias Gram negativas são as que adquirem maior importância e, dentro destas, as *Pseudomonas* são normalmente responsáveis pela alteração de carne refrigerada, sem descartar a possível colaboração de outras (ORDÓÑEZ-PEREDA et al., 2005).

Estudos revelam mais de 25 gêneros de bactérias na microbiota de carne de aves *in natura*. Contudo, quase todos os pesquisadores concordam que, quando essas carnes passam por deterioração a baixa temperatura, os principais microrganismos envolvidos na deterioração pertencem ao gênero *Pseudomonas*. Em

um estudo com quase 6000 isolados provenientes de carcaças de frango, foram encontrados 30,5% de *Pseudomonas*, 22,7% de *Acinetobacter*, 13,9% de *Flavobacterium* e 12,7% de *Corynebacterium*; já leveduras, Enterobacteriaceae e outros microrganismos, foram encontrados em menor número (JAY, 2005).

A alteração da carne refrigerada em aerobiose é um fenômeno superficial e transcorre com o aparecimento de odores anômalos, normalmente desagradáveis, quando a taxa bacteriana alcança um valor de  $5 \times 10^7$  UFC.cm<sup>-2</sup>, aproximadamente, e com o aparecimento de substâncias viscosas (polissacarídeos sintetizados pelas bactérias), quando essa taxa ultrapassa o nível de  $10^8$  UFC.cm<sup>-2</sup>. Esses valores são os que geralmente se admitem para definir uma carne alterada, isto é, quando são detectadas as mudanças sensoriais devido aos metabólitos resultantes do crescimento microbiano. Também se observa um aumento de pH até aproximadamente 7,5 e, portanto, a alteração da carne de aves se parece muito com de outras espécies (HAYES, 1993; ORDÓÑEZ-PEREDA et al., 2005).

Quando as carcaças se mantêm a temperaturas de refrigeração a maior parte do crescimento microbiano tem lugar na pele e com menor intensidade na superfície interna da cavidade visceral. Assim, os tecidos que se encontram logo abaixo da pele se mantêm praticamente livres de bactérias por algum tempo. Contudo, gradualmente as bactérias começam a penetrar nos tecidos mais profundos, aumentando a hidratação das proteínas do músculo. Ainda não se sabe se a autólise tem um papel fundamental na deterioração dos tecidos internos das aves (HAYES, 1993; JAY, 2005). Um estudo feito por MAY, IRBY e CARMON (1961) mostrou que a pele das aves sustenta melhor crescimento da flora deteriorante do que os tecidos do músculo das mesmas.

Como na carne de mamíferos, a flora alterante da carne resfriada de aves está dominada por *Pseudomonas* spp. De fato, nas fases avançadas de alteração das aves em refrigeração, sua pele apresenta com freqüência fluorescência ao iluminá-la com luz ultravioleta, o que se deve à presença de grande número de *Pseudomonas* fluorescentes. No momento da alteração, as *Pseudomonas* representam de 70 a 80% da microbiota, porém também há presença de *Acinetobacter* spp. e *Alteromonas* (*Pseudomonas*) *putrefaciens*. Este último microrganismo é muito interessante dado que seu crescimento apresenta-se muito mais na carne da coxa das aves (pH = 6,5)

que no peito (pH = 5,8); daqui que o predomínio das *Pseudomonas* não seja tão chamativo na primeira (HAYES, 1993).

As *Pseudomonas* são favorecidas por temperaturas baixas de crescimento. Segundo estudos mencionados por JAY (2005), esse microrganismo dominou a deterioração de aves a 1°C, ao tempo que, entre 10 e 15°C, as bactérias entéricas e outras bactérias se tornaram mais significativas.

**CAPÍTULO III**  
**4 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO**



**ARTIGO 1:**

**SIMULAÇÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTO DE PEITO DE FRANGO EM TERMOS  
DE CRESCIMENTO MICROBIANO**

## **SIMULAÇÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTO DE PEITO DE FRANGO EM TERMOS DE CRESCIMENTO MICROBIANO**

### **RESUMO**

A presença de microrganismos em produtos alimentícios durante a produção, armazenamento, transporte e embalagem é inevitável. Assim, a avaliação do crescimento microbiano é muito importante para garantir a segurança e a vida útil dos alimentos em geral. Neste trabalho foi simulada a cadeia de suprimento de filé de peito de frango, cru, temperado com cloreto de sódio (NaCl) e cozido onde, durante 20 dias, os produtos foram mantidos congelados a  $-18 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , representando o transporte destes produtos por navio até o porto de destino na Europa, desde sua expedição em portos brasileiros. Após, os mesmos produtos foram transferidos para refrigerador, a  $4 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , a fim de simular a vida útil em gôndola de supermercado, durante 21 dias. Os produtos foram analisados quanto a *Pseudomonas* spp., *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus* spp. e microrganismos viáveis totais (mesófilos e psicrotóxicos). Em termos de contagem do número de colônias viáveis totais, durante os primeiros 20 dias (a  $-18^{\circ}\text{C}$ ) a presença de microrganismos se manteve estável em baixos níveis de detecção. Em nenhuma das amostras foi detectada a presença de *Salmonella* spp. ou de *Listeria monocytogenes*. De acordo com os parâmetros microbiológicos de segurança, tempos entre 9 e 11 dias à temperatura de  $4^{\circ}\text{C}$  mostraram-se como os limites para garantir a qualidade dos filés de peitos de frangos temperados com NaCl, crus e cozidos.

**Palavras-chave:** Frango; microbiologia; cadeia de suprimento; simulação.

## **SIMULATION OF THE CHICKEN BREAST SUPPLY CHAIN IN TERMS OF MICROBIAL GROWTH**

### **ABSTRACT**

The presence of microorganisms in food products during the production, storage, transport and packaging is unavoidable. Like this, the evaluation of the microbial growth is very important to guarantee the safety and the shelf life of the foods in general. In this work, the chicken breast filet supply chain was simulated in raw, temperate with chloride of sodium (NaCl) and cooked products where, for 20 days, the products were maintained frozen at  $-18 \pm 0.5$  C, representing the transport of these products by ship to the destiny port in Europe, from its expedition in Brazilian ports. After, the same products were transferred for refrigerator, to  $4 \pm 0,5$  C, in order to simulate the shelf life in supermarket gondola, for 21 days. The presence of *Pseudomonas* spp., *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus* spp. and total viable microorganisms (mesophilic and psicrotrophic) in the products was analyzed. According to the counting of number of total viable colonies, during the first 20 days (at  $-18^{\circ}\text{C}$ ) the presence of microorganisms was kept stable at low detection level. None of the samples was detected the presence of *Salmonella* spp. or of *Listeria monocytogenes*. According to the safety parameters, time since 9 to 11 days to temperature of  $4^{\circ}\text{C}$  showed to be the limits to guarantee the quality of chicken breast filet temperate with NaCl, raw and cooked.

**Key words:** Chicken; microbiology; supply chain; simulation.

## 1 INTRODUÇÃO

Os alimentos podem servir de veículo e/ou substrato para a multiplicação de diversos microrganismos, muitas vezes patogênicos, capazes de produzir toxinas, podendo, assim, causar risco à saúde do consumidor quando ingeridos (GONÇALVES, 1998). Entre os alimentos que estão relacionados com maior frequência nos surtos de doenças transmitidas por alimentos, destaca-se a carne de aves, que teve seu consumo aumentado nos últimos anos, quer em decorrência da elevação do preço de outras fontes protéicas de origem animal, quer em consequência da alteração de hábitos alimentares da população (VALERIANO et al., 2003), sendo este tipo de carne um veículo de bactérias patogênicas em surtos de infecções alimentares.

O Brasil fechou 2007 com exportações de carne de frango, entre 3,2 milhões e 3,3 milhões de toneladas, cerca de 20% mais que no ano de 2006. O crescimento da receita foi ainda mais expressivo: 51%. De acordo com a Associação Brasileira dos Exportadores de Frango (ABEF) houve aumento nas vendas para a União Européia (AVICULTURA INDUSTRIAL, 2007). Para 2008, a expectativa é de que os volumes exportados sigam em alta, mas num ritmo mais modesto, entre 6% e 8%. A maior parte das exportações em 2006 se fez pelo porto de Itajaí, SC, que foi de 1.148.583.676 Kg de frangos, perfazendo 42% de todas as exportações brasileiras (UBA, 2007).

Em muitos países, produtos à base de carne de frango constituem-se na principal causa de enterite humana (MEAD, 1989). Salmonelas e coliformes são responsáveis por pelo menos 13% dos casos de gastroenterites (CANSIAN et al., 2005). Nos trabalhos de inspeção sanitária é grande o interesse em torno do diagnóstico, controle e medidas preventivas, quer pelas exigências de mercado interno, quer pelas exigências de exportação de carnes e seus derivados (PARDI et al., 1995). *Salmonella* spp. é um dos enteropatógenos humanos mais freqüentemente associados à microbiota entérica das aves e origina-se de diferentes fontes no ambiente avícola e as características de colonização do trato intestinal das aves são também diferentes (NATIONAL ADVISORY COMMITTEE ON MICROBIOLOGICAL CRITERIA FOR FOODS, 1997).

Os microrganismos mais comuns em carne de frango são as bactérias mesófilas e psicrófilas do animal e do ambiente, que são introduzidas principalmente durante o processamento (CANSIAN et al., 2005).

A contaminação por *Staphylococcus* spp. de origem animal, que também é uma possível fonte em alimentos, apresenta um significado epidemiológico importante, tendo como fonte principal na ocorrência de surtos de doenças veiculadas por alimentos, as mãos e/ou outras superfícies de manipuladores de alimentos que tenham contato com áreas de habitat natural do microrganismo. Assim, o manipulador portador do agente representa um elo na cadeia epidemiológica dos surtos de doenças veiculadas por alimentos (BRYAN, 1998; FRANCO e LANDGRAF, 2005; GANDRA, 2006).

*Listeria monocytogenes* é uma bactéria propagada na natureza, sendo comumente encontrada em produtos alimentícios ao natural e ambiente de processamento de alimento, que tem capacidade para se multiplicar em temperaturas de refrigeração (MURIAMA, 1996). Homem, animais e ambiente são reservatórios naturais para este organismo, tendo sido isolado de vários animais (DONNELLY et al., 1992). Muitos alimentos têm sido implicados na deflagração de listeriose, que é a denominação de um grupo geral de desordens causadas pela *L. monocytogenes* incluindo, entre outras, septicemia, meningite, encefalite, infecção cervical ou intra-uterina em gestantes, as quais podem provocar aborto ou nascimento prematuro (RYSER e MARTH, 1991; SCHWAB e EDELWEISS, 2003).

A contaminação de frango refrigerado e congelado é alta em comparação a outros alimentos (PINI e GILBERT, 1993). De acordo com UBOLDI EIROA (1990) e UYTENDAELE et al. (1997), esta alta incidência é alarmante e aumenta o risco de contaminação cruzada entre alimentos crus e cozidos durante o preparo. Em seus estudos, PELISSER (2001) detectou presença de *L. monocytogenes* de 14,6 a 23% das amostras pesquisadas de carcaça de frango resfriado.

DOMINGUEZ e SCHAFFNER (2007) citaram que bactérias psicrotóricas, geralmente *Pseudomonas* spp., tem sido identificadas como os microrganismos predominantemente responsáveis pela deterioração de produtos cárneos armazenados aerobicamente, e a temperatura como sendo o fator ambiental mais

importante que afeta sua taxa de crescimento. Até mesmo uma curta variação de temperatura pode resultar em significativa deterioração do produto.

O presente trabalho objetivou simular a cadeia de abastecimento por que passam filé de peito de frango cru, temperado com NaCl e cozido, exportados para a Europa, desde a sua saída da indústria brasileira até o consumo do mesmo, a fim de avaliar o crescimento microbiano nestas condições.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Amostras e microrganismos**

As amostras avaliadas foram: filé de peito de frango cru (PI), filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) e filé de peito de frango cozido (PC). As amostras foram provenientes de uma grande indústria processadora de frango localizada no estado de Santa Catarina, Brasil. Estas foram transportadas congeladas a  $-18 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , em período inferior a 24 h, por veículos da própria indústria até o Laboratório de Tecnologia de Alimentos da FURG, Rio Grande, RS, onde foram realizadas todas as análises. Assim que recebidas foram divididas em porções, acondicionadas em sacos de polietileno estéreis e imediatamente re-armazenadas a  $-18 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , mantendo-se sempre condições de máxima assepsia. Os diversos cortes de frango procederam de lotes recém congelados (tempo máximo mantido congelado na indústria inferior a 24 h), a fim de se evitar qualquer interferência sobre o estudo.

A escolha dos microrganismos para este estudo foi baseada em literatura específica (DAVIES e BOARD, 1998; FRAZIER e WESTHOFF, 2000; BARBUT, 2002; FRANCO e LANDGRAF, 2005; JAY, 2005) e na *expertise* das indústrias processadoras de frango. A Tabela 1 mostra os microrganismos que foram avaliados em função das diferentes características das amostras consideradas.

Tabela 1 Produtos de frango e respectivos microrganismos analisados.

Filé de peito cru	Filé de peito cozido	Filé de peito temperado com NaCl
<i>Pseudomonas</i> spp.	<i>Pseudomonas</i> spp.	<i>Pseudomonas</i> spp.
<i>Salmonella</i> spp.	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Salmonella</i> spp.
Aeróbios <sup>a</sup>		Aeróbios <sup>a</sup>
		<i>Staphylococcus</i> spp.

<sup>a</sup> Aeróbios mesófilos e psicrotróficos

FONTES: DAVIES e BOARD, 1998; FRAZIER e WESTHOFF, 2000; BARBUT, 2002; FRANCO e LANDGRAF, 2005; JAY, 2005.

## 2.2 Composição proximal

A composição proximal foi determinada seguindo o método recomendado pela AOAC (1995). A umidade foi medida por perda de peso da amostra em estufa aquecida a  $105 \pm 1^\circ\text{C}$ , até o peso constante. A proteína bruta foi determinada mediante a determinação do nitrogênio total, pelo método micro Kjeldahl, e conversão em proteína multiplicando o valor obtido pelo fator 6,25. Os lipídios foram extraídos a quente, com extrator de Soxhlet, utilizando éter de petróleo como solvente extrator. As cinzas foram determinadas por incineração da matéria orgânica, em forno mufla a  $550^\circ\text{C}$ , até o peso constante.

## 2.3 Determinação do pH e de NaCl

O pH foi determinado potenciométricamente (utilizando potenciômetro ANALION Mod. PM 608) a partir do músculo de frango homogeneizado em água destilada, na proporção 1:1. O teor de NaCl das amostras de peito salgado (PS) foi determinado pelo método de Mohr (AOAC, 1995).

## 2.4 Simulação da cadeia de suprimento de frango

A cadeia de suprimento do frango brasileiro que é exportado para a Europa foi simulada em laboratório. Consideraram-se as condições reais, desde o transporte de navio, que é em média de 20 dias a  $-18 \pm 0,5^\circ\text{C}$ , a partir do porto de Itajaí, SC, até os principais portos europeus, bem como a temperatura em que o produto é mantido exposto ao consumidor, que geralmente oscila em torno de  $4 \pm 1^\circ\text{C}$ . Na simulação, os produtos foram mantidos a  $-18 \pm 0,5^\circ\text{C}$  por 20 dias, sendo que a cada 5 dias uma

amostra era coletada para a realização das análises microbiológicas. Após este período, as amostras não analisadas foram transferidas para refrigerador a  $4 \pm 1^\circ\text{C}$ , com o objetivo de simular as condições de armazenamento em estabelecimentos comerciais. Nesta etapa os produtos foram analisados a cada 3 dias, até atingir-se a fase estacionária de crescimento microbiano.

## **2.5 Análise microbiológica**

As análises foram realizadas com duplicatas de cada produto. Para análise de bactérias aeróbias mesófilas e psicotróficas, *Pseudomonas* spp. e *Staphylococcus* spp., adicionaram-se 225 mL de água peptonada (Himedia, Bombay, Índia) 0,1% (p/v) estéril a 25 g de amostra. A seguir, foram homogeneizadas por 60 s e feitas sucessivas diluições em água peptonada 0,1% (p/v) estéril.

### **2.5.1 Contagem Total de Aeróbios Mesófilos em Placa**

Transferiu-se 1mL de sucessivas diluições nas placas de Petri estéreis. A seguir, adicionou-se ágar padrão para contagem (Acumedia Manufacturers, Inc., Baltimore, MD, Estados Unidos), a aproximadamente  $45^\circ\text{C}$ , e se fez suave agitação para homogeneizar a amostra e o ágar. Foram preparadas duas placas de cada diluição. As placas foram incubadas invertidas na condição de  $35^\circ\text{C}$  por 48h. Selecionaram-se placas com contagens entre 25 e 250 colônias a fim de se calcular o número de aeróbios mesófilos.

### **2.5.2 Contagem Total de Aeróbios Psicotróficos**

A fim de realizar a contagem total de aeróbios psicotróficos foi espalhado, com alça de Drigalsky, 0,1 mL de cada diluição apropriada, em placas de Petri contendo ágar padrão para contagem (Acumedia), em duplicata. A seguir se procedeu a incubação das placas a  $20^\circ\text{C}$  por 72h. Para o cálculo do número de aeróbios psicotróficos foram selecionadas placas com contagens entre 25 e 250 colônias.

### **2.5.3 Contagem de *Staphylococcus* spp.**

Para a contagem de *Staphylococcus* spp., foram utilizadas placas de Petri contendo ágar Baird-Parker (Acumedia) adicionado de telurito de potássio e gema de



ovo. Na superfície seca das placas se adicionou 0,1 mL ou 1 mL (sendo 0,3; 0,3; 0,3 e 0,1 mL distribuídos em diferentes placas) de cada diluição selecionada. As placas foram incubadas a 35°C por 48 h. Após a incubação, procedeu-se a contagem de todas as colônias (típicas e não típicas), para a obtenção do valor de UFC de *Staphylococcus* spp. (BRASIL, 2003).

#### **2.5.4 Contagem de *Pseudomonas* spp.**

Para a determinação de *Pseudomonas* spp. foi semeado, em duplicata, 0,1 mL de cada diluição selecionada em placas de Petri contendo ágar para isolamento de *Pseudomonas* (Acumedia) adicionado de glicerol, e incubadas a 25°C por 48 h. Foram selecionadas placas com contagens entre 25 e 250 colônias (STANBRIDGE e BOARD, 1994).

#### **2.5.5 Detecção de *Listeria monocytogenes***

Foram homogeneizados 25 g de cada amostra com 225 mL do Caldo Universidade de Vermont – UVM (Oxoid, Basingstoke, Reino Unido) e incubados a 30°C/24h. Procedeu-se delicada agitação do frasco de enriquecimento seletivo primário e transferiu-se 0,1 mL do caldo UVM para um tubo com 10,0 mL de caldo Fraser (Acumedia) e incubou-se a 35°C/24 – 40 h. Observou-se a ocorrência de escurecimento no caldo Fraser, devido à reação de hidrólise da esculina, submetendo-se ao plaqueamento as amostras positivas e descartando as amostras negativas. Incubou-se as placas de ágar Oxford Modificado – MOX (Oxoid), a 35°C e observou-se a presença de colônias típicas com 24 e 48 horas de incubação. Foram selecionadas pelo menos 5 colônias típicas de cada placa, para confirmação. Estriou-se cada colônia em placas de Agar Tripticase de Soja suplementado com 0,6% de extrato de levedura - TSA-YE (Acumedia), para purificação, e incubar as placas a 30°C/24 - 48h. Observou-se as colônias sob luz oblíqua e selecionou-se uma colônia azulada típica, bem isolada, para a realização das provas de confirmação. Com uma alça de inoculação, transferiu-se a colônia para um tubo de TSA-YE inclinado e um tubo de Caldo Tripticase de Soja 0,6% de extrato de levedura - TSB-YE (Acumedia), incubando os tubos a 30°C/24h. Utilizou-se a cultura em ágar e o caldo para a realização das provas bioquímicas: teste da catalase, teste de motilidade, teste de nitrato, reação em Ágar Tríplice Açúcar Ferro – TSI (Acumedia).

### **2.5.6 Detecção de *Salmonella* spp.**

Pesou-se  $25 \pm 0,2$  g da amostra e adicionou-se 225 mL de solução salina peptonada 1% tamponada. Procedeu-se a homogeneização por aproximadamente 60 segundos no “stomacher” e deixou-se 1 hora em temperatura ambiente. As alíquotas das amostras preparadas foram incubadas, a  $36 \pm 1^\circ\text{C}$  por, no mínimo, 16 horas e não mais que 20 horas, para o pré-enriquecimento. Após este período, alíquotas de 0,1mL foram transferidas para 10 mL caldo Rappaport-Vassiliardis - RP (Acumedia) e para 10 mL de caldo Selenito-Cistina - SC (Acumedia) para o enriquecimento seletivo, sendo incubados a  $41 \pm 0,5^\circ\text{C}$ , em banho-maria, com agitação contínua de água, por 24 a 30 horas. De cada tubo, procedeu-se o isolamento de colônias típicas em ágar XLD, BPLS e HE (Difco Laboratories, Detroit, MI, Estados Unidos) por meio de estria com incubação a  $36 \pm 1^\circ\text{C}$  por 18 a 24 horas. Colônias suspeitas foram estriadas em ágar inclinado Triple Sugar Iron - TSI (Merck, São Paulo, SP, Brasil) e Lysine Iron Agar - LIA (Merck), seguindo-se de incubação por 24h a  $35^\circ\text{C}$ . Os isolados que apresentaram reações características de *Salmonella* spp foram submetidos à identificação bioquímica com os seguintes testes: produção de urease, motilidade em meio SIM - Syulphide Indol Motility (Merck), produção de  $\text{H}_2\text{S}$ , utilização de citrato, produção de indol, fermentação do malonato e produção de fenilalanina. Os isolados que apresentaram resultado característico para *Salmonella* spp. nos testes bioquímicos foram avaliados por teste sorológico, com antisoro polivalente “O” (Difco) e reação de Voges-Proskauer, com caldo Vermelho de Metila - Voges-Proskauer (Difco).

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1 Composição proximal**

A Tabela 2 apresenta os valores de composição proximal das amostras de filé de peito de frango cozido (PC), cru (PI) e temperado com NaCl (PS) obtidos neste estudo, os indicados pela indústria fornecedora dos produtos e aqueles encontrados na literatura. Os conteúdos de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas determinados neste trabalho mostraram-se dentro ou muito próximo da faixa de valores indicada pela indústria e literatura.

Tabela 2 Composição proximal, pH e cloretos das amostras de frango (média ± desvio padrão).

Amostra	Umidade (%)	Proteínas (%)	Lipídeos (%)	Cinzas (%)	pH	Cloretos (%)	Referência
PC	64,6 ± 0,2	30,8 ± 3,3	2,6 ± 0,2	1,1 ± 0,0	6,11	-	Este estudo
PI	72,2 ± 0,4	23,7 ± 0,8	2,6 ± 0,2	1,1 ± 0,0	5,98	-	Este estudo
PS	74,0 ± 0,3	22,1 ± 0,2	1,0 ± 0,1	2,3 ± 0,2	5,87	1,6 ± 0,1	Este estudo
PC	66 – 70	27 – 31	Máx 3	1,6 – 3,5	6,0 - 6,5	-	Fornecedor
PI	73 – 76,5	22 – 24	0,2 – 2,5	1 – 2	5,8 - 6,8	-	Fornecedor
PS	72,5 – 75,5	22 – 24	0,2 – 2,5	1,6 – 3,5	5,8 - 6,8	1,2 – 1,8	Fornecedor
PC	61,7-70,0	27,9-35,7	1,1-3,2	0,7-1,3	6,1- 6,2	-	A
PI	73,8-75,8	21,5-23,7	0,9-1,3	0,9-1,2	5,8 - 6,0	-	B
PS	-	-	-	-	5,86	4%	C

PC = filé de peito de frango cozido, PI = filé de peito de frango cru, PS = filé de peito de frango temperado com NaCl, a - FLETCHER, D. L.; QIAO, M.; SMITH, D. P., 2000; VIEIRA et al., 2007, b - BERAQUET, 2000; PORTO et al., 2000; QIAO et al., 2001; NUNES, 2003; VIEIRA et al., 2007; ROÇA, 2008, c - PORTO et al., 2000.

Foram reportados para filé de peito de frango valores de 73,8-75,8% de umidade, 21,5-23,7% de proteínas, 0,9-1,3% de lipídeos e 0,9-1,2% de cinzas (NUNES, 2003; VIEIRA et al., 2007; ROÇA, 2008). Verifica-se que o teor de umidade determinado para PI foi baixo quando comparado com os dados reportados acima e com os determinados pelo fornecedor das amostras. O inverso ocorreu com lipídios, cujo valor determinados foi superior ao reportado. É possível que, em virtude das amostras serem congeladas, no momento do descongelamento anterior à pesagem da amostra tenha havido uma excessiva exsudação. Assim, pode ter diminuído a umidade e concentrado os outros componentes (VARNAM e SUTHERLAND, 1995).

Uma relação inversamente proporcional entre os teores de umidade e lipídeos foi previamente demonstrada (KINSELLA et al., 1977; MAIA e RODRIGUEZ-AMAYA, 1992; MAIA et al., 1994; OLIVEIRA, 1999), o que pode ser verificado comparando-se os resultados encontrados para PI com os valores apresentados pelas referências supra citadas. Neste trabalho foi encontrado menor valor de umidade e maior de lipídeos que os dados por NUNES (2003), VIEIRA et al. (2007) e ROÇA (2008). Conforme exposto anteriormente, pode ter ocorrido exsudação durante o

descongelamento e, sendo os lipídios apolares, estes não seriam carreados juntamente com a água (polar) pois são insolúveis na mesma (FENNEMA, 1992).

Também na Tabela 2 verifica-se que o PC analisado no presente trabalho apresentou teor de umidade inferior ao de PI e de PS, enquanto que a porcentagem protéica foi superior. Isto se deve ao fato de que carnes cozidas ou assadas perdem água durante o preparo culinário, o que, conseqüentemente, aumenta o teor dos outros componentes, como lipídeos e proteínas (ROÇA, 2008). É possível se observar que as proteínas foram os componentes com mais expressiva relação inversa ao teor de umidade. Isto, talvez, por serem os constituintes em maior porcentagem, excluindo a água. Os teores determinados para PC concordam com dados de literatura para peito de frango cozido por diferentes métodos, sendo eles: 61,7-70,0% de umidade; 27,9-35,7% de proteínas; 1,1-3,2% de gordura e 0,7-1,3% de cinzas (VIEIRA et al., 2007)

O PS apresentou valor de cinzas superior ao de PC e PI, fato que é claramente entendido pelo fato de PS possuir adição de NaCl no seu processamento. Os teores de umidade, proteínas, lipídios e cinzas concordaram com os determinados pela indústria fornecedora. Os valores também se assemelham aos de peito de frango cru (exceto cinzas), assim, podem ser considerados adequados, uma vez que não se encontrou referência de literatura para composição proximal referente a frango temperado com cloreto de sódio.

### **3.2 Valores de pH**

Os valores de pH encontrados neste trabalho foram próximos para os três produtos; todos se encontram dentro da faixa de valores indicados pela indústria fornecedora (Tabela 2). O valor de pH do PI corrobora, também, com os da literatura, onde se encontrou pH de 6,0 (PORTO et al., 2000); 5,96 (QIAO et al., 2001); 5,8 - 5,9 (BERAQUET, 2000) e  $5,9 \pm 0,1$  (NUNES, 2003) para produtos deste tipo. PORTO et al. (2000) determinaram pH de 5,86 em filés de peito de frango marinados com 4% de NaCl, valor semelhante ao do PS do presente trabalho. O valor de pH um pouco mais alto determinado no PC demonstrou-se próprio, uma vez que concordou com a faixa indicada pelo fornecedor e ainda com dados de literatura, onde encontrou-se faixa de pH 6,09 – 6,21 para diferentes amostras de peito de frango cozido (FLETCHER; QIAO; SMITH, 2000). Tais valores são positivos pois indicam uma carne de boa qualidade e

que poderá ter alta durabilidade. Um músculo de frango vivo possui o valor do pH de 7,2. Ocorrido o abate, a carne continua em processo bioquímico, no qual o condutor energético do músculo é transformado em glicogênio láctico através da ação de várias enzimas. O pH da carne de frango diminui devido à formação ácida, onde a carne de peito deve apresentar pH final entre 5,7 e 5,9. (VENTURINI; SARCINELLI; SILVA, 2007).

### **3.3 Valores de NaCl**

O teor de cloreto, 1,6%, das amostras de filé de peito de frango temperado com NaCl foi condizente com a faixa de teor declarada pela indústria fornecedora do produto (Tabela 2). O cloreto de sódio (NaCl) realça o sabor da carne, sendo este o principal objetivo de sua adição no PS. Entretanto, este sal também atua como agente antimicrobiano e higroscópico, contribuindo também para a retenção das moléculas de água (GUAJARDO e JARAMILLO, 1995) que proporciona maior rendimento e melhora consideravelmente a textura (FRONING e SACKETT, 1985). O aumento da força iônica do meio, pela adição de NaCl, eleva a capacidade de absorção de água (efeito *salting in*) (PORTO et al., 2000).

### **3.4 Simulação da cadeia de suprimento de frango**

#### **3.4.1 Fase congelada**

O congelamento é um método utilizado para prolongar a vida útil de produtos alimentícios por semanas ou meses. Neste trabalho, observou-se que as contagens de bactérias aeróbias mesófilas e psicrótróficas, *Pseudomonas* spp. e *Staphylococcus* spp., mantiveram-se praticamente constantes, com pouca oscilação, durante os 20 dias em que os produtos permaneceram congelados. Durante o armazenamento congelada, a água não está disponível e a maioria dos microrganismos não pode crescer (BARBUT, 2002). As concentrações microbianas determinadas neste período foram bastante baixas, podendo-se concluir que houve boas condições higiênico-sanitárias no processamento dos produtos adicionado ao conhecimento de que algumas espécies microbianas têm morte súbita após o congelamento (FRANCO e LANDGRAF, 2005; JAY, 2005).

A proporção de células sobreviventes após o congelamento diminui com o tempo (JAY, 2005), contudo, não foi verificada diminuição na carga microbiana,

provavelmente por que 20 dias é tempo insuficiente para tal observação. Foi constatada ausência de *Listeria monocytogenes* e *Salmonella* spp., no mesmo período, em todos produtos analisados. Este resultado confirma, ainda, as ideais condições de sanidade no processamento dos produtos uma vez que, embora a proporção de células sobreviventes após o congelamento diminui com o tempo, não há eliminação total das mesmas (JAY, 2005).

### 3.4.2 Fase refrigerada

A legislação federal (BRASIL, 1997) estabelece para carnes de ave resfriadas ausência de *Salmonella* spp. em 25 g. Nos produtos de frango analisados (PI, PS), *Salmonella* spp. não foi evidenciada. Tal resultado confirma a qualidade microbiana dos produtos, pois a ausência de *Salmonella* nas amostras atesta para condições higiênico-sanitárias satisfatórias (SILVA JR. 2001). Os resultados mostraram-se de acordo com MESQUITA et al. (2006) que não detectaram *Salmonella* spp. em 25 g de frango *in natura*; e com PORTO et al. (2000) em amostras de peito de frango *in natura* e marinado (4% de NaCl) durante 0, 6 e 11 dias de armazenagem a 5°C.

A bactéria *Listeria monocytogenes* é um patógeno psicotrófico transportado por alimentos, que pode causar sérias doenças em humanos (FARBER e PETERKIN, 1991). Pode crescer numa temperatura mínima média de 1°C, significando que pode desenvolver-se em carne refrigerada. As amostras de filé de peito cozido de frango (PC) analisadas apresentaram ausência de *Listeria monocytogenes* durante os 21 dias mantidos a 4°C, atestando segurança do produto quanto a listeriose. A *Listeria monocytogenes* é um contaminante comum em carne de frango crua, e cerca de 60% das carcaças podem conduzir o organismo em baixo número, mas a bactéria é sensível ao calor e destruída por processos normais de cozimento. Assim, a determinação desta bactéria em peito de frango cozido, pode ser resultado de contaminação cruzada, conforme se tem reportado que *nuggets* de aves cozidos e aves cozidas resfriadas foram implicados em esporádicos casos de listerioses, devido a contaminação cruzada (DAVIES e BOARD, 1998; BARBUT, 2002; FRANCO e LANDGRAF, 2005).

A pesquisa de *Staphylococcus* spp., fundamentou-se no fato deste microrganismo estar envolvido em inúmeros casos de toxinfecção alimentar (PORTO et al., 2000) e também como indicador de higiene. Os estafilococos são amplamente

difundidos na natureza e fazem parte da microbiota normal da pele e mucosas de mamíferos e aves, sendo que o principal reservatório, no homem, são as fossas nasais. Assim, os fatores que mais predispõem à contaminação vêm da inadequada manipulação dos produtos, resultando em contaminação cruzada na exposição dos produtos a temperaturas adequadas ao crescimento bacteriano (MESQUITA et al., 2006).

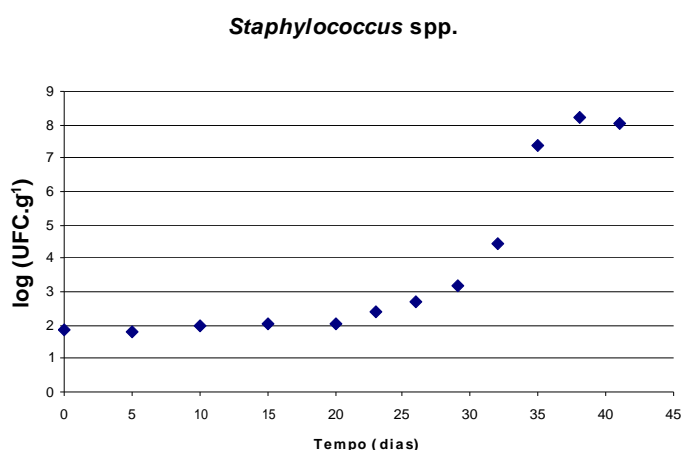


Figura 1 Curva de crescimento de *Staphylococcus* spp. determinada para filé de peito de frango temperado com NaCl armazenado a  $-18 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , por 20 dias, e transferido para armazenamento a  $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , por mais 21 dias.

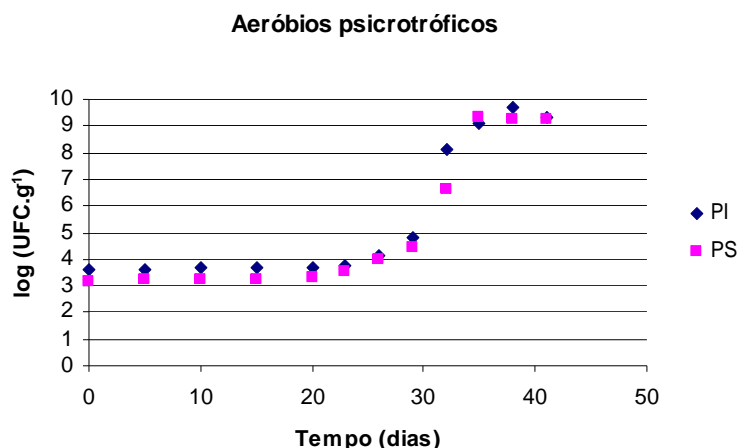
A legislação vigente no Brasil não estabelece padrão para *S. aureus* em carne de frango, no entanto, há relatos de que são necessárias entre  $10^5$  e  $10^6$  unidades formadoras de colônias de *S. aureus* por grama de alimento para que a toxina seja formada em níveis capazes de provocar intoxicação (BARBUT, 2002; LINDQVIST et al., 2002; FRANCO e LANDGRAF, 2005). Considerando este padrão e, analisando-se a curva de crescimento (Figura 1), pode-se dizer que até 12 dias de armazenamento a  $4^{\circ}\text{C}$  o PS se apresentou em condições seguras para o consumo, em relação a este microrganismo. PORTO et al. (2000) obtiveram resultados de *Staphylococcus aureus* menores que  $2 \log_{10} \text{UFC.g}^{-1}$  de peito de frango marinado (4% de sal) nos tempos 0, 6 e 11 dias de armazenamento a  $5^{\circ}\text{C}$ . Vale ressaltar que no presente trabalho foi contado o número de unidades formadoras de colônias do gênero *Staphylococcus* spp., sem especificar a espécie.

Normalmente, estafilococos são encontrados em números baixos nos alimentos (FRANCO e LANDGRAF, 2005), o que se verifica aqui, onde a contagem inicial foi de aproximadamente  $2 \log_{10}$  UFC.g<sup>-1</sup>. Com uma velocidade máxima de crescimento ( $\mu_{\text{máx}}$ ) de 0,058 h<sup>-1</sup>, a bactéria atingiu o seu valor mais alto, 8,2  $\log_{10}$  UFC.g<sup>-1</sup>, aos 18 dias de armazenamento refrigerado a  $4 \pm 1^\circ\text{C}$ .

Embora a contagem de microrganismos aeróbios psicotróficos indique o grau de deterioração de alimentos refrigerados, a legislação brasileira não estabelece padrão para estes microrganismos. Entretanto, a International Commission on Microbiological Specifications for Foods (1978) estabelece  $10^6$  a  $10^7$  UFC.g<sup>-1</sup> como padrão, faixa seguida neste trabalho para definição do término da vida útil dos filés de frango. Outros autores estabelecem valores que variam de  $10^6$  até  $10^8$  UFC.g<sup>-1</sup> (HAYES, 1993; DAVIES e BOARD, 1998; SENTER et al., 2000; SMOLANDER, 2004; FRANCO e LANDGRAF, 2005; ORDÓÑEZ-PEREDA et al., 2005). A alteração da carne refrigerada em aerobiose é um fenômeno de superfície. Portanto, para definir uma carne alterada, geralmente se admitem os valores da taxa bacteriana de quando são detectadas as mudanças sensoriais devido aos metabólitos resultantes do crescimento microbiano (odores anômalos, normalmente desagradáveis, e aparecimento de substâncias viscosas, como polissacarídeos sintetizados pelas bactérias).

Assim, considerando estes padrões microbiológicos ( $10^6$  a  $10^7$  UFC.g<sup>-1</sup>), o PI se manteve adequado para consumo até 9 a 11 dias a  $4^\circ\text{C}$ , em relação aos psicotróficos (Figura 2). Tal período é bastante extenso quando comparado ao de 5 a 6 dias reportado por PORTO et al. (2000). Essa vantagem é esclarecida quando se comparam as contagens bacterianas iniciais, onde neste estudo foi detectado o valor de  $4,6 \times 10^3$  UFC.g<sup>-1</sup> enquanto os citados autores verificaram  $5,4 \times 10^4$  UFC.g<sup>-1</sup> de filé de peito de frango cru, no dia zero. É sabido que o tempo de vida útil das carnes possui uma relação inversa com a contaminação inicial do produto (DAVIES e BOARD, 1998; BARBUT, 2002; JAY, 2005).





PI: Filé de peito de frango cru; PS: Filé de peito de frango eito temperado com NaCl

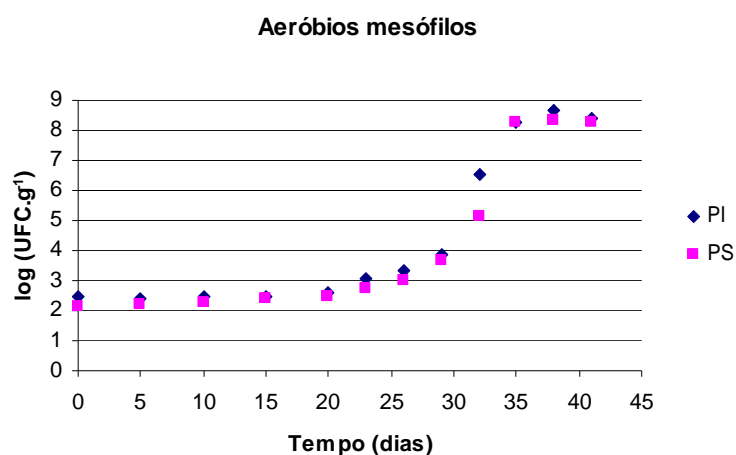
Figura 2 Curvas de crescimento de aeróbios psicotróficos determinadas para filé de peito de frango cru (PI) e filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) armazenados a  $-18 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , por 20 dias, e transferidos para armazenamento a  $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , por mais 21 dias.

O filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) analisado apresentou um período de vida útil de 11 a 13 dias quando armazenado a  $4^{\circ}\text{C}$ . O PS teve maior durabilidade que PI, pois a contagem inicial de PI ( $4,6 \times 10^3 \text{ UFC.g}^{-1}$ ) foi maior que PS ( $2,2 \times 10^3 \text{ UFC.g}^{-1}$ ), e no substrato de PS as bactérias psicotróficas tiveram menor velocidade específica máxima de crescimento ( $\mu_{\text{máx}} \text{ PS} = 0,057 \text{ h}^{-1}$  e  $\mu_{\text{máx}} \text{ PI} = 0,058 \text{ h}^{-1}$ ). Isto, talvez, em virtude do cloreto de sódio presente em PS, que, embora em baixo teor, pode ter exercido leve ação antimicrobiana (GUAJARDO e JARAMILLO, 1995). Na literatura se verifica que filé de peito de frango marinado (4% de sal) apresentou contagem de  $1,0 \times 10^7 \text{ UFC.g}^{-1}$ , após 6 dias de armazenamento a  $5^{\circ}\text{C}$ . Neste caso também é possível justificar a maior vida útil do PS em relação a este estudo comparando-se as contagens iniciais de ambos os casos, onde PS teve contaminação de  $2,2 \times 10^3 \text{ UFC.g}^{-1}$  enquanto o marinado apresentou  $1,4 \times 10^4 \text{ UFC.g}^{-1}$ . Além disso, a temperatura de incubação do marinado foi de  $5^{\circ}\text{C}$ , enquanto que PS foi mantido a  $4^{\circ}\text{C}$  (PORTO et al., 2000).

É estabelecida a contagem de aeróbios mesófilos de  $10^7 \text{ UFC.g}^{-1}$  como indicador para o fim da vida útil (ICMSF,1986). Estudos consideram fora das condições higiênico-sanitárias ideais os frangos que ultrapassam a contagem de

mesófilos  $10^6$  UFC.g<sup>-1</sup> (RITTER e BERGMANN, 2003). Baseado nestes padrões, no presente trabalho a faixa de contagem entre  $10^6$  e  $10^7$  UFC.g<sup>-1</sup> foi considerada limite máximo para determinação da vida útil.

Pela análise do gráfico de crescimento de aeróbios mesófilos (Figura 3) verifica-se que as amostras de PI e PS se mantiveram dentro dos padrões de qualidade até a faixa de 12 a 13 dias e 13 a 14 dias de armazenamento refrigerado, respectivamente. As curvas, praticamente sobrepostas demonstram o semelhante comportamento dos mesófilos em ambos os substratos. Com uma velocidade específica máxima de crescimento ligeiramente maior, PI apresentou um salto no dia 12 ( $\mu_{\text{máx}}$  PS= 0,055 h<sup>-1</sup> e  $\mu_{\text{máx}}$  PI= 0,056 h<sup>-1</sup>). Em frangos resfriados, a contagem de microrganismos aeróbios mesófilos indica as condições de higiene no processo do frango, pois estes microrganismos são aqueles que vêm aderidos às penas, pele, pés e cloaca. Durante o abate das aves, juntam-se a esses microrganismos, aqueles presentes no sistema digestivo, quando o processo tecnológico não é realizado adequadamente (RITTER e BERGMANN, 2003).



PI: Filé de peito de frango cru; PS: Filé de peito de frango eito temperado com NaCl

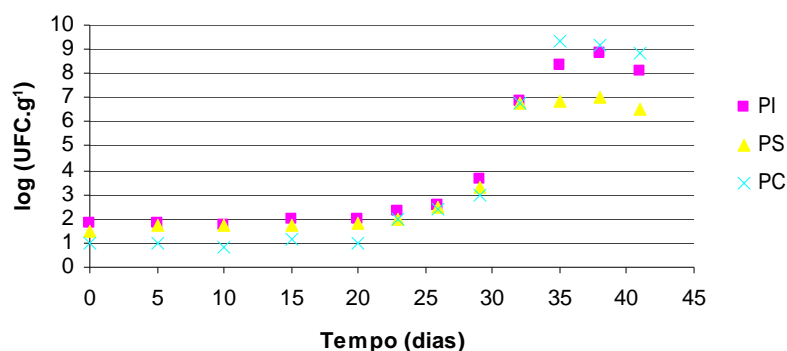
Figura 3 Curvas de crescimento de aeróbios mesófilos determinadas para filé de peito de frango cru (PI) e filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) armazenados a  $-18 \pm 0,5^\circ\text{C}$ , por 20 dias, e transferidos para armazenamento a  $4 \pm 1^\circ\text{C}$ , por mais 18 dias.

No presente estudo, as fases lag de crescimento dos mesófilos e psicrotróficos em PI e PS ocorreram até o 6º dia de armazenamento refrigerado. As máximas contagens de aeróbios mesófilos e psicrotróficos foram atingidas após 15 dias de armazenamento, tanto para PI como PS, ultrapassando contagens de 8 log UFC.g<sup>-1</sup>. Com apenas 11 dias sob refrigeração PORTO et al. (2000) encontraram 5,0 x 10<sup>9</sup> UFC de psicrotróficos por grama de filé marinado. SMOLANDER et al. (2004) avaliaram cortes de frango armazenados em diferentes temperaturas, que variaram de 3,4 a 8,3°C. Em seus estudos, as contagens de aeróbios mesófilos e psicrotróficos atingiram o máximo de 8 log UFC.g<sup>-1</sup> após 9 dias de estocagem, na maioria dos casos. Após este tempo o nível dos microrganismos se manteve estável, indicando a fase estacionária de crescimento microbiano, semelhantemente ao aqui verificado.

Fazendo-se uma comparação entre as contagens de aeróbios mesófilos e psicrotróficos, se observa que a contagem de psicrotróficos em PI e PS se mostra superior, cerca de um ciclo logarítmico, aos valores determinados em mesófilos. Em seus experimentos, SMOLANDER et al. (2004) não observaram diferença entre as contagens de aeróbios mesófilos e psicrotróficos em cortes de frangos armazenados em diferentes temperaturas, que variaram de 3,4 a 8,3°C. A exceção foi no armazenamento a 3,4°C (valor médio) onde, após 9 dias, houve um considerável aumento na contagem de aeróbios mesófilos.

Aeróbios totais e *Pseudomonas* spp. são bons indicadores de deterioração de carne de aves (DOMINGUEZ e SCHAFFNER, 2007). A contagem de *Pseudomonas* spp. definida como indicativa de término de vida útil é de 6 a 7 log<sub>10</sub> UFC.g<sup>-1</sup> (THORNLEY et al, 1960; COX et al, 1975; ALLEN, RUSSELL e FLETCHER, 1997; MEHYAR et al., 2005). Assim, as amostras de PC, PI e PS se mantiveram apropriadas para consumo até 11 a 12 dias de armazenamento a 4°C (Figura 4).

***Pseudomonas ssp.***



PI: Filé de peito de frango cru; PS: Filé de peito de frango eito temperado com NaCl; PC: Filé de peito de frango cozido.

Figura 4 Curvas de crescimento de *Pseudomonas ssp.* determinadas para filé de peito de frango cru (PI) e filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) e filé de peito de frango cozido armazenados a  $-18 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , por 20 dias, e transferidos para armazenamento a  $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , por mais 21 dias.

Pela análise da Figura 4 se verifica que a fase lag de crescimento ocorreu até o 6º dia de armazenamento refrigerado a  $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$  nas três amostras. Também se observa que PS foi a amostra que apresentou menor valor de máxima contagem,  $7 \log_{10} \text{UFC.g}^{-1}$ , ao passo que PI e PC atingiram em torno de  $9 \log_{10} \text{UFC.g}^{-1}$ . É possível explicar tal efeito pelo fato de que a adição de sal ao produto atua como agente antimicrobiano (GUAJARDO e JARAMILLO,1995; BARBUT, 2002). Os valores determinados de velocidade específica máxima de crescimento das bactérias do gênero *Pseudomonas* nas três amostras revelam seu comportamento variado nos diferentes substratos, onde  $\mu_{\text{máx}} \text{PC} = 0,079 \text{ h}^{-1}$ ;  $\mu_{\text{máx}} \text{PI} = 0,065 \text{ h}^{-1}$  e  $\mu_{\text{máx}} \text{PS} = 0,053 \text{ h}^{-1}$ .

## 4 CONCLUSÕES

- A presença de *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes* não foi detectada nos produtos analisados nas condições estudadas, indicando boas condições de higiene e segurança dos produtos.

- Durante os 20 dias da fase congelada ( $-18 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ) a presença de aeróbios mesófilos e psicrotróficos, *Pseudomonas* spp. e *Staphylococcus* spp. se manteve estável em baixos níveis de detecção.

- Após descongelados e mantidos a  $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , 9 dias para filé de peito de frango cru (PI), 11 dias para filé de peito de frango cozido (PC) e 11 dias para filé de peito de frango temperado com NaCl (PS), mostraram ser o tempo limite para garantir a qualidade, considerando os microrganismos pesquisados em cada tipo de produto.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, C. D.; RUSSELL, S. M.; FLETCHER, D. L. The relationship of broiler breast meat color and pH to shelf life and odor development. **Poultry Science**, v. 76, p. 1042–1046, 1997.

AVICULTURA INDUSTRIAL. **Faturamento com embarque de frango cresce 51%** (Redação: 19/12/2007). Disponível em: <[www.aviculturaindustrial.com.br](http://www.aviculturaindustrial.com.br)>. Acesso em: 03 jan. 2008.

BARBUT, S. **Poultry products processing: an industry guide**. Boca Raton: CRC Press, 2002. 548p.

BARROS, V. R. M.; PAVIA, P. C.; PANETTA, J. C. *Salmonella spp.*: sua transmissão através dos alimentos. **Higiene Alimentar**, v. 16, n. 91, p. 15-19, mar. 2002.

BRYAN, F. L. Risks of practices and processes that lead to outbreaks of food-borne diseases. **Journal of Food Protection**, v. 51, n. 8, p. 663-673, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para o controle de produtos de origem animal e água. Instrução Normativa 62, de 26 de agosto de 2003. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo**, Brasília, 18 de setembro 2003. Seção I, p.21-32; 40-43; 51-67.

CANSIAN, R. L.; FLORIANI, S. T. R.; VALDUGA, E. Microbiological analysis of critical points in the chicken industry. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 3, p. 403-406, Mai. 2005.

COX, N. A.; JUVEN, B. J.; THOMSON, J. E.; MERCURI, A. J.; CHEW, V. Spoilage odors in poultry meat produced by pigmented and nonpigmented *Pseudomonas*. **Poultry Science**, v. 54, p.2001–2006, 1975.

DAVIES, A.; BOARD, R. **The microbiology of meat and poultry**. London: Blackie Academic & Professional, 1998. 346p.

DEL RÍO, E.; PANIZO-MORÁN, M.; PRIETO, M.; ALONSO-CALLEJA, C.; CAPITA, R. Effect of various chemical decontamination treatments on natural microflora and

sensory characteristics of poultry. **International Journal of Food Microbiology**, v. 115, p. 268–280, 2007.

DOMINGUEZ, S. A.; SCHAFFNER, D. W. Development and validation of a mathematical model to describe the growth of *Pseudomonas* spp. in raw poultry stored under aerobic conditions. **International Journal of Food Microbiology**, v. 120, p. 287–295, 2007.

DONNELLY, C.; BRACKETT, R. E.; DOORES, S. *Listeria*. In.: VANDERZANT, C., SPLITTSTOESSER, D. F. (eds.), **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**, 3. ed. Washington: American Public Health Association, 1992, p.637-663.

DOYLE, M. P.; SCHOENI, J. L. Isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from retail fresh meats and poultry. **Applied Environmental Microbiology**., v. 53, p. 2394-2396, 1987.

FARBER, J. M.; PETERKIN, P. I. *Listeria monocytogenes*, a foodborne pathogen. **Microbial. Rev.** v. 55, p. 476-511, 1991.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2.ed. Acribia: Zaragoza, 1992, 1095p.

FLETCHER, D. L.; QIAO, M.; SMITH, D. P. The relationship of raw broiler breast meat color and ph to cooked meat color and pH. **Poultry Science**, v. 79, p. 784–788, 2000.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005. 182 p.

FRONING, G. W.; SACKETT, B. Effect of salt and phosphates during tumbling of turkey breast muscle on meat characteristics. **Journal of Poultry Science**, v. 64, p. 1328-1333, 1985.

GANDRA, E. A. **Multiplex PCR para Detecção de *S. aureus*, *S. intermedius* e *S. hyicus* em leite UHT Artificialmente contaminado**. Pelotas, 2006. 90f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Universidade Federal de Pelotas, 2006.

GONÇALVES, P. M. R. Toxinfecções alimentares: uma revisão. **Higiene Alimentar**, v.12, n.53, p.38-44, 1998.

GUAJARDO, E. R.; JARAMILLO, H. G. El marinado: una opción rentable en la carne de bovino. **Carnetec**, v. 2, n. 5, p. 2024, 1995.

HAYES, P. R. **Microbiología e higiene de los alimentos**. Zaragoza: Editora Acribia S. A., 1993. 369p.

ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). **Microorganisms in foods: their significance and methods of enumeration**. Toronto: University of Toronto, 1978.

ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). **Microorganisms in Foods. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Scientific Applications**, v. 2. Toronto: University of Toronto Press, 1986. p. 181–186.

JAY, J. M. **Microbiología de alimentos**. Trad. TONDO, E.C. et al. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

KINSELLA, J. E.; SHIMP, J. L.; MAI, J.; WEIHRAUCH, J. Sterol, Phospholipid, Mineral Content and Proximate Composition of Fillets of Select Freshwater Fish Species. **Journal of Food Biochemistry**, v. 1, n. 2, p. 131-140, 1977.

LINDQVIST, R.; SYLVÉN, S.; VAGSHOLM, I. Quantitative microbial risk assessment exemplified by *Staphylococcus aureus* in unripened cheese made from raw milk, **International Journal of Food Microbiology**, v. 78, p. 155– 170, 2002.

MAIA, E. L.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Fatty Acid Composition of the Total, Neutral and Phospholipids of the Brazilian Freshwater Fish *Colossoma macropomum*. In: CHARALAMBOUS, G. (Ed.), **Food Science and Human Nutrition**. Amsterdam: Elsevier Science, 1992. p. 633-642.

MAIA, E. L.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; FRANCO, M. R. B. Fatty Acids of the Total, Neutral and Phospholipids of the Brazilian Freshwater Fish *Prochilodus scrofa*. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 7, p. 240-251, 1994.

MEAD, G. C. Hygienic problems and control of process contamination. In: MEAD, G. C. **Processing of poultry**. New York: Elsevier. 1989, p. 360-368.



MEHYAR, G.; BLANK, G.; HAN, J. H.; HYDAMAKA, A.; HOLLEY, R. A. Effectiveness of trisodium phosphate, lactic acid and commercial antimicrobials against pathogenic bacteria on chicken skin. **Food Protection Trends**, v. 25, p. 351–362, 2005.

MESQUITA, M. O. DE; DANIEL, A. P.; SACCOL, A. L. F., MILANI, L. I. G.; FRIES, L. L. M. qualidade microbiológica no processamento do frango assado em unidade de alimentação e nutrição. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n.1, p. 198-203, jan.-mar. 2006.

MURIAMA, P.M. Bacteriocins for control of *Listeria* spp. in food. **Journal Food Protection.**, v. 59, p. 54-63, 1996.

NATIONAL COMMITTEE FOR CLINICAL LABORATORY STANDARDS. **Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically.** Wayne, 5th ed., 2000. 33p.

NUNES, T. P. **Efeito da pré-cura na estabilidade microbiológica da carne mecanicamente separada e elaboração de um produto reestruturado com filés de peito de galinhas de descarte.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003, 101f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, 2003.

OLIVEIRA, S. L. C. L. **Estudo dos Constituintes Lipídicos em Peixes do Ceará.** 1999. 118p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1999.

ORDÓÑEZ-PEREDA, J. A., RODRÍGUEZ, M. I. C., ÁLVAREZ, L. F., SANZ, M. L. G., MINGUILLÓN, G. D. G. F., PERALES, L. H., CORTECERO, M. D. S. **Tecnologia de alimentos - Alimentos de origem animal.** Vol.2. Trad. MURAD, F. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne: riscos microbiológicos da carne.** v. 1, Goiânia: UFG, 1995. p. 294-308.

PELISSER, M. R.; MENDES, S. D. C.; SUTHERLAND, A. D.; BATISTA, C. R. V. Detection of *Listeria* species in refrigerated chicken carcasses using Clearview™ and a

modified conventional culture method. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 32, p. 113-116, 2001.

PINI, P.N.; GILBERT, R.J. The occurrence in the U.K. of *Listeria* species in raw chickens and soft cheeses. **International Journal of Food Protection**, v. 56, n. 7, p. 616-618, 1993.

PORTO, A. C. S.; TÔRRES, R. C. O.; ILHA, E. C.; LUIZ, M. T. B.; SANT'ANNA, E. S. Influência da composição da salmoura sobre os parâmetros físico sensoriais e microbiológicos de filés de peito de frango marinados por imersão. **Boletim Ceppa**, Curitiba, v. 18, n. 2, jul./dez.2000.

RITTER, R.; BERGMANN, G. P. Eficácia do sistema de pré-resfriamento de frangos em tanques, sobre a redução da contaminação bacteriana de carcaças. **Higiene alimentar**, v. 17, n. 108, p. 97–104, 2003.

ROÇA, R. O. **Composição química da carne**. Disponível em: <<http://pucrs.campus2.br/~thompson/TPOA-Carne/Roca102.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2008.

RYSER, E. T.; MARTH, E. H. **Listeria, Listeriosis, and Food Safety**. New York: University of Wisconsin, 1991, 632p.

SETER, S. D.; ARNOLD, J. W.; CHEW, V. APC values and volatile compounds formed in commercially processed, raw chicken parts during storage at 4 and 13°C and under simulated temperature abuse conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 1559–1564, 2000.

SCHWAB, J. P.; EDELWEISS, M. I. A. Identification of *Listeria monocytogenes* in human placentas and abortion species through immunohistochemical technique. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2 Abr./Jun. 2003.

SILVA JR., E. A. S. **Manual de controle higiênico sanitário em alimentos**. 4. ed., São Paulo: Varela, 2001. 475p.

SMOLANDER, M.; ALAKOMI, H-L.; VAINIONPÄÄ, T. R. J.; AHVENAINEN, R. Monitoring of the quality of modified atmosphere packaged broiler chicken cuts stored

in different temperature conditions. A. Time–temperature indicators as quality-indicating tools. **Food Control**, v. 15, p. 217–229, 2004.

STANBRIDGE, L. H.; BOARD, R. G. A modification of the *Pseudomonas* selective medium, CFC, that allows differentiation between meat *Pseudomonas* and Enterobacteriaceae. **Letters in applied microbiology**, v. 18, p. 327-328, 1994.

THORNLEY, M. J.; INGRAM, M.; BARNES, E. M. The effects of antibiotics and irradiation on the *Pseudomonas-Achromobacter* flora of chilled poultry. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 23, p. 487–498, 1960.

UBA – UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Relatório anual 2006/2007**. Disponível em: <<http://www.uba.org.br>>. Acesso em: 02 jan. 2008.

UBOLDI-EIROA, M. N. *Listeria monocytogenes* – Características, ocorrência e desenvolvimento em alimentos. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 13-22, 1990.

UYTTENDALE, M. R.; NEYTS K. D.; LIPS, R. M.; DEBEVERE, J. M. Incidence of *Listeria monocytogenes* in poultry and poultry products obtained from Belgian and French abbatoirs. **Food Microbiology**, v. 14, n. 4, p. 339-345, 1997.

VALERIANO, C.; SANTOS, H. P.; BEERLI, K. M. C.; PICCOLI-VALLE, R. H.; ALCANTARA, E. M. C.; MARQUES, S. C.; ARAUJO, R. Avaliação higiênico-sanitária de miúdos de frango comercializados na cidade de Lavras- MG. **Higiene Alimentar**, v.17, n.104/105, p.214-215, 2003.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Meat and Meat Products: technology, chemistry and microbiology**, v. 3, London: Chapman & Hall, 1995, 444p.

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. **Características da carne de frango**. Boletim Técnico - PIE-UFES:01307 - Editado: 18.08.2007. Disponível em: <[http://209.85.165.104/search?q=cache:ghl2XJhzJV0J:www.agais.com/telomc/b01307\\_caracteristicas\\_carnefrango.pdf+pH+frango+legisla%C3%A7%C3%A3o&hl=pt-BR&ct=clnk&cd=2&gl=br](http://209.85.165.104/search?q=cache:ghl2XJhzJV0J:www.agais.com/telomc/b01307_caracteristicas_carnefrango.pdf+pH+frango+legisla%C3%A7%C3%A3o&hl=pt-BR&ct=clnk&cd=2&gl=br)> Acesso em: 15 fev 2008.

VIEIRA, J. O.; BRESSAN, M. C.; FARIA, P. B.; FERREIRA, M. W.; FERRÃO, S. P. B.; SOUZA, X. R. DE. Efeito dos métodos de cocção na composição centesimal e

colesterol do peito de frangos de diferentes linhagens. **Ciência e agrotecnologia**,  
Lavras, v. 31, n. 1, p. 164-170, jan./fev., 2007.

**ARTIGO 2:**

**AVALIAÇÃO MICROBIANA DE PEITO DE FRANGO (CRU, TEMPERADO E  
COZIDO) EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO**

## AVALIAÇÃO MICROBIANA DE PEITO DE FRANGO (CRU, TEMPERADO E COZIDO) EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO

### RESUMO

A carne de frango é um alimento altamente perecível e, juntamente com outros tipos de carnes provenientes de ave, apresenta grande quantidade de bactérias patogênicas e deteriorantes, quando comparada com outros alimentos. O controle da temperatura de armazenamento seja ela resfriada ou congelada, é um dos mais importantes parâmetros usados para prolongar a vida útil das carnes. O objetivo desta pesquisa foi determinar o tempo de vida útil de três produtos industrializados de frango (filé de peito cru, cozido e temperado com cloreto de sódio) em diferentes condições de temperatura de armazenamento (2, 4, 7, 10, 15 e 20°C). A vida útil foi avaliada pela presença de microrganismos aeróbios psicrotróficos, *Pseudomonas* spp., aeróbios mesófilos e *Staphylococcus* spp. O aumento da temperatura fez reduzir a vida útil dos três produtos estudados, em relação a todos os microrganismos. Os produtos apresentaram faixas de vida útil de 10 até mais de 26 dias, a 2°C; de 9 até mais de 21 dias, a 4°C; de 6 até 12 dias, a 7°C; de 4 até 8 dias, a 10°C; de 2 até 4 dias, a 15°C; e de 1 a 2 dias a 20°C. Quando armazenadas em temperaturas de refrigeração (2, 4 e 7°C), as amostras apresentaram pouca variação no tempo de vida útil, especialmente a 2 e 4°C. Já quando armazenadas à temperatura ambiente (temperaturas iguais ou superiores a 10°C), a cada 5°C de elevação na temperatura de armazenamento, a vida útil reduziu-se a metade do tempo.

**Palavras-chave:** Frango; curva de crescimento; deterioração; microrganismos; vida útil.

## MICROBIAL EVALUATION OF CHICKEN BREAST (RAW, TEMPERATE AND COOKED) IN FUNCTION OF THE TEMPERATURE OF STORAGE

### ABSTRACT

The chicken meat is a highly perishable food and, together with other types of poultry meats, it presents a great variety of pathogenic and spoilage bacteria, when compared with other foods. The control of the storage temperature, chilled or frozen, it is one of the most important parameters used to increase the meat shelf life. The objective of this research was to determine the shelf life time of three industrialized chicken breast products (breast filet raw, cooked and temperate with chloride of sodium) in different storage temperature conditions (2, 4, 7, 10, 15 and 20°C). The shelf life was evaluated according to the presence of psicrotrophic aerobic microorganisms, *Pseudomonas* spp., aerobics mesophilic and *Staphylococcus* spp. The increase of the temperature made to reduce the shelf life of the three studied products, in relation to all of the microorganisms. The products presented shelf life ranges from 10 to more than 26 days, at 2°C; from 9 to more than 21 days, at 4°C; from 6 to 12 days, at 7°C; from 4 to 8 days, at 10°C; of 2 to 4 days, at 15°C; and, from 1 to 2 days at 20°C. When stored in refrigerating temperature (2, 4 and 7°C), the samples presented a few variation in the shelf life time, especially at 2 and 4°C. But when stored to room temperature (with same or superior temperature at 10°C), to each 5°C of elevation in the storage temperature, the shelf life was reduced to half time.

**Key words:** Chicken; growth curves; spoilage; microorganisms; shelf life.

## 1 INTRODUÇÃO

Aproximadamente 30% de toda a carne consumida no mundo é avícola, sendo que somente a carne suína excede este valor (FAO, 2006). O grande consumo de aves levanta o interesse em garantir que os produtos comercializados sejam seguros, tenham uma baixa taxa de deterioração e se mostrem adequados quanto a composição, embalagem, cor, sabor e aparência. Produtos contaminados excessivamente com microrganismos são indesejáveis do ponto de vista de Saúde Pública, qualidade de armazenamento e estética do produto. A determinação de alguns microrganismos, como aeróbios mesófilos, psicrotróficos, *Staphylococcus* spp. e *Pseudomonas* spp. é usada em indústrias avícolas como indicadores gerais de higiene no processamento, qualidade de armazenamento e vida útil dos produtos (DEL RIO et al., 2007).

A carne de frangos é um alimento altamente perecível e o tempo que leva para se deteriorar varia de 4 até aproximadamente 12 dias após o abate, muito embora seja armazenada em sistemas de refrigeração (MARENZI, 1986; ISMAIL et al., 2000; SMOLANDER et al., 2004). A deterioração depende da qualidade microbiológica das carcaças das aves, que são um reflexo direto da sanitização durante o abate e práticas de manipulação (MORENO GARCÍA 1988). A carne de frango e outros tipos de aves têm maior variedade de bactérias patogênicas e deteriorantes do que quase todos os outros alimentos (SNYDER, 1998).

A microbiologia da carne de aves tem sido extensivamente estudada. Diversos fatores ambientais afetam a proliferação de microrganismos. Tais fatores incluem temperatura, umidade relativa, concentração e tipo de gás da atmosfera envolvente, presença de outros microrganismos, interação dos fatores. A temperatura em que o alimento cru está estocado pode afetar sua susceptibilidade para deterioração microbiana, sendo o fator que mais afeta o crescimento de bactérias psicrotróficas e conseqüentemente a vida útil de frangos frescos (BARBUT, 2002; DAVIES e BOARD, 1998; FRAZIER e WESTHOFF, 2000).

Baixas temperaturas são usadas para retardar reações químicas e ação de enzimas nos alimentos e para reduzir a velocidade ou parar o crescimento e atividade de microrganismos em alimentos. A redução de temperatura diminuirá a velocidade das reações químicas e ação enzimática em microrganismos; assim, uma temperatura



suficientemente baixa irá prevenir algum crescimento microbiano (FRAZIER e WESTHOFF, 2000; RAY, 2004).

Alimentos *in natura* de origem animal podem conter uma variedade de microrganismos que podem crescer e provocar alterações indesejáveis nestes alimentos. Cada microrganismo presente tem uma temperatura ótima para crescer e uma mínima abaixo da qual não pode se multiplicar. Temperaturas de refrigeração irão prevenir o crescimento, mas baixa atividade metabólica pode continuar. Por esta razão a refrigeração de alimento tem diferentes efeitos nos vários organismos presentes. Uma queda de 10°C faz parar o crescimento de uns e diminuir o desenvolvimento de outros variando conforme o tipo de microrganismo. Baixa temperatura de armazenamento pode, portanto, ter ação significativa influenciando o tipo de microflora deteriorante predominante (KRAFT, 1992; DAVIES e BOARD, 1998; FRAZIER e WESTHOFF, 2000; JAY, 2005).

O controle da temperatura de armazenamento é um dos mais importantes parâmetros usados para prolongar a vida útil de carnes. Estudos mostram o efeito da temperatura de armazenamento sobre a taxa de crescimento de microrganismos deteriorantes. A taxa a 10°C é quase duas vezes o valor daquela a 4,5°C, e a taxa a 15,5°C é quase quatro vezes o valor de 4,5°C (BARBUT, 2002).

Microrganismos psicrotróficos, como os do Gênero *Pseudomonas*, que são comumente encontrados em alimentos, podem crescer em temperaturas de refrigeração e deteriorar as carnes. Aeróbios mesófilos podem estar presentes, mas não são os responsáveis pela deterioração de alimentos refrigerados. Sua detecção serve para avaliação da qualidade higiênico-sanitária no processamento do alimento. Os microrganismos do Gênero *Staphylococcus* são mesófilos, mas podem crescer em ampla faixa de temperatura (entre 7-45°C). Sua pesquisa em carne de frangos tem importância para avaliar as condições sanitárias de processo. Além disso, algumas espécies podem produzir toxinas causadoras de gastroenterite. Em condições favoráveis, esta bactéria se multiplicará até altos números sem, no entanto, provocar significativa alteração no sabor, na cor e odor do alimento. Alimentos associados com doença estafilocócica possuem, normalmente, alto teor de proteínas, assim como alimentos que são muito manipulados durante o preparo (BARBUT, 2002; SIQUEIRA JÚNIOR et al., 2004; NASCIMENTO et al., 2005).

O objetivo desta pesquisa foi determinar o tempo de vida útil de três produtos de frango: filés de peito de frango cru, temperado com NaCl e cozido, armazenados em diferentes condições de temperatura. A vida útil foi avaliada pela presença de microrganismos aeróbios psicrotróficos, *Pseudomonas* spp., aeróbios mesófilos e *Staphylococcus* spp.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Produtos e preparo das amostras**

Os produtos avaliados foram: filé de peito de frango cru (PI), filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) e filé de peito de frango cozido (PC). As amostras foram provenientes de uma indústria processadora de frango localizada no estado de Santa Catarina, Brasil. Estas foram transportadas congeladas a  $-18 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por veículos da própria indústria até o Laboratório de Tecnologia de Alimentos da FURG, Rio Grande, RS, onde foram realizadas todas as análises. Assim que recebidas foram divididas em porções, acondicionadas em sacos de polietileno estéreis e imediatamente re-armazenadas a  $-18 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , mantendo-se sempre condições de máxima assepsia.

### **2.2 Descrição do processo**

Os filés de frango (PC, PI e PS) foram armazenados em estufas incubadoras em condições de temperaturas controladas de 2, 4, 7, 10, 15 e  $20^{\circ}\text{C}$ . Em intervalos de tempo pré-definidos, dependendo da temperatura de armazenamento, foram retiradas amostras para determinações microbiológicas. As análises realizadas foram: contagens de microrganismos aeróbios mesófilos e psicrotróficos, *Staphylococcus* spp. e *Pseudomonas* spp. para todos produtos (PC, PI e PS). Foram traçadas as curvas de crescimento de cada microrganismo, nos três produtos, em cada temperatura. O período de armazenamento dos filés foi variável, pois dependeu do tempo levado pelos microrganismos para atingirem a fase estacionária de crescimento.

### **2.3 Análise microbiológica**

Para as análises microbiológicas, adicionaram-se 225 mL de água peptonada (Himedia Laboratories, Bombay, India) 0,1% (p/v) estéril a 25 g de amostra. A seguir,

foram homogeneizadas por 60 s e feitas sucessivas diluições em água peptonada 0,1% (p/v) estéril. As diluições das amostras foram selecionadas, baseando-se na contagem de microrganismos esperada para cada amostra. As análises foram realizadas com duplicatas de cada produto.

### **2.3.1 Contagem Total de Aeróbios Mesófilos em Placa**

Transferiu-se 1mL de sucessivas diluições nas placas de Petri estéreis. A seguir, adicionou-se ágar padrão para contagem (Acumedia Manufacturers, Inc., Baltimore, MD, Estados Unidos), a aproximadamente 45°C, e se fez suave agitação para homogeneizar a amostra e o ágar. Foram preparadas duas placas de cada diluição. As placas foram incubadas invertidas na condição de 35°C por 48h. Selecionaram-se placas com contagens entre 25 e 250 colônias a fim de se calcular o número de aeróbios mesófilos.

### **2.3.2 Contagem Total de Aeróbios Psicotróficos**

A fim de realizar a contagem total de aeróbios psicotróficos foi espalhado, com alça de Drigalsky, 0,1 mL de cada diluição apropriada, em placas de Petri contendo ágar padrão para contagem (Acumedia), em duplicata. A seguir se procedeu a incubação das placas a 20°C por 72h. Para o cálculo do número de aeróbios psicotróficos foram selecionadas placas com contagens entre 25 e 250 colônias.

### **2.3.3 Contagem de *Staphylococcus* spp.**

Para a contagem de *Staphylococcus* spp., foram utilizadas placas de Petri contendo ágar Baird-Parker (Acumedia) adicionado de telurito de potássio e gema de ovo. Na superfície seca das placas se adicionou 0,1 mL ou 1 mL (sendo 0,3; 0,3; 0,3 e 0,1 mL distribuídos em diferentes placas) de cada diluição selecionada. As placas foram incubadas a 35°C por 48 h. Após a incubação, procedeu-se a contagem de todas as colônias (típicas e não típicas), para a obtenção do valor de UFC de *Staphylococcus* spp. (BRASIL, 2003).

#### **2.3.4 Contagem de *Pseudomonas* spp.**

Para a determinação de *Pseudomonas* spp. foi semeado, em duplicata, 0,1 mL de cada diluição selecionada em placas de Petri contendo ágar para isolamento de *Pseudomonas* (Acumedia) adicionado de glicerol, e incubadas a 25°C por 48 h. Foram selecionadas placas com contagens entre 25 e 250 colônias (STANBRIDGE e BOARD, 1994).

#### **2.3.5 Cálculos para determinação de UFC**

Os cálculos para a determinação de Unidades Formadoras de Colônias por grama de amostra (UFC.g<sup>-1</sup>) foram realizados em função do número de colônias contadas e diluição inoculada (BRASIL, 2003).

#### **2.3.6 Determinação de parâmetros a partir das curvas de crescimento microbiano**

A velocidade máxima específica de crescimento ( $\mu_{m\acute{a}x}$ ) foi determinada como o declive da região linear entre o logaritmo neperiano (ln) da contagem microbiana versus o tempo de crescimento. A contagem máxima ( $X_{m\acute{a}x}$ ) foi o logaritmo do mais alto valor de contagem microbiana (FONSECA et al., 2007). A vida útil do produto foi o tempo levado até que cada microrganismo em estudo atingisse a contagem máxima estabelecida pela literatura como limite de segurança.

#### **2.4 Determinação do pH**

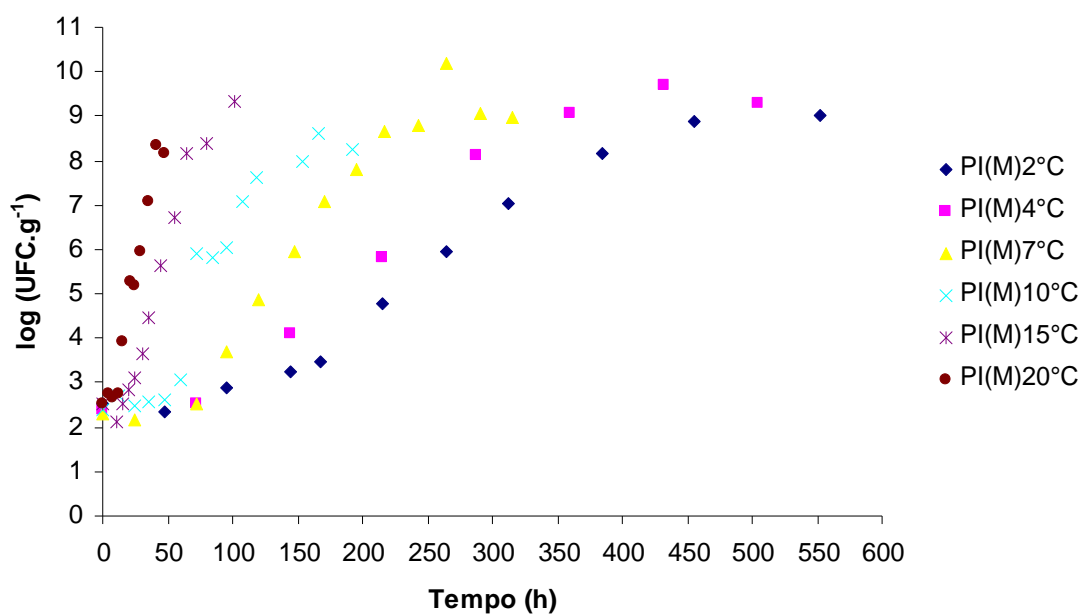
O pH foi determinado potenciométricamente (potenciômetro ANALION Mod. PM 608) utilizando o músculo de frango homogeneizado em água destilada, na proporção 1:1.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

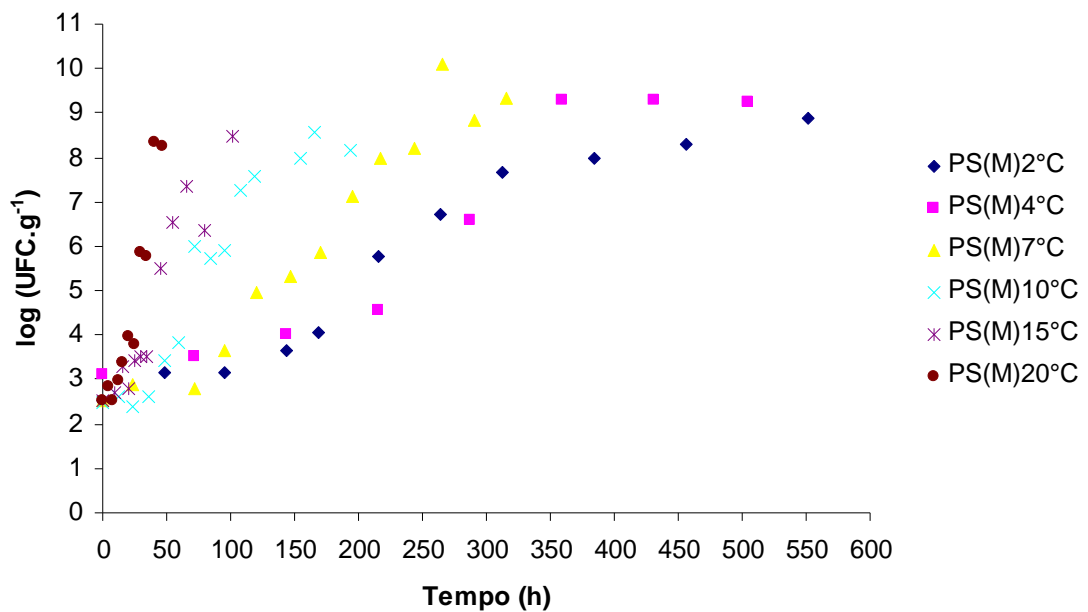
#### **3.1 Aeróbios Psicotróficos**

As curvas de crescimento dos microrganismos aeróbios psicotróficos nas amostras de PC, PI e PS, em cada temperatura estudada, podem ser vistas na Figura 1. Tais curvas mostram o efeito da temperatura de estocagem no crescimento dos

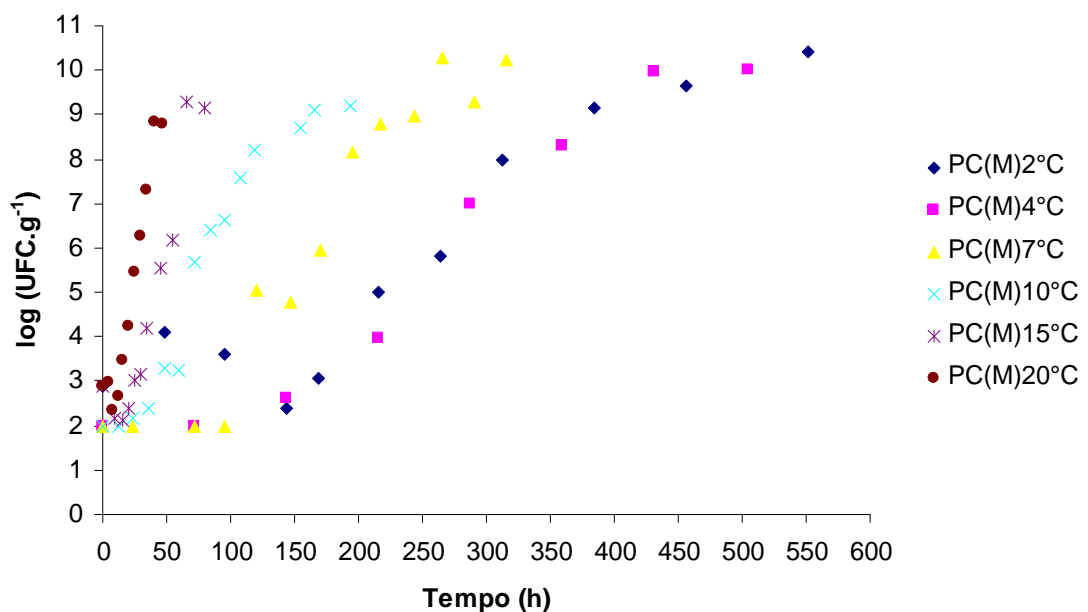
microrganismos deteriorantes, comprovando que o controle da mesma é um dos parâmetros mais importantes usados para prolongar a vida útil de carnes (DAVIES e BOARD, 1998). É possível se observar a relação inversa da temperatura de armazenamento e do tempo de deterioração dos produtos, ou seja, a medida que aumenta-se a temperatura, menor é o tempo levado para completar a curva de crescimento microbiano. Verifica-se, também, que os valores de velocidade máxima de crescimento ( $\mu_{m\acute{a}x}$ ), expostos na Figura 2, aumentam juntamente com a elevação da temperatura, concordando que esta última, acelera o desenvolvimento microbiano, com conseqüente diminuição da vida útil. O efeito da temperatura na taxa de crescimento microbiano também foi amplamente demonstrado na literatura (DOMINGUEZ, 2007).



(A)



(B)



(C)

PI (M): logaritmo da média das contagens de filé de peito de frango cru; PS (M): logaritmo da média das contagens de filé de peito de frango temperado com NaCl; PC (M): logaritmo da média das contagens de filé de peito de frango cozido.

Figura 1 Curvas de crescimento de microrganismos psicrotróficos nas temperaturas de armazenamento de 2, 4, 7, 10, 15 e 20°C. A: filé de peito de frango cru (PI); B: filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) e C: filé de peito de frango cozido (PC).

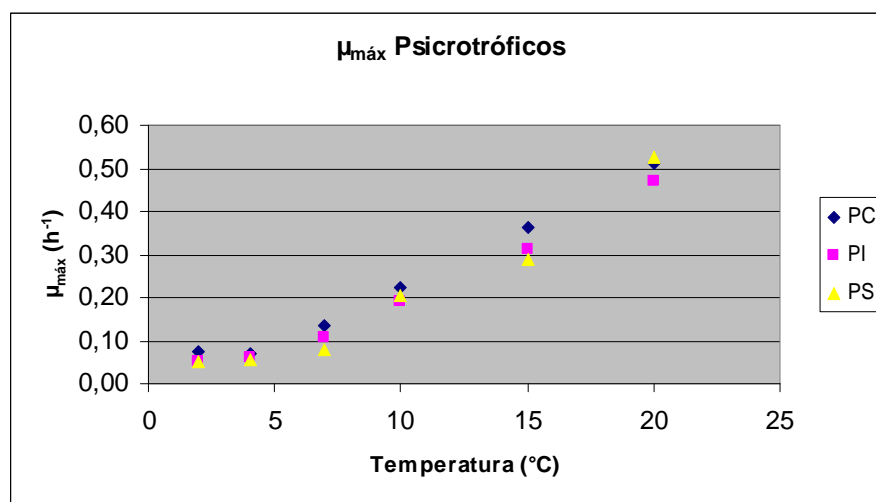


Figura 2 Velocidade máxima específica de crescimento ( $\mu_{máx}$ ) de aeróbios psicrotróficos encontrada em filé de peito de frango cru (PI), filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) e filé de peito de frango cozido (PC) em diferentes temperaturas de armazenamento.

As bactérias psicrotróficas aeróbias estão entre os microrganismos que apresentam bom desenvolvimento em temperaturas de refrigeração, 0 a  $7^{\circ}C$ , (JAY, 2005). Sua contagem avalia o grau de deterioração de alimentos refrigerados (FRANCO e LANDGRAF, 2005). Apesar disso, a legislação brasileira não estabelece padrão para estes microrganismos. Entretanto, a ICMSF (1978) estabelece  $10^6$  a  $10^7$  UFC.g $^{-1}$  como padrão, faixa seguida neste trabalho para definição do término da vida útil dos filés de frango. Outros autores estabelecem valores que variam de  $10^6$  até  $10^8$  UFC.g $^{-1}$  (HAYES, 1993; DAVIES e BOARD, 1998; SENTER, ARNOLD, e CHEW, 2000; SMOLANDER, 2004; FRANCO e LANDGRAF, 2005; ORDÓÑEZ-PEREDA et al., 2005).

As amostras PC, PI e PS apresentaram vida útil similares entre si em cada temperatura estudada, conforme se verifica na Tabela 1. Com isto se conclui que os diferentes substratos não influenciaram, de forma evidente, no comportamento dos microrganismos aeróbios psicrotróficos, em função das curvas de crescimento observadas para os mesmos. Ao se comparar o tempo de vida útil das amostras armazenadas a 2 e a  $4^{\circ}C$  não se verifica diferença aparente, especialmente para PC e PS. Tal fato é de suma importância, pois indica que uma oscilação entre estas temperaturas durante o armazenamento não seria tão preocupante quanto a

segurança do produto. Além disso, do ponto de vista econômico é mais vantajoso manter a 4°C, em relação a 2°C. As amostras de frango analisadas apresentaram vida útil de 9 a 13 dias, na temperatura de 4°C, período longo quando comparado a alguns dados encontrados na literatura (ANEXO): 6 a 8 dias (AYRES et al., 1950 apud DAVIES e BOARD, 1998), 7 dias (JIMÉNEZ et al., 1999), 5 dias (MIYAGUSKU et al. 2003). Por outro lado, também se mostrou inferior a outros resultados: 14 dias (BARBUT, 2002) e 15 dias (MIYAGUSKU et al. 2007), embora neste último caso se tratasse de amostra irradiada, processo que prolonga a vida útil da carne (THAYER, 1993; KAVA, 1996; FARKAS, 1998). Pode-se considerar que as amostras apresentaram longa durabilidade, possivelmente porque a contagem inicial foi sempre baixa,  $\log < 3$ , comparando-se com outros trabalhos,  $\log 3,9$  a  $5,0$  (ANEXO).

Quando armazenadas em temperaturas de refrigeração (2, 4 e 7°C), as amostras apresentaram, aproximadamente, o dobro do tempo de vida útil daquelas armazenadas a 10°C e cerca de cinco vezes superior a 15°C. Na temperatura de 15°C, a vida útil reduziu-se a metade do tempo em comparação as estocadas a 10°C. Estes resultados corroboram com os de outro estudo onde, a deterioração de salsichas mantidas a 10°C foi duas vezes mais rápida do que a 4,5°C e, a 15°C, a velocidade foi cerca de cinco vezes maior do que a 4,5°C (ZOTTOLA, 1972 apud BARBUT, 2002 - ANEXO).

Numa comparação entre as amostras em cada temperatura, verifica-se que, exceto a 20°C, PC apresentou maior  $\mu_{\text{máx}}$  e também contagem máxima mais alta que PI e PS, podendo assim, indicar uma relação entre estes parâmetros ( $\mu_{\text{máx}}$  e contagem máxima). Carnes cozidas oferecem condições ideais de crescimento para microrganismos, uma vez que apresentam altas concentrações de nutrientes, pH neutro, alto teor de umidade, onde os microrganismos podem crescer rapidamente (JAY, 2005). Há indicação de que a carne desnaturada das aves pode ser um bom substrato para microrganismos deteriorantes, de modo que estes crescem melhor em carnes tratadas termicamente, em comparação com as cruas (CLARK, 1968; BAILEY, THOMSON e COX, 1987; GÖKSOY, JAMES e CORRY, 2000). Com o cozimento, ocorrem coagulação e desnaturação de proteínas da carne, devido ao desdobramento destas moléculas protéicas ou mudanças nas suas características de conformação (PEARSON e GILLET, 1999). Os microrganismos só conseguem aproveitar as moléculas menores de proteína, os peptídios, e não a proteína intacta, pois esta não consegue atravessar a membrana celular. Para tanto, alguns microrganismos



secretam enzimas extracelulares que rapidamente hidrolisam moléculas de proteínas a peptídios solúveis e aminoácidos. Algumas bactérias secretam enzimas que hidrolisam uma grande variedade de substrato protéico; outras secretam enzimas que preferencialmente hidrolisam gelatina ou colágeno (gelatinases e collagenases) de importância em produtos cárneos (FRANCO e LANDGRAF, 2005). Desta forma, o cozimento parece ser uma forma facilitadora da ação bacteriana na degradação protéica da carne.

Tabela 1 Valores de contagem inicial e final, velocidade específica máxima de crescimento ( $\mu_{\text{máx}}$ ) e vida útil de filé de peito de frango cozido (PC), filé de peito de frango cru (PI) e filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) nas diferentes temperaturas de armazenamento, em relação a aeróbios psicotróficos.

Temperatura (°C)	Produto	Contagem Inicial±DP (log UFC.g <sup>-1</sup> )	Contagem Máxima±DP (log UFC.g <sup>-1</sup> )	$\mu_{\text{máx}}\pm\text{DP}$ (h <sup>-1</sup> )	Vida útil (dias)*
2	PC	2,9±0,2	10,4±0,1	0,08±0,00	11 a 13
2	PI	2,5±0,2	9,0±0,1	0,05±0,00	11 a 13
2	PS	2,5±0,1	8,9±0,0	0,05±0,01	10 a 12
4	PC	2,0±0,0	10,1±0,0	0,07±0,00	11 a 13
4	PI	2,4±0,0	9,7±0,0	0,06±0,00	9 a 11
4	PS	3,1±0,2	9,3±0,0	0,06±0,00	11 a 13
7	PC	2,0±0,0	10,3±0,0	0,14±0,00	7 a 8
7	PI	2,3±0,2	10,2±0,1	0,11±0,00	6 a 7
7	PS	2,5±0,2	10,0±0,2	0,08±0,00	8
10	PC	2,0±0,0	9,2±0,2	0,22±0,01	4
10	PI	2,4±0,1	8,6±0,0	0,19±0,00	4 a 5
10	PS	2,5±0,4	8,6±0,1	0,20±0,00	4 a 5
15	PC	2,9±0,2	9,4±0,0	0,36±0,00	2
15	PI	2,5±0,2	9,0±0,6	0,31±0,01	2
15	PS	2,5±0,0	8,5±0,1	0,29±0,01	2 a 3
20	PC	2,9±0,2	8,8±0,0	0,51±0,00	1
20	PI	2,5±0,2	8,4±0,0	0,47±0,03	1
20	PS	2,5±0,0	8,4±0,0	0,53±0,01	1 a 2

DP: Desvio Padrão; PC: Filé de peito de frango cozido; PI: Filé de peito de frango cru; PS: Filé de peito de frango temperado com NaCl; \* contagem entre 10<sup>6</sup> e 10<sup>7</sup> UFC. g<sup>-1</sup> (ICMSF, 1978; HAYES, 1993; DAVIES e BOARD, 1998; SENTER, ARNOLD, e CHEW, 2000; SMOLANDER, 2004; FRANCO e LANDGRAF, 2005; ORDÓÑEZ-PEREDA et al., 2005).

Comparando-se as amostras, em cada temperatura, não se constata relação direta entre  $\mu_{\text{máx}}$  e vida útil, ou ainda, contagem inicial e vida útil. É conhecido que quando a microbiota inicial é alta a deterioração do produto se acelera (FRANCO e LANDGRAF, 2005), porém, no caso deste estudo, as diferenças nas contagens iniciais (sempre menores que um ciclo de logaritmo) não foram relevantes para efeito da verificação do tempo de vida útil.

Os valores iniciais de pH determinados em cada amostra foram: PC = 6,1; PI = 6,0; PS = 5,9. Existe correlação entre contagem de psicotróficos e pH (ALLEN; RUSSELL e FLETCHER, 1997). Um pH alto (>6,0) não acelera o crescimento de microrganismos deteriorantes, mas sim, o tempo da fase lag é reduzido (NEWTON e GILL, 1981). Por esta razão, poderia se esperar que PC, por ter o mais alto pH, apresentasse o menor tempo de fase lag das bactérias psicotróficas. Entretanto, tal expectativa não foi verificada, provavelmente porque a diferença nos valores de pH foi pequena. Quando o alimento é mantido em aerobiose, é normal que o pH aumente devido, possivelmente, à formação de substâncias básicas derivadas do crescimento de *Pseudomonas* e de outros microrganismos afins (MANO et al., 2002). Porém, o acompanhamento do pH das amostras durante os armazenamentos nas diferentes temperaturas não acusou elevação do pH em nenhuma amostra e temperatura.

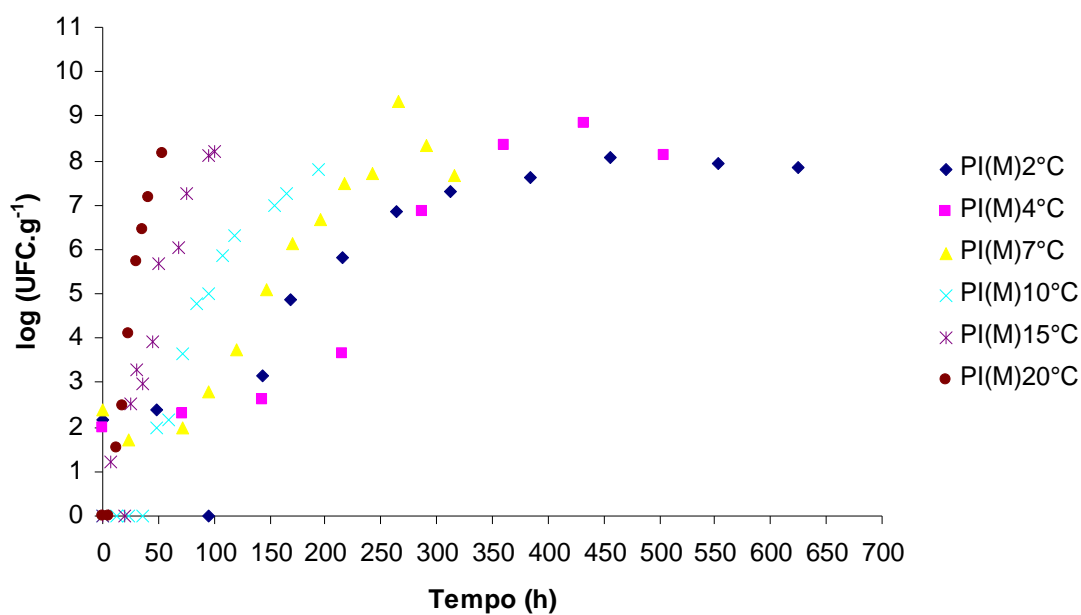
A qualidade e vida útil de produtos cárneos depende da temperatura de armazenamento. O controle de temperatura dentro da cadeia de distribuição tem um papel fundamental mantendo a qualidade destes produtos enquanto estocado ou a disposição do consumidor. Como a temperatura é diminuída abaixo do ótimo para crescimento dos psicotróficos, 20 a 35°C (HAYES, 1993; INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, 1997), os tempos de geração e fases lag são estendidos, como se verifica principalmente a 2, 4 e 7°C. Porém, muitos dos principais microrganismos deteriorantes e preocupantes causadores de intoxicação gastrointestinal são bactérias psicotróficas que podem crescer a baixas temperaturas, chegando até mesmo a 0°C (RUSSELL, 2002). Bactérias psicotróficas crescem a baixas temperaturas em taxas equivalentes ou não muito mais lentas que bactérias mesófilas à temperaturas ambientes. Além disso, para microrganismos psicotróficos é típico que eles podem crescer rapidamente quando temperaturas subirem, por exemplo, até temperatura ambiente, 10 a 15°C (SMOLANDER et al., 2004; JAY, 2005).

Nas temperaturas de 2, 4, 7 e 10°C, os períodos de fase lag das bactérias psicrotróficas foram mais longos no PC. Tal efeito pode ser devido a uma morte térmica da microbiota psicrotrófica do produto no seu estado original, durante o cozimento, ou seja, há um baixo número inicial de células viáveis, o que leva a um tempo maior para atingir a fase logarítmica de crescimento. Além disso, com o tratamento térmico, células podem ficar injuriadas, necessitando de um tempo de recuperação para, então, iniciarem a fase exponencial de crescimento. Outro motivo, ainda, é que, com o cozimento há modificação no substrato, exigindo um reinício da fase de adaptação (fase lag) das células sobreviventes (MADIGAM, MARTINKO e PARKER 2004). As bactérias remanescentes do produto original cru seriam as resistentes ao calor, que se multiplicariam com mais facilidade nas temperaturas mais altas (15 e 20°C).

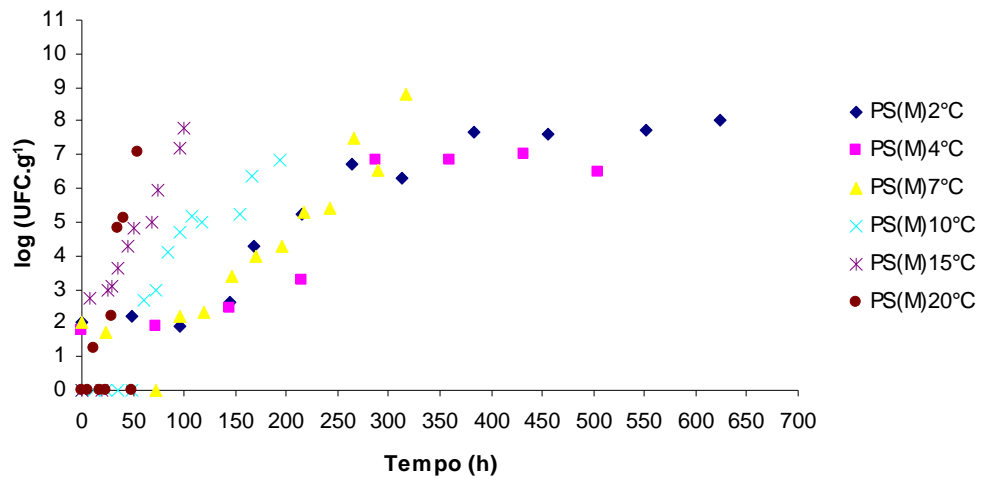
### **3.2 *Pseudomonas* spp.**

Na Figura 3, é possível se observar as curvas de crescimento de *Pseudomonas* spp. Tais bactérias habitam no exterior das aves, equipamentos, paredes, piso e água de abastecimento da planta de processamento. Pelas curvas, se verifica que o aumento da temperatura faz acelerar o desenvolvimento destes microrganismos. Quanto mais alta a temperatura de incubação dos produtos, maior é a angulação da curva de crescimento, de modo que em curto tempo se verifica a conclusão de toda curva. Isto também pode ser verificado pelo aumento do valor de  $\mu_{\text{máx}}$  representando que a fase de crescimento exponencial é cada vez mais rápida, a medida que a temperatura aumenta. No entanto, se percebe que nas temperaturas de 2 e 4°C as curvas são muito semelhantes nos três produtos (PC, PI e PS) e, em relação a PS as curvas a 2, 4 e 7°C praticamente se sobrepõem, indicando que nestas faixas de temperatura as *Pseudomonas* spp. têm comportamento similar, nos produtos estudados. Sendo bactérias psicrotróficas, as *Pseudomonas* spp. podem se multiplicar na superfície de carne de aves em temperaturas de refrigeração, 0 a 7°C (JAY, 2005). Antes que cada curva de crescimento bacteriano atingisse sua fase estacionária, representada pelo valor de máxima contagem, os produtos analisados já apresentaram características sensoriais inadequadas ao consumo humano (dado que não foi objeto de estudo neste trabalho). As *Pseudomonas* spp. podem se multiplicar na superfície de carne de aves usando carboidratos como fonte de energia. Uma vez que tais carboidratos tenham sido depletados, a bactéria cresce utilizando aminoácidos, nucleotídeos e outros compostos nitrogenados de baixo peso molecular

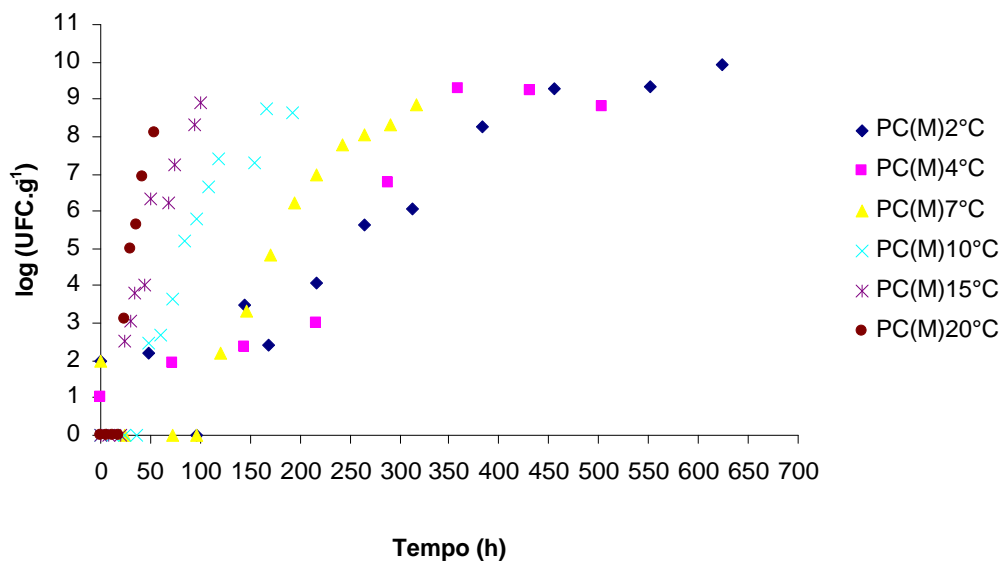
da pele e músculo (ALLEN; RUSSELL e FLETCHER, 1997; FRANCO e LANDGRAF, 2005). Nesta reação de deterioração protéica ocorre a formação de substâncias de odor pútrido (mercaptanas, amins etc.), alterações na textura, como o amolecimento dos tecidos, entre outros defeitos no alimento, tornando-o inaceitável ao consumidor (POONI e MEAD, 1984; FRANCO e LANDGRAF, 2005). Estudos demonstraram que defeitos nas carnes de aves causados pela deterioração, como odores pútrido e amoniacal, ocorrem quando a população de bactérias do gênero *Pseudomonas* está entre  $10^6$  e  $10^7$  UFC.g<sup>-1</sup> do alimento (THORNLEY et al., 1960; COX et al., 1975; ALLEN, RUSSELL e FLETCHER, 1997; MEHYAR et al., 2005). Sendo assim, neste estudo foi considerado tempo final da vida útil dos produtos quando a contagem de *Pseudomonas* spp. atingiu a faixa citada.



(A)



(B)



(C)

PI (M): logaritmo da média das contagens de filé de peito de frango cru; PS (M): logaritmo da média das contagens de filé de peito de frango temperado com NaCl; PC (M): logaritmo da média das contagens de filé de peito de frango cozido.

Figura 3 Curvas de crescimento de *Pseudomonas* spp. nas temperaturas de armazenamento de 2, 4, 7, 10, 15 e 20°C. A: filé de peito de frango cru (PI); B: filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) e C: filé de peito de frango cozido (PC).

Pesquisas realizadas com diferentes carnes indicaram que o pH tem um papel importante na taxa de deterioração microbiana (REY et al., 1976). Em carne de frango, *Pseudomonas* spp. crescem bem em pH 6,2 a 6,4 (FRANCO e LANDGRAF, 2005). As amostras analisadas apresentaram pHs inferiores a esta faixa ideal (PC = 6,1; PI = 6,0; PS = 5,9). Sendo que PC apresentou o valor mais próximo, pode ser este o motivo por que houve uma leve tendência a maior proliferação desta bactéria e menor vida útil de PC, na maioria das temperaturas (Tabela 2). O pH final da carne é altamente dependente da quantidade de glicogênio presente no músculo pois, ocorrido o abate, a carne continua em processo bioquímico, no qual o glicogênio é transformado em ácido láctico através da ação de várias enzimas, diminuindo o pH da carne de frango. A carne de peito deve apresentar pH final entre 5,7 e 5,9. Esse glicogênio é esgotado no músculo das aves que tenham sido expostas ao estresse anterior ao abate, conferindo uma carne com valor mais alto de pH (NGOKA e FRONING, 1982). Por esta razão, o estresse pré-abate pode estar relacionado a pH mais alto do músculo, tornando-o mais susceptível a proliferação de *Pseudomonas* spp. (ALLEN; RUSSELL e FLETCHER, 1997). As amostras pesquisadas apresentaram pH levemente superior ao recomendado na literatura (NGOKA e FRONING, 1982), indicando que pode ter havido um estresse pré-abate, entretanto, os valores ainda estão abaixo daqueles ideais para *Pseudomonas*.

*Pseudomonas* são bactérias psicrotróficas majoritárias em temperaturas de refrigeração, 0 a 7°C (KRAFT, 1992; JAY, 2005). Neste estudo não se fez a identificação dos psicrotróficos, no entanto, a determinação de *Pseudomonas* spp. demonstrou altos níveis de contagens, especialmente a 2 e 4°C, com valores de  $\mu_{\text{máx}}$  (Tabela 2) muito próximos aos de psicrotróficos (Tabela 1). Em frango eviscerado, mantido a 10°C ou abaixo, a deterioração ocorre, principalmente, por *Pseudomonas* spp. (FRANCO e LANDGRAF, 2005).

Na Tabela 2 e Figura 3 se observa que mesmo nas temperaturas mais elevadas (15 e 20°C) o crescimento de *Pseudomonas* spp. foi bastante considerável, tanto pelo curto tempo de vida útil, como pelos altos valores de  $\mu_{\text{máx}}$  (comparáveis aos de mesófilos, Tabela 3) e até mesmo pelos altos índices de contagem máxima. É reportado que bactérias do Gênero *Pseudomonas* não são a maioria em carnes de frango mantidas em temperaturas mais altas, como 10 a 20°C (KRAFT, 1992). Entretanto, existem cepas mesófilas de *Pseudomonas* spp. e, inclusive, há relatos sobre casos de toxinfecção alimentar por tais cepas, quando presentes em números

elevados, embora usualmente não sejam patogênicas via alimento (FRANCO e LANDGRAF, 2005).

Tabela 2 Valores de contagem inicial e final, velocidade específica máxima de crescimento ( $\mu_{\text{máx}}$ ) e vida útil de filé de peito de frango cozido (PC), filé de peito de frango cru (PI) e filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) nas diferentes temperaturas de armazenamento, em relação a *Pseudomonas* spp.

Temperatura (°C)	Produto	Contagem inicial $\pm$ DP (log UFC.g <sup>-1</sup> )	Contagem máxima $\pm$ DP (log UFC.g <sup>-1</sup> )	$\mu_{\text{máx}}\pm$ DP (h <sup>-1</sup> )	Vida útil (dias)*
2	PC	2,0 $\pm$ 0,0	9,9 $\pm$ 0,4	0,06 $\pm$ 0,00	13 a 14
2	PI	2,2 $\pm$ 0,0	8,1 $\pm$ 0,0	0,07 $\pm$ 0,00	10 a 12
2	PS	2,0 $\pm$ 0,0	8,0 $\pm$ 1,2	0,07 $\pm$ 0,02	11 a 14
4	PC	<2,0 $\pm$ 0,0	9,3 $\pm$ 0,0	0,08 $\pm$ 0,00	11 a 13
4	PI	2,0 $\pm$ 0,0	8,8 $\pm$ 0,0	0,07 $\pm$ 0,00	11 a 13
4	PS	<2,0 $\pm$ 0,0	7,0 $\pm$ 0,0	0,05 $\pm$ 0,00	>21
7	PC	2,0 $\pm$ 0,0	8,9 $\pm$ 0,3	0,14 $\pm$ 0,01	8 a 9
7	PI	2,4 $\pm$ 0,0	9,3 $\pm$ 0,1	0,11 $\pm$ 0,01	7 a 8
7	PS	2,0 $\pm$ 0,0	8,8 $\pm$ 0,6	0,07 $\pm$ 0,00	10 a 11
10	PC	<2,0 $\pm$ 0,0	8,8 $\pm$ 0,3	0,22 $\pm$ 0,00	4 a 5
10	PI	<2,0 $\pm$ 0,0	7,8 $\pm$ 0,4	0,22 $\pm$ 0,00	5 a 6
10	PS	<2,0 $\pm$ 0,0	6,9 $\pm$ 0,2	0,21 $\pm$ 0,00	8
15	PC	<2,0 $\pm$ 0,0	8,9 $\pm$ 0,0	0,43 $\pm$ 0,00	2 a 3
15	PI	<2,0 $\pm$ 0,0	8,3 $\pm$ 0,1	0,38 $\pm$ 0,02	3
15	PS	<2,0 $\pm$ 0,0	8,2 $\pm$ 0,0	0,37 $\pm$ 0,00	3 a 4
20	PC	<2,0 $\pm$ 0,0	8,1 $\pm$ 0,0	0,56 $\pm$ 0,06	2
20	PI	<2,0 $\pm$ 0,0	8,2 $\pm$ 0,0	0,49 $\pm$ 0,01	1 a 2
20	PS	<2,0 $\pm$ 0,0	7,0 $\pm$ 0,0	0,53 $\pm$ 0,01	2

DP: Desvio Padrão; PC: Filé de peito de frango cozido; PI: Filé de peito de frango cru; PS: Filé de peito de frango temperado com NaCl; \* contagem entre 10<sup>6</sup> e 10<sup>7</sup> UFC. g<sup>-1</sup> (THORNLEY et al., 1960; COX et al. 1975; ALLEN, RUSSELL e FLETCHER, 1997; MEHYAR et al., 2005).

Fazendo-se uma comparação dos produtos entre si, dentro de cada temperatura (Tabela 2), verifica-se que há uma pequena tendência ao PS apresentar maior vida útil, bem como menor contagem máxima. Entretanto, não é possível concluir que as *Pseudomonas* spp. apresentam  $\mu_{\text{máx}}$  tendenciosamente menor para PS (Figura 4). MAST e MOUNTNEY (1970) demonstraram modelos de crescimento de

microrganismos selecionados em carne de peru cozida e crua, assépticas, mantidas a 5 e a 20°C. Ambas tiveram modelos de crescimento semelhantes independente da temperatura e a contagem máxima foi similar, mas diferenças significantes ocorreram nas curvas de crescimento, onde a carne cozida teve alto número de organismos. Este resultado sugeriu que carne cozida tem mais nutrientes disponíveis para bactérias que carne no seu estado nativo, aumentando a taxa de deterioração. No presente estudo as diferenças em relação a vida útil e  $\mu_{\text{máx}}$  parecem ser muito pequenas a fim de serem consideradas relevantes, especialmente entre PC e PI. Desta forma, não se pode aqui, confirmar o reportado acima (MAST e MOUNTNEY, 1970), mas concordar sim, com autores para os quais as curvas de crescimento foram semelhantes sem evidente diferenciação entre produtos (KRAFT, 1992). Ademais, há relato de frango pré-cozido que apresentou baixas contagens de *Pseudomonas* spp. por mais de 20 dias (PATSIAS et al., 2006<sup>a,b</sup>).

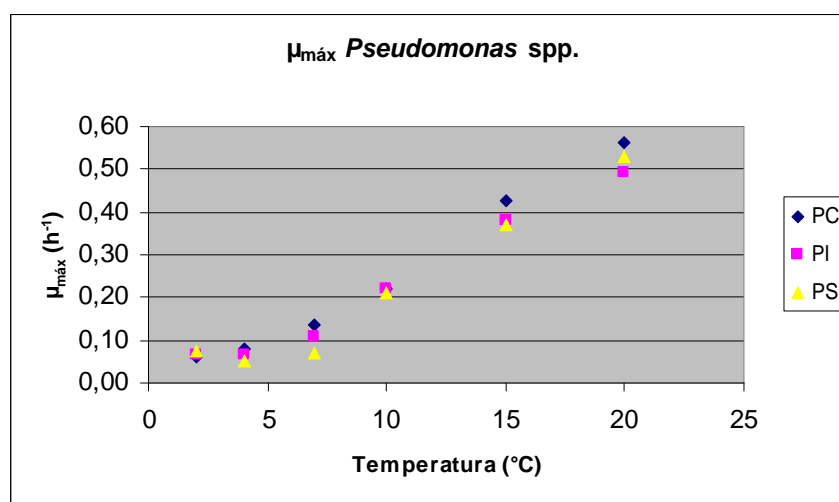


Figura 4 Velocidade máxima específica de crescimento ( $\mu_{\text{máx}}$ ) de *Pseudomonas* spp. encontrada em filé de peito de frango cru (PI), filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) e filé de peito de frango cozido (PC) em diferentes temperaturas de armazenamento.

As amostras estudadas apresentaram tempo de vida útil superior a 7 dias, quando refrigeradas (até 7°C), sendo que entre 2 e 4°C os produtos se mantiveram em estado de conservação aceitável até 10 a 14 dias. Estes dados estão em acordo e até superiores aos de pesquisas que apontam de 5 a 11 dias como tempo de deterioração, por *Pseudomonas* spp., do frango refrigerado (AYRES et al., 1950, apud KRAFT, 1992; BARNES, 1976; MYIAGUSKU et al., 2003; BALAMATSIA et al., 2007;



CHOULIARA et al., 2007; DOMINGUEZ e SCHAFFNER, 2007 - ANEXO). Sendo bactérias aeróbias, em condições de anaerobiose o produto pode durar mais de 17 dias refrigerado (BALAMATSIÁ et al., 2007). Neste trabalho, PC apresentou tempo de deterioração por *Pseudomonas* spp. semelhante a PI. Os tempos das fases lag de *Pseudomonas* spp. não apresentaram diferenças nas amostras de PC e PI, indicando que os diferentes substratos não influenciaram nas fases de adaptação destas bactérias. Entretanto, estudos feitos com frango pré-cozido armazenado a 4°C aerobicamente revelaram que as *Pseudomonas* contribuíram em menor grau na deterioração deste produto podendo ultrapassar a 20 dias de armazenamento (PATSIAS et al., 2006<sup>a,b</sup>).

No presente estudo, até 15°C, aeróbios mesófilos apresentaram maior fase lag que *Pseudomonas* spp., podendo-se assim entender que estas últimas foram a maioria no momento da deterioração. Estudos demonstram que estas bactérias são predominantes quando o frango já está deteriorado, podendo ser consideradas como indicadores de deterioração de carne de aves (ARNAUT-ROLLIER; ZUTTER; HOOFF, 1999; DOMINGUEZ e SCHAFFNER, 2007). Porém, os períodos de fase lag dos aeróbios mesófilos foram mais curtos a 20°C, indicando que, nesta temperatura, estas bactérias passam a ser importantes competidoras das deteriorantes *Pseudomonas* spp. Sabe-se que *Pseudomonas* spp. estão presentes em grande quantidade nos frangos crus refrigerados e, no caso deste estudo, se verifica uma menor importância delas na temperatura ambiente de 20°C.

A contribuição das *Pseudomonas* é significativa na deterioração de amostras de frango estocadas sob condições aeróbicas. A supressão da bactéria, usando embalagem com atmosfera modificada, pode ser benéfica no sentido que o produto final de bactérias ácido lácticas e/ou *Brochothrix thermosphacta* é relativamente menos ofensivo quando comparadas com odores típicos de deterioração produzidos por *Pseudomonas* spp. Estudos feitos com frango pré-cozido armazenado a 4°C sob atmosfera modificada (CO<sub>2</sub>) revelaram que as *Pseudomonas* contribuíram em menor grau na deterioração deste produto, tendo maior importância os fungos e leveduras, as bactérias ácido lácticas e *Brochothrix thermosphacta* (PATSIAS et al., 2006).

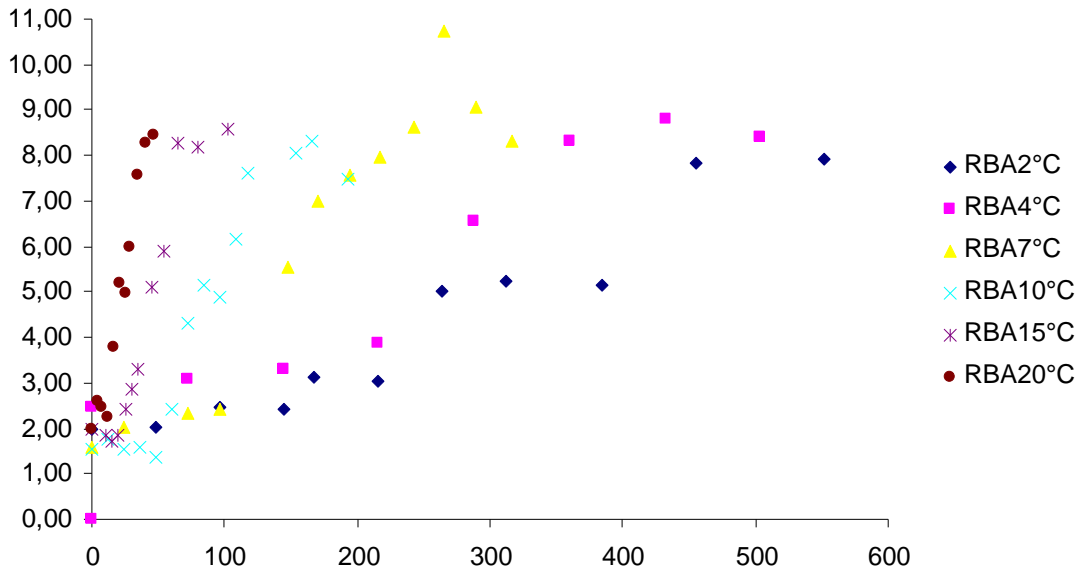
Pelos dados de vida útil, faixa de fase lag e também  $\mu_{\text{máx}}$  não há diferença aparente entre o crescimento de *Pseudomonas* spp. e de psicrotróficos, sugerindo que a contagem de ambos pode ser usada para determinar vida útil de produtos de aves

armazenados aerobicamente. Isto também é esclarecido em outro estudo onde as contagens iniciais são próximas as da presente pesquisa (DOMINGUEZ e SCHAFFNER, 2007).

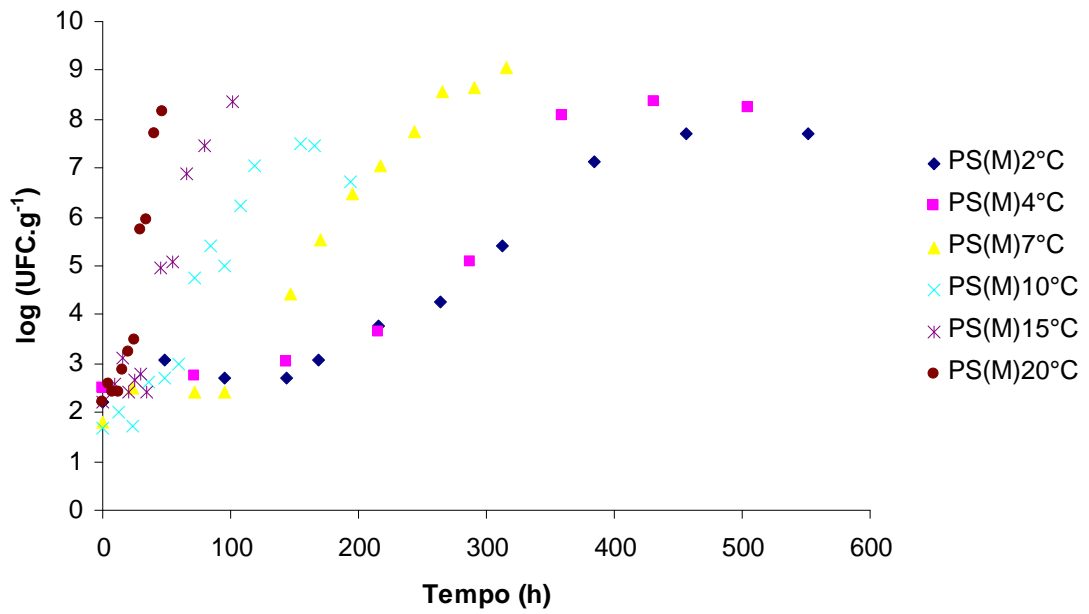
As bactérias psicrotróficas, geralmente *Pseudomonas* spp., têm sido identificadas como os microrganismos predominantemente responsáveis por deterioração de produtos cárneos estocados aerobicamente, e a temperatura como o fator ambiental mais importante que afeta sua taxa de crescimento. Até mesmo uma pequena variação de temperatura pode resultar em significativa deterioração do produto (DOMINGUEZ e SCHAFFNER, 2007). O efeito da temperatura pode ser verificado claramente neste estudo (Figura 2), principalmente quando se extrapola da faixa de temperatura de refrigeração para a temperatura ambiente. A vida útil das amostras de frango estocadas a 10°C esteve na faixa de 4 a 8 dias. Quando a temperatura foi de 15°C, a durabilidade se reduziu à metade e tal redução foi de quatro vezes quando a temperatura foi de 20°C.

### **3. 3 Aeróbios Mesófilos**

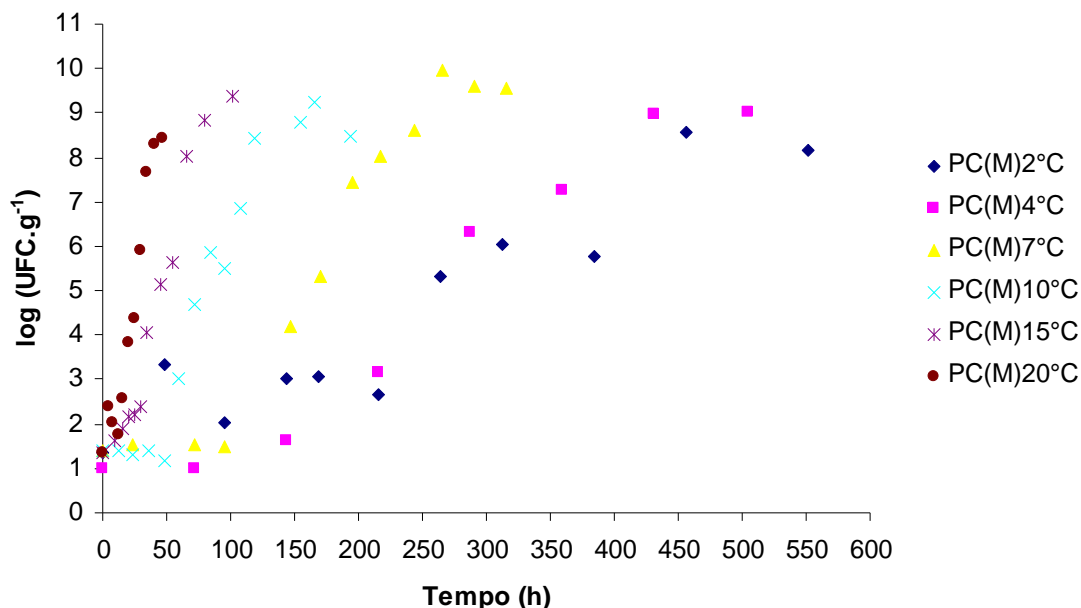
O efeito das diferentes temperaturas de estocagem na proliferação das bactérias aeróbicas que são inerentes as carcaças após o abate e processamento pode ser verificado na Figura 5.



(A)



(B)



(C)

PI (M): logaritmo da média das contagens de filé de peito de frango cru; PS (M): logaritmo da média das contagens de filé de peito de frango temperado com NaCl; PC (M): logaritmo da média das contagens de filé de peito de frango cozido.

Figura 5 Curvas de crescimento de aeróbios mesófilos nas temperaturas de 2, 4, 7, 10, 15 e 20°C, em produtos à base de frango. A: filé de peito de frango cru (PI); B: filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) e C: filé de peito de frango cozido (PC).

Mais uma vez se verifica o quanto a diferença de temperatura pode resultar em significativa deterioração do produto (DOMINGUEZ e SCHAFFNER, 2007). Nos três produtos, PC, PI e PS, as curvas de crescimento microbiano dos mesófilos são bem distintas nas temperaturas de 7, 10, 15 e 20°C. Já nas temperaturas mais baixas de refrigeração, 2 e 4°C, a diferença não é tão evidente. O gráfico de  $\mu_{m\acute{a}x}$  (Figura 6) também auxilia na visualização do efeito da temperatura, onde se vê que os valores de  $\mu_{m\acute{a}x}$  dos mesófilos, a 2 e 4°C, são muito próximos, enquanto nas demais temperaturas as diferenças são mais claras.

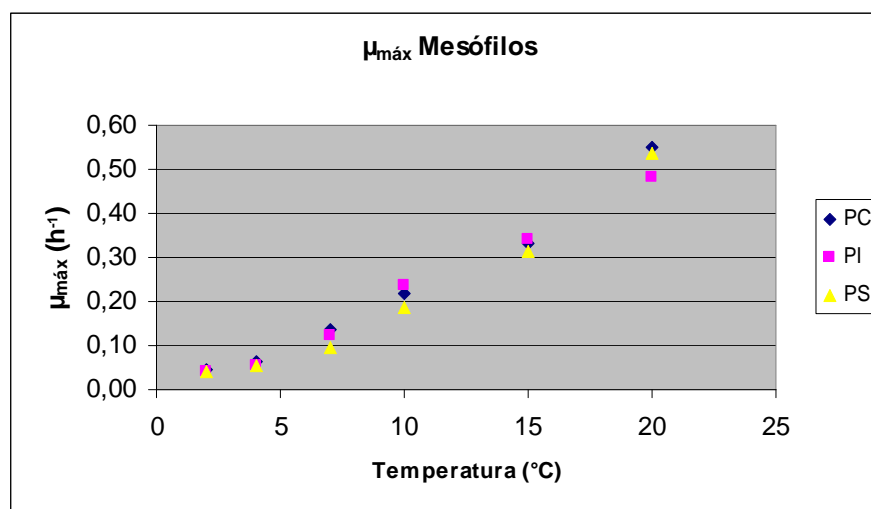


Figura 6 Velocidade máxima específica de crescimento ( $\mu_{máx}$ ) de aeróbios mesófilos encontrada em filé de peito de frango cru (PI), filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) e filé de peito de frango cozido (PC) em diferentes temperaturas de armazenamento.

Os níveis de microrganismos aeróbios mesófilos ao princípio dos experimentos foram baixos, sempre inferiores a  $2,5 \log \text{UFC.g}^{-1}$  (Tabela 3), já que os filés de peitos de frango foram recebidos diretamente da indústria, lidando-se com as amostras em laboratório, com medidas higiênicas apropriadas. Estas contagens iniciais baixas refletem as boas condições de manipulação das amostras, muito melhores que as habitualmente encontradas nos estabelecimentos comerciais (MANO et al., 2002). Outros trabalhos detectaram contagens iniciais de 3,1 até  $6,4 \log \text{UFC.g}^{-1}$  (ISMAIL et al., 2000; MYIAGUSKU et al., 2003; BALAMATSIA et al., 2006; PATSIAS et al., 2006<sup>a</sup>; CHOULIARA et al., 2007; DOMINGUEZ e SCHAFFNER, 2007 – ANEXO).

É estabelecida a contagem de aeróbios mesófilos de  $10^7 \text{UFC.g}^{-1}$  como indicador para o fim da vida útil (ICMSF, 1986). Estudos consideram fora das condições higiênico-sanitárias ideais os frangos que ultrapassam a contagem de mesófilos  $10^6 \text{UFC.g}^{-1}$  (RITTER e BERGMANN, 2003). Baseado nestes padrões, no presente trabalho a faixa de contagem entre  $10^6$  e  $10^7 \text{UFC.g}^{-1}$  foi considerada limite máximo para determinação da vida útil.

Tabela 3 Valores de contagem inicial e final, velocidade específica máxima de crescimento ( $\mu_{\text{máx}}$ ) e vida útil de filé de peito de frango cozido (PC), filé de peito de frango cru (PI) e filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) nas diferentes temperaturas de armazenamento, em relação a aeróbios mesófilos.

Temperatura (°C)	Produto	Contagem		$\mu_{\text{máx}} \pm \text{DP}$ (h <sup>-1</sup> )	Vida útil (dias)*
		inicial $\pm$ DP (log UFC.g <sup>-1</sup> )	máxima $\pm$ DP (log UFC.g <sup>-1</sup> )		
2	PC	1,4 $\pm$ 0,0	8,6 $\pm$ 0,2	0,05 $\pm$ 0,00	15 a 18
2	PI	2,0 $\pm$ 0,5	7,9 $\pm$ 0,0	0,04 $\pm$ 0,00	16 a 19
2	PS	2,2 $\pm$ 0,1	7,7 $\pm$ 0,0	0,04 $\pm$ 0,00	15 a 17
4	PC	1,0 $\pm$ 0,0	9,0 $\pm$ 0,1	0,06 $\pm$ 0,00	13 a 14
4	PI	2,5 $\pm$ 0,0	8,8 $\pm$ 0,1	0,06 $\pm$ 0,00	12 a 13
4	PS	2,5 $\pm$ 0,0	8,4 $\pm$ 0,0	0,05 $\pm$ 0,00	13 a 14
7	PC	1,4 $\pm$ 0,1	10,0 $\pm$ 0,4	0,13 $\pm$ 0,00	8
7	PI	1,6 $\pm$ 0,1	10,7 $\pm$ 0,2	0,12 $\pm$ 0,00	6 a 7
7	PS	1,8 $\pm$ 0,1	10,1 $\pm$ 0,3	0,10 $\pm$ 0,00	8 a 9
10	PC	1,4 $\pm$ 0,1	9,2 $\pm$ 0,1	0,30 $\pm$ 0,01	4 a 5
10	PI	1,5 $\pm$ 0,1	8,3 $\pm$ 0,2	0,24 $\pm$ 0,03	4 a 5
10	PS	1,6 $\pm$ 0,2	7,5 $\pm$ 0,0	0,19 $\pm$ 0,00	4 a 5
15	PC	1,4 $\pm$ 0,0	9,4 $\pm$ 0,3	0,33 $\pm$ 0,01	2 a 3
15	PI	1,7 $\pm$ 0,5	8,6 $\pm$ 0,4	0,34 $\pm$ 0,01	2 a 3
15	PS	2,2 $\pm$ 0,1	8,3 $\pm$ 0,0	0,31 $\pm$ 0,01	3
20	PC	1,4 $\pm$ 0,0	8,4 $\pm$ 0,1	0,63 $\pm$ 0,00	1
20	PI	1,7 $\pm$ 0,5	8,4 $\pm$ 0,1	0,48 $\pm$ 0,02	1
20	PS	2,2 $\pm$ 0,1	8,1 $\pm$ 0,2	0,54 $\pm$ 0,02	1 a 2

DP: Desvio Padrão; PC: Filé de peito de frango cozido; PI: Filé de peito de frango cru; PS: Filé de peito de frango temperado com NaCl; \* contagem entre 10<sup>6</sup> e 10<sup>7</sup> UFC. g<sup>-1</sup> (ICMSF, 1986; RITTER e BERGMANN, 2003).

Em relação aos mesófilos, nas temperaturas de 2 e 4°C, a vida útil dos produtos analisados foi de 12 a 19 dias, valor superior aos estimados em relação a psicrotrofos e *Pseudomonas* spp. Isso porque tais temperaturas são muito inferiores as ideais para mesófilos, 20 a 45°C, (MADIGAN; MARTINKO e PARKER, 2004). Estudos demonstram que, em temperaturas de refrigeração, os limites toleráveis de mesófilos em peito de frango cru podem ser atingidos entre 4 e 12 dias. Uma faixa ampla se constata para frango marinado, 3 a 19 dias e cozido/assado 7 a 24 dias (ISMAIL et al., 2000; MYIAGUSKU et al., 2003; BALAMATSIA et al., 2006; PATSIAS et

al., 2006<sup>a</sup>; CHOULIARA et al., 2007; DOMINGUEZ e SCHAFFNER, 2007 – ANEXO). Tais variações podem ser em função de diferentes valores de contagem inicial, forma de processamento (marinação e cozimento), microbiota acompanhante, etc. Verifica-se que, neste estudo, a proliferação de mesófilos nos três produtos foi bastante lenta, conferindo maior durabilidade, o que pode ser explicado pelos baixos valores de contagens iniciais (DAVIES e BOARD, 1998; MANO et al., 2002).

Em relação ao crescimento de mesófilos, o tempo de vida útil dos produtos de frango nas diversas temperaturas seguiu o mesmo comportamento que o verificado para psicrotróficos e *Pseudomonas* spp. Ou seja, quando a temperatura de refrigeração passou de baixos valores (2 e 4°C) para temperatura de 10°C, a vida útil dos produtos se reduziu a metade e a redução foi de quatro a cinco vezes quando passou para 15°C. Observa-se que nas temperaturas ambientes, ou seja, acima de 10°C (JAY, 2005) a cada 5°C que a temperatura se elevou, a vida útil declinou para cerca da metade do tempo.

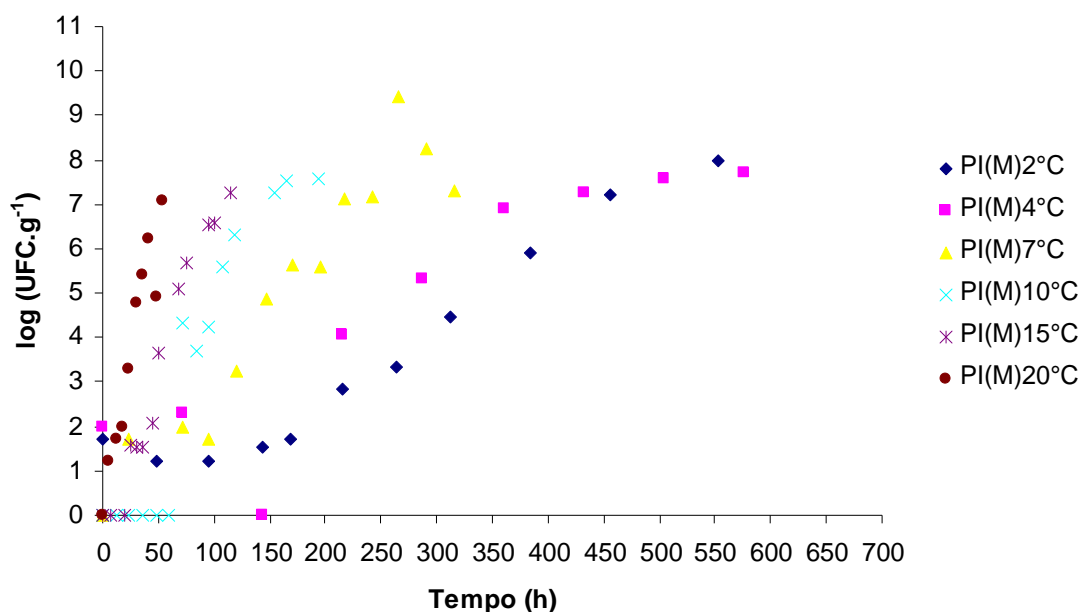
Pela Tabela 3 é possível se verificar que, nas condições estudadas, a contagem máxima de mesófilos foi em torno de log 7,5 e 10 passando então para as fases estacionária e de declínio. Estudos feitos com cortes de frango armazenados em diferentes temperaturas, que variaram de 3,4 a 8,3°C, demonstraram que as contagens de aeróbios mesófilos e psicrotróficos atingiram o máximo de log 8, após 9 dias de estocagem, na maioria dos casos (SMOLANDER et al., 2004). Após este tempo o nível dos microrganismos se manteve estável. Valores de 7 a 9,3 também são encontrados na literatura (BALAMATSIA et al., 2006; BALAMATSIA et al., 2007). O valor de máxima contagem vai depender bastante da microbiota presente, pois sua competição e seus metabólitos irão interferir no crescimento uns dos outros, podendo uns inibir ou até favorecer o desenvolvimento de outros.

Nas temperaturas baixas de refrigeração (2 e 4°C), o crescimento de psicrotróficos e mesófilos conferiu uma diferença na vida útil dos produtos. Nestas condições, os mesófilos levaram mais tempo para atingirem a máxima contagem de segurança, de 12 a 19 dias, enquanto os psicrotróficos atingiram entre 9 e 13 dias. Tal condição era esperada visto que estas baixas temperaturas estão mais distantes do ótimo para o crescimento de mesófilos, 30 a 35°C, fazendo com que sua multiplicação seja mais lenta, embora ainda ocorra (HAYES, 1993). Já os psicrotróficos tem boa taxa de crescimento nestas temperaturas porque são mais eficientes na absorção de

solos sob baixas temperaturas, visto que têm maior mobilidade da membrana, quando comparados aos mesófilos (DAVIES e BOARD, 1998; JAY, 2005; DOMINGUEZ e SCHAFFNER, 2007). Em seus experimentos, SMOLANDER et al. (2004) não observaram diferença entre as contagens de aeróbios mesófilos e psicotróficos de cortes de frangos armazenados em diferentes temperaturas, que variaram de 3,4 a 8,3°C. A exceção foi no armazenamento a 3,4°C (valor médio) onde, após 9 dias, houve um considerável aumento na contagem de aeróbios mesófilos. Nas temperaturas mais altas, do presente estudo, psicotróficos e mesófilos conferiram iguais tempos de vida útil, sendo de 6 a 9 dias (7°C), 4 a 5 dias (10°C), 2 a 3 dias (15°C) e 1 a 2 dias (20°C). Em revisão literária se encontram tempos de vida útil aproximados aos aqui reportados, por exemplo, 7,2 dias (5°C), 2 a 3,5 dias (10°C), 2,3 dias (15°C), 15 h (25°C) (BARNES, 1976, apud DAVIES e BOARD, 1998; DAUD et al., 1978 apud DAVIES e BOARD, 1998; DOMINGUEZ e SCHAFFNER, 2007 - ANEXO).

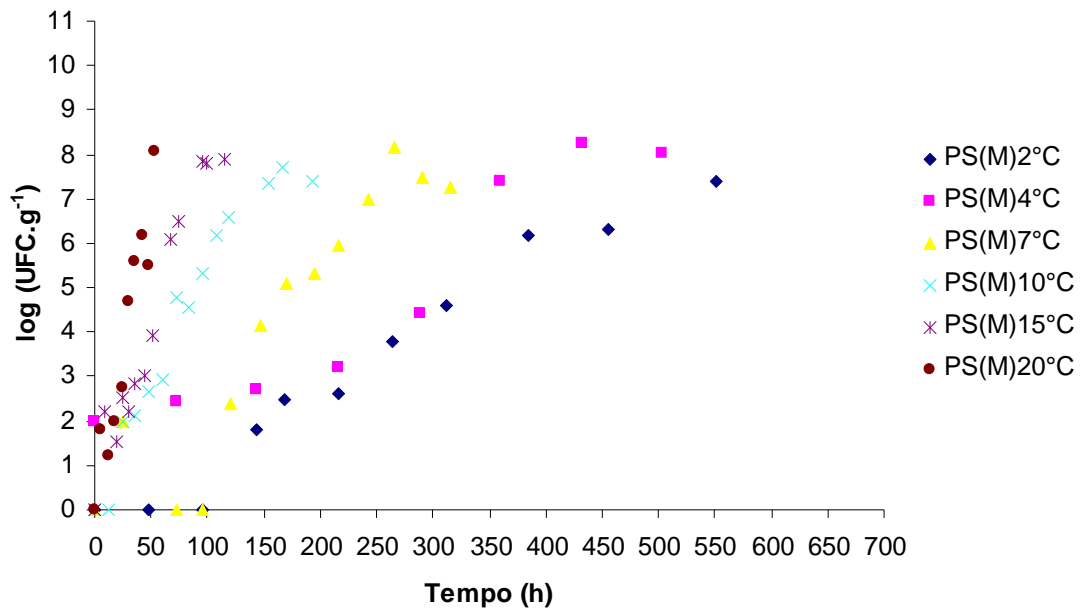
### 3.4 *Staphylococcus* spp.

Na Figura 7, é possível se observar as curvas de crescimento de *Staphylococcus* spp. A contagem elevada deste gênero é uma indicação de perigo potencial à saúde pública devido à enterotoxina estafilocócica, bem como à sanitização questionável, principalmente quando o processamento envolve manipulação do alimento (FRANCO e LANDGRAF, 2005).

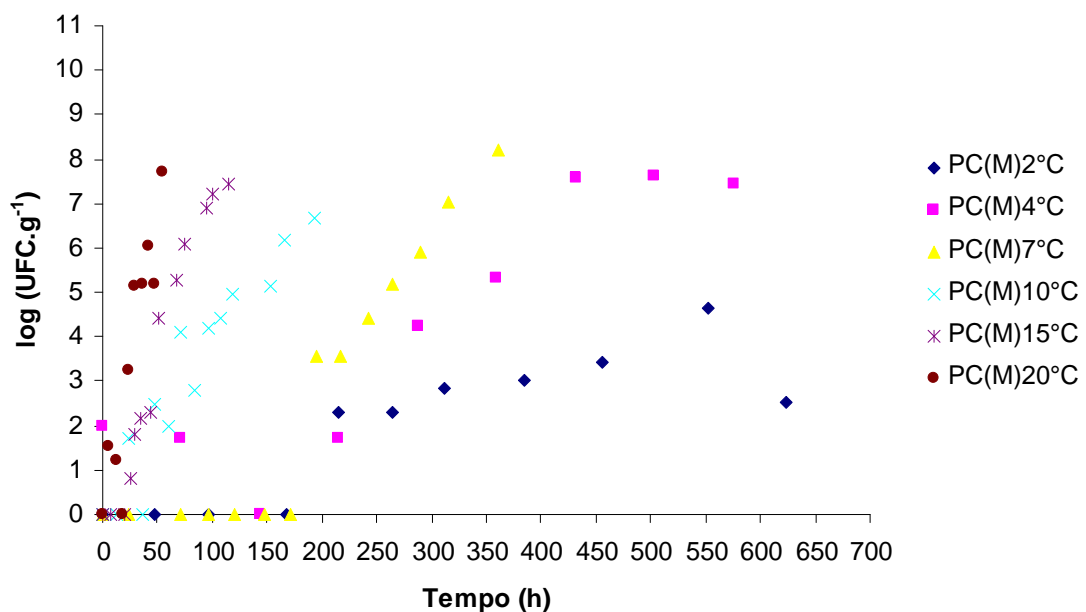


(A)





(B)



(C)

PI (M): logaritmo da média das contagens de filé de peito de frango cru; PS (M): logaritmo da média das contagens de filé de peito de frango temperado com NaCl; PC (M): logaritmo da média das contagens de filé de peito de frango cozido.

Figura 7 Curvas de crescimento de *Staphylococcus* spp. em produtos à base de frango nas temperaturas de 2, 4, 7, 10, 15 e 20°C. A: filé de peito de frango cru (PI); B: filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) e C: filé de peito de frango cozido (PC).

A análise das curvas aponta para a extensa fase lag dos *Staphylococcus* spp., especialmente em PC. Também em PC se destaca o baixo crescimento da bactéria quando estocado a 2°C. As temperaturas de cozimento destroem a maioria dos patógenos, somente esporos sobrevivem, mas podem sobreviver bactérias vegetativas resistentes. No caso dos *Staphylococcus* spp., condições de 66°C por 12 minutos ou 100°C por 1 minuto são suficientes para destruí-los e tais microrganismos não formam esporos. O que é possível ocorrer é a recontaminação, principalmente por manipuladores que podem adicionar baixos níveis da bactéria ( $10^1$  ou  $10^2$ ), motivo porque *Staphylococcus* spp., são indicadores de higiene no processo. Mesmo uma baixa contaminação inicial pode crescer até níveis perigosos em tempo e temperatura de abuso, conforme se verifica nas curvas (Figura 7). Como o estudo foi conduzido com a microbiota natural dos produtos, ou seja, não se fez inoculação de concentração conhecida dos microrganismos, as curvas são muito dependentes das condições sanitárias de cada lote. (BARBUT, 2002; JAY, 2005).

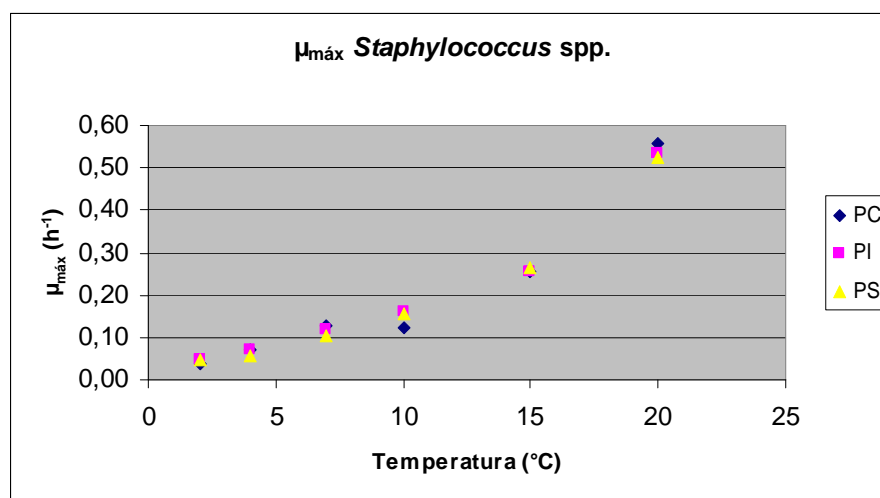


Figura 8 Velocidade máxima específica de crescimento ( $\mu_{\text{máx}}$ ) de *Staphylococcus* spp. encontrada em filé de peito de frango cru (PI), filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) e filé de peito de frango cozido (PC) em diferentes temperaturas de armazenamento.

Quando se analisam os valores de  $\mu_{\text{máx}}$ , na Figura 8, é possível comprovar que o aumento da temperatura de incubação acelera o crescimento dos *Staphylococcus* spp. No entanto, até 15°C, o aumento de  $\mu_{\text{máx}}$  parece ser sutil dando um salto, porém, em 20°C. Isto talvez tenha ocorrido porque estas bactérias, como a maioria das patogênicas, são mesófilas.

Pela análise da Tabela 4 se verifica que a contaminação inicial dos produtos foi bem pequena, sempre  $\log < 2,0$ . Os valores máximos de crescimento também foram baixos, quase sempre menores que  $\log 8$ . No entanto, estudos relatam serem necessárias entre  $10^5$  a  $10^6$  UFC de *Staphylococcus aureus* por grama de alimento para que a toxina seja formada em níveis capazes de provocar intoxicação (BARBUT, 2002; LINDQVIST et al., 2002; FRANCO e LANDGRAF, 2005). Assim, para efeito de determinação de vida útil dos produtos analisados, foi considerado o limite máximo de  $\log 5$  a  $6$  de *Staphylococcus* spp.

Tabela 4 Valores de contagem inicial e final, velocidade específica máxima de crescimento ( $\mu_{\text{máx}}$ ) e vida útil de filé de peito de frango cozido (PC), filé de peito de frango cru (PI) e filé de peito de frango temperado com NaCl (PS) nas diferentes temperaturas de armazenamento, em relação a *Staphylococcus* spp.

Temperatura (°C)	Produto	Contagem inicial $\pm$ DP (log UFC.g <sup>-1</sup> )	Contagem máxima $\pm$ DP (log UFC.g <sup>-1</sup> )	$\mu_{\text{máx}}\pm$ DP (h <sup>-1</sup> )	Vida útil (dias)*
2	PC	<2,0 $\pm$ 0,0	4,7 $\pm$ 0,9	0,04 $\pm$ 0,01	>26
2	PI	<2,0 $\pm$ 0,0	8,0 $\pm$ 0,1	0,05 $\pm$ 0,00	14 a 17
2	PS	<2,0 $\pm$ 0,0	7,4 $\pm$ 0,0	0,05 $\pm$ 0,00	14 a 16
4	PC	<2,0 $\pm$ 0,0	7,6 $\pm$ 0,0	0,07 $\pm$ 0,01	14 a 16
4	PI	<2,0 $\pm$ 0,0	7,7 $\pm$ 0,0	0,07 $\pm$ 0,00	12 a 13
4	PS	<2,0 $\pm$ 0,0	7,2 $\pm$ 0,0	0,06 $\pm$ 0,00	13 a 14
7	PC	<2,0 $\pm$ 0,0	8,1 $\pm$ 0,0	0,13 $\pm$ 0,00	11 a 12
7	PI	<2,0 $\pm$ 0,0	9,4 $\pm$ 0,0	0,12 $\pm$ 0,01	7 a 8
7	PS	<2,0 $\pm$ 0,0	8,1 $\pm$ 0,0	0,11 $\pm$ 0,00	6 a 9
10	PC	<2,0 $\pm$ 0,0	6,7 $\pm$ 0,3	0,12 $\pm$ 0,00	5 a 7
10	PI	<2,0 $\pm$ 0,0	7,6 $\pm$ 0,1	0,16 $\pm$ 0,04	4 a 5
10	PS	<2,0 $\pm$ 0,0	7,7 $\pm$ 0,1	0,16 $\pm$ 0,00	4 a 5
15	PC	<2,0 $\pm$ 0,0	7,4 $\pm$ 0,0	0,26 $\pm$ 0,00	3
15	PI	<2,0 $\pm$ 0,0	7,2 $\pm$ 0,2	0,26 $\pm$ 0,01	3 a 4
15	PS	<2,0 $\pm$ 0,0	7,9 $\pm$ 0,1	0,26 $\pm$ 0,02	3
20	PC	<2,0 $\pm$ 0,0	7,7 $\pm$ 0,1	0,56 $\pm$ 0,00	1 a 2
20	PI	<2,0 $\pm$ 0,0	7,0 $\pm$ 0,0	0,53 $\pm$ 0,00	1 a 2
20	PS	<2,0 $\pm$ 0,0	8,0 $\pm$ 0,0	0,53 $\pm$ 0,02	1 a 2

DP: Desvio Padrão; PC: Filé de peito de frango cozido; PI: Filé de peito de frango cru; PS: Filé de peito de frango temperado com NaCl; \* contagem entre  $10^5$  e  $10^6$  UFC. g<sup>-1</sup> (BARBUT, 2002; LINDQVIST et al., 2002; FRANCO e LANDGRAF, 2005).

Embora houvesse contagens iniciais menores e  $\mu_{\text{máx}}$  levemente inferior aos outros microrganismos pesquisados, a tolerância aos *Staphylococcus* spp. é menor. Isto explica porque o tempo de vida útil dos produtos em temperaturas acima de 7°C não diferiu muito dos dias determinados para os outros microrganismos. Mesmo assim, nas temperaturas de 2 e 4°C o desenvolvimento da bactéria foi baixo o suficiente para conferir um tempo mais longo de vida útil. Este resultado demonstra a importância da refrigeração como medida de preservação dos produtos e segurança de quem os consome.

#### 4 CONCLUSÕES

- O aumento da temperatura de armazenamento fez reduzir a vida útil dos filés de peito de frango cru, temperado com cloreto de sódio e cozido estudados, em relação a todos os microrganismos (microrganismos aeróbios psicrotróficos, *Pseudomonas* spp., aeróbios mesófilos e *Staphylococcus* spp.).

- Quando armazenadas em temperaturas de refrigeração (2, 4 e 7°C), as amostras de filés de peito de frango cru, temperado com cloreto de sódio e cozido apresentaram pouca variação no tempo de vida útil, especialmente a 2 e 4°C. Já nas temperaturas em ambiente (acima de 10°C), a cada 5°C de elevação na temperatura de armazenamento, a vida útil reduziu-se a metade do tempo.

- A máxima contagem microbiana se verificou nas amostras de filé de peito de frango cozido, seguida por filé de peito de frango cru e, finalmente, filé de peito de frango temperado com cloreto de sódio.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, C. D., RUSSELL, S. M., FLETCHER, D. L. The relationship of broiler breast meat color and pH to shelf life and odor development. **Poultry Science**, v. 76, p. 1042–1046, 1997.

ARNAUT-ROLLIER, I.; ZUTTER, L. DE; HOOFF, J. V. Identities of the *Pseudomonas* spp. in flora from chilled chicken. **International Journal of Food Microbiology**, v. 48, n. 1, p. 87-96, May. 1999.

AYRES, J. C.; OGILVY, W. S.; STEWART, G. F. Post mortem changes in stored meats. I. Microorganisms associated with development of slime on eviscerated cut-up poultry. **Food Technology**, v. 4, p. 199-205, 1950.

BAILEY, J. S., THOMSON, J. E., COX, N. A.. Contamination of poultry during processing. In.: CUNNINGHAM, F. E. e COX, N. A. **The Microbiology of Poultry Meat**, London: Academic Press, 1987. p. 193-211.

BALAMATSIA, C. C.; PATSIAS, A.; KONTOMINAS, M. G.; SAVVAIDIS, I. N. Possible role of volatile amines as quality-indicating metabolites in modified atmosphere-packaged chicken fillets: Correlation with microbiological and sensory attributes **Food Chemistry**, v. 104, p. 1622–1628, 2007.

BALAMATSIA, C. C.; PALEOLOGOS, E. K.; KONTOMINAS, M. G.; SAVVAIDIS, I. N. Correlation between microbial flora, sensory changes and biogenic amines formation in fresh chicken meat stored aerobically or under modified atmosphere packaging at 4°C: possible role of biogenic amines as spoilage indicators. **Antonie van Leeuwenhoek**, 2006.

BARBUT, S. **Poultry products processing: an industry guide**. Boca Raton: CRC Press, 2002, 548p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para o controle de produtos de origem animal e água. Instrução Normativa 62, de 26 de agosto de 2003. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo**, Brasília, 18 de setembro 2003. Seção I, p.21-32; 40-43; 51-67.

CASTILLEJO-RODRIGUEZ, A. M.; GIMENO, R. M. G.; COSANO, G. Z.; ALCALA, E. B.; PEREZ, M. R. R. Assessment of mathematical models for predicting *Staphylococcus aureus* growth in cooked meat products. **Journal of Food Protection**, v. 65, p. 659–665, 2002.

CAYRE, M. E.; VIGNOLO, G.; GARRO, O. Modeling lactic acid bacteria growth in vacuum-packaged cooked meat emulsions stored at three temperatures. **Food Microbiology**, v. 20, p. 561–566, 2003.

CLARK, D. S. Growth of psychrotolerant *Pseudomonas* and *Achromabacter* on chicken skin. **Poultry Science**, v. 47, p. 1375-1378, 1968.

COX, N. A.; JUVEN, B. J.; THOMSON, J. E.; MERCURI, A. J.; CHEW, V. Spoilage odors in poultry meat produced by pigmented and non pigmented *Pseudomonas*. **Poultry Science**, v. 54, p. 2001–2006, 1975.

DALGAARD, P. Modeling of microbial activity and prediction of shelf life for packed fresh fish. **International Journal of Food Microbiology**, v. 26, p. 305–317, 1995.

DAVIES, A.; BOARD, R. **The microbiology of meat and poultry**. London: Blackie Academic & Professional, 1998. 346p.

DEL RÍO, E.; PANIZO-MORÁN, M.; PRIETO, M.; ALONSO-CALLEJA, C.; CAPITA, R. Effect of various chemical decontamination treatments on natural microflora and sensory characteristics of poultry. **International Journal of Food Microbiology**, v. 115, p. 268–280, 2007.

DEVLIEGHERE, F.; LEFEVERE, I.; MAGNIN, A.; DEBEVERE, J. Growth of *Aeromonas hydrophila* in modified-atmosphere-packed cooked meat products. **Food Microbiology**, v. 17, p. 185–196, 2000.

DOE, P. E., HERUWATI, E. S. A model for the prediction of the microbial spoilage of sun-dried tropical fish. **Journal of Food Engineering**, v. 8, p. 47–72, 1988.

DOMINGUEZ, S. A.; SCHAFFNER, D. W. Development and validation of a mathematical model to describe the growth of *Pseudomonas* spp. in raw poultry stored under aerobic conditions. **International Journal of Food Microbiology**, v. 120, p. 287–295, 2007.

DRUBI, A. J. **Estudo microbiológico de matérias-primas processadas de origem animal utilizadas na fabricação de alimentos na região de Ribeirão Preto/SP.** Jaboticabal, 2005. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agropecuária) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2005.

FAO. **Databases: Food Balance Sheets.** Disponível em < <http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 14 dez. 2007.

FARKAS, J. Irradiation as a method for decontaminating food A review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 44, p. 189-204, Nov. 1998.

FONSECA, G. G.; GOMBERT, A. K.; HEINZLE, E.; WITTMANN, C. Physiology of the yeast *Kluyveromyces marxianus* during batch and chemostat cultures with glucose as the sole carbon source. **FEMS Yeast Research**, v. 7, p. 422–435, 2007.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos.** São Paulo: Editora Atheneu, 2005. 182p.

FRAZIER, W. C.; WESTHOFF, D. C. **Microbiología de los alimentos.** 4. ed. Zaragoza: Acribia, 2000. 681p.

GEYSEN, S.; GEERAERD, A. H.; VERLINDEN, B. E.; MICHIELS, C. W.; VANIMPE, J. F.; NICOLAI, B. M. Predictive modelling and validation of *Pseudomonas fluorescens* growth at superatmospheric oxygen and carbon dioxide concentrations. **Food Microbiology**, v. 22, p. 149–158, 2005.

GÖKSOY, E. O.; JAMES, C.; CORRY, J. E. L. The effect of short-time microwave exposures on inoculated pathogens on chicken and the shelf life of uninoculated chicken meat **Journal of Food Engineering**, v. 45, p. 153-160, 2000.

HAYES, P. R. **Microbiología e higiene de los alimentos.** Zaragoza: Editora Acribia S. A., 1993. 369p.

ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). **Microorganisms in foods: their significance and methods of enumeration.** Toronto: University of Toronto, 1978.



ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). **Microorganisms in Foods. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Scientific Applications**, v. 2. Toronto: University of Toronto Press, 1986. p. 181–186.

INTERNACIONAL DAIRY FEDERATION. **Journal of Dairy Research**, v. 46, p.161-409, 1997.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. Trad. TONDO, E. C. et al. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

JIMÉNEZ, S. M.; SALSI, M. S.; TIBURZI, M. C.; RAFAGHELLI, R. C.; PIROVANI, M. E. Combined use of acetic acid treatment and modified atmosphere packaging for extending the shelf-life of chilled chicken breast portions. **Journal of Applied Microbiology**, v. 87, p. 339–344, 1999.

JUNEJA, V. K.; MARKS, H.; THIPPAREDDI, H. Predictive model for growth of *Clostridium perfringens* during cooling of cooked uncured beef. **Food Microbiology**, v. 25, 42-55, Feb. 2008.

KAVA, R. **Irradiated foods**. 4. ed., Revised and updated by RICHARD A. GREENBERG, for The American Council on Science and Health, 1996.

KRAFT, A. A. **Psychrotrophic Bacteria in Foods: Disease and Spoilage**. London: CRC Press, 1992. 288p.

KOUTSOUMANIS, K. Predictive modeling of the shelf life of fish under nonisothermal conditions. **Applied Environmental Microbiology**, v. 67, p. 1821–1829, 2001.

KOUTSOUMANIS, K. P., TAOUKIS, P. S., DROSINOS, E. H., NYCHAS, G. J. E. Applicability of an Arrhenius model for the combined effect of temperature and CO<sub>2</sub> packaging on the spoilage microflora of fish. **Applied Environmental Microbiology**, v. 66, p. 3528, 2000.

KOUTSOUMANIS, K.; STAMATIOU, A.; SKANDAMIS, P.; NYCHAS, G. J. E. Development of a microbial model for the combined effect of temperature and pH on spoilage of ground meat, and validation of the model under dynamic temperature conditions. **Applied Environmental Microbiology**, v. 72, p. 124–134, 2006.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; PARKER, J. **Microbiologia de brock** 10. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

MANO, S. B.; PEREDA, J. A. O.; FERNANDO, G. D. G. de. Aumento da vida útil e microbiologia da carne suína embalada em atmosfera modificada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 1-10, jan.-abr. 2002.

MARENZI, C. Proper meat storage prevents spoilage. **Poultry-Misset**, v. 6, p. 12–15, 1986.

MAST, M. G.; MOUNTNEY, G. J. Growth patterns of selected psychrophilic microorganisms in cooked and uncooked aseptically procured turkey meat. **Journal of Food Science**, v. 35, n. 5, p. 618–620, 1970.

MEHYAR, G.; BLANK, G.; HAN, J. H.; HYDAMAKA, A.; HOLLEY, R. A. Effectiveness of trisodium phosphate, lactic acid and commercial antimicrobials against pathogenic bacteria on chicken skin. **Food Protection Trends**, v. 25, p. 351–362, 2005.

MELLEFONT, L. A.; MCMEEKIN, T. A.; ROSS, T. Performance evaluation of a model describing the effects of temperature, water activity, pH and lactic acid concentration on the growth of *Escherichia coli*. **International Journal of Food Microbiology**, v. 82, p. 45–58, 2003.

METAXOPOULOS, J.; MATARAGAS, M.; DROSINOS, E. H. Microbial interaction in cooked cured meat products under vacuum or modified atmosphere at 4°C. **Journal of Applied Microbiology**, v. 93, p. 363–373, 2002.

MIYAGUSKU, L.; CHEN, F.; LEITÃO, M. F. de F.; BAFFA, O. Avaliação microbiológica e sensorial da vida útil de cortes de peito de frango irradiados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23(supl), p. 7-16, dez. 2003.

MIYAGUSKU, L.; CHEN, F.; KUAYE, A.; LEITÃO, M. F. de F.; BAFFA, O. Irradiation dose control of chicken meat processing with alanine/ESR dosimetric system. **Radiation Measurements**, v. 42, p. 1222 – 1226, 2007.

MOORE, C. M.; SHELDON, B. W. Use of time-temperature integrators and predictive modeling to evaluate microbiological quality loss in poultry products. **Journal of Food Protection**, v. 66, p. 280–286, 2003.

MORENO GARCÍA, B. Posibilidades teóricas y reales de descontaminación de la carne. **Cámica 2000**, v. 53, p. 53–67, 1988.

MUERMANS, M. L. T.; STEKELENBURG, F. K.; ZWIETERING, M. H.; HUIS INT VELD, J. H. J. Modeling the microbiological quality of meat. **Food Control**, v. 4, p. 216–221, 1993.

NEUMEYER, K., ROSS, T., MCMEEKIN, T.A. Development of a predictive model to describe the effects of temperature and water activity on the growth of spoilage Pseudomonads. **International Journal of Food Microbiology**, v. 38, p. 45–54, 1997.

ORDÓÑEZ-PEREDA, J. A.; RODRÍGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G., MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. H., CORTECERO, M. D. S. **Tecnología de alimentos**. V.2 Alimentos de origen animal. Trad. Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, 2005.

OSCAR, T. P. Development and validation of a tertiary simulation model for predicting the potential growth of *Salmonella typhimurium* on cooked chicken. **International Journal of Food Microbiology**, v. 76, p. 177–190, 2002.

PATSIAS, A.; CHOULIARA, I.; BADEKA, A.; SAVVAIDIS, I. N.; KONTOMINAS, M. G. Shelf life of a chilled precooked chicken product stored in air and under modified atmospheres: microbiological, chemical, sensory attributes. **Food Microbiology**, v. 23, p. 423–429, 2006a.

PATSIAS, A.; CHOULIARA, I.; PALEOLOGOS, E. K.; SAVVAIDIS, I. N.; KONTOMINAS, M. G. Relation of biogenic amines to microbial and sensory changes of precooked chicken meat stored aerobically and under modified atmosphere packaging at 4°C. **European Food Research and Technology**, v. 223, p. 683–689, 2006b.

PEARSON, A. M.; GILLETT, T. A. **Processed meat**, 3.ed. Maryland: AN ASPEN PUBLISHER'S inc. Gaithersburg, 1999, 438p.

PIN, C.; BARANYI, J. Predictive models as means to quantify the interactions of spoilage organisms. **International Journal of Food Microbiology**, v. 41, p. 59–72, 1998.

PIN, C.; SUTHERLAND, J. P.; BARANYI, J. Validating predictive models of food spoilage organisms. **Journal of Applied Microbiology**, v. 87, p. 491–499, 1999.

RAY, B. **Fundamental Food Microbiology**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2004, 624 p.

ROSS, T. Indices for performance evaluation of predictive models in food microbiology. **Journal of Applied Microbiology**, v. 81, p. 501–508, 1996.

RUSSELL, N. J. Bacterial membranes: the effect of chill storage and food processing. An overview. **International Journal of Food Microbiology**, v. 79, p. 27–34, 2002.

SENER, S. D.; ARNOLD, J. W.; CHEW, V. APC values and volatile compounds formed in commercially processed, raw chicken parts during storage at 4 and 13°C and under simulated temperature abuse conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 1559–1564, 2000.

SMOLANDER, M.; ALAKOMI, H-L.; VAINIONPÄÄ, T. R. J.; AHVENAINEN, R. Monitoring of the quality of modified atmosphere packaged broiler chicken cuts stored in different temperature conditions. A. Time–temperature indicators as quality-indicating tools. **Food Control**, v. 15, p. 217–229, 2004.

SNYDER, O. P. Menu management and purchasing. In : **Food Safety Through Quality Assurance Management**. Saint Paul: ed. Hospitality Institute of Technology and Management, 1998.

TAOUKIS, P. S.; KOUTSOUMANIS, K.; NYCHAS, G.J.E. Use of time-temperature integrators and predictive modeling for shelf life control of chilled fish under dynamic storage conditions. **International Journal of Food Microbiology**, v. 53, p. 21–31, 1999.

THAYER, D. W. Extending shelf life of poultry and red meat by irradiation processing. **Journal of Food Protection**, v. 56, n. 10, p. 831-833. 1993.

THORNLEY, M. J.; INGRAM, M.; BARNES, E. M. The effects of antibiotics and irradiation on the *Pseudomonas-Achromobacter* flora of chilled poultry. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 23, p.487–498, 1960.

WEI, Q. K.; FANG, T. J.; CHEN, W. C. Development and validation of growth model for *Yersinia enterocolitica* in cooked chicken meats packaged under various atmosphere packaging and stored at different temperatures. **Journal of Food Protection**, v. 64, p. 987–993, 2001.

**CAPÍTULO IV**  
**CONCLUSÕES GERAIS**

## 5 CONCLUSÕES GERAIS

- A presença de *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes* não foi detectada nos produtos analisados nas condições estudadas, indicando boas condições de higiene e segurança dos produtos.

- Durante os 20 dias da fase congelada ( $-18 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ) a presença de aeróbios mesófilos e psicrotróficos, *Pseudomonas* spp. e *Staphylococcus* spp. se manteve estável em baixos níveis de detecção. Após descongelados e mantidos a  $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , 9 dias para filé de peito de frango cru (PI), 11 dias para filé de peito de frango cozido (PC) e 11 dias para filé de peito de frango temperado com NaCl (PS), mostraram ser o tempo limite para garantir a qualidade, considerando os microrganismos pesquisados em cada tipo de produto.

- O aumento da temperatura de armazenamento fez reduzir a vida útil dos filés de peito de frango cru, temperado com cloreto de sódio e cozido estudados, em relação a todos os microrganismos (microrganismos aeróbios psicrotróficos, *Pseudomonas* spp., aeróbios mesófilos e *Staphylococcus* spp.).

- Quando armazenadas em temperaturas de refrigeração (2, 4 e  $7^{\circ}\text{C}$ ), as amostras de filés de peito de frango cru, temperado com cloreto de sódio e cozido apresentaram pouca variação no tempo de vida útil, especialmente a 2 e  $4^{\circ}\text{C}$ . Já nas temperaturas em ambiente (acima de  $10^{\circ}\text{C}$ ), a cada  $5^{\circ}\text{C}$  de elevação na temperatura de armazenamento, a vida útil reduziu-se a metade do tempo.

- A máxima contagem microbiana se verificou nas amostras de filé de peito de frango cozido, seguida por filé de peito de frango cru e, finalmente, filé de peito de frango temperado com cloreto de sódio.

**CAPÍTULO V**  
**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABU-RUWAIDA, W. N. Microbiological quality of broilers during processing in a modern commercial slaughterhouse in Kuwait. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 57, n.10, p. 887-892, 1994.

AHMED, R. Epidemiology typing of *Salmonella* enteric serotype enteritis i a Canada – wide outbreak of gastroenteritis due to contaminated cheese. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 38, n. 6, p. 2403-2406, 2000.

ALLEN, C. D.; RUSSELL, S. M.; FLETCHER, D. L. The relationship of broiler breast meat color and ph to shelf life and odor development. **Poultry Science**, v. 76, p. 1042–1046, 1997.

ALONSO-CALLEJA, C., MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, B., PRIETO, M., CAPITA, R. Microbiological quality of vacuum-packed retail ostrich meat in Spain. **Food Microbiology**, v. 21, p. 241–246, 2004.

ALTINOK, I.; KAYIS, S.; CAPKIN, E. *Pseudomonas putida* infection in rainbow trout. **Aquaculture**, v. 261, p. 850-855, 2006.

ÁLVAREZ-ASTORGA, M.; CAPITA, R.; ALONSO-CALLEJA, C.; MORENO, B.; GARCÍA-FERNÁNDEZ, M. C. Microbiological quality of retail chicken byproducts in Spain. **Meat Science**, v. 62, p.45–50, 2002.

ANGELA, M.; GIBSON, N.; BRATCHELL e ROBERTS, T. A. Predicting microbial growth: growth responses of *Salmonellae* in a laboratory medium as affected by pH, sodium chloride and storage temperature, **International Journal of Food Microbiology**, p. 155-178, 1988.

AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Arlington: AOAC, 1995.

ARNAUT-ROLLIER, I.; ZUTTER, L. DE; HOOFF, J. V. Identities of the *Pseudomonas* spp. in flora from chilled chicken. **International Journal of Food Microbiology**, v. 48, 1 May 1999, p. 87-96.

ASTM. **Proposed Standard Guide for Shelf Life Determination**. American Society of Testing Materials.1993.

AVICULTURA INDUSTRIAL. **Faturamento com embarque de frango cresce 51%** (Redação: 19/12/2007). Disponível em: <[www.aviculturaindustrial.com.br](http://www.aviculturaindustrial.com.br)>. Acesso em: 03 jan. 2008.

AVICULTURA INDUSTRIAL. **Produção global de carne de aves** (Redação: 30/08/2006). Disponível em: <[http://www.aviculturaindustrial.com.br/site/dinamica.asp?tipo\\_tabela=negocios&id=22112&categoria=estatisticas](http://www.aviculturaindustrial.com.br/site/dinamica.asp?tipo_tabela=negocios&id=22112&categoria=estatisticas)>. Acesso em: 23 jan. 2008.

AYRES, J. C.; OGILVY, W. S.; STEWART, G. F. Post mortem changes in stored meats. I. Microorganisms associated with development of slime on eviscerated cut-up poultry. **Food Technology**, v. 4, p. 199-205, 1950.

BAILEY, J. S., THOMSON, J. E., COX, N. A.. Contamination of poultry during processing. In.: CUNNINGHAM, F. E. e COX, N. A. **The Microbiology of Poultry Meat**, London: Academic Press, 1987. p. 193-211.

BALAMATSIA, C. C.; PALEOLOGOS, E. K.; KONTOMINAS, M. G.; SAVVAIDIS, I. N. Correlation between microbial flora, sensory changes and biogenic amines formation in fresh chicken meat stored aerobically or under modified atmosphere packaging at 4°C: possible role of biogenic amines as spoilage indicators. **Antonie van Leeuwenhoek**, 2006.

BALAMATSIA, C. C.; PATSIAS, A.; KONTOMINAS, M. G.; SAVVAIDIS, I. N. Possible role of volatile amines as quality-indicating metabolites in modified atmosphere-packaged chicken fillets: Correlation with microbiological and sensory attributes **Food Chemistry**, v. 104, p. 1622–1628, 2007.

BANSEMIR, A.; BLUME, M.; SCHRÖDER, S.; LINDEQUIST, U. Screening of cultivated seaweeds for antibacterial activity against fish pathogenic bacteria. **Aquaculture**. v. 252, p. 79-84, 2006.

BARBUT, S. **Poultry products processing: an industry guide**. Boca Raton: CRC Press, 2002, 548 p.

BARROS, V. R. M.; PAVIA, P. C.; PANETTA, J. C. *Salmonella spp.*: sua transmissão através dos alimentos. **Higiene Alimentar**, v. 16, n. 91, p. 15-19, mar. de 2002.

BERAQUET, N. J. Panorama da carne de frango mecanicamente separada. In: **Seminário "Produção e utilização de carne de frango separada mecanicamente"**. Campinas, 1988. Campinas: ITAL, 1988.

BERGDOLL, M. S. Analytical methods for *Staphylococcus aureus*. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 10, p.91-100, 1990.

BERND, L.; BONACINA, M.; QUEIROZ, M. I.; NEVES, F. **Aumento da vida útil da salsicha ovina**. 2003. Projeto de Graduação (Engenharia de Alimentos) – Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande, 2003.

BOURGEOIS, C. M.; MESCLE J. F.; ZUCCA, J. **Microbiología alimentaria**. Aspectos microbiológicos de la sanidad y calidad alimentaria, v. 1. Zaragoza: Acribia, 1994, 437 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 451 de 19 de setembro de 1997. Regulamento técnico princípios gerais para o estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 set. 1997. Seção 1, n.182, p.21005-21012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan.2001. Seção 1, p. 46-53.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para o controle de produtos de origem animal e água. Instrução Normativa 62, de 26 de agosto de 2003. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo**, Brasília, 18 de setembro 2003. Seção I, p.21-32; 40-43; 51-67.

BROCK, D. T.; MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; PARKER, J. **Biology of microorganisms**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1994.

BRYAN, F. L. Risks of practices and processes that lead to outbreaks of food-borne Diseases. **Journal of Food Protection**, v. 51, n. 8, p. 663-673, 1998.

BUCHANAN, R. L. Developing and distributing user friendly application software. **Journal of Industrial Microbiology**, v. 12, p. 251-255, 1993.

CANSIAN, R. L.; FLORIANI, S. T. R.; VALDUGA, E. Microbiological analysis of critical points in the chicken industry. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.48, n. 3, p. 403-406, 2005.

CAPITA, R.; ALONSO-CALLEJA, C.; GARCÍA-ARIAS, M. T.; MORENO, B.; GARCÍA-FERNÁNDEZ, M. C. Methods to detect the occurrence of various indicator bacteria on the surface of retail poultry in Spain. **Journal of Food Science**, v. 67, p. 765–771, 2002.

CAPITA, R.; ALONSO-CALLEJA, C.; GARCÍA-FERNÁNDEZ, M. C.; MORENO, B. Microbiological quality of retail poultry carcasses in Spain. **Journal of Food Protection.**, v. 64, n.12, p.1961–1966 , 2001.

CARVALHO, I.M. **Avaliação bacteriológica de hambúrguer de frango comercializado no município do Rio de Janeiro**. Niterói, 1995. 156 p. Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Centro de Ciências Médicas, Universidade Federal Fluminense.

CASTILLEJO-RODRIGUEZ, A. M.; GIMENO, R. M. G.; COSANO, G. Z.; ALCALA, E. B.; PEREZ, M. R. R. Assessment of mathematical models for predicting *Staphylococcus aureus* growth in cooked meat products. **Journal of Food Protection**, v. 65, p. 659–665, 2002.

CAYRE, M. E.; VIGNOLO, G.; GARRO, O. Modeling lactic acid bacteria growth in vacuum-packaged cooked meat emulsions stored at three temperatures. **Food Microbiology**, v. 20, p. 561–566, 2003.

CHAVES, J. B. P. **Análise de riscos na indústria de alimentos**. 2004. Disponível em: <<http://www.ufv.br/>>. Acesso em: 09/03/2007.

CHILL-ON: **Report on the database for definition of dose response and growth models**. European Community, Bruxelas.2007.

CLARK, D. S.. Growth of psychrotolerant *Pseudomonas* and *Achromabacter* on chicken skin. **Poultry Science**, v. 47, p. 1375-1378, 1968.

CLARK, D. S.; TAKACS, J. Gases as preservatives. In: ICMSF. International Commission on Microbiological Specification for Foods. **Factors affecting life and death of microorganisms**. New York: Academic Press, 1980. v. 1, p. 311.

COLE, M. B. Opinion: predictive modeling . yes it is! **Letters in Applied Microbiology**, v. 13, p. 218-219, 1991.

COX, N. A.; JUVEN, B. J.; THOMSON, J. E.; MERCURI, A. J.; CHEW, V. Spoilage odors in poultry meat produced by pigmented and no pigmented *Pseudomonas*. **Poultry Science**, v. 54, p. 2001–2006, 1975.

DALGAARD, P. Modeling of microbial activity and prediction of shelf life for packed fresh fish. **International Journal of Food Microbiology**, v. 26, p. 305–317, 1995.

DAVIES, A.; BOARD, R. **The microbiology of meat and poultry**. London: Blackie Academic & Professional, 1998. 346 p.

DE CICCIO, L. H. S. **Intoxicação alimentar**. Disponível em: <<http://www.saudevidaonline.com.br/artigo:92.htm>>. Acesso em: 22 abr. 2006.

DELAZARI, I. Controle microbiológico de qualidade na indústria de carne. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE A INDÚSTRIA DA CARNE, 1984, São Paulo. **Apostila**. São Paulo: Sociedade Paulista de Medicina Veterinária, 1984. p. 62 - 65.

DEL RÍO, E.; PANIZO-MORÁN, M.; PRIETO, M.; ALONSO-CALLEJA, C.; CAPITA, R. Effect of various chemical decontamination treatments on natural micro flora and sensory characteristics of poultry. **International Journal of Food Microbiology**, v. 115, p. 268–280, 2007.

DEVLIEGHERE, F.; LEFEVERE, I.; MAGNIN, A.; DEBEVERE, J. Growth of *Aeromonas hydrophila* in modified-atmosphere-packed cooked meat products. **Food Microbiology**, v. 17, p. 185–196, 2000.

DOE, P. E., HERUWATI, E. S. A model for the prediction of the microbial spoilage of sun-dried tropical fish. **Journal of Food Engineering**, v. 8, p. 47–72, 1988.

DOMINGUEZ, S. A.; SCHAFFNER, D. W. Development and validation of a mathematical model to describe the growth of *Pseudomonas* spp. in raw poultry stored

under aerobic conditions. **International Journal of Food Microbiology**, v. 120, p. 287–295, 2007.

DONNELLY, C.; BRACKETT, R. E.; DOORES, S. *Listeria*. In: VANDERZANT, C., SPLITTSTOESSER, D. F. (eds.), **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**, 3. ed. Washington, DC.: APHA, 1992, p.637-663.

DOWNES, F. P.; ITO, K. (Ed.). **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4 ed. Washington, DC.: APHA, 2001. 676 p.

DOYLE, M. P.; SCHOENI, J. L. Isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from retail fresh meats and poultry. **Applied Environmental Microbiology**, v. 53, p. 2394-2396, 1987.

DRAPER, N. R.; SMITH, H. Applied regression analysis, 2.ed. New York: John Wiley and Sons, 1981. In: McMEEKIN, T. A.; OLLEY, J. N.; ROSS, T.; RATKOWSKY, D.A. **Predictive microbiology: theory and application**. Taunton: Research Studies, 1993. p.1-86.

DRUBI, A. J. **Estudo microbiológico de matérias-primas processadas de origem animal utilizadas na fabricação de alimentos na região de Ribeirão Preto/SP**. Jaboticabal, 2005. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agropecuária) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2005.

EBURNE, R. C.; PRENTICE, G. Modified-atmosphere-packed ready-to-cook and ready-to-eat meat products. In: MAN, C. M. D.; JONES, A. A. **Shelf life evaluation of foods**. Suffolk: Chapman & Hall, 1996, p. 156-178.

ECKERLE, J. R.; HARVEY, C. D.; CHEIN, T. Life cycle of canned tomato paste: correlation between sensory and instrumental testing methods. **Journal of Food Science**, v. 49, p. 1188-1193, 1984.

ELLIOTT, R. P. The microbiology of sanitation. In: KATSUYAMA, A. M.; STRACHAN, J. P. (Ed.). **Principles of food processing sanitation**. Washington D.C.: The Food Processing Institute, 1980. p. 39 – 60.

ENEROTH, A.; CHRISTIANSSON, A.; BRENDENHAUG, J.; MOLIN, G. Critical contamination sides in the production live of pasteurized milk with reference to the psychrotrophic spoilage flora. **International Dairy Journal**, v. 8, p. 829-834, 1998.

FAO. **Databases: Food Balance Sheets**. Disponível em < <http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 14 dez. 2007.

FAGUNDES, C. M. **Identificação de *Pseudomonas fluorescens*, *P. fragi*, *P. aeruginosa* e *P. putida* no leite bovino em propriedades leiteiras com manejos higiênicos distintos**. 2004. 80 p. Tese (Doutorado, Zootecnia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

FARBER, J. M.; PETERKIN, P. I. *Listeria monocytogenes*, a foodborne pathogen. **Microbial. Rev.**, v. 55, p. 476-511, 1991.

FARBER, J. M. Predictive modeling of food deterioration and safety. In: PIERSON, M. D.; STERN, N. J. **Foodborne microorganisms and their toxins**. New York: Marcel Dekker, 1986. p. 57-90.

FARKAS, J. Irradiation as a method for decontaminating food A review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 44, p. 189-204, nov. 1998.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2. ed. Acribia: Zaragoza, 1992. 1095p.

FLETCHER, D. L.; QIAO, M.; SMITH, D. P. The relationship of raw broiler breast meat color and ph to cooked meat color and pH. **Poultry Science**, v. 79, p. 784–788, 2000.

FONSECA, G. G.; GOMBERT, A. K.; HEINZLE, E.; WITTMANN, C. Physiology of the yeast *Kluyveromyces marxianus* during batch and chemostat cultures with glucose as the sole carbon source. **FEMS Yeast Research**, v.7, p. 422–435, 2007.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005. 182 p.

FRAZIER, W. C.; WESTHOFF, D. C. **Microbiología de los alimentos**. 4. ed. Zaragoza: Acribia, 2000. 681 p.

FREITAS, M. F. L.; MOTA, R. A.; LEÃO, A. E. D. S.; FIGUEIREDO, M. L.; FONTE, M. M.; VIEIRA, R. F. C. Sensibilidade antimicrobiana de cepas de *Staphylococcus* spp. isoladas de carcaças de frango comercializadas em Recife. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n.3, 2004.

FRONING, G. W.; SACKETT, B. Effect of salt and phosphates during tumbling of turkey breast muscle on meat characteristics. **Journal of Poultry Science**, v. 64, p. 1328-1333, 1985.

GANDRA, E. A. **Multiplex PCR para Detecção de *S. aureus*, *S. intermedius* e *S. hyicus* em leite UHT Artificialmente contaminado**. Pelotas, 2006. 90f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Universidade Federal de Pelotas, 2006.

GEYSEN, S.; GEERAERD, A. H.; VERLINDEN, B. E.; MICHIELS, C. W.; VANIMPE, J. F.; NICOLAI, B. M. Predictive modeling and validation of *Pseudomonas fluorescens* growth at superatmospheric oxygen and carbon dioxide concentrations. **Food Microbiology**, v. 22, p.149–158, 2005.

GIBSON, A. M.; BRATCHELL, N.; ROBERTS, T.A. Predicting microbial growth: growth responses of salmonellae in a laboratory medium as affected by pH, sodium chloride, and storage temperature. **International Journal of Food Microbiology**, v. 6, p. 155-178, 1988.

GIL, C. O.; NEWTON, K. G. Growth of bacteria on meat at room temperatures. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 49, p. 315-323, 1980.

GÖKSOY, E. O.; JAMES, C.; CORRY, J. E. L. The effect of short-time microwave exposures on inoculated pathogens on chicken and the shelf-life of uninoculated chicken meat **Journal of Food Engineering**, v. 45, p. 153-160, 2000.

GOLDBLITH, S. A.; JOSLYN, M. A.; NICKERSON, J. T. R. An introduction to thermal processing of foods. Vol. 1, Westport: AVI, 1961. 1128p. In: DOYLE, M. P.; BEUCHAT, L. R.; MONTVILLE, T. J. **Food microbiology** - fundamentals and frontiers. Washington: ASM, 1997, p.728-739.

GONÇALVES, P. M. R. Toxinfecções alimentares: uma revisão. **Higiene Alimentar**, v.12, n.53, p.38-44, 1998.

GRAM, L.; GROSSART, H.P.; SCHLINGLOFF, A.; KIORBOE, T. Possible quorum sensing in marine snow bacteria: production of acylated homoserine lactones by



*Roseobacter* strains isolated from marine snow. **Applied Environmental Microbiology**, v. 68, p. 11-16, 2002.

GRAN, H. M.; WETLESEN, A.; MUTUKUMIRA, A. N.; RUKURE, G.; NARVHUS, J. A. Occurrence of pathogenic bacteria in raw milk, cultured pasteurized milk and naturally soured milk produced at small-scale dairies in Zimbabwe. **Food control**, v.14, p.539-544, 2003.

GUAJARDO, E. R.; JARAMILLO, H. G. El marinado: una opción rentable en la carne de bovino. **Carnetec**, v. 2, n. 5, p. 2024, 1995.

HANG'OMBE, B. M.; SHARMA, N. R.; SKJERVE, E.; TUCHILI, L. M. Isolation of bacteria during processing of chicken carcass for the market in Lusaka, Zambia. **Veterinaski Arhiv**, Zagreb, v. 69, n. 4, p. 191-197, 1999.

HAYES, P. R. **Microbiología e higiene de los alimentos**. Zaragoza: Editora Acribia S. A., 1993. 369 p.

HOFMANN, K. El pH: una característica de calidad de la carne. **Fleischwurstch**, Español, v. 1, p. 13 - 18, 1988.

ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). **Microorganisms in foods: their significance and methods of enumeration**. Toronto: University of Toronto, 1978.

ICMSF (International Commission on Microbiological Specification for Foods.) **Microrganismos de los Alimentos**. 1 – Técnicas de Análises Microbiológicas. 2. ed. Zaragoza: Acríbia, 1983.

ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). **Microorganisms in Foods. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Scientific Applications**, v. 2., Toronto: University of Toronto Press, 1986.

INPPAZ. **Instituto Panamericano de Proteccion de Alimentos y Zoonosis**. Argentina, 2001. Disponível em: <<http://www.inppaz.org.ar/>>. Acesso em: 21 jan. 2008.

INTERNACIONAL DAIRY FEDERATION. **Journal of Dairy Research.**, v. 46, p.161-409, 1997.

JAY, J. M. **Microbiología de alimentos**. Trad. TONDO, E.C. et al. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

JIMÉNEZ, S. M.; SALSI, M. S.; TIBURZI, M. C.; RAFAGHELLI, R. C.; PIROVANI, M. E. Combined use of acetic acid treatment and modified atmosphere packaging for extending the shelf life of chilled chicken breast portions. **Journal of Applied Microbiology**, v. 87, p. 339–344, 1999.

JUNEJA, V. K.; MARKS, H.; THIPPAREDDI, H. Predictive model for growth of *Clostridium perfringens* during cooling of cooked uncured beef. **Food Microbiology**, v. 25, p. 42-55, 2008.

KAVA, R. **Irradiated foods**. 4. ed., Revised and updated by RICHARD A. GREENBERG, for The American Council on Science and Health, 1996.

KINSELLA, J. E.; SHIMP, J. L.; MAI, J.; WEIHRAUCH, J. Sterol, Phospholipid, Mineral Content and Proximate Composition of Fillets of Select Freshwater Fish Species. **Journal of Food Biochemistry**, v. 1, n. 2, p. 131-140, 1977.

KOUTSOUMANIS, K. Predictive modeling of the shelf life of fish under nonisothermal conditions. **Applied Environmental Microbiology**, v. 67, p. 1821–1829, 2001.

KOUTSOUMANIS, K. P., TAOUKIS, P. S., DROSINOS, E. H., NYCHAS, G. J. E. Applicability of an Arrhenius model for the combined effect of temperature and CO<sub>2</sub> packaging on the spoilage microflora of fish. **Applied Environmental Microbiology**, v. 66, p. 3528, 2000.

KOUTSOUMANIS, K.; STAMATIOU, A.; SKANDAMIS, P.; NYCHAS, G. J. E. Development of a microbial model for the combined effect of temperature and pH on spoilage of ground meat, and validation of the model under dynamic temperature conditions. **Applied Environmental Microbiology**, v. 72, p. 124–134, 2006.

KRAFT, A. A. **Psychrotrophic Bacteria in Foods: Disease and Spoilage**. CRC Press: London, 1992. 288 p.

LIAO, W. R.; LIN, J. Y.; SHIEH, W. Y.; JENG, W. L. Antibiotic activity of lectins from marine algae against marine vibrios. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 30, p. 433-439, 2003.

LINDQVIST, R.; SYLVÉN, S.; VAGSHOLM, I. Quantitative microbial risk assessment exemplified by *Staphylococcus aureus* in unripened cheese made from raw milk, **International Journal of Food Microbiology**, v. 78, p.155– 170, 2002.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; PARKER, J. **Microbiologia de brock**. 10. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

MAIA, E. L.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Fatty Acid Composition of the Total, Neutral and Phospholipids of the Brazilian Freshwater Fish *Colossoma macropomum*. In: CHARALAMBOUS, G. (Ed.), **Food Science and Human Nutrition**. Amsterdam: Elsevier Science, 1992, p. 633-642.

MAIA, E. L.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; FRANCO, M. R. B. Fatty Acids of the Total, Neutral and Phospholipids of the Brazilian Freshwater Fish *Prochilodus scrofa*. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 7, p. 240-251, 1994.

MANIE, T.; KHAN, S.; BROZEL, V. S. et al. Antimicrobial resistance of bacteria isolated from slaughtered and retail chickens in South Africa. **Letters in Applied Microbiology**, v.26, p.253-258, 1997.

MANO, S. B.; PEREDA, J. A. O.; FERNANDO, G. D. G. de. Aumento da vida útil e microbiologia da carne suína embalada em atmosfera modificada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, p. 1-10, 2002.

MANTILLA, S. P. S.; FRANCO, R. M.; OLIVEIRA, L. A. T.; SANTOS, E. B.; GOUVÊA, R. IMPORTÂNCIA DA *LISTERIA MONOCYTOGENES* EM ALIMENTOS DE ORIGEM ANIMAL. **Revista da FZVA**. Uruguiana, v.14, n.1, p. 180-192. 2007.

MARENZI, C. Proper meat storage prevents spoilage. **Poultry-Misset**, v. 6, p. 12–15, 1986.

MAST, M. G.; MOUNTNEY, G. J. Growth patterns of selected psychrophilic microorganisms in cooked and uncooked aseptically procured turkey meat. **Journal of Food Science**, v. 35, n. 5, p. 618–620, 1970.

MAY, K. M., IRBY, J. D., CARMON, J. L. Shelf life and bacterial counts of excised poultry tissue. **Food Technology**, v. 16, p. 66-68, 1961.

McGLAUGHLIN, J. *Listeria monocytogenes*, recent advances in the taxonomy and epidemiology of listeriosis in humans. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 63, p.1-11, 1987.

McMEEKIN, T. A.; OLLEY, J. N.; ROSS, T.; RATKOWSKY, D. A. **Predictive microbiology**: theory and application. Taunton: Research Studies, 1993. p.1-86.

MEAD, G. C. Hygienic problems and control of process contamination. In: MEAD, G. C. **Processing of poultry**. New York: Elsevier. 1989, p. 360-368.

MEHYAR, G.; BLANK, G.; HAN, J. H.; HYDAMAKA, A.; HOLLEY, R. A. Effectiveness of trisodium phosphate, lactic acid and commercial antimicrobials against pathogenic bacteria on chicken skin. **Food Protection Trends**, v. 25, p. 351–362, 2005.

MELLEFONT, L. A.; MCMEEKIN, T. A.; ROSS, T. Performance evaluation of a model describing the effects of temperature, water activity, pH and lactic acid concentration on the growth of *Escherichia coli*. **International Journal of Food Microbiology**, v. 82, p. 45–58, 2003.

MESQUITA, M. O. DE; DANIEL, A. P.; SACCOL, A. L. F., MILANI, L. I. G.; FRIES, L. L. M. qualidade microbiológica no processamento do frango assado em unidade de alimentação e nutrição. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n.1, p. 198-203, jan.-mar. 2006.

METAXOPOULOS, J.; MATARAGAS, M.; DROSINOS, E. H. Microbial interaction in cooked cured meat products under vacuum or modified atmosphere at 4°C. **Journal of Applied Microbiology**, v. 93, p. 363–373, 2002.

MIYAGUSKU, L.; CHEN, F.; LEITÃO, M. F. de F.; BAFFA, O. Avaliação microbiológica e sensorial da vida útil de cortes de peito de frango irradiados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23(supl), p. 7-16, dez. 2003.

MIYAGUSKU, L.; CHEN, F.; KUAYE, A.; LEITÃO, M. F. de F.; BAFFA, O. Irradiation dose control of chicken meat processing with alanine/ESR dosimetric system. **Radiation Measurements**, v. 42, p.1222 – 1226, 2007.

MOORE, C. M.; SHELDON, B. W. Use of time-temperature integrators and predictive modeling to evaluate microbiological quality loss in poultry products. **Journal of Food Protection**, v. 66, p. 280–286, 2003.

MORENO GARCÍA, B. Posibilidades teóricas y reales de descontaminación de la carne. **Cámica 2000**, v. 53, p. 53–67, 1988.

MÓRI, C.; GARCIA, E. A.; ANDRIGHETTO, C.; PELICIA, K. **Carne de ave separada mecanicamente**. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET®, ISSN 1695-7504, v. 7, n. 04, Abril/2006, Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040406.html>>. Acesso em: 11/set/2006.

MORTON, R. D. Aerobic plate count. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. (Eds). **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. Washington: American Public Health Association (APHA), 2001. p. 63 - 67.

MUERMANS, M. L. T.; STEKELENBURG, F. K.; ZWIETERING, M. H.; HUIS INT VELD, J. H. J. Modeling the microbiological quality of meat. **Food Control**, v. 4, p. 216–221, 1993.

MURASE, T.; YAMADA, M.; MUTO, T.; MATSUSHIMA, A.; YAMAI, S. Fecal excretion of *Salmonella enterica* serovar *typhimurium* following a foodborne outbreak. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 38, n. 9, p. 3495-3497, 2000.

MURIAMA, P.M. Bacteriocins for control of *Listeria* spp. in food. **Journal of Food Protection**, v. 59, p. 54-63, 1996.

MURRAY, P.R. *Listeria*, *Erysipelothrix* e outros bacilos Gram positivos. In: MURRAY, P.R. **Microbiologia Médica**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. cap. 27, p. 181-184.

NAKASHIMA, S. M. K.; ANDRÉ, C. D. S. e FRANCO, B. D. G. M. Revisão: Aspectos Básicos da Microbiologia Preditiva. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 3, p. 41-51, 2000.

NASCIMENTO, M. G. F.; NASCIMENTO, E. R. **Importância da avaliação microbiológica na qualidade e segurança dos alimentos**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, dez. 2000. 11 p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 120).

NASCIMENTO, M. G. F.; OLIVEIRA, C. Z. F.; NASCIMENTO, E. R. **Boletim Ceppa**, 60 A, Curitiba, v. 23, n. 1, jan./jun. 2005.

NATIONAL COMMITTEE FOR CLINICAL LABORATORY STANDARDS. **Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically**. Wayne, 5. ed., 2000. 33p.

NAWAZ, M. S.; KHAN, A. A.; KHAN, S. A.; PAINE, D. D.; POTHULURI, J. V.; CERNIGLIA, C. E. Biochemical and Molecular Characterization of Erythromycin-Resistant Avian *Staphylococcus* spp. Isolated from Chickens. **Poultry Science**, v. 78, p. 1191–1197, 1999.

NEUMEYER, K., ROSS, T., MCMEEKIN, T.A. Development of a predictive model to describe the effects of temperature and water activity on the growth of spoilage Pseudomonads. **International Journal of Food Microbiology**, v. 38, p. 45–54, 1997.

NUNES, T. P. **Efeito da pré-cura na estabilidade microbiológica da carne mecanicamente separada e elaboração de um produto reestruturado com filés de peito de galinhas de descarte**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003, 101f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, 2003.

OLIVEIRA, M. N; BARUFFALDI, R. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**. V. 3. São Paulo: Editora Atheneu, 1998.

OLIVEIRA, S. L. C. L. **Estudo dos Constituintes Lipídicos em Peixes do Ceará**. 1999. 118f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1999.

OLIVIER, C. M. M.; VEARY, T.E.C.; HOLY, A.V. Microbiological status of selected chicken carcasses from non-automated poultry processing plant. **Journal of Basic Microbiology**, Berlin, v. 36, n. 1, p. 41-49, 1996.

ORDÓÑEZ-PEREDA, J. A., RODRÍGUEZ, M. I. C., ÁLVAREZ, L. F., SANZ, M. L. G., MINGUILLÓN, G. D. G. F., PERALES, L. H., CORTECERO, M. D. S. **Tecnologia de alimentos - Alimentos de origem animal**, v. 2. Trad. MURAD, F. Porto Alegre: Artmed, 2005.

OSCAR, T. P. Development and validation of a tertiary simulation model for predicting the potential growth of *Salmonella typhimurium* on cooked chicken. **International Journal of Food Microbiology**, v. 76, p. 177–190, 2002.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne: riscos microbiológicos da carne**. Goiânia: UFG, 1995. v. 1, p. 294-308.

PATSIAS, A.; CHOULIARA, I.; BADEKA, A.; SAVVAIDIS, I. N.; KONTOMINAS, M. G. Shelf life of a chilled precooked chicken product stored in air and under modified atmospheres: microbiological, chemical, sensory attributes. **Food Microbiology**, v. 23, p. 423–429, 2006a.

PATSIAS, A.; CHOULIARA, I.; PALEOLOGOS, E. K.; SAVVAIDIS, I. N.; KONTOMINAS, M. G. Relation of biogenic amines to microbial and sensory changes of precooked chicken meat stored aerobically and under modified atmosphere packaging at 4°C. **European Food Research Technology**, v. 223, p. 683–689, 2006b.

PEARSON, A. M.; GILLETT, T. A. **Processed meat**. 3.ed. Maryland: An aspen publisher's inc. Gaithersburg, 1999.

PELISSER, M. R.; MENDES, S. D. C.; SUTHERLAND, A. D.; BATISTA, C. R. V. Detection of *Listeria* species in refrigerated chicken carcasses using Clearview™ and a modified conventional culture method. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 32, p. 113-116, 2001.

PICOLLO, R. C.; Pimentel, E. P.; Fávero, L. M.; Rizzo, M. A.; Pascher, D. M. Surto de *salmonelose* ocorrido em cantina escolar, no município de São Paulo, em 1991. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 6, n. 23, p. 28-30, 1992.

PIN, C.; BARANYI, J. Predictive models as means to quantify the interactions of spoilage organisms. **International Journal of Food Microbiology**, v. 41, p. 59–72, 1998.

PIN, C.; SUTHERLAND, J. P.; BARANYI, J. Validating predictive models of food spoilage organisms. **Journal of Applied Microbiology**, v. 87, p.491–499, 1999.

PINI, P.N.; GILBERT, R.J. The occurrence in the U.K. of *Listeria* species in raw chickens and soft cheeses. **International Journal of Food Protection**, v. 56, n. 7, p.616-618, 1993.

PORTO, A. C. S.; TÔRRES, R. C. O.; ILHA, E. C.; LUIZ, M. T. B.; SANT'ANNA, E. S. Influência da composição da salmoura sobre os parâmetros físico sensoriais e microbiológicos de filés de peito de frango marinados por imersão. **Boletim Ceppa**, Curitiba, v. 18, n. 2, jul./dez.2000.

RAY, B. **Fundamental Food Microbiology**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2004. 624 p.

RITTER, R.; BERGMANN, G. P. Eficácia do sistema de pré-resfriamento de frangos em tanques, sobre a redução da contaminação bacteriana de carcaças. **Higiene alimentar**, v. 17, n. 108, p. 97–104, 2003.

ROBERTS, T. A.; JARVIS, B. Predictive modelling of food safety with particular reference to *Clostridium botulinum* in model cured meat systems. In: ROBERTS, T. A.; ROÇA, R. O. **Composição química da carne**. Disponível em: <<http://pucrs.campus2.br/~thompson/TPOA-Carne/Roca102.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2008.

SKINNER, F. A. **Food microbiology: advances and prospects**. New York: Academic Press, 1983.

ROSA, C. S. da. **Estudo das propriedades funcionais do colágeno obtido da pele de frango**. Santa Maria: UFSM, 2000, 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.

ROSS, T. Indices for performance evaluation of predictive models in food microbiology. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 81, p. 501–508, 1996.

ROSS, T.; McMEEKIN, T. A. Predictive microbiology. **International Journal of Food Microbiology**, v. 23, p. 241-264, 1994.

RUSSELL, N. J. Bacterial membranes: the effect of chill storage and food processing. An overview. **International Journal of Food Microbiology**, v. 79, p. 27–34, 2002.



RYSER, E. T.; MARTH, E. H. **Listeria, Listeriosis, and Food Safety**. New York: University of Wisconsin, 1991. 632 p.

SANT'ANA, A.S.; CONCEIÇÃO, C.; AZEREDO, D.R.P. Comparação entre os métodos rápidos Simplate TPC-CI e Petrifilm AC e os métodos convencionais de contagem em placas, para a enumeração de aeróbios mesófilos em sorvetes. **Revista de Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 16, n. 95, p. 82 - 87, abr. 2002a.

SANT'ANA, A. S.; CONCEICAO, C.; AZEREDO, D. R. P. Comparação entre os métodos rápidos Simplate<sup>R</sup> TPC- CI e Petrifilm<sup>R</sup> AC e os métodos convencionais de contagem em placas para a enumeração de aeróbios mesófilos em sorvetes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 1, p. 60-64, 2002b.

SCHWAB, J. P.; EDELWEISS, M. I. A. Identification of *Listeria monocytogenes* in human placentas and abortion species through immunohistochemical technique. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, Rio de Janeiro, v.39, n.2, Apr./June 2003.

SENA, M. J. **Perfil epidemiológico, resistência a antibióticos e aos conservantes nisina e sistema lactoperoxidase de *Staphylococcus* spp. isolados de queijos coalho comercializados em Recife-PE**. 2000. 75f. Tese (Doutorado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000.

SENER, S. D.; ARNOLD, J. W.; CHEW, V. APC values and volatile compounds formed in commercially processed, raw chicken parts during storage at 4 and 13°C and under simulated temperature abuse conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 1559–1564, 2000.

SILVA, J. A. **Tópicos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Varela, 1998.

SILVA JR., E. A. S. **Manual de controle higiênico sanitário em alimentos**. 4. ed., São Paulo: Varela, 2001.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos**. São Paulo: Varela, 1997.

SIQUEIRA JÚNIOR, W. M.; CARELI, R. T.; ANDRADE, N. J.; MENDONÇA, C. S. Qualidade microbiológica de equipamentos, utensílios e manipuladores de uma

indústria de processamento de carnes. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n. 326, 2004.

SMOLANDER, M.; ALAKOMI, H-L.; VAINIONPÄÄ, T. R. J.; AHVENAINEN, R. Monitoring of the quality of modified atmosphere packaged broiler chicken cuts stored in different temperature conditions. A. Time-temperature indicators as quality-indicating tools. **Food Control**, v. 15, p. 217-229, 2004.

SNYDER, O. P. Menu management and purchasing. In : **Food Safety Through Quality Assurance Management**. Saint Paul: ed. Hospitality Institute of Technology and Management, 1998.

SORHAUG, T.; STEPANIAK, L. Psychrotrophs and their enzymes in milk and dairy products: quality aspects. **Trends in Food Science and Technology**, v. 8,p. 35-41, 1997.

SOUSA, C. L.; PEIXOTO, M. R. S.; NASSAR, R. N. M.; CASTRO, E. Microbiologia da carne bovina moída no município de Macapá-AP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 1., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2000. p. 428.

STANBRIDGE, L. H.; BOARD, R. G. A modification of the *Pseudomonas* selective medium, CFC, that allows differentiation between meat *Pseudomonas* and Enterobacteriaceae. **Letters in applied microbiology**, v.18, p.327-328, 1994.

SWINNEN, I. A. M.; BERNAERTS, K.; DENS, E. J. J.; GEERAERD, A. H.; VAN IMPE, J. F. Predictive modeling of the microbial lag phase: a review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 94, p. 137-159, 2004.

TAOUKIS, P. S.; KOUTSOUMANIS, K.; NYCHAS, G.J.E. Use of time-temperature integrators and predictive modeling for shelf life control of chilled fish under dynamic storage conditions. **International Journal of Food Microbiology**, v. 53, p. 21-31, 1999.

TEIXEIRA NETO, R. O. Um alimento inócuo é fruto de respeito. **Revista Banas Qualidade**, São Paulo, v. 8, n. 85, p. 96 - 102, jun. 1999.

THAYER, D. W. Extending shelf life of poultry and red meat by irradiation processing. **Journal of Food Protection**, v. 56, n. 10, p. 831-833. 1993.

THORNLEY, M. J.; INGRAM, M.; BARNES, E. M. The effects of antibiotics and irradiation on the *Pseudomonas-Achromobacter* flora of chilled poultry. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 23, p. 487-498, 1960.

UBA – UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Relatório anual 2006/2007**. Disponível em: <<http://www.uba.org.br>>. Acesso em 02 jan. 2008.

UBOLDI-EIROA, M. N. *Listeria monocytogenes* – Características, ocorrência e desenvolvimento em alimentos. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n.1, p. 13-22, 1990.

UCDAVIS. University of California. **Food Science and Technology 104L: Laboratory Syllabus**. Davis, 1987. 104 p.

URAZ, G.; CITAK, S. The isolation of *Pseudomonas* and other gram-negative psychrotrophic bacteria in raw milks. **Journal Basic of Microbiology**, v. 38, n. 2, p. 129-134, 1998.

UYTTENDALE, M. R.; NEYTS, K. D.; LIPS, R. M.; DEBEVERE, J. M. Incidence of *Listeria monocytogenes* in poultry and poultry products obtained from Belgian and French abattoirs. **Food Microbiology**, v. 14, n. 4, p. 339-345, 1997.

VALERIANO, C.; SANTOS, H. P.; BEERLI, K. M. C.; PICCOLI-VALLE, R. H.; ALCANTARA, E. M. C.; MARQUES, S. C.; ARAUJO, R. Avaliação higiênico-sanitária de miúdos de frango comercializados na cidade de Lavras- MG. **Higiene Alimentar**, v.17, n.104/105, p.214-215, 2003.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Meat and Meat Products: technology, chemistry and microbiology**, v. 3, London: Chapman & Hall, 1995.

VAZQUEZ, J. A.; GONZALEZ, M. P.; MURADO, M. A. A new marine medium use of different fish peptones and comparative study of the growth of selected species of marine bacteria. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 35, p. 385-392, 2004.

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. **Características da carne de frango**. Boletim Técnico - PIE-UFES:01307 - Editado: 18.08.2007. Disponível em: <  
[http://209.85.165.104/search?q=cache:ghl2XJhzJV0J:www.agais.com/telomc/b01307\\_caracteristicas\\_carnefrango.pdf+pH+frango+legisla%C3%A7%C3%A3o&hl=pt-BR&ct=clnk&cd=2&gl=br](http://209.85.165.104/search?q=cache:ghl2XJhzJV0J:www.agais.com/telomc/b01307_caracteristicas_carnefrango.pdf+pH+frango+legisla%C3%A7%C3%A3o&hl=pt-BR&ct=clnk&cd=2&gl=br)> Acesso em: 15 fev 2008.

VIEIRA, J. O.; BRESSAN, M. C.; FARIA, P. B.; FERREIRA, M. W.; FERRÃO, S. P. B.; SOUZA, X. R. DE. Efeito dos métodos de cocção na composição centesimal e colesterol do peito de frangos de diferentes linhagens. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 164-170, jan./fev., 2007.

WEI, Q. K.; FANG, T. J.; CHEN, W. C. Development and validation of growth model for *Yersinia enterocolitica* in cooked chicken meats packaged under various atmosphere packaging and stored at different temperatures. **Journal of Food Protection**, v. 64, p. 987–993, 2001.

WHITING, R. C.; BUCHANAN, R. L. Predictive Modeling. In: DOYLE, M. P.; BEUCHAT, L. R.; MONTVILLE, T. J. **Food microbiology - fundamentals and frontiers**. Washington: ASM, 1997, p.728-739.

WHITING, R. C. Microbial database building: what have we learned? **Food Technology**, v. 51, n. 4, p. 82-86, 1997.

WIJTZES, T.; McCLURE, P. J.; ZWIETERING, M. H.; ROBERTS, T. A. Modeling bacterial growth of *Listeria monocytogenes* as a function of water activity, pH and temperature. **International Journal of Food Microbiology**, v. 18, p. 139-149, 1993.

## 7 ANEXO

## ANEXO

Tabela: Comparativo entre estudos de vida útil feitos com aves em variadas temperaturas

<i>Microrganismo</i>	<i>Temperatura</i>	<i>Produto/Condições</i>	<i>Cont. inicial*</i>	<i>Vida útil<sup>a</sup> (dias)</i>	<i>Contagem máx. / Dia</i>	<i>Referência</i>
<i>Pseudomonas</i> spp.	5 ± 1°C	Filé peito frango	4,3	5	8,3/12	MYIAGUSKU et al., 2003
Aeróbios psicrotróficos	5 ± 1°C	Filé peito frango	3,9	5	8,9/12	MYIAGUSKU et al., 2003
Aeróbios mesófilos	5 ± 1°C	Filé peito frango	3,7	6 – 7*	8,3/12	MYIAGUSKU et al., 2003
<i>Staphylococcus aureus</i>	5 ± 1°C	Filé peito frango	< 1,0	nd	nd	MYIAGUSKU et al., 2003
Aeróbios psicrotróficos	5 ± 1°C	Filé peito frango irradiado (1,5 kGy)	3,9	15	7,9/22	MYIAGUSKU et al., 2007
Aeróbios psicrotróficos	5 ± 1°C	Filé peito frango irradiado (3,0 kGy)	3,9	15	7,4/22	MYIAGUSKU et al., 2007
Aeróbios mesófilos	5 ± 1°C	Filé peito frango irradiado (1,5 kGy)	3,7	15	7,6/22	MYIAGUSKU et al., 2007
Aeróbios mesófilos	5 ± 1°C	Filé peito frango irradiado (3,0kGy)	3,7	22	7,3/29	MYIAGUSKU et al., 2007
Aeróbios mesófilos	3 ± 1°C	Peito frango, sem osso, com pele	4,0	7	nd	GÖKSOY et al., 2000
Aeróbios psicrotróficos	4°C	Peito frango com pele <sup>b</sup>	5,0	7	10,7/21	JIMÉNEZ et al., 1999
Aeróbios psicrotróficos	4°C	Peito frango com pele <sup>b</sup>	5,0	7	9,5/21	JIMÉNEZ et al., 1999
<i>Pseudomonas</i> spp.	4°C	Peito frango com pele <sup>b</sup>	4,0	nd	4,3/14	JIMÉNEZ et al., 1999
<i>Pseudomonas</i> spp.	4 ± 0,5°C	Peito frango com pele <sup>b</sup>	4,0	nd	4,2/21	JIMÉNEZ et al., 1999
Aeróbios mesófilos	4 ± 0,5°C	Filé peito frango pré-cozido	3,9	8 – 12	8,0/20	PATSIAS et al., 2006 <sup>a</sup>
Aeróbios mesófilos	4 ± 0,5°C	Filé peito frango pré-cozido	3,4 ± 0,3	8	8,8/23	PATSIAS et al., 2006 <sup>b</sup>
Aeróbios mesófilos	4 ± 0,5°C	Filé peito frango pré-cozido <sup>b</sup>	3,9	16	7,1/20	PATSIAS et al., 2006 <sup>a</sup>
Aeróbios mesófilos	4 ± 0,5°C	Filé peito frango pré-cozido <sup>b</sup>	3,9	+ de 20	6,5/16	PATSIAS et al., 2006 <sup>a</sup>
Aeróbios mesófilos	4 ± 0,5°C	Filé peito frango pré-cozido <sup>b</sup>	3,9	+ de 20	6,1/20	PATSIAS et al., 2006 <sup>a</sup>
Aeróbios mesófilos	4 ± 0,5°C	Filé peito frango pré-cozido <sup>b</sup>	3,1 ± 0,2	12 – 15	7,2/19	PATSIAS et al., 2006 <sup>b</sup>
<i>Pseudomonas</i> spp.	4 ± 0,5°C	Filé peito frango pré-cozido	2,0	+ de 20	5,5/20	PATSIAS et al., 2006 <sup>a</sup>
<i>Pseudomonas</i> spp.	4 ± 0,5°C	Filé peito frango pré-cozido	2,8 ± 0,3	+ de 23	5,6/23	PATSIAS et al., 2006 <sup>b</sup>
<i>Pseudomonas</i> spp.	4 ± 0,5°C	Filé peito frango pré-cozido <sup>b</sup>	<2,0	+ de 20	<2,0/20	PATSIAS et al., 2006 <sup>a</sup>
<i>Pseudomonas</i> spp.	4 ± 0,5°C	Filé peito frango pré-cozido <sup>b</sup>	<2,0	+ de 23	<2,0/23	PATSIAS et al., 2006 <sup>b</sup>
Aeróbios totais (mesófilos)	4°C	Filé peito frango	5,1 ± 0,2	4 – 5	9,3/17	BALAMATSIA et al., 2006
Aeróbios totais (mesófilos)	4°C	Filé peito frango <sup>b</sup>	4,5 ± 0,2	5 – 8	8,2/17	BALAMATSIA et al., 2006
<i>Pseudomonas</i> spp.	4°C	Filé peito frango	4,5 ± 0,2	8	8,8/17	BALAMATSIA et al., 2006
<i>Pseudomonas</i> spp.	4°C	Filé peito frango <sup>b</sup>	3,7 ± 0,2	+ de 17	6,7/17	BALAMATSIA et al., 2006
Aeróbios totais	4 ± 0,5°C	Filé peito frango	4,9	5	8,0/7	BALAMATSIA et al., 2007

(mesófilos)						
Aeróbios totais (mesófilos)	4 ± 0,5°C	Filé peito frango <sup>c</sup>	4,9	7	7,5/15	BALAMATSIA et al., 2007
Aeróbios totais (mesófilos)	4 ± 0,5°C	Filé peito frango <sup>b</sup>	4,9	11	7,5/15	BALAMATSIA et al., 2007
Aeróbios totais (mesófilos)	4 ± 0,5°C	Filé peito frango <sup>b</sup>	4,9	15	7,0/15	BALAMATSIA et al., 2007
<i>Pseudomonas</i> spp.	4 ± 0,5°C	Filé peito frango	4,2	7 – 11	7,5/15	BALAMATSIA et al., 2007
Aeróbios totais (mesófilos)	5°C	Peito frango	5,1 – 6,4	7 – 12	nd	ISMAIL et al., 2000
Aeróbios totais (mesófilos)	5°C	Frango marinado	4,7 – 5,9	3 – 19	nd	ISMAIL et al., 2000
Aeróbios totais (mesófilos)	5°C	Frango assado	<1,0 – 5,1	7 – 24	nd	ISMAIL et al., 2000
Aeróbios totais (mesófilos)	4°C	Peito frango	4,3	5 – 6	7,8/12	CHOULIARA et al., 2007
<i>Pseudomonas</i> spp.	4°C	Peito frango	3,4	6 – 8	nd	CHOULIARA et al., 2007
<i>Pseudomonas</i> spp. e Aeróbios totais (mesófilos)	0°C	Peito frango	2	17 <sup>d</sup>	nd	DOMINGUEZ e SCHAFFNER, 2007
<i>Pseudomonas</i> spp. e Aeróbios totais (mesófilos)	4,4°C	Ave	2	6 <sup>d</sup>	nd	DOMINGUEZ e SCHAFFNER, 2007
<i>Pseudomonas</i> spp. e Aeróbios totais (mesófilos)	10°C	Ave	2	2 <sup>d</sup>	nd	DOMINGUEZ e SCHAFFNER, 2007
<i>Pseudomonas</i> spp. e Aeróbios totais (mesófilos)	25°C	Ave	2	15 <sup>** d</sup>	nd	DOMINGUEZ e SCHAFFNER, 2007
?	5°C	Frango	Nd	7,2	nd	DAUD et al. 1978, apud DAVIES e BOARD, 1998
?	10°C	Frango	Nd	3,5	nd	DAUD et al. 1978, apud DAVIES e BOARD, 1998
?	15°C	Frango	Nd	2,3	nd	DAUD et al. 1978, apud DAVIES e BOARD, 1998
?	2°C	Peru	Nd	13,9	nd	BARNES, 1976, apud DAVIES e BOARD, 1998
?	5°C	Peru	Nd	7,2	nd	BARNES, 1976, apud DAVIES e BOARD, 1998
<i>Pseudomonas</i> spp.	5°C	Carcaça frango	Nd	6,1	nd	BARNES, 1976
<i>Pseudomonas</i> spp.	10°C	Carcaça frango	Nd	3,9	nd	BARNES, 1976
<i>Pseudomonas</i> spp.	0°C	Frango	Nd	13	nd	AYRES et al., 1950, apud KRAFT, 1992

<i>Pseudomonas</i> spp.	4,4°C	Frango	Nd	5	nd	AYRES et al., 1950, apud KRAFT, 1992
<i>Pseudomonas</i> spp.	10°C	Frango	Nd	2	nd	AYRES et al., 1950, apud KRAFT, 1992
Aeróbios psicrotróficos	4,5°C	Salsicha	2	14	nd	ZOTTOLA, 1972, apud BARBUT, 2002
Aeróbios psicrotróficos	10°C	Salsicha	2	6	nd	ZOTTOLA, 1972, apud BARBUT, 2002
Aeróbios psicrotróficos	15,5°C	Salsicha	2	3	nd	ZOTTOLA, 1972, apud BARBUT, 2002
Aeróbios psicrotróficos	0°C	Frango	Nd	15 a 18	nd	AYRES et al., 1950, apud DAVIES e BOARD, 1998
Aeróbios psicrotróficos	4,4°C	Frango	Nd	6 a 8	nd	AYRES et al., 1950, apud DAVIES e BOARD, 1998
Aeróbios psicrotróficos	10°C	Frango	Nd	2 a 3	nd	AYRES et al., 1950, apud DAVIES e BOARD, 1998

<sup>a</sup> log<sub>10</sub> 6 – 7

<sup>b</sup> atmosfera modificada

<sup>c</sup> atmosfera anaeróbica

<sup>d</sup> dado preditivo

\* log<sub>10</sub> UFC.g<sup>-1</sup>

\*\* horas

nd dado não determinado/demonstrado



## **8 APÊNDICE**

## APÊNDICE A

Tabela de logaritmos das réplicas e das médias das UFC.g<sup>-1</sup> de aeróbios psicrotróficos determinadas para filé de peito de frango cozido (PC), cru (PI) e temperado com NaCl (PS) determinados em cada intervalo de tempo nas temperaturas de 2, 4, 7, 10, 15 e 20°C.

<b>Tempo (h)</b>	<b>PC (a) 2°C</b>	<b>PC (b) 2°C</b>	<b>PC (m) 2°C</b>	<b>PI(a) 2°C</b>	<b>PI (b) 2°C</b>	<b>PI (m) 2°C</b>	<b>PS (a) 2°C</b>	<b>PS (b) 2°C</b>	<b>PS (m) 2°C</b>
0	2,60	3,08	2,90	2,30	2,70	2,54	2,60	2,48	2,54
48	4,24	3,83	4,08	2,18	2,48	2,35	3,19	3,15	3,17
96	3,60	3,61	3,61	3,02	2,70	2,89	3,00	3,30	3,18
144	2,30	2,48	2,40	3,28	3,18	3,23	3,37	3,79	3,63
168	2,30	3,34	3,08	3,72	2,93	3,48	3,84	4,18	4,05
216	3,78	5,31	5,02	4,79	4,76	4,78	4,30	6,05	5,76
264	5,32	6,02	5,80	6,20	5,35	5,96	5,46	7,02	6,73
312	7,44	8,22	7,99	-	7,02	7,02	7,00	7,93	7,68
384	9,18	9,12	9,15	8,28	8,02	8,17	7,68	8,18	8,00
456	9,56	9,74	9,66	8,98	8,72	8,87	8,05	8,46	8,30
552	10,53	10,31	10,43	9,08	8,92	9,01	8,84	8,93	8,89
<b>Tempo (h)</b>	<b>PC (a) 4°C</b>	<b>PC (b) 4°C</b>	<b>PC (m) 4°C</b>	<b>PI(a) 4°C</b>	<b>PI (b) 4°C</b>	<b>PI (m) 4°C</b>	<b>PS (a) 4°C</b>	<b>PS (b) 4°C</b>	<b>PS (m) 4°C</b>
0	2,00	2,00	2,00	2,40	2,42	2,41	3,24	2,92	3,11
72	2,00	2,00	2,00	2,51	2,54	2,52	3,53	3,48	3,50
144	2,70	2,48	2,60	4,07	4,15	4,11	4,05	3,98	4,02
216	2,98	4,26	3,98	4,92	6,10	5,83	4,61	4,48	4,55
288	6,34	7,26	7,00	8,11	8,14	8,13	6,62	6,52	6,57
360	8,27	8,28	8,27	9,09	9,06	9,08	9,34	9,26	9,30
432	9,80	10,07	9,96	9,68	9,74	9,71	9,28	9,27	9,27
504	10,08	9,96	10,03	9,30	9,31	9,30	9,28	9,20	9,24
<b>Tempo (h)</b>	<b>PC (a) 7°C</b>	<b>PC (b) 7°C</b>	<b>PC (m) 7°C</b>	<b>PI(a) 7°C</b>	<b>PI (b) 7°C</b>	<b>PI (m) 7°C</b>	<b>PS (a) 7°C</b>	<b>PS (b) 7°C</b>	<b>PS (m) 7°C</b>
0	2,00	2,00	2,00	2,00	2,48	2,30	2,30	2,70	2,54
24	2,00	2,00	2,00	2,30	2,00	2,18	2,94	2,86	2,90
72	2,00	2,00	2,00	2,40	2,60	2,51	2,78	2,85	2,81
96	2,00	2,00	2,00	3,67	3,72	3,69	3,76	3,48	3,64
120	5,13	4,97	5,06	4,67	5,00	4,87	4,91	5,01	4,97
147	5,05	4,02	4,78	5,93	6,00	5,97	5,08	5,50	5,34
171	6,08	5,75	5,94	7,02	7,10	7,06	5,78	5,90	5,85
195	8,16	8,19	8,18	7,70	7,88	7,80	7,13	7,07	7,10
217	8,76	8,85	8,81	8,60	8,72	8,66	8,06	7,92	8,00
243	8,98	8,98	8,98	8,81	8,82	8,81	8,21	8,19	8,20
265	10,28	10,26	10,27	10,29	10,10	10,21	9,86	10,22	10,08
290	9,14	9,39	9,28	9,06	9,06	9,06	8,83	8,86	8,85
316	9,96	10,40	10,24	9,08	8,85	8,98	9,61	8,00	9,32

<b>Tempo (h)</b>	<b>PC (a) 10°C</b>	<b>PC (b) 10°C</b>	<b>PC (m) 10°C</b>	<b>PI(a) 10°C</b>	<b>PI(b) 10°C</b>	<b>PI(m) 10°C</b>	<b>PS (a) 10°C</b>	<b>PS (b) 10°C</b>	<b>PS (m) 10°C</b>
0	2,00	2,00	2,00	2,30	2,48	2,40	2,70	2,00	2,48
12	2,00	2,00	2,00	2,00	2,95	2,70	2,60	2,60	2,60
24	2,30	2,00	2,18	2,30	2,60	2,48	2,00	2,60	2,40
36	2,30	2,48	2,40	2,48	2,65	2,57	2,65	2,54	2,60
48	3,54	2,60	3,29	2,54	2,65	2,60	3,43	3,41	3,42
60	3,43	2,95	3,26	2,90	3,20	3,08	3,84	3,83	3,84
72	5,91	5,26	5,69	5,95	5,87	5,91	6,03	5,98	6,00
84	6,60	5,95	6,38	5,80	5,86	5,83	5,95	5,28	5,74
96	6,72	6,46	6,61	5,48	6,30	6,06	5,78	6,00	5,90
108	7,53	7,60	7,57	7,07	7,07	7,07	7,27	7,28	7,27
118	8,20	8,25	8,23	7,41	7,75	7,61	7,22	7,75	7,56
154	8,80	8,62	8,72	7,98	7,97	7,98	8,10	7,86	8,00
166	9,20	9,03	9,12	8,58	8,60	8,59	8,69	8,45	8,59
193	9,44	8,72	9,21	8,05	8,38	8,25	8,25	8,04	8,16
<b>Tempo (h)</b>	<b>PC (a) 15°C</b>	<b>PC (b) 15°C</b>	<b>PC (m) 15°C</b>	<b>PI(a) 15°C</b>	<b>PI(b) 15°C</b>	<b>PI(m) 15°C</b>	<b>PS (a) 15°C</b>	<b>PS (b) 15°C</b>	<b>PS (m) 15°C</b>
0	2,60	3,08	2,90	2,30	2,70	2,54	2,60	2,48	2,54
10	2,30	2,00	2,18	2,18	2,00	2,10	2,78	2,60	2,70
15	2,00	2,18	2,10	2,65	2,30	2,51	3,24	3,31	3,28
20	2,30	2,48	2,40	3,02	2,60	2,86	2,78	2,85	2,81
25	3,18	2,81	3,03	3,18	3,02	3,11	3,24	3,59	3,45
30	3,00	3,30	3,18	3,56	3,75	3,67	3,59	3,45	3,53
35	2,90	4,49	4,20	4,43	4,48	4,46	3,63	3,41	3,54
45	5,44	5,64	5,55	5,38	5,82	5,65	5,52	5,45	5,48
55	6,23	6,11	6,18	6,94	6,23	6,72	6,65	6,36	6,53
65	7,85	9,58	9,29	8,27	7,98	8,15	7,31	7,35	7,33
80	9,34	8,80	9,15	8,38	8,35	8,37	6,18	6,48	6,35
102	9,45	9,40	9,42	9,58	8,45	9,31	8,54	8,45	8,50
<b>Tempo (h)</b>	<b>PC (a) 20°C</b>	<b>PC (b) 20°C</b>	<b>PC (m) 20°C</b>	<b>PI(a) 20°C</b>	<b>PI(b) 20°C</b>	<b>PI(m) 20°C</b>	<b>PS (a) 20°C</b>	<b>PS (b) 20°C</b>	<b>PS (m) 20°C</b>
0	2,60	3,08	2,90	2,30	2,70	2,54	2,60	2,48	2,54
4	2,54	3,18	2,97	2,54	2,90	2,76	2,90	2,74	2,83
8	2,18	2,48	2,35	2,60	2,74	2,68	2,54	2,54	2,54
12	2,85	2,30	2,65	2,88	2,54	2,74	3,02	2,90	2,97
16	2,70	3,74	3,47	3,59	4,10	3,91	2,30	3,68	3,39
21	4,32	4,11	4,22	-	5,27	5,27	4,17	3,52	3,96
25	5,53	5,36	5,45	5,07	5,30	5,20	3,79	3,80	3,79
29	6,42	6,04	6,27	5,02	6,22	5,94	6,02	5,67	5,88
35	7,46	7,02	7,30	6,93	7,20	7,09	5,77	5,72	5,75
41	8,86	8,84	8,85	8,29	8,41	8,35	8,20	8,42	8,32
47	8,85	8,76	8,81	8,37	7,70	8,16	8,45	7,90	8,26

## APÊNDICE B

Tabela de logaritmos das réplicas e das médias das UFC.g<sup>-1</sup> de *Pseudomonas* spp. determinadas para filé de peito de frango cozido (PC), cru (PI) e temperado com NaCl (PS) determinados em cada intervalo de tempo nas temperaturas de 2, 4, 7, 10, 15 e 20°C.

<b>Tempo (h)</b>	<b>PC (a) 2°C</b>	<b>PC (b) 2°C</b>	<b>PC (m) 2°C</b>	<b>PI(a) 2°C</b>	<b>PI (b) 2°C</b>	<b>PI (m) 2°C</b>	<b>PS (a) 2°C</b>	<b>PS (b) 2°C</b>	<b>PS (m) 2°C</b>
0	2,00	2,00	2,00	2,00	2,30	2,18	2,00	2,00	2,00
48	2,00	2,30	2,18	2,30	2,48	2,40	2,30	2,00	2,18
96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,90	1,90	1,90
144	3,00	3,73	3,51	3,18	3,16	3,17	2,70	2,56	2,64
168	2,40	2,48	2,44	4,85	4,85	4,85	3,61	4,52	4,27
216	4,00	4,10	4,05	5,90	5,76	5,83	4,79	5,46	5,25
264	5,53	5,68	5,61	6,84	6,84	6,84	5,31	7,01	6,72
312	6,07	6,03	6,05	7,32	7,27	7,30	4,90	6,59	6,30
384	8,28	8,29	8,29	7,61	7,61	7,61	5,52	7,97	7,67
456	9,49	8,71	9,26	8,04	8,08	8,06	5,95	7,93	7,64
552	9,61	8,70	9,36	7,93	7,91	7,92	5,63	8,05	7,75
624	10,16	9,31	9,91	7,85	7,81	7,83	5,72	8,34	8,04
<b>Tempo (h)</b>	<b>PC (a) 4°C</b>	<b>PC (b) 4°C</b>	<b>PC (m) 4°C</b>	<b>PI(a) 4°C</b>	<b>PI (b) 4°C</b>	<b>PI (m) 4°C</b>	<b>PS (a) 4°C</b>	<b>PS (b) 4°C</b>	<b>PS (m) 4°C</b>
0	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,82	1,78	1,80
72	2,00	1,90	1,95	2,30	2,30	2,30	2,00	1,85	1,93
144	2,40	2,35	2,38	2,60	2,65	2,63	2,48	2,40	2,44
216	3,01	3,02	3,02	3,64	3,65	3,65	3,31	3,28	3,29
288	6,78	6,78	6,78	6,86	6,86	6,86	6,82	6,82	6,82
360	9,31	9,30	9,31	8,38	8,34	8,36	6,83	6,79	6,81
432	9,21	9,20	9,21	8,87	8,85	8,86	7,01	7,00	7,01
504	8,85	8,78	8,81	8,11	8,08	8,10	6,52	6,48	6,50
<b>Tempo (h)</b>	<b>PC (a) 7°C</b>	<b>PC (b) 7°C</b>	<b>PC (m) 7°C</b>	<b>PI(a) 7°C</b>	<b>PI (b) 7°C</b>	<b>PI (m) 7°C</b>	<b>PS (a) 7°C</b>	<b>PS (b) 7°C</b>	<b>PS (m) 7°C</b>
0	2,00	2,00	2,00	2,30	2,48	2,40	2,00	2,00	2,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	1,70	0,00	2,00	1,70
72	0,00	0,00	0,00	0,00	2,30	2,00	0,00	0,00	0,00
96	0,00	0,00	0,00	3,04	2,30	2,81	2,48	0,00	2,18
120	2,30	2,00	2,18	3,65	3,81	3,74	2,48	2,00	2,30
147	3,57	2,78	3,33	5,14	5,05	5,10	3,00	3,57	3,37
171	4,86	4,76	4,82	6,20	6,09	6,15	4,26	3,20	4,00
195	6,45	5,73	6,23	6,65	6,72	6,69	4,52	3,78	4,29
217	6,96	6,96	6,96	7,41	7,56	7,49	5,23	5,30	5,27
243	7,95	7,52	7,79	7,83	7,52	7,70	5,54	5,15	5,39
265	7,89	8,18	8,06	9,40	9,23	9,32	6,41	7,78	7,50
290	8,08	8,48	8,32	8,52	8,08	8,35	6,54	6,48	6,51
316	9,08	8,38	8,86	7,90	7,00	7,65	9,07	6,30	8,77

<b>Tempo (h)</b>	<b>PC (a) 10°C</b>	<b>PC (b) 10°C</b>	<b>PC (m) 10°C</b>	<b>PI(a) 10°C</b>	<b>PI(b) 10°C</b>	<b>PI(m) 10°C</b>	<b>PS (a) 10°C</b>	<b>PS (b) 10°C</b>	<b>PS (m) 10°C</b>
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
48	2,70	2,00	2,48	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00
60	2,90	2,30	2,70	2,00	2,30	2,18	2,85	2,30	2,65
72	3,70	3,60	3,65	3,70	3,60	3,65	3,00	3,00	3,00
84	5,21	5,16	5,18	4,95	4,49	4,78	4,32	3,48	4,08
96	6,00	5,48	5,81	4,92	5,10	5,02	4,08	4,95	4,71
108	6,61	6,69	6,65	5,86	5,82	5,84	5,36	4,91	5,19
118	7,57	7,10	7,40	6,20	6,39	6,30	5,03	5,00	5,01
154	7,31	7,26	7,29	7,12	6,79	6,99	5,21	5,25	5,23
166	8,94	8,23	8,72	7,23	7,26	7,24	6,67	5,03	6,38
193	8,89	8,11	8,66	7,10	8,05	7,80	7,04	6,56	6,86
<b>Tempo (h)</b>	<b>PC (a) 15°C</b>	<b>PC (b) 15°C</b>	<b>PC (m) 15°C</b>	<b>PI(a) 15°C</b>	<b>PI(b) 15°C</b>	<b>PI(m) 15°C</b>	<b>PS (a) 15°C</b>	<b>PS (b) 15°C</b>	<b>PS (m) 15°C</b>
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	1,52	1,23	2,97	2,30	2,75
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	2,64	2,30	2,50	2,12	2,73	2,52	2,95	3,01	2,98
30	2,90	3,15	3,04	3,58	2,30	3,30	3,08	3,15	3,11
35	4,08	2,90	3,81	3,00	2,95	2,98	3,63	3,57	3,60
44	4,30	3,30	4,04	3,85	3,95	3,90	4,20	4,30	4,26
51	6,36	6,34	6,35	5,60	5,73	5,67	4,71	4,91	4,82
68	6,30	6,08	6,21	6,07	6,04	6,05	5,08	4,90	5,00
75	7,51	6,63	7,26	6,81	7,46	7,24	5,78	6,09	5,96
95	8,35	8,25	8,30	8,19	8,05	8,12	7,15	7,19	7,17
100	8,88	8,89	8,88	8,24	8,19	8,22	7,88	7,61	7,76
<b>Tempo (h)</b>	<b>PC (a) 20°C</b>	<b>PC (b) 20°C</b>	<b>PC (m) 20°C</b>	<b>PI(a) 20°C</b>	<b>PI(b) 20°C</b>	<b>PI(m) 20°C</b>	<b>PS (a) 20°C</b>	<b>PS (b) 20°C</b>	<b>PS (m) 20°C</b>
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	1,82	1,53	1,52	0,00	1,23
18	0,00	0,00	0,00	2,70	2,00	2,48	0,00	0,00	0,00
24	3,08	3,15	3,11	4,29	3,72	4,10	0,00	0,00	0,00
30	5,26	4,18	5,00	5,86	5,58	5,74	2,00	2,30	2,18
36	5,73	5,54	5,65	6,38	6,49	6,44	4,00	5,09	4,83
42	6,83	7,02	6,93	7,20	7,16	7,18	5,28	4,85	5,11
54	8,13	8,07	8,10	8,16	8,16	8,16	7,11	7,00	7,06

## APÊNDICE C

Tabela de logaritmos das réplicas e das médias das UFC.g<sup>-1</sup> de aeróbios mesófilos determinadas para filé de peito de frango cozido (PC), cru (PI) e temperado com NaCl (PS) determinados em cada intervalo de tempo nas temperaturas de 2, 4, 7, 10, 15 e 20°C.

<b>Tempo (h)</b>	<b>PC (a) 2°C</b>	<b>PC (b) 2°C</b>	<b>PC (m) 2°C</b>	<b>PI(a) 2°C</b>	<b>PI (b) 2°C</b>	<b>PI (m) 2°C</b>	<b>PS (a) 2°C</b>	<b>PS (b) 2°C</b>	<b>PS (m) 2°C</b>
0	1,30	1,40	1,35	2,23	1,18	1,97	2,10	2,33	2,23
48	2,49	3,61	3,34	2,00	2,02	2,01	3,29	2,52	3,06
96	2,00	2,06	2,03	2,74	1,00	2,44	2,80	2,61	2,71
144	2,35	3,28	3,03	2,57	2,16	2,41	2,85	2,54	2,72
168	2,00	3,34	3,05	3,41	2,04	3,13	2,72	3,27	3,07
216	2,69	2,62	2,66	3,24	2,57	3,03	3,33	3,99	3,77
264	5,59	4,30	5,31	5,31	3,77	5,02	3,80	4,48	4,26
312	6,10	5,98	6,05	5,25	5,21	5,23	4,73	5,65	5,40
384	4,60	6,06	5,77	5,04	5,24	5,15	6,85	7,30	7,13
456	6,54	8,86	8,56	7,97	7,60	7,82	7,56	7,82	7,71
552	8,41	7,62	8,18	7,83	8,02	7,94	7,85	7,51	7,71
<b>Tempo (h)</b>	<b>PC (a) 4°C</b>	<b>PC (b) 4°C</b>	<b>PC (m) 4°C</b>	<b>PI(a) 4°C</b>	<b>PI (b) 4°C</b>	<b>PI (m) 4°C</b>	<b>PS (a) 4°C</b>	<b>PS (b) 4°C</b>	<b>PS (m) 4°C</b>
0	1,00	1,00	1,00	2,48	2,46	2,47	2,54	2,43	2,49
72	1,00	1,00	1,00	3,11	3,00	3,06	2,76	2,74	2,75
144	1,70	1,48	1,60	3,33	3,30	3,32	3,06	2,99	3,03
216	2,98	3,26	3,14	3,88	3,89	3,88	3,66	3,61	3,64
288	6,34	6,26	6,30	6,53	6,55	6,54	5,12	5,09	5,10
360	7,27	7,28	7,27	8,40	8,17	8,30	8,21	7,88	8,08
432	8,80	9,07	8,96	8,88	8,68	8,79	8,37	8,36	8,37
504	9,08	8,96	9,03	8,41	8,43	8,42	8,32	8,12	8,23
<b>Tempo (h)</b>	<b>PC (a) 7°C</b>	<b>PC (b) 7°C</b>	<b>PC (m) 7°C</b>	<b>PI(a) 7°C</b>	<b>PI (b) 7°C</b>	<b>PI (m) 7°C</b>	<b>PS (a) 7°C</b>	<b>PS (b) 7°C</b>	<b>PS (m) 7°C</b>
0	1,30	1,48	1,40	1,48	1,70	1,60	1,90	1,70	1,81
24	1,70	1,30	1,54	2,02	2,04	2,03	2,41	2,57	2,50
72	1,48	1,60	1,54	2,20	2,41	2,32	2,49	2,32	2,41
96	1,30	1,60	1,48	2,40	2,48	2,44	2,53	2,20	2,40
147	4,36	3,95	4,20	5,40	5,67	5,55	4,41	4,43	4,42
171	5,31	5,29	5,30	6,96	7,02	6,99	5,65	5,42	5,55
195	7,45	7,41	7,43	7,51	7,60	7,56	6,57	6,34	6,47
217	7,18	8,31	8,04	8,00	7,91	7,96	7,12	6,93	7,04
243	8,13	8,86	8,63	8,57	8,69	8,63	7,75	7,72	7,73
265	9,39	10,22	9,98	10,51	10,90	10,75	8,73	8,34	8,58
290	9,24	9,78	9,59	8,98	9,12	9,05	8,79	8,41	8,64
316	8,89	9,79	9,54	8,61	7,11	8,33	9,33	7,80	9,04

<b>Tempo (h)</b>	<b>PC (a) 10°C</b>	<b>PC (b) 10°C</b>	<b>PC (m) 10°C</b>	<b>PI(a) 10°C</b>	<b>PI(b) 10°C</b>	<b>PI(m) 10°C</b>	<b>PS (a) 10°C</b>	<b>PS (b) 10°C</b>	<b>PS (m) 10°C</b>
0	1,48	1,30	1,40	1,48	1,60	1,54	1,85	1,48	1,70
12	1,48	1,30	1,40	1,74	1,78	1,76	1,95	2,04	2,00
24	1,30	1,30	1,30	1,70	1,30	1,54	1,30	1,93	1,72
36	1,00	1,60	1,40	1,70	1,48	1,60	1,90	2,88	2,62
48	1,00	1,30	1,18	1,30	1,40	1,35	2,68	2,69	2,69
60	3,10	2,94	3,03	2,41	2,40	2,41	3,06	2,92	3,00
72	4,92	4,22	4,70	4,23	4,39	4,31	4,38	4,93	4,74
84	5,94	5,78	5,87	5,43	4,26	5,16	5,45	5,36	5,40
96	5,74	4,90	5,50	4,90	4,90	4,90	5,00	5,00	5,00
108	6,95	6,74	6,86	6,16	6,16	6,16	6,03	6,38	6,24
118	8,41	8,45	8,43	7,72	7,46	7,61	7,09	6,99	7,04
154	8,93	8,59	8,79	8,29	7,43	8,04	7,53	7,47	7,50
166	9,32	9,18	9,25	8,47	8,03	8,30	7,52	7,41	7,47
193	8,65	8,15	8,47	7,33	7,59	7,48	6,96	6,04	6,71
<b>Tempo (h)</b>	<b>PC (a) 15°C</b>	<b>PC (b) 15°C</b>	<b>PC (m) 15°C</b>	<b>PI(a) 15°C</b>	<b>PI(b) 15°C</b>	<b>PI(m) 15°C</b>	<b>PS (a) 15°C</b>	<b>PS (b) 15°C</b>	<b>PS (m) 15°C</b>
0	1,30	1,40	1,35	2,23	1,18	1,97	2,10	2,33	2,23
10	1,00	1,85	1,60	1,54	2,04	1,86	2,64	2,48	2,57
15	1,95	1,85	1,90	1,95	1,18	1,72	3,21	2,96	3,11
20	2,33	1,88	2,16	1,93	1,70	1,83	2,41	2,41	2,41
25	2,13	2,24	2,19	2,11	2,59	2,41	2,67	2,69	2,68
30	2,26	2,48	2,38	2,83	2,87	2,85	2,74	2,80	2,77
35	2,08	4,38	4,08	3,52	2,76	3,29	2,60	2,08	2,41
45	4,64	5,37	5,14	4,91	5,27	5,12	4,97	4,94	4,95
55	5,28	5,85	5,65	6,15	5,18	5,89	5,25	4,82	5,09
65	7,71	8,19	8,01	7,97	8,46	8,28	6,85	6,89	6,87
80	8,71	8,94	8,84	7,88	8,36	8,18	7,44	7,49	7,47
102	9,58	8,97	9,37	7,97	8,81	8,57	8,30	8,38	8,34
<b>Tempo (h)</b>	<b>PC (a) 20°C</b>	<b>PC (b) 20°C</b>	<b>PC (m) 20°C</b>	<b>PI(a) 20°C</b>	<b>PI(b) 20°C</b>	<b>PI(m) 20°C</b>	<b>PS (a) 20°C</b>	<b>PS (b) 20°C</b>	<b>PS (m) 20°C</b>
0	1,30	1,40	1,35	2,23	1,18	1,97	2,10	2,33	2,23
4	1,78	2,65	2,40	2,62	2,56	2,59	2,60	2,57	2,59
8	1,70	2,19	2,01	2,60	2,28	2,47	2,45	2,33	2,40
12	1,95	1,48	1,78	2,20	2,31	2,26	2,30	2,51	2,42
16	2,41	2,72	2,59	3,53	3,97	3,80	2,85	2,86	2,86
21	3,92	3,76	3,85	5,42	4,57	5,18	3,47	2,83	3,26
25	4,57	3,96	4,37	4,19	5,23	4,96	3,43	3,51	3,47
29	6,05	5,71	5,91	4,68	6,26	5,97	6,00	4,85	5,72
35	7,90	7,14	7,67	7,29	7,74	7,57	6,08	5,79	5,96
41	8,33	8,29	8,31	8,17	8,39	8,29	7,72	7,71	7,72
47	8,52	8,33	8,44	8,36	8,49	8,43	8,30	7,86	8,14

## APÊNDICE D

Tabela de logaritmos das réplicas e das médias das UFC.g<sup>-1</sup> de *Staphylococcus* spp. determinadas para filé de peito de frango cozido (PC), cru (PI) e temperado com NaCl (PS) determinados em cada intervalo de tempo nas temperaturas de 2, 4, 7, 10, 15 e 20°C.

<b>Tempo (h)</b>	<b>PC (a) 2°C</b>	<b>PC (b) 2°C</b>	<b>PC (m) 2°C</b>	<b>PI(a) 2°C</b>	<b>PI (b) 2°C</b>	<b>PI (m) 2°C</b>	<b>PS (a) 2°C</b>	<b>PS (b) 2°C</b>	<b>PS (m) 2°C</b>
0	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	1,70	0,00	0,00	0,00
48	0,00	0,00	0,00	1,52	0,00	1,23	0,00	0,00	0,00
96	0,00	0,00	0,00	1,52	0,00	1,23	0,00	0,00	0,00
144	0,00	0,00	0,00	1,82	0,00	1,53	2,00	1,52	1,82
168	0,00	0,00	0,00	1,52	1,82	1,70	2,68	2,00	2,46
216	2,48	2,00	2,30	3,03	2,48	2,84	2,83	2,00	2,59
264	2,30	2,30	2,30	3,43	3,19	3,33	3,76	3,79	3,77
312	2,78	2,90	2,85	4,62	4,12	4,44	4,55	4,66	4,61
384	3,00	3,04	3,02	5,97	5,85	5,91	6,44	5,16	6,16
456	3,70	2,70	3,44	7,50	6,15	7,21	6,61	5,36	6,33
552	4,95	2,78	4,65	8,09	7,85	7,98	7,38	7,43	7,40
624	2,00	2,78	2,54	-	-	-	-	-	-
<b>Tempo (h)</b>	<b>PC (a) 4°C</b>	<b>PC (b) 4°C</b>	<b>PC (m) 4°C</b>	<b>PI(a) 4°C</b>	<b>PI (b) 4°C</b>	<b>PI (m) 4°C</b>	<b>PS (a) 4°C</b>	<b>PS (b) 4°C</b>	<b>PS (m) 4°C</b>
0	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
72	2,00	0,00	1,70	2,60	0,00	2,30	2,41	2,41	2,41
144	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,72	2,72	2,72
216	2,00	0,00	1,70	4,02	4,06	4,04	3,19	3,19	3,19
288	4,37	4,05	4,24	5,21	5,40	5,32	4,43	4,43	4,43
360	5,38	5,25	5,32	6,97	6,82	6,90	7,38	7,38	7,38
432	6,63	7,83	7,55	7,20	7,30	7,26	8,25	8,25	8,25
504	7,73	7,52	7,64	7,66	7,43	7,56	8,03	8,03	8,03
576	7,40	7,49	7,45	7,66	7,76	7,72	-	-	-
<b>Tempo (h)</b>	<b>PC (a) 7°C</b>	<b>PC (b) 7°C</b>	<b>PC (m) 7°C</b>	<b>PI(a) 7°C</b>	<b>PI (b) 7°C</b>	<b>PI (m) 7°C</b>	<b>PS (a) 7°C</b>	<b>PS (b) 7°C</b>	<b>PS (m) 7°C</b>
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	1,70	2,30	0,00	2,00
72	0,00	0,00	0,00	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00
96	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	1,70	0,00	0,00	0,00
120	0,00	0,00	0,00	3,51	2,60	3,26	2,30	2,48	2,40
147	0,00	0,00	0,00	4,90	4,79	4,85	4,26	4,01	4,15
171	0,00	0,00	0,00	5,65	5,66	5,66	5,35	4,20	5,08
195	3,74	3,30	3,57	5,71	5,45	5,60	5,53	4,99	5,34
217	3,60	3,49	3,55	6,62	7,33	7,10	5,94	5,96	5,95
243	4,08	4,62	4,43	7,15	7,19	7,17	7,09	6,81	6,98
265	5,15	5,20	5,18	9,45	9,35	9,40	8,19	8,12	8,16
290	6,19	5,04	5,92	8,54	7,32	8,27	7,65	7,26	7,50
316	7,27	6,48	7,04	7,30	7,30	7,30	7,52	6,60	7,27
361	8,16	8,21	8,19	-	-	-	-	-	-



<b>Tempo (h)</b>	<b>PC (a) 10°C</b>	<b>PC (b) 10°C</b>	<b>PC (m) 10°C</b>	<b>PI(a) 10°C</b>	<b>PI(b) 10°C</b>	<b>PI (m) 10°C</b>	<b>PS (a) 10°C</b>	<b>PS (b) 10°C</b>	<b>PS (m) 10°C</b>
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24	2,00	0,00	1,70	0,00	0,00	0,00	2,00	2,00	2,00
36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,22	2,00	2,13
48	2,70	2,00	2,48	0,00	0,00	0,00	2,85	2,37	2,67
60	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	2,95	2,90	2,93
72	4,35	3,52	4,11	4,22	4,43	4,34	4,70	4,86	4,79
84	2,78	2,85	2,81	3,57	3,78	3,69	4,70	4,27	4,54
96	4,00	4,31	4,18	4,35	4,04	4,22	5,32	5,34	5,33
108	4,38	4,43	4,41	5,85	5,01	5,60	6,24	6,12	6,18
118	4,75	5,09	4,95	6,37	6,21	6,30	6,50	6,62	6,56
154	4,93	5,30	5,16	7,28	7,21	7,25	7,45	7,22	7,35
166	5,85	6,35	6,17	7,52	7,52	7,52	7,79	7,60	7,71
193	6,90	6,26	6,69	7,81	6,94	7,57	7,67	6,18	7,38
<b>Tempo (h)</b>	<b>PC (a) 15°C</b>	<b>PC (b) 15°C</b>	<b>PC (m) 15°C</b>	<b>PI(a) 15°C</b>	<b>PI(b) 15°C</b>	<b>PI(m) 15°C</b>	<b>PS (a) 15°C</b>	<b>PS (b) 15°C</b>	<b>PS (m) 15°C</b>
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,37	2,00	2,22
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,52	1,52	1,52
25	0,00	0,00	0,82	1,82	1,82	1,56	2,78	2,00	2,54
30	1,52	2,00	1,82	1,52	1,52	1,52	2,12	2,30	2,22
35	2,30	2,00	2,18	1,52	1,52	1,52	3,00	2,60	2,85
44	2,00	2,48	2,30	1,52	2,30	2,07	3,18	2,78	3,02
51	4,18	4,55	4,40	3,89	3,11	3,65	3,81	4,04	3,94
68	5,16	5,37	5,28	5,10	5,07	5,08	6,23	5,86	6,08
75	6,30	5,63	6,08	5,79	5,46	5,66	6,15	6,68	6,49
95	6,96	6,79	6,88	6,76	6,15	6,56	7,88	7,79	7,84
100	7,23	7,18	7,20	6,38	6,70	6,57	7,80	7,84	7,82
115	7,43	7,46	7,45	7,04	7,40	7,26	7,99	7,80	7,91
<b>Tempo (h)</b>	<b>PC (a) 20°C</b>	<b>PC (b) 20°C</b>	<b>PC (m) 20°C</b>	<b>PI(a) 20°C</b>	<b>PI(b) 20°C</b>	<b>PI(m) 20°C</b>	<b>PS (a) 20°C</b>	<b>PS (b) 20°C</b>	<b>PS (m) 20°C</b>
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	1,82	0,00	1,53	1,52	0,00	1,23	1,52	2,00	1,82
12	0,00	1,52	1,23	1,52	1,82	1,70	0,00	1,52	1,23
18	0,00	0,00	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
24	3,18	3,32	3,26	3,41	3,08	3,28	2,48	2,90	2,74
30	5,36	4,59	5,13	4,78	4,76	4,77	4,56	4,76	4,67
36	5,30	5,00	5,18	5,48	5,28	5,39	5,00	5,81	5,57
42	6,23	5,78	6,06	6,18	6,30	6,24	6,08	6,28	6,19
48	5,08	5,30	5,20	5,00	4,78	4,90	5,00	5,75	5,52
54	7,81	7,54	7,69	7,05	7,07	7,06	8,12	8,04	8,08

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.