

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE VETERINÁRIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**ESTUDO DA EFICIÊNCIA DA ETAPA DE PRÉ-RESFRIAMENTO POR  
IMERSÃO EM ÁGUA NO CONTROLE DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA  
DAS CARÇAÇAS DE FRANGO**

**Leonardo Werlang Isolan**

**Porto Alegre  
2007**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE VETERINÁRIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**ESTUDO DA EFICIÊNCIA DA ETAPA DE PRÉ-RESFRIAMENTO POR  
IMERSÃO EM ÁGUA NO CONTROLE DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA  
DAS CARÇAÇAS DE FRANGO**

**Leonardo Werlang Isolan**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias na área de Medicina Veterinária Preventiva.

**Orientador: Prof. Dr. Vladimir Pinheiro do Nascimento**

**PORTO ALEGRE**

**2007**

Leonardo Werlang Isolan

**ESTUDO DA EFICIÊNCIA DA ETAPA DE PRÉ-RESFRIAMENTO POR  
IMERSÃO EM ÁGUA NO CONTROLE DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA  
DAS CARCAÇAS DE FRANGO**

Aprovada em 4 de Setembro de 2007

APROVADO POR:

---

Prof. Dr. Vladimir Pinheiro do Nascimento  
Orientador e Presidente da Comissão

---

Prof. Dr. Elci Lotar Dickel  
Membro da Comissão

---

Prof. Dr. Adriano da Silva Guahyba  
Membro da Comissão

---

Prof. Dr. Guiomar Pedro Bergmann  
Membro da Comissão

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus familiares e amigos pelo incentivo e apoio transmitidos durante a realização deste estudo.

Ao prof. Dr. Vladimir Pinheiro do Nascimento, pela orientação, ensinamentos e atenção fornecida durante o curso de pós-graduação.

Aos professores Doutores Susana Cardoso, Jane Maria Rubensan e Guiomar Pedro Bergmann pelos ensinamentos, apoio e amizade.

Ao colega de trabalho veterinário Gilson Renato Evangelista de Souza, pela compreensão da minha dedicação para a realização deste trabalho; e aos colegas veterinários Leandro Serraglio e Simone Hermann, representantes da empresa onde foi realizado este estudo.

A toda equipe de inspeção do Serviço de Inspeção Federal responsável pela inspeção da empresa em questão.

## RESUMO

Neste estudo foi observada a eficiência do sistema de pré-resfriamento em imersão em água na redução da contagem de bactérias mesófilas aeróbias, coliformes totais, coliformes a 45°C e *Escherichia coli* presentes na carcaça de frango. Avaliou-se a contagem destes microrganismos na água do pré-chiller e chiller, e também foram controlados a temperatura da água do sistema de resfriamento, sua vazão de água de renovação, pH e nível de cloro. O trabalho foi realizado em um matadouro-frigorífico sob inspeção federal localizado no Estado do Rio Grande do Sul. Foram coletadas amostras de carcaças em três horários representando o início, meio e final do turno de abate de oito horas sendo 270 amostras de frango antes da entrada no pré-chiller e 270 amostras após a saída do chiller. Os resultados obtidos mostraram que houve uma redução significativa ( $p < 0,05$ ) na contagem de mesófilos aeróbios da carcaça após passagem pela etapa de resfriamento por imersão em todos os horários de coleta. Igual resultado observou-se para a pesquisa de coliformes totais. Na pesquisa de coliformes fecais houve redução significativa ( $p < 0,05$ ) na segunda e terceira hora de coleta; entretanto, para a pesquisa de *E. coli* houve redução significativa ( $p < 0,05$ ) na primeira e terceira hora.

Palavras chave: carcaças de frango, chiller, microrganismos.

## **ABSTRACT**

*In this study, the efficacy of pre-chiller and chiller were evaluated, through the analysis of the mesophilic bacteria counting reduction, total coliforms, 45°C coliforms, and Escherichia coli present on the poultry carcass. The counting of microorganisms in the pre-chiller and chiller's water was also evaluated, and the water temperature, the outflow, pH and the chlorine level. The study was carried out in a poultry processing plant located in the State of Rio Grande do Sul (Southern Brazil), under official inspection. Carcass samples were collected in three different times corresponding to beginning, middle, and ending of an eight hour processing shift. Two hundred and seventy (270) carcass samples were collected before the pre-chiller entry, while other 270 were collected after the chiller exit. The results showed that there was a significant reduction ( $p < 0,05$ ) in the counting of mesophilic bacteria after chiller in all sampling times. The same result was observed regarding the total coliform counting. The analysis of the 45°C coliforms indicated that there was a significant reduction ( $p < 0,05$ ) at second and third sample collecting times; however, a significant reduction ( $p < 0,05$ ) was found in the counting of *E. coli* at the first and third hour.*

*Key words: poultry carcasses, chiller, microorganisms.*

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Etapa de pendura das aves vivas.....	17
FIGURA 2 - Mesa e esteira de transpasse da carcaça para a trilha aérea da zona “limpa” do abate.....	18
FIGURA 3 - Entrada das carcaças no chuveiro de lavagem anterior à etapa de resfriamento por imersão em água.....	19
FIGURA 4 - Sistema de <i>chiller</i> .....	19
FIGURA 5 - Fluxograma do abate de frangos.....	20
FIGURA 6 - Contagem média (em log <sub>10</sub> UFC/g) de contagem padrão de mesófilos aeróbios, coliformes totais, coliformes a 45°C e de <i>Escherichia coli</i> do grupo de carcaças de frango antes e após o sistema de resfriamento nos três horários de análise.....	70

## LISTA DE TABELAS

- TABELA 1 – Média, desvio padrão e valores mínimo e máximo da vazão de água (Litros/carcaça de ave), temperatura da água (°C), cloração (ppm) e pH da água do *pré-chiller* nos três horários de análise..... 56
- TABELA 2 – Contagem média, desvio padrão e valores mínimo e máximo de contagem padrão de mesófilos aeróbios (em log<sub>10</sub> UFC/mL), coliformes totais (em log<sub>10</sub> NMP/100mL), coliformes a 45°C (em log<sub>10</sub> NMP/100mL) e *Escherichia coli* (em log<sub>10</sub> NMP/100mL) da água do *pré-chiller* nos três horários de análise..... 59
- TABELA 3 – Contagem média, desvio padrão e valores mínimo e máximo (em log<sub>10</sub> UFC/g) de contagem padrão de mesófilos aeróbios, coliformes totais, coliformes a 45°C e de *Escherichia coli* do grupo de carcaças de frango anterior ao sistema de resfriamento nos três horários de análise..... 62
- TABELA 4 – Média, desvio padrão e valores mínimo e máximo da vazão de água (Litros/carcaça de ave), temperatura da água (°C), cloração (ppm) e pH da água do *chiller* nos três horários de análise..... 64
- TABELA 5 – Contagem média, desvio padrão e valores mínimo e máximo de contagem padrão de mesófilos aeróbios (em log<sub>10</sub> UFC/mL), coliformes totais (em log<sub>10</sub> NMP/mL), coliformes a 45°C (em log<sub>10</sub> NMP/mL) e *Escherichia coli* (em log<sub>10</sub> NMP/mL) da água do *chiller* nos três horários de análise..... 66
- TABELA 6 – Contagem média, desvio padrão e valores mínimo e máximo (em log<sub>10</sub> UFC/g) de contagem padrão de mesófilos aeróbios, coliformes totais, coliformes a 45°C e de *Escherichia coli* do grupo de carcaças de frango após o sistema de resfriamento nos três horários de análise..... 68
- TABELA 7 – Contagem média, desvio padrão e valores mínimo e máximo (em log<sub>10</sub> UFC/g) de contagem padrão de mesófilos aeróbios, coliformes totais, coliformes a 45°C e de *Escherichia coli* do grupo de carcaças de frango antes e após o sistema de resfriamento nos três horários de análise..... 69

## SUMÁRIO

RESUMO.....	4
<i>ABSTRACT</i> .....	5
LISTA DE FIGURAS.....	6
LISTA DE TABELAS.....	7
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	15
<b>2.1 O Manejo Pré-abate de Frangos</b> .....	15
<b>2.2 O Abate de Frangos</b> .....	16
<b>2.3 Microbiologia da Carcaça de Frango</b> .....	20
<b>2.4 <i>Chiller</i></b> .....	29
<b>2.5 Cloro</b> .....	41
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	45
<b>3.1 Local e Amostras</b> .....	45
<b>3.2 Amostras de Água</b> .....	45
<b>3.2.1 Água da Rede de Abastecimento</b> .....	46
<b>3.2.2 Água do Pré-<i>Chiller</i></b> .....	46
<b>3.2.3 Água do <i>Chiller</i></b> .....	46
<b>3.2.4 Verificação do Fluxo de Água</b> .....	47
<b>3.3 Amostras de Frango</b> .....	47
<b>3.3.1 Coletas de Carcaças de Frango</b> .....	47
<b>3.3.1.1 Grupo de Carcaças anterior ao Sistema de Resfriamento</b> .....	47
<b>3.3.1.2 Grupo de Carcaças após o Sistema de Resfriamento</b> .....	48
<b>3.3.2 Verificação do Fluxo de Frango</b> .....	49
<b>3.3.3 Transporte das Amostras</b> .....	49

<b>3.4 Análise da Água</b> .....	49
3.4.1 Aferição do Temperatura.....	49
3.4.2 Aferição do Cloro.....	49
3.4.3 Aferição do pH.....	50
3.4.4 Análises Microbiológicas.....	50
3.4.4.1 Contagem de Mesófilos Aeróbios.....	50
3.4.4.2 Contagem de Coliformes Totais e Coliformes a 45°C.....	51
3.4.4.3 Contagem de <i>Escherichia coli</i> .....	52
<b>3.5 Análise de Carcaças</b> .....	52
3.5.1 Análises Microbiológicas.....	52
3.5.1.1 Contagem de Mesófilos Aeróbios.....	53
3.5.1.2 Contagem de Coliformes Totais.....	53
3.5.1.3 Contagem de Coliformes a 45°C.....	54
3.5.1.4 Contagem de <i>Escherichia coli</i> .....	54
<b>3.6 Análise Estatística</b> .....	54
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	56
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75



## **1 INTRODUÇÃO**

O consumo mundial de carne de frango e conseqüentemente a sua produção é crescente. De acordo com a Associação Brasileira de Exportadores de Frango – Abef (2007), a produção de carne de frango no Brasil no ano de 2006 foi de 9.336.000 toneladas, sendo destas 948.659 toneladas exportadas, e se somarmos ainda os produtos cortes e industrializados de frango, esta quantia supera 2.712.000 toneladas exportadas, ficando o consumo interno de frango no país em 6.622.000 toneladas. Deste modo, o Brasil produz quase 15% da carne de frango produzida no mundo e aparece como o maior exportador mundial.

De acordo com Soares (2002), a carne de frango é a única carne que teve aceitação em todo mundo no decorrer da história. Não há objeções culturais ou religiosas ao consumo de aves em qualquer parte do mundo, sendo que o mesmo não ocorre com a carne suína, bovina e de eqüino.

Sabemos que vários fatores contribuíram para atingirmos esta excelência comercial, fatores estes liderados pelos padrões sanitários de nossos rebanhos, índices de produtividade de nossos avicultores, capacidade de produção de nossas agroindústrias e qualidade de nossos produtos.

A avicultura brasileira está em plena expansão, gerando empregos diretos e indiretos. Em conseqüência, as áreas destinadas ao processamento e transformação de alimentos acompanham esse crescimento, estando sempre atentos às exigências do mercado consumidor, sempre preocupados com o aspecto nutricional e higiênico-sanitário dos alimentos.

A avaliação microbiológica dos alimentos é assunto de interesse, desde o início da microbiologia como ciência. E com a abertura de novos mercados externos para a carne de aves, esta avaliação constitui-se em um dos parâmetros mais importantes para se determinar a qualidade e sanidade dos alimentos, bem como para verificar se os padrões microbiológicos nacionais e internacionais estão sendo atendidos adequadamente.

O sistema de criação intensiva de aves e o sistema de transporte aplicado fazem com que as aves cheguem ao abatedouro com bactérias firmemente aderidas ou incrustadas na pele, que não podem ser removidas apenas na lavagem. Além disso, durante o abate das aves, juntam-se a esses microrganismos, aqueles presentes no sistema digestivo, quando o processo tecnológico de abate não é realizado adequadamente.

O mecanismo de contaminação da carcaça de aves, durante o processamento, envolve inicialmente a retenção das bactérias numa camada líquida sobre a pele, para que essa camada de microrganismos possa aderir-se convenientemente. A carga microbiana das carcaças de frango e seus derivados são representados por uma microbiota oriunda, principalmente, das aves vivas e, outra parte, incorporada em qualquer uma das etapas do abate ou do processamento. A microbiota da ave viva se encontra essencialmente na superfície externa, espaço interdigital e tegumentos cutâneos, no trato digestivo e, em menor grau, no aparelho respiratório (SILVA, 1998).

No processo de industrialização do frango, este é submetido a várias etapas, durante as quais os microrganismos podem se aderir aos equipamentos, e perdurar na água dos tanques de pré-resfriamento, contaminando as carcaças.

Conforme Mulder e Veerkamp (1974), embora a ave viva já apresentar contaminação microbiológica (originária das penas, pele e trato intestinal), o produto final do abate tem uma relativa menor contagem de bactérias, devido algumas etapas do processamento como a lavagem das carcaças. Porém, pelo motivo de várias autoridades terem mostrado que o frango e produtos derivados, podem ser fontes potenciais de infecção bacteriana, as autoridades de saúde pública estão interessadas a respeito da condição higiênico-sanitária e dos procedimentos durante o processamento de abate de aves. Esse processo inclui, entre outras etapas, o pré-resfriamento de carcaças em tanques chamados de *Chiller*.

A etapa de pré-resfriamento de carcaças é realizada em tanques pré-resfriadores contínuos, tipo rosca sem fim, contendo água gelada e gelo no seu interior. Geralmente há utilização de dois tanques, chamados *pré-chiller* e *chiller*.

Os *chillers*, além de serem altamente eficientes, são amplamente utilizados em frigoríficos, porém devem estar associados com controles de monitoramento dos fatores

que podem influenciar na quantidade de matéria orgânica e microrganismos presentes na água do mesmo.

No sistema de pré-resfriamento por imersão por pré-resfriadores contínuos, a água utilizada deve apresentar os padrões de potabilidade previstos no Artigo 62 do RIISPOA (BRASIL, 1950), não sendo permitida a recirculação da mesma.

O primeiro tanque, chamado de *pré-chiller*, tem como principal função lavar as carcaças, diminuindo os resíduos orgânicos e reidratar as mesmas das perdas de água sofridas na escaldagem (Schade *et al.*, 1990). Este tanque apresenta renovação constante de água hiperclorada, no sentido contracorrente, devendo estar a temperatura no início do sistema em 16°C no máximo.

De acordo com a legislação brasileira, para garantir a qualidade das carcaças de frango, sob o aspecto microbiológico, a água de renovação do sistema de pré-resfriamento por imersão poderá ser hiperclorada, permitindo-se no máximo 5 ppm de cloro livre; 1 (um) litro por carcaça, para as carcaças com peso não superior a 2,5Kg (dois quilos e meio); 1,5 (um e meio) litros por carcaça, para carcaças com peso entre 2,5Kg (dois quilos e meio) a 5,0Kg (cinco quilos) ou 2 (dois) litros por carcaça para as carcaças com peso superior a 5Kg (cinco quilos) (BRASIL, 1998).

O gelo adicionado ao sistema de pré-resfriamento por imersão deve ser considerado nos cálculos das quantidades definidas para renovação constante de água no sistema.

A água utilizada para encher os tanques ou estágios dos pré-resfriadores por imersão pela primeira vez não deve ser incluída no cálculo dessas quantidades.

Cada tanque do sistema de pré-resfriadores contínuos por imersão deve ser completamente esvaziado, limpo e desinfetado, no final de cada período de trabalho (oito horas) ou, quando se fizer necessário, a juízo do Serviço de Inspeção Federal.

Esta etapa de resfriamento dos frangos é a etapa final do processamento, tendo um impacto profundo e direto na qualidade dos produtos finais.

A contaminação das carcaças de frango pode ocorrer tanto por contato entre as aves saudáveis e aves contaminadas, como por contaminação cruzada durante o processo de abate e subsequente preparação das carcaças (RITTER, 2000).

O controle da cloração da água, assim como a vazão e a temperatura devem ser constantemente monitorados visando manter estes parâmetros dentro do permitido, caso contrário, a população de bactérias na água do tanque torna-se tão alta a ponto de provocar contaminação cruzada nas carcaças que ali passam (RITTER, 2000).

Hoje, devido ao grande número de aves abatidas por dia em algumas indústrias, estas chegam a funcionar com até três turnos de trabalho, perfazendo um total de horas de abate próximo a vinte e duas horas, deixando um curto período para higiene e desinfecção do estabelecimento, seus maquinários e utensílios. Os intervalos de almoço e janta são igualmente rápidos, sendo que no final de cada turno de oito horas de trabalho, fica quase impossível realizar o esvaziamento da água dos *chillers* e a reposição de água nova nestes tanques, o que é obrigatório pela Portaria 210 do MAPA de 1998 (Brasil, 1998).

Esta questão da renovação de água dos pré-resfriadores muitas vezes é questionada pela empresa, principalmente devido a este curto intervalo realizado pela mesma no final de cada turno de oito horas. Surgem questionamentos se a manutenção da renovação constante de água no sistema dentro das quantidades preconizadas pela legislação vigente já não seria o suficiente para manter a qualidade microbiológica da água do *chiller*, controlando-se também a temperatura desta e sua cloração, ao longo do abate e durante mais de oito horas de processamento sem esvaziamento dos tanques, lembrando que hoje as indústrias de alimentos adotam programas de qualidade como a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC e de Boas Práticas de Fabricação - BPF como ferramentas para prevenir contaminação da carcaça em vários pontos do processamento, o que pode ajudar a apresentar uma carcaça com menor carga microbiana no momento em que esta vai entrar no sistema de resfriamento.

Devido a este fato, este estudo teve por objetivo analisar a eficiência do sistema de pré-resfriamento sob imersão em água (*chiller* contínuo) no controle da carga microbiana da carcaça de frango, através da análise da qualidade microbiológica da carcaça de frango antes da entrada no sistema e depois de passar pelo *chiller*, e da água

do sistema de pré-resfriamento, em determinados horários de abate, visando analisar o comportamento microbiológico deste sistema ao longo de um turno de oito horas de abate, e discutir a necessidade da troca total da água do sistema ao final de cada turno de oito horas como preconizado pela Portaria 210, MAPA (BRASIL, 1998).

As análises microbiológicas das carcaças e da água constaram da pesquisa de bactérias mesófilas, coliformes totais, coliformes a 45°C e *Escherichia coli*.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 O Manejo Pré-Abate de Frangos**

Para produzir carne de aves com qualidade a partir de uma ave viva, é preciso efetuar, de forma eficiente e higiênica uma série de tarefas específicas. No atual método de criação de frangos para o abate em escala comercial, estes são criados em aviários, constituídos de galpões apropriados, com bebedouros, iluminação, comedouros, ventilação e cortinas, entre outros equipamentos que visam o bem estar das aves (AVILA *et al.* 1992).

O piso cimentado do aviário é recoberto por um material chamado “maravalha”, um composto que contém principalmente serragem de madeira, utilizado com a finalidade de absorver a umidade do galpão, diluir a matéria fecal e isolar as aves do contato direto com o piso, atuando como um colchão protetor (FERNANDES, 2004). A composição da “maravalha”, também considerada como “cama” do aviário, que em média apresenta 14% de proteína bruta, 16% de fibra bruta, 13% de matéria mineral e 0,41% de extrato etéreo após a criação de um lote de frangos, constitui um ótimo nicho para a multiplicação de bactérias, sobretudo as mesófilas aeróbicas ou microaerófilas, dentre as quais se encontram a maioria das bactérias da microbiota fisiológica intestinal quanto as enterobactérias patogênicas. Sendo assim, a cama deve ser trocada a cada ciclo de criação ou quando necessária, procurando evitar que a mesma venha a prejudicar a sanidade do lote (AMIT-ROMACH *et al.* 2004).

O número de pintos alojados em um aviário é variável, podendo chegar a mais de dez mil aves. E estas, após atingirem sua idade e peso para abate, que é variável conforme a exigência do mercado comprador, são apanhadas e carregadas em gaiolas que serão encaminhadas ao abatedouro através de caminhões específicos para o transporte de gaiolas com frangos vivos. Deve-se ter cuidado para não superlotar as gaiolas evitando assim contusões ou até a morte do frango (MEAD, 1995).

Outro cuidado a ser tomado com as gaiolas é sua higiene após cada lote de aves transportado, uma vez que estas gaiolas de transporte podem servir de fonte de contaminação da ave viva (MEAD, 1995).

No transporte há contaminação das penas das aves, uma vez que as gaiolas estão sobrepostas, por fezes e urina do próprio frango, além de poeira advinda das estradas durante o transporte rodoviário. Conforme Tessari *et al.* (2007), durante o transporte, os caminhões contaminados são pontos importantes de contaminação.

Quando da chegada das aves vivas no abatedouro, em caso de haver necessidade de espera para o descarregamento, os caminhões devem ficar estacionados na chamada área de espera, esta destinada exclusivamente para os caminhões com gaiolas de aves vivas e provida de umidificador de ar, ventiladores laterais e cobertura que impeça a incidência de raios solares sobre as aves conforme a Portaria 210 do MAPA (BRASIL, 1998).

Analisando todas estas etapas de criação e transporte, Ávila *et al.* (1992), concluiu que os frangos são criados em um ambiente que oferece condições ótimas para multiplicação de bactérias inclusive de patógenos ou outras bactérias indesejáveis. As sujeiras e matérias fecais que se encontram nos pés e nas penas dos frangos, assim como o conteúdo intestinal, são as principais fontes de contaminação das aves abatidas (WALKER e AYRES, 1956).

Após autorização os caminhões são autorizados a descarregar as gaiolas na plataforma de recepção de aves vivas, quando então se inicia o processo de abate de frangos propriamente dito (KLASSEN, 2004).

## **2.2 O Abate de Frangos**

O processo de abate de frangos se inicia no recebimento das aves vivas oriundas do campo. Estas chegam acondicionadas em gaiolas plásticas, e são penduradas em ganchos de aço inoxidável numa trilhagem aérea denominada “nórea” de transporte (KLASSEN, 2004).



Figura 1 - Etapa de pendura das aves vivas

Conforme o mesmo autor, depois de penduradas, as aves são insensibilizadas por eletronarcose, que é feita em um tanque de fibra contendo água. No fundo do tanque há um eletrodo, e outro toca o gancho. Ao passarem pelo tanque, com a cabeça imersa na água, as aves recebem uma descarga elétrica que provoca a insensibilização.

As aves são então sangradas por um corte na base da mandíbula, percorrem o túnel de sangria por um tempo mínimo de três minutos, tempo este necessário para uma sangria eficiente, e entram na seção de escaldagem e depenagem.

Mead (1995) descreve que a etapa de escaldagem consiste na imersão das aves em tanques com água aquecida, que provoca a abertura dos folículos da pele onde estão afixadas as penas. Assim que deixam os tanques, passam pelas depenadeiras. Estas em número de três, estão dispostas continuamente, e possuem em seu interior um sistema de tambores rotativos com dispositivos em forma de “dedos” de borracha que entram em contato direto com as penas, promovendo a retirada das mesmas.

Após esta etapa, as aves são soltas da nórea e caem numa mesa de transpasse de onde serão posteriormente penduradas em outra nórea, específica da seção de evisceração.



Figura 2 - Mesa e esteira de transpasse da carcaça para a trilhagem aérea da zona “limpa” do abate

Esta fase contempla a última etapa realizada na denominada “área suja” do abate; após esta fase as aves passam por um óculo dotado de um chuveiro de lavagem de carcaças (BRASIL, 1998), e então adentram na “área limpa” do abate onde será procedida a evisceração.

Na etapa de evisceração são realizadas a abertura tóraco abdominal e exposição das vísceras (eventração) para que seja realizada a inspeção oficial das carcaças. Estas que depois de liberadas terão suas vísceras removidas (evisceração propriamente dita) e passarão por um chuveiro de lavagem com água sob pressão e com vazão controlada antes de adentrarem no sistema de pré-resfriamento por imersão em água.

De acordo com Tsai *et al.* (1992), o resfriamento de carcaças de frangos, geralmente, é precedido pela imersão das carcaças em água gelada, em fluxo constante, em longos tanques chamados *chillers*.



Figura 3 - Entrada das carcaças no chuveiro de lavagem anterior à etapa de resfriamento por imersão em água

Após saírem do pré-resfriador, as carcaças passam pela etapa de gotejamento, com função de perder o excesso de água absorvida, que tem seu limite máximo definido como 8% (BRASIL, 1998), e em seguida são classificadas, embaladas e armazenadas em um túnel de congelamento e estocagem.

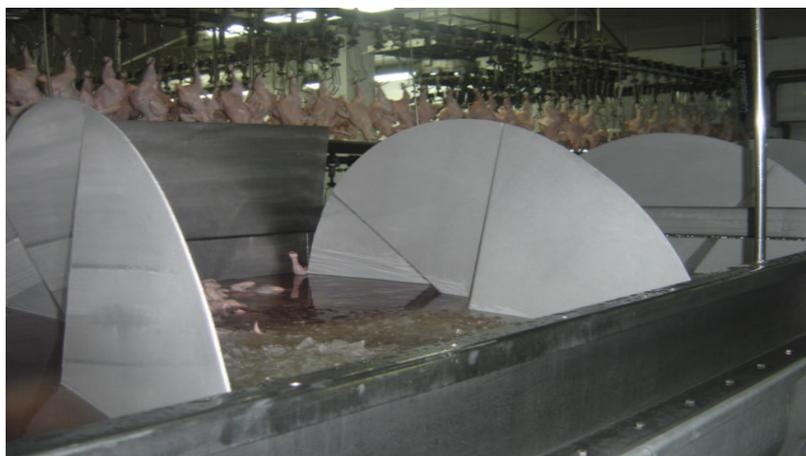


Figura 4 - Sistema de *chiller*

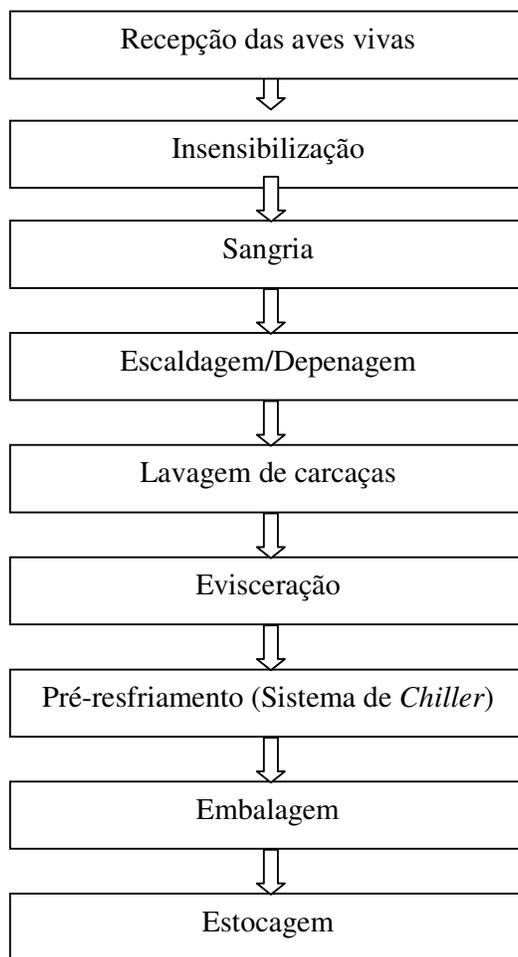


Figura 5 - Fluxograma do abate de frangos

### 2.3 Microbiologia da Carcaça de Frango

O papel da microbiologia é muito importante e indispensável na qualidade e segurança do processamento de frangos e seus produtos derivados (CORRADINI *et al.*, 2001).

O perfil microbiológico da carcaça de frango processada é dependente de vários fatores como o nível de contaminação bacteriana inicial das aves vivas, o número e o gênero de bactérias patogênicas indicadoras presentes na fase pré-abate, e a incidência

da ocorrência de contaminação e contaminação cruzada durante o seu processamento (ABU-RUWAIDA *et al.*, 1994 *apud* WHYTE *et al.*, 2004).

O processamento de carcaças de frango ocorre principalmente em larga escala, em plantas frigoríficas enormes, onde milhares de carcaças são processadas por hora (PATTERSON, 1971). Nestas plantas frigoríficas, existem muitas etapas que podem propiciar a ocorrência de contaminação direta ou cruzada da carcaça de frango (BARBALHO *et al.*, 2005).

Durante o processamento de carcaças de frango, a contaminação microbiana tende a ocorrer inevitavelmente como consequência dos procedimentos empregados durante a produção industrial. Em cada etapa do processo, existem amplas oportunidades para a ocorrência de contaminação da carcaça por microrganismos presentes na planta de abate ou por contaminação cruzada advinda de outras aves. O número de bactérias na superfície da carcaça varia consideravelmente nas diferentes etapas do processo, aumentando e diminuindo constantemente (THOMAS e McMEEKIN, 1980).

Conforme Berndtson *et al.* (1996), para evitar a contaminação durante o abate de frangos, os procedimentos adotados devem sempre visar a higiene dos equipamentos e instalações, e impedir que ocorra a contaminação fecal das carcaças.

O contato das carcaças com equipamentos e com outras carcaças é uma importante via responsável pela disseminação de microrganismos indesejáveis na planta de processamento (CARSON *et al.* 1987, *apud* WHYTE, 2004).

Segundo Mead *apud* Geonaras *et al.* (1996), quanto maior a carga bacteriana na superfície da carcaça no final do processo, mais curta será a vida de prateleira deste produto. Os mesmos autores relatam que estas bactérias podem contaminar superfícies de equipamentos, águas utilizadas no sistema de pré-resfriamento (*chiller*), corrente de ar do matadouro-frigorífico, e a mão dos manipuladores, resultando um aumento na proporção de carcaças contaminadas por contaminação cruzada.

Qualquer tipo de contaminação da carcaça de frango é indesejável. E o controle de contaminação durante o abate e processamento tem sido considerado um fator crítico

em relação a prevalência de microrganismos patogênicos nos produtos finais (WHYTE *et al.*, 2004).

Conforme Humphrey e Jorgensen (2006), as aves podem vir muito contaminadas por material fecal em sua superfície e conseqüentemente por bactérias, porém esta contaminação pode ser reduzida através de uma boa higiene durante todas as etapas do abate.

Lillard (1989) mostrou em seu trabalho sobre processamento de frango, dados do Serviço de Inspeção e Segurança Alimentar dos Estados Unidos que indicam que a possibilidade de ocorrer contaminação cruzada durante o processamento de frangos existe. O mesmo autor esclarece que a contaminação cruzada pode ocorrer em várias etapas do processo, principalmente nas etapas de imersão em água de escaldagem e na etapa de resfriamento de carcaças por imersão em tanques.

A qualidade e a segurança microbiológica no processamento industrial de produtos de ave é o grande interesse dos produtores, dos consumidores e dos fiscais de saúde pública oficiais do mundo inteiro. Produtos contaminados com microrganismos são indesejáveis dentro de um padrão de saúde pública. Na planta de processamento, a qualidade microbiológica da carcaça fresca de frango depende do nível de contaminação da ave quando ainda viva que lhe deu origem, o número e tipo de microrganismo que foi introduzido na planta, o índice de contaminação e de contaminação cruzada que ocorre na planta, o fluxo de processamento, a eficiência da metodologia de processamento, o controle de temperaturas, e as práticas higiênicas e sanitárias executadas na planta (ABU-RUWAIDA *et al.*, 1994).

Embora a indústria processadora de frango tenha feito inúmeros progressos recentemente, visando estabelecer boas práticas de manipulação e ter desenvolvido um sistema efetivo de segurança da qualidade, como o programa APPCC, atenção especial deve ser dedicada para a limpeza e sanificação tendo em vista o controle de bactérias dentro de um padrão desejável na área industrial (BARBALHO *et al.*, 2005).

Upton (1996) *apud* Whyte *et al.* (2004) relatou que a extensão da ocorrência de contaminação das carcaças e a composição da carga bacteriana resultante refletem o padrão higiênico do processamento, junto com o padrão bacteriano inicial da ave. Similarmente, Patterson (1971), afirmou que a condição microbiológica da carcaça de

frango é influenciada pela higiene geral da planta de processamento a qual é determinada pela qualidade da matéria prima, pelo desenho da planta, seu fluxo e seus equipamentos, pela higiene dos manipuladores, bem como pela a eficiência da higienização.

Knoop *et al.* (1971) consideraram que a contaminação inicial das carcaças de frango também tem importante influência na vida de prateleira do produto, uma vez que o nível de contaminação bacteriana final tende a estar relacionada ao índice inicial, mesmo após a passagem das carcaças pelas várias etapas do abate. Os mesmos autores afirmaram que quanto melhor for o controle nas etapas do abate, melhor será a qualidade microbiana da carcaça e conseqüentemente, maior será o tempo de vida de prateleira da mesma.

Tendo em vista que as carcaças de frango normalmente estão contaminadas com uma grande variedade de bactérias patogênicas, incluindo *Escherichia coli*, uma variedade de medidas preventivas ou tratamentos têm sido propostos para controlar estes patógenos. Um processo adequado de abate e processamento do frango, combinado com uma boa prática sanitária, são efetivos para atenuar a contaminação inicial existente e, conseqüentemente, prevenir a contaminação das carcaças (DICKSON, 1988).

A microbiota da carne fresca de frango é constituída de microrganismos mesófilos e psicrófilos (XAVIER e BERAQUET, 1993). Centenas de milhares de bactérias são advindas, para dentro da planta industrial de processamento de frango, dos pés e das penas nas aves vivas, incluindo bactérias deteriorantes e bactérias fecais de vários tipos (ALMEIDA, SILVA e ALMEIDA, 1993). Conforme relataram James *et al.* (1992a), as aves chegam ao abatedouro com uma enorme quantidade de resíduos fecais na pele e nas penas. Também segundo Mead *apud* Geornaras *et al.* (1996), as aves que adentram no abatedouro além de estarem carreando bactérias nos pés, nas penas e na pele, também podem estar carreando microrganismos através do trato gastrointestinal. Estes são redistribuídos, ou espalhados durante as etapas de processamento de frango. Neste momento, pode haver a contaminação cruzada entre carcaças, bem como de superfícies, da água, e das mãos dos manipuladores (GONZÁLES-MIRET *et al.*, 2006).

Uma grande variedade de microrganismos se encontram no frango vivo que os adquire no seu ambiente criatório e se disseminam às carcaças durante as operações de abate, mesmo quando são adotadas boas práticas de processamento (WATSON, 1975 *apud* ALMEIDA, SILVA e ALMEIDA, 1993). Bryan *apud* Geornaras (1996), relatou que as aves vivas que adentram na planta de processo de abate são colonizadas principalmente por bactérias Gram positivas.

Corroborando, Soares *et al.* (2002) afirmam que as carcaças de frango podem apresentar uma grande variedade de microrganismos existentes nas aves vivas e que se disseminam durante o abate e, algumas podem ser introduzidas pelo homem ou equipamentos durante o processamento.

Segundo Almeida e Silva (1992), a carga microbiana das carcaças de frangos e seus derivados é representada por uma microbiota oriunda, principalmente, das aves vivas e, outra parte, incorporada em qualquer uma das fases do abate ou processamento. A microbiota da ave viva se encontra, essencialmente, na superfície externa – penas, espaço interdigital e tegumentos cutâneos, no trato digestivo e, em menor grau, no trato respiratório.

As aves chegam aos abatedouros com bactérias firmemente aderidas ou incrustadas na pele (LILLARD, 1989) e estas, inclusive salmonelas, não são facilmente removidas por uma única enxaguagem com água, nem mesmo por quarenta lavagens consecutivas (THOMAS e McMEEKIN, 1982).

Em seus estudos sobre os microrganismos em carne de frango, Silva (1998) explica que o mecanismo de contaminação da carcaça de aves durante o processamento, envolve inicialmente a retenção das bactérias numa camada líquida sobre a pele, para que essa camada de microrganismos possa aderir-se convenientemente. Este mesmo autor afirma que as aves chegam ao abatedouro com bactérias firmemente aderidas ou incrustadas na pele, que não podem ser removidas apenas pela lavagem.

As sujidades e matérias fecais que se encontram nos pés e nas penas dos frangos, assim como o conteúdo intestinal, são as principais fontes de contaminação das aves abatidas (WALKER e AIRES, 1956 *apud* COTTA e DELPECH, 2000). As bactérias podem também provir da água, do ar, do pessoal, dos materiais e do gelo utilizados pelo abatedouro (LAHELLEC, 1983 *apud* COTTA e DELPECH, 2000). As contaminações

são particularmente importantes no momento da evisceração, porque o seccionamento do intestino provoca a eliminação de uma certa quantidade do conteúdo intestinal sobre a carcaça (MAY, 1974). Desta forma, há uma tendência ao aumento da contaminação na medida em que a ave progride na cadeia de abate (WALKER e AIRES, 1956 *apud* COTTA e DELPECH, 2000).

O controle de microrganismos durante o processamento de abate de frango é de extrema importância, repercutindo diretamente na qualidade do produto final. Sendo assim, um dos maiores desafios é saber como minimizar a disseminação de bactérias para prevenir a contaminação das carcaças de frango (MEAD, 1974).

A mesma afirmação também é feita por Soares *et al.* (2002), ao relatarem que o controle microbiológico da carne de aves é importante pela presença de alguns pontos críticos de contaminação na linha de abate, sendo a água do pré-*chiller* e a água do *chiller* dois pontos considerados críticos. Estes autores, realizando uma análise de pontos críticos no abate de frangos, através da utilização de indicadores microbiológicos, chegaram a resultados que sugerem condições higiênico-sanitárias insatisfatórias em algumas etapas do processamento e mostram a necessidade da adoção de medidas de controle e procedimentos de monitoramento, com o objetivo de reduzir a contaminação.

Produtos crus de carne de frango podem estar contaminados por bactérias patogênicas e outras deteriorantes. Manipulação imprópria, estocagem deficiente, ou falha no cozimento do produto de aves estão associados com intoxicações alimentares e perda de vida de prateleira (“shelf-life”) do produto (JAMES *et al.*, 1992b). Segundo Roberts *apud* Almeida, Silva e Almeida (1993), a carne de aves e seus derivados estão entre os principais causadores de toxinfecções alimentares.

Este controle microbiano na carne de aves se torna mais relevante pela presença de alguns pontos críticos de contaminação na linha de abate, como o tanque de escaldagem, a depenadeira, a evisceração e o tanque de resfriamento. Nesses pontos pode haver contaminações cruzadas, inclusive por bactérias patogênicas para o homem provenientes do solo, penas, intestino e pés dos animais, como *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* (XAVIER e BERAQUET, 1993).

Estudos mostram que a mais alta taxa de contaminação das carcaças de frangos ocorre nas primeiras operações de abate como pendura, sangria, escaldagem e depenagem (LAHELLEC e COLIN, 1984 *apud* ALMEIDA e SILVA, 1992). Achados estes que também foram relatados por Dougherty (1974) e por Tandler e Thiessen (1969) *apud* Almeida, Silva e Almeida (1993). Num estudo experimental com *E.coli* marcada, Almeida e Silva (1992) demonstraram que a etapa de escaldagem e o resfriamento reduziram a carga bacteriana, mas nas operações de depenagem e evisceração a mesma tendem a aumentar.

Conforme descreve Mead (1974), o intestino das aves é a principal fonte de bactérias potencialmente patogênicas para a saúde humana, por isso, a disseminação destes organismos durante o processamento vai depender da extensão da contaminação fecal durante o abate. Ainda sobre a microbiota das aves, o autor diz que, em teoria, uma vez que a ave carregando bactérias em sua superfície entra no abatedouro, há a possibilidade de ocorrer contaminação cruzada em qualquer etapa do abate. Este problema é mais acentuado quando aves livres de qualquer tipo de bactérias patogênicas são abatidas logo após a entrada de aves de um lote contaminado. Porém este fato perde significância uma vez que, segundo o Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico Sanitária de Carne de Aves (BRASIL, 1998), os lotes nos quais foram detectadas aves com suspeita ou, comprovadamente portadoras de doenças que justifiquem o abate em separado, deverão ser abatidos no final da matança normal, sob cuidados especiais (Matança de Emergência Mediata). Dessa forma é evitado que um lote de aves saudáveis seja abatido logo após a passagem de um lote sanitariamente comprometido sem que antes sejam tomadas as devidas medidas sanitárias e de higienização dos equipamentos e das instalações.

Almeida e Silva (1992) mostraram que a contaminação de origem entérica é mais importante na disseminação de bactérias para as carcaças do que a de origem cutânea. Conforme Mead (1974) a etapa de evisceração é muito propícia para o aumento da contaminação fecal nas carcaças uma vez que a abertura da cavidade celomática e exposição das vísceras podem provocar a ruptura destas causando contaminação da carcaça. Corroborando, Soares *et al.* (2002) observaram que na carcaça pós-evisceração, ocorreu um aumento no número de enterobactérias quando comparado com as outras etapas do processamento, o que reforça a opinião de Walsh e Thayer *apud* Soares *et al.*

(2002), quando relatam que um dos maiores problemas no processamento de frangos é a contaminação das carcaças por matéria fecal durante a etapa de evisceração.

Conforme afirmam Carramiñana *et al.* (1997), durante o processamento de aves no matadouro-frigorífico, a contaminação de carcaças por conteúdo fecal tem grande possibilidade de ocorrer, e outro tipo de contaminação de grande relevância é a contaminação cruzada.

O número de microrganismos e a composição da flora bacteriana da carcaça de frango durante seu processamento no abatedouro é muito dependente das condições de higiene dos equipamentos e do quanto esta carcaça foi manipulada antes de sua embalagem, e sob qual temperatura (MARENZI, 1986).

Existem evidências de que a bactéria pode ligar-se a superfícies sólidas, porém este mecanismo de ligação pelo qual a bactéria adere-se é muito complexo e ainda não foi muito bem explicado. Estudos realizados por Meadows (1971) *apud* Lillard (1977) mostraram que esta aderência depende da integridade da membrana da célula. Meadows mostrou através de seus dados que as bactérias mortas por estresse físico ou químico no ambiente muito provavelmente não se ligam a células, e que as superfícies sólidas em água natural estão provavelmente colonizadas por bactérias vivas.

As bactérias podem unir-se a superfície da carne de frango devido a possibilidade de interação lipídica entre as células e a carne. Notermans e Kampelmacher (1974) *apud* Lillard (1977) realizaram estudos específicos sobre o mecanismo de ligação de algumas bactérias à pele de carcaças de aves. Estes autores reconheceram a complexidade deste mecanismo de aderência relacionando a complicada estrutura de composição da pele do frango e da membrana da célula. Entretanto, seus dados indicaram que as bactérias flageladas tendem a ligarem-se mais rapidamente que as bactérias que não possuem flagelo, e concluíram que o flagelo está implicado na aderência de microrganismos à superfície da pele da carcaça do frango.

Bactérias não flageladas raramente aderem-se em locais que as bactérias flageladas aderem-se, e a velocidade de aderência ótima ocorre dentro de 20°C em pH 7,1 a 8,4 (NOTERMANS e KAMPELMACHER, 1974 *apud* LILLARD, 1977).

Almeida e Silva (1992) verificaram uma progressiva redução no número de bactérias aeróbias e enterobactérias nas carcaças durante a seqüência das operações de abate, com redução de 2 a 3logs ao final do ciclo de processamento.

Durante a etapa de evisceração a carcaça começa a perder temperatura corporal, e é necessário resfriá-las rapidamente uma vez que as vísceras foram expostas com o objetivo de prevenir um crescimento de bactérias fecais evitando a multiplicação das mesmas (MEAD, 1974).

Conforme Russel *et al.* (1995), em seus estudos sobre variações de temperatura na conservação da carcaça de frango, a queda do tempo de vida de prateleira da carcaça de frango é geralmente uma consequência de falha na manutenção da temperatura do produto.

Russel *et al.* (1995) disseram que as bactérias coliformes, e mais especificadamente a *Escherichia coli*, estão presentes na maioria das carcaças de frango. Como a *E. coli* cresce bem a 42 a 43°C e não se multiplica a temperatura abaixo de 4°C, esta pode ser um indicador de variação de temperatura das carcaças de frango frescas.

As contagens de Enterobacteriáceas, *Escherichia coli* ou coliformes são geralmente consideradas como possíveis indicadores de contaminação fecal em alimentos (NOTERMANS *et al.*, 1977).

Silliker e Gabis (1976); Brown e Baird-Parker (1982) *apud* Whyte *et al.*,(2004) descrevem que a análise de alimentos de origem animal para a presença ou contagem de *Escherichia coli* tem sido mundialmente aceita como um indicador de contaminação fecal, no entanto, sua não detecção não pode nos dar garantia de ausência de outro tipo de bactéria entérica patogênica.

Enterobacteriáceas, *Escherichia coli* e coliformes são utilizados como microrganismos indicadores de higiene em alimentos, e a análise de patógenos específicos da família *Enterobacteriaceae* é aplicada em laboratórios de análises de alimentos (DE BOER, 1998 *apud* GONZÁLEZ-MIRET *et al.*, 2006). A análise de *Enterobacteriaceae* é uma análise simples para ver o índice de contaminação da carne de ave, enquanto a análise de *E. coli* é uma análise específica para avaliar a recontaminação por microrganismos patogênicos. A análise de Enterobacteriáceas como

indicador de contaminação fecal (podendo ou não conter microrganismos patogênicos) é utilizada, indicando a possibilidade ou não, de uma condição de processamento não satisfatória (FORSYTHE e HAYES, 2002; ROBACH, 1996; SNIJDERS e VAN KNAPEN, 2002 *apud* GONZÁLEZ-MIRET *et al.*, 2006).

A maioria de Enterobacteriáceas encontradas na superfície de carcaças são advindas das penas e da contaminação fecal. Sendo assim, a contagem destas bactérias tem sido usada como indicador de contaminação devida a falhas higiênicas de manipulação ou estocagem inadequada (PASCUAL *apud* GONZÁLEZ-MIRET *et al.*, 2006).

A contagem total de bactérias aeróbicas tem sido recomendada como uma ferramenta utilizável como critério microbiológico da segurança alimentar, sendo que altas contagens de bactérias mesófilas podem ser indicativas de uma sanificação inadequada ou o uso de matéria primas cruas contaminadas (THATCHER e CLARK, 1968 *apud* WHYTE *et al.*, 2004). Lillard *et al.* (1984) e Al-Mohizea *et al.* (1994) *apud* Whyte *et al.* (2004) também reconhecem a contagem de bactérias aeróbicas como um critério de avaliação da higiene geral da planta processadora, sendo que uma alta contagem também pode estar associada à uma manipulação em excesso ou indesejável.

Bactérias mesófilas aeróbicas (contagem total) crescem em temperaturas médias (temperatura ótima de 30 a 45°C) e podem ser utilizadas como indicadores de práticas de manipulação inadequadas durante o processo. Esta análise pode refletir a qualidade higiênica dos produtos analisados, indicando as condições da matéria prima bem como a maneira na qual ela foi manipulada durante a obtenção ou seu processamento industrial (GRAU, 1996 e PASCUAL, 1992 *apud* GONZÁLEZ-MIRET *et al.*, 2006).

## **2.4 Chiller**

A redução da temperatura é uma etapa do processo na preservação de muitos tipos de alimentos, e está presente no processamento de frangos (THOMSON *et al.*, 1974).

Após a etapa de sangria do frango, a carcaça deve ser resfriada para reduzir e manter a temperatura da sua musculatura ou carne abaixo de um padrão que venha garantir a qualidade microbiológica e segurança do produto (JAMES *et al.*, 2005).

O resfriamento é uma etapa importante no processo tecnológico do abate de aves, sendo um dos seus objetivos a diminuição da temperatura das carcaças através da imersão das aves em *chiller*, diminuindo, dessa forma, a velocidade de multiplicação da microbiota existente nas mesmas. Porém, caso não ocorra uma perfeita renovação, controle de temperatura e teor de cloro na água do *chiller*, pode ocorrer aumento da contaminação microbiana das carcaças (BERSOT *et al.*, 2002).

Quando sobre controle, a operação de resfriamento é um importante contribuinte na redução da contagem total de bactérias mesófilas, conforme indicado por Busta *et al. apud* May (1974) e esta etapa deve ajudar a reduzir o número de carcaças de aves que podem estar carreando algum tipo de patógeno potencial no final do seu processamento.

Além da diminuição da temperatura ser eficiente para contribuir com a redução do crescimento da maioria dos microrganismos patogênicos, James *et al.* (2005) relataram que o resfriamento também tem efeito sob os principais indicadores de qualidade de aparência e textura da carne.

A porção interna mais profunda do peito da carcaça do frango tem sido identificada como a posição mais demorada a resfriar em uma carcaça de frango, portanto é a posição de eleição para se aferir a temperatura da carcaça, não deixando dúvidas que a temperatura de qualquer outra parte da carcaça não será superior aquela quando aferida simultaneamente (JAMES *et al.*, 2005).

A maioria dos sistemas de resfriamento em imersão em água são capazes de reduzir a temperatura interna da carcaça do frango, sendo esta aferida no centro do músculo do peito, para menos de 4°C em um período de tempo entre 30 a 50 minutos (STADELMAN *apud* THOMSON *et al.*, 1974). Rodgers e May (1970) *apud* THOMSON *et al.* (1974) relataram que o efeito direto da velocidade do fluxo de renovação de água sobre a carcaça de ave imersa no sistema de resfriamento não foi muito importante em relação à velocidade de diminuição da temperatura da ave.

Para Grossklaus *et al.* (1997), a carne de aves deve ser lavada e resfriada imediatamente depois de sua obtenção e de sua inspeção sanitária, e deve ser conservada sob uma temperatura não superior a 4°C.

Em experimentos ou em plantas comerciais de processamento de frangos, as etapas de lavagem e resfriamento de carcaças de frango não são consideradas como duas operações. Entretanto, Veerkamp (1977) *apud* Mulder *et al.* (1978) defende que estas duas etapas deveriam ser tomadas separadamente, e em seus estudos mostrou que a combinação de uma eficiente lavagem da carcaça seguida pelo resfriamento em imersão numa planta comercial produzia carcaças de frango com um baixo nível de contagem bacteriana na pele das mesmas.

Vaidya (2005) afirmou que a lavagem da carcaça anterior ao resfriamento reduz a contagem de microrganismos viáveis presentes na carcaça de frango.

Na revisão realizada por Thomson *et al.* (1974) sobre o sistema de resfriamento de carcaças, os autores apresentam que a contagem bacteriana da carcaça antes do *chiller* é um fator importante que está relacionado com a contagem bacteriana da carcaça durante e após a etapa de resfriamento em imersão em água.

Conforme Petrak *et al.* (1999), o resfriamento de frangos é a etapa mais importante na manutenção da qualidade da carne de ave. Após a etapa de sangria e no processamento de aves, alterações bioquímicas, físicas, químicas e histológicas ocorrem devido tanto à influência de constituintes naturais da carne da ave, quanto à ação de microrganismos. A temperatura é um importante fator relacionado diretamente a estas mudanças; quanto mais baixa a temperatura e mais rápido for o tempo de passagem pelo *chiller*, mais lenta estas mudanças ocorrem, e menor e mais lenta será a perda das características iniciais do produto.

Ainda o mesmo autor afirma que o resfriamento rápido das carcaças de frango abaixo de 7°C é crucial para minimizar o crescimento bacteriano e preservar a qualidade microbiológica da carcaça. Este procedimento é realizado pela imersão da carcaça em água e gelo contidos em um, dois ou três tanques compridos, chamados de *chiller*. Na maioria destes processos é utilizado hipoclorito de sódio para controle da população bacteriana na água do *chiller* de carcaças.

A maioria dos abatedouros de frangos utiliza um sistema de pré-resfriamento das carcaças envolvendo uma combinação de gelo picado e água em tanques contínuos (ALMEIDA e SILVA, 1992). O sistema de pré-resfriadores contínuos compreende uma, duas ou três unidades, cada uma consistindo-se de um grande tanque com fluxo contínuo de água contra-corrente. Muitas vezes dois tanques consecutivos são utilizados, sendo o primeiro deles chamado de pré-chiller. Em qualquer dos tipos de tanques, a população microbiana é minimizada pela manutenção de baixa temperatura da água dos tanques e um controle da vazão da água de renovação contínua. Em alguns processos, o cloro é adicionado à água do sistema para controlar a população microbiana com o objetivo de melhorar a vida de prateleira do produto (SCHADE *et al.*, 1990). Conforme os estudos de Shade *et al.* (1990), para se obter uma significativa redução da contagem bacteriana da água do sistema de pré-resfriamento, é necessário uma dosagem de 200 a 250 ppm de cloro na rede de água hiperclorada.

Promovendo a movimentação das carcaças dentro dos tanques com água é possível atingir um efeito adicional de “lavagem” da carcaça, e para isso há a entrada de ar no sistema, através de aeradores, os quais além de movimentar a carcaça, ainda colaboram para que haja uma temperatura homogênea em todo o sistema (GROSSKLAUS, 1997).

Desde que houve a introdução do sistema de resfriamento de carcaças de aves por imersão em água, a questão da qualidade da água deste sistema tem sido de grande interesse. (SCHADE *et al.*, 1990). Além disso, a incidência e o controle da ocorrência de contaminação cruzada durante a etapa de resfriamento de carcaças têm sido muito estudada por diferentes autores (MULDER *et al.*, 1978; Mead, 1995).

Conforme Mead e Thomas (1973b), foram determinadas mudanças quantitativas na flora microbiana da carcaça de frango após a passagem pelos tanques de resfriamento em imersão.

O sistema de resfriamento por imersão em água em tanques contínuos pode ser operado de maneira que promova a redução da contagem bacteriana total da carcaça. Porém, este sistema tem sido muito criticado pela possibilidade de haver um maior número de carcaças com contagem microbiana significativa após a passagem pelo sistema do que antes deste resfriamento, provavelmente devido a uma disseminação das

bactérias para outras carcaças através da água constituinte no tanque (contaminação cruzada) (BLANK e POWELL, 1995; JAMES *et al.*, 1992 *apud* PETRAK *et al.*, 1999).

Segundo Grossklaus (1997), as partículas de material orgânico e sangue desprendidas da superfície da carcaça da ave podem ser portadoras de bactérias que podem contaminar mais ou menos a água do pré-resfriador. Em geral, quanto maior o número de bactérias presentes na água do *chiller*, maior o número de bactérias presentes na superfície da carcaça do frango (THOMAS e McMEEKIN, 1980).

No estudo realizado por Costa e Carvalho (2001), quando elaboraram um plano de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle para uma linha de produção de frango inteiro congelado de uma indústria, baseando-se criteriosamente em todas as etapas de processamento, e analisando a ocorrência de perigos biológicos potenciais para a saúde dos consumidores, determinaram que a etapa de resfriamento de carcaças de frango no primeiro e segundo estágio são pontos críticos de controle (PCC), salientando a importância da existência do monitoramento da temperatura, cloração e renovação da água do sistema.

Os mesmos autores descreveram que o resfriamento é um PCC por dois motivos. Em primeiro lugar, é necessário para retardar a multiplicação de bactérias, e para evitar o crescimento de germes patógenos veiculados por alimentos. Em segundo lugar, o método de resfriamento em imersão em água, com ou sem gelo, possivelmente espalha os contaminantes. Porém quando for oportunamente controlado, o resfriamento pelo método de imersão contínuo contracorrente geralmente diminui a contagem microbiana nas carcaças e minimiza a contaminação cruzada.

Para garantir que todo o sistema de resfriamento em imersão está sendo controlado, junto ao sistema deve haver instalado todo o equipamento necessário para medir e registrar graficamente os parâmetros mensuráveis durante o funcionamento do mesmo. Devem ser registrados a temperatura da água no início e no final dos tanques, o consumo de água de renovação contínua, e o número de carcaças que adentraram no sistema (GROSSKLAUS *et al.*, 1997). Conforme os mesmos autores, os tanques devem ser esgotados e higienizados completamente no mínimo uma vez por dia.

Blank e Powell (1995), preocupando-se com as críticas geradas ao sistema de resfriamento em tanques contínuos, principalmente originadas pela Comunidade

Européia, realizaram estudos sobre o resfriamento em imersão em água, e obtiveram resultados que mostraram que esta etapa reduz significativamente a contagem bacteriana da carcaça, entretanto, esta redução pode ser muito pequena em relação ao número restante que fica. Os mesmos autores avaliaram a mudança na contagem bacteriana utilizando redução de 50% no volume de água utilizada para renovação por carcaça que adentra no sistema e não obtiveram diferença significativa. Sendo assim, sugerem que a quantidade de água utilizada no *chiller* seja reavaliada, podendo haver desvio de certa quantidade de água a ser utilizada em outras etapas, como em outros chuveiros de lavagem de carcaça.

Reddy *et al.* (1978), estudando o efeito do resfriador contínuo na contagem bacteriana de carcaças de aves, concluíram que a etapa de resfriamento quando operada de forma adequada, não apresenta razões para ser questionada em relação à possibilidade de ser responsável pela ocorrência de contaminação cruzada de carcaças.

Mead e Thomas (1973b) realizaram avaliação das condições bacteriológicas de carcaças de frango processadas sob condições controladas em um sistema de resfriamento em tanque contínuo, e através de seus resultados, encontraram nível de bactérias coliformes totais obtidas por rinsagem das carcaças após o resfriamento em imersão 90% menor que antes de passar no sistema. Os mesmos autores afirmaram que o método de imersão em tanques contínuos com ou sem o uso de cloro na água é mais eficiente que os outros métodos de resfriamento empregados na redução da contagem microbiana da carcaça, como o sistema de pré-resfriamento por ar gelado. Isto indica que o principal efeito da cloração no *chiller* é para agir sobre os microrganismos que são lavados das carcaças, evitando a recontaminação.

Cason *et al.* (2000) no entanto, afirmaram que o risco de contaminação cruzada na etapa de resfriamento por imersão tem grande chance de ocorrer, assim como em outras etapas do abate de frangos, e comentaram que a contaminação cruzada é mais importante no caso de bactérias patogênicas, as quais são geralmente encontradas em baixas contagens e em poucas carcaças.

Schothorst *et al. apud* THOMSON *et al.* (1974) mostraram que microrganismos marcados, inoculados em algumas carcaças antes de adentrarem no *chiller*, puderam ser encontrados após o resfriamento, verificando a ocorrência de contaminação cruzada.

Preocupado com este achado, alertaram que a disseminação da contaminação microbiana de algumas carcaças por bactérias patogênicas também pode ocorrer durante a etapa de imersão em *chiller*.

Jiménez *et al.* (2002), afirmaram que no tanque de resfriamento é muito provável que uma carcaça possa vir a contaminar outra (contaminação cruzada) por entrarem em contato direto uma com as outras e por estarem no mesmo meio, sendo que a água presente no tanque pode reter muitas bactérias, inclusive bactérias patogênicas.

Em seus estudos sobre a população bacteriana associada à uma planta frigorífica de aves, Geornaras *et al.* (1996) relataram que a presença predominante de bactérias possivelmente patogênicas na água do *chiller*, assim como em superfícies de equipamentos existentes na planta industrial, foi de *Escherichia coli*.

A presença de Enterobacteriáceas na água do *chiller* e na carcaça do frango nos vários estágios do resfriamento foi principalmente representada pela *E. coli*. Este resultado apresentado pelos pesquisadores Cox *et al.* (1975) entra em acordo com aqueles apresentados por Berner *et al. apud Cox et al.* (1975) que reportaram a bactéria *E. coli* como o gênero predominante das Enterobacteriáceas isoladas de carcaças imediatamente após a saída do resfriamento.

Em um do trabalho realizado por Thomson *et al.* (1975) conclui-se que o resfriamento por imersão em *chiller*, quando operado sob controle de temperatura adequado e renovação de água, pode reduzir a contagem bacteriana do produto. E a contagem de Enterobacteriáceas também diminui significativamente após a passagem da carcaça por este sistema.

Soares *et al.* (2002) em seus estudos obtiveram as menores contagens de enterobactérias nas carcaças coletadas no *chiller* e descreveram que este resultado provavelmente se deve à baixa temperatura da água neste tanque no momento da coleta (5,5°C), que promove uma redução na atividade dos microrganismos, e a agitação da água que os remove da superfície das carcaças.

No trabalho realizado por James *et al.* (2005), também foi concluído que o sistema de resfriamento em imersão reduziu o número de coliformes e de *E. coli* da superfície da carcaça.

A maioria dos sistemas de resfriamento reduz a temperatura do centro muscular do peito para cerca de 4°C em trinta a cinquenta minutos (STADELMAN, 1961 *apud* ALMEIDA, SILVA E ALMEIDA, 1993).

Considera-se um bom resfriamento da carcaça quando a mesma apresenta imediatamente após a evisceração a temperatura menor que 7°C, porque o crescimento bacteriano é consideravelmente retardado abaixo desta temperatura (LILLARD, 1982 *apud* ALMEIDA, SILVA E ALMEIDA, 1993).

O resfriamento ajuda a controlar e reduzir o crescimento microbiano através do abaixamento da temperatura interna e externa da carcaça. Porém, o tanque de resfriamento também pode participar na contaminação cruzada das carcaças e a carga microbiana das carcaças, ao sair do tanque, depende da contaminação inicial das mesmas antes do resfriamento, quantidade e vazão da água, e relação de aves por volume de água (PERIC *et al.*, 1971 *apud* ALMEIDA e SILVA, 1992; RISTIC *apud* PETRAK *et al.*, 1999).

Sanchez *et al.* (2002) consideram que a etapa de resfriamento de carcaças por imersão constitui um ponto crítico para a inibição do crescimento bacteriano durante o processamento de frangos. Segundo os mesmos autores, o método de resfriamento empregado durante o processamento de frangos pode ter influência no perfil microbiano das carcaças após o resfriamento. Neste estudo, estes pesquisadores obtiveram resultados que indicaram que a incidência de *Salmonella* spp. e *Campylobacter* spp. tende a ser significativamente menor nas carcaças resfriadas pelo método de resfriamento a ar, sugerindo que a possibilidade de contaminação cruzada é mais prevalente no sistema de resfriamento por imersão em água. Porém, não foi detectada diferença significativa entre os sistemas de resfriamento para a contagem total de bactérias mesófilas e para *E. coli* ou contagem de coliformes totais e fecais.

Almeida e Silva (1992), estudando a contagem inicial de bactérias da carcaça de frango antes e após a passagem desta pelo sistema de resfriamento em imersão em água obtiveram os seguintes resultados: redução na contagem de bactérias aeróbias totais de  $7,71 \times 10^2$  para  $6,25 \times 10^2$  e de  $6,69 \times 10^2$  para  $4,80 \times 10^2$  na contagem de enterobactérias.

Knoop *et al.* (1971) relataram que após a passagem da carcaça pelo sistema de resfriamento em imersão em tanques contínuos, houve uma redução na contagem total de bactérias mesófilas presentes na carcaça.

Reddy *et al.* (1978), estudando o efeito do resfriamento de carcaças em imersão em equipamento de rosca contínua, obtiveram resultado indicativo de alta eficiência do *chiller* na redução da contagem microbiana das carcaças. De modo geral, os níveis de todos os microrganismos foram reduzidos cerca de 2,0 ciclos logaritmos. Para mesófilos, a redução foi de  $4 \times 10^4$  bactérias/cm<sup>2</sup> para cerca de  $6,0 \times 10^2$  bactérias/cm<sup>2</sup> (98% de redução). A redução de coliformes não foi tão significativa, mas mesmo assim houve decréscimo da contagem. Os mesmos autores, após apresentarem seus resultados, afirmaram que o resfriamento em imersão em água em tanques contínuos é muito eficaz na redução de bactérias potencialmente patogênicas, inclusive mostraram resultados que contrariam as críticas geradas pela Comunidade Européia frente à utilização de resfriadores contínuos, provando que não ocorre contaminação cruzada bacteriana, inclusive de salmonela, por meio da água utilizada no sistema.

Porém, conforme Thomas e McMeekin (1980), o resfriamento de carcaças de frango em imersão em água causa um aumento e exposição de canais e sulcos na superfície da pele em consequência da absorção de água pela mesma. Estas mudanças são demonstradas por microscopia eletrônica e são dependentes do tempo de imersão e da temperatura da água.

Notermans e Kampelmacher *apud* Thomas e McMeekin (1982) relataram que a estrutura da pele exerce uma importante influência na contaminação microbiológica das carcaças durante o processamento de elaboração da carcaça de ave. E esta estrutura de pele é modificada pelo processo de imersão desta em água. Segundo estes autores, o processo de resfriamento em imersão em água confere à pele a formação de canais ou sulcos profundos na sua superfície e também um aumento de volume, parecendo estar inchada. Do ponto de vista microbiológico, estes canais podem permitir que ocorra uma penetração profunda de bactérias mais facilmente na superfície da pele e estas, uma vez presentes nestes canais, seriam dificilmente removidas por processos convencionais de lavagem de carcaça, podendo proporcionar um aumento na contagem de bactérias na superfície da carcaça após a passagem pelos tanques de resfriamento. De acordo com

estes mesmos autores, a velocidade de aderência dos microrganismos à pele dos frangos aumenta com o número de bactérias presentes no meio.

Segundo Notermans *et al.* (1979) *apud* Almeida, Silva e Almeida (1993), *S. aureus* aderem mais rapidamente que *E. coli*, e a aderência é máxima à temperatura de 21°C. Em estudo anterior, Notermans e Kampelmacher *apud* Campbell e Johnston (1983) relataram que a aderência de bactérias mesófilas à carcaça de frango é maior à temperatura de 20°C.

Thomas e McMeekin (1982) afirmaram que as enxaguaduras contínuas vão levemente removendo as bactérias a cada lavagem. Mas concluem que é futilidade tentar melhorar, significativamente, a qualidade microbiológica das carcaças através do aumento do número de lavagens, uma vez que as bactérias já se encontram firmemente aderidas à pele.

Mead e Thomas (1973b), em seus estudos sobre a microbiologia da carcaça de frango após resfriamento em tanques contínuos de imersão, apresentaram resultados que corroboram a opinião de que alguns organismos ficam mais profundamente situados na pele e não são removidos durante a imersão em *chiller*.

McMeekin e Thomas (1978) e Firstenbaerg-Eden *et al.* (1978) *apud* Almeida, Silva e Almeida (1993), verificaram que as bactérias ficavam retidas na pele de frangos após a imersão das carcaças em suspensões bacterianas e esta retenção apresentava relação linear com as contagens bacterianas na suspensão. Os mesmos autores verificaram ainda que não haviam diferenças de aderência entre bactérias móveis e imóveis. Notermans e Kampelmacher (1974) *apud* Almeida, Silva e Almeida (1993) relataram que o tempo de imersão das carcaças na suspensão bacteriana tinha pouco efeito na retenção das bactérias aos tecidos do frango.

Pesquisadores têm estudado a retenção de bactérias na pele de carcaças de frango durante a imersão destas em suspensões de água contendo bactérias. McMeekin e Thomas *apud* Thomas e McMeekin (1982), concluíram que a retenção de bactérias na pele não aumenta com o tempo de imersão, e o número de bactérias da superfície da pele depende somente da concentração da suspensão. Notermans e Kampelmacher *apud* Thomas e McMeekin (1982), por outro lado, obtiveram resultados que mostram a ocorrência de um aumento do número de bactérias retidas na superfície da pele durante

a imersão em água. Enquanto que Suderman e Cunningham, examinando o efeito do resfriamento em imersão na estrutura da superfície da pele de carcaças de frango, concluíram que há uma modificação nesta estrutura, apesar de não ser tão significativa como afirmam Notermans *et al.* (1977).

James *et al.* (1992), estudando o perfil bacteriano das carcaças de frango, após analisar 250 carcaças coletadas durante sete dias em um abatedouro comercial de aves, indicaram que as carcaças obtiveram uma média na contagem total de bactérias aeróbicas  $3,18 \times 10^2$  antes do *chiller*, e  $2,87 \times 10^2$  após a passagem pelo *chiller*; e a média da contagem de *E. coli* foi de  $1,61 \times 10^2$  antes do *chiller* e de  $0,89 \times 10^2$  após o *chiller*. Em estudo semelhante, James *et al.* (1992), obtiveram resultados significantes na redução da contagem de *Enterobacteriaceae*, bactérias aeróbicas totais e *E. coli* da carcaça de frango após esta ter passado pelo resfriamento em *chiller*.

Bersot *et al.* (2002), em seu estudo sobre o efeito do resfriamento em *chiller* sobre a contaminação superficial de carcaças de frango, encontraram uma média logarítmica das contagens de mesófilos das carcaças coletadas antes e após o resfriamento de 4,33 log de UFC/cm<sup>2</sup> e 3,44 log de UFC/cm<sup>2</sup>, respectivamente, com uma diferença entre as médias de 0,89 log de UFC/cm<sup>2</sup>, sendo estes resultados considerados diferentes estatisticamente ( $P < 0,01$ ). Assim, os autores concluíram que o *chiller* teve efeito significativo na redução de microrganismos mesófilos presentes na superfície das carcaças de aves após o pré-resfriamento.

Segundo Mulder *et al.* (1976), em seu estudo sobre o resfriamento de carcaças de frangos em tanques contínuos de imersão, obtiveram resultados que mostraram redução na contagem de Enterobactérias na pele das carcaças após passagem pelo sistema. Entretanto, o índice de redução da contagem total de bactérias não foi significativo, apesar de também não ter aumentado. Conforme os mesmos autores a respeito das Enterobactérias, a probabilidade de aderência na pele da carcaça da ave é pequena devido ao baixo número destas bactérias presentes na água do *chiller*.

O resfriamento de carcaças de frango em imersão em água pode ser considerado mais desfavorável para a qualidade microbiológica da carne quando comparado com o sistema de resfriamento a ar (“*air chiller*”) uma vez que a atividade de água é muito

grande naquele, apresentando valores que podem promover um maior crescimento e metabolismo bacteriano (MARENZI, 1986).

Porém, em geral, estudos sobre a qualidade microbiológica da carcaça de frango resfriada por imersão em água ou por sistema de resfriamento a ar mostram resultados variáveis. Enquanto alguns autores relatam que carcaças resfriadas por sistema de ar têm menor contagem bacteriana que aquelas resfriadas por sistema de imersão, outros afirmam que o sistema de resfriamento a ar favorece que a carcaça venha a apresentar uma maior contagem bacteriana ao final do processo quando comparado com o sistema de imersão em água uma vez que este esteja sobre um eficiente controle de funcionamento (ABU-RUWAIDA *et al.*, 1994). Abu-Ruwaida *et al.* (1994) mostraram que as ocorrências de contaminação ou de contaminação cruzada entre carcaças de frango podem ser evitadas ou controladas em ambos sistemas de resfriamento, uma vez que sejam aplicados eficientes controles sob os mesmos.

Estudando os aspectos higiênicos dos modernos sistemas de resfriamento de carcaça de frango, Allen *et al.* (2000) obtiveram resultados favoráveis em relação à redução da contagem total de mesófilos e na contagem de coliformes nos dois tipos de resfriamento: imersão em tanques contínuos, e resfriamento a ar.

Schmidhofer *apud* THOMPSON *et al.* (1974) indicou que a contagem bacteriana não fornece uma informação definitiva para a perspectiva do tempo de vida de prateleira da carcaça de frango.

Em pesquisa do sistema de *chiller*, Fromm *apud* THOMPSON *et al.* (1974), encontrou uma redução na contagem de bactérias durante a etapa de resfriamento; enquanto que Walker e Ayres *apud* THOMPSON *et al.* (1974) não encontraram diferença significativa; e Kotula *et al. apud* THOMPSON *et al.* (1974) relataram aumento na contagem.

Thompson *et al.* (1974) disseram que o resfriamento em imersão é, obviamente, uma das etapas do abate onde pode ocorrer a contaminação cruzada. Entretanto, o processo de resfriamento pode sofrer modificações ou melhoras para minimizar ou eliminar este seu conceito de fonte de contaminação cruzada. Segundo estes mesmos autores, a cloração da água do *chiller* tem sido empregada e estudada há considerável

tempo como uma medida para reduzir a contagem microbiana e para prevenção da contaminação de ave para ave.

## 2.5 Cloro

A água é matéria prima vital e deve ser clorada para garantir um padrão microbiológico aceitável para a saúde pública (PATTERSON, 1971).

O uso de cloro no processamento de frangos foi sugerido por Gorseline *et al.* (1951) e hoje é largamente utilizado para controlar várias bactérias, inclusive as patogênicas (LILLARD, 1979).

Idealmente, o cloro é um agente bactericida não seletivo, sendo assim, sua escolha é de eleição por várias indústrias processadoras de frango (RANKEN *et al.*, 1965). O processo de cloração é um meio barato e efetivo no controle da população microbiana (SHADE *et al.*, 1990). Com isso, a utilização do cloro como bactericida para reduzir a contaminação microbiológica e aumentar o tempo de vida de prateleira da carcaça de frango tem sido exaustivamente estudado, visando pesquisar sua eficiência e analisar seus riscos quando aplicado em excesso (LILLARD, 1980).

O uso de cloro na água do *chiller* foi tido como um significativo auxiliar na redução da população bacteriana deste meio, e um promotor do aumento da vida de prateleira do produto (MALLMAN *et al.*, 1959; NILSON E REGNER *et al.*, 1963; RANKEN *et al.*, 1965; PATTERSON, 1968; MAY, 1974 *apud* LILLARD, 1979).

Mead e Thomas *apud* May (1974) sugeriram que a possibilidade de ocorrer contaminação cruzada durante o resfriamento pode ser menor quando comparado com etapas anteriores como a evisceração, mas a cloração da água do *chiller* é essencial. Para se obter uma significativa redução na contagem bacteriana da carcaça, a cloração da água do tanque de resfriamento deveria ser de no mínimo 20ppm, segundo os autores Marsh *et al.* (1996).

No processamento de alimentos, o cloro é altamente empregado. A utilização de cloro tem especial importância como um meio de segurança alimentar no processamento de vários bilhões de aves anualmente, principalmente em países como os

Estados Unidos (HADDON *et al.*, 1996). No Brasil, o cloro entra na indústria de frango com igual importância, sendo que sua utilização na água utilizada nos tanques de resfriamento fica limitada a 5ppm, conforme preconizado na legislação vigente do Brasil (BRASIL, 1998).

A cloração da água do *chiller* de frangos é especialmente efetiva em minimizar os níveis de bactérias possivelmente patogênicas (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1988 *apud* HADDON *et al.*, 1996).

Segundo Mead e Thomas (1973b), embora o uso de cloração tenha se mostrado benéfico, é provável que o cloro atue principalmente na destruição de bactérias presentes na água do *chiller*, uma vez que o cloro seria prontamente inativado quando em contato com a carcaça de frango, a qual possui uma quantidade de material orgânico muito grande.

Mead e Barnes *apud* Brant (1974) obtiveram resultados similares ao trabalho anterior de Mead e Thomas (1973b), relatando que a cloração da água tem pouco efeito na bactéria presente na superfície da carcaça, mas quando a bactéria é removida por ação da água, a presença de cloro previne a reposição ou aderência da bactéria em outras carcaças.

Aumentando a quantidade de água de renovação dos tanques, a presença de cloro residual no tanque será prolongada, uma vez que haverá maior diluição da matéria orgânica presente no mesmo (MEAD e THOMAS, 1973a). Conforme Almeida e Silva (1992), os níveis de contaminação bacteriana da água dos tanques de resfriamento sofrem redução progressiva na ordem seqüencial e são menores quando os teores de cloro residual são mais elevados. Porém, o uso de elevadas concentrações de cloro é uma prática perigosa por haver a possibilidade de formação dos chamados trihalometanos, substâncias carcinogênicas resultantes da reação entre o cloro e material orgânico (BARBALHO *et al.*, 2004).

A contagem total de microrganismos mesófilos aeróbicos não foi significativamente reduzida pela cloração da água utilizada no *chiller* quando em concentração de 20ppm, porém, o número de coliformes totais foi reduzido (PATTERSON, 1968 *apud* THOMPSON *et al.*, 1974).

Lillard e Thomson (1983), relatam que o hidróxido de cloro tem sido reconhecido como o bactericida de escolha utilizado na água do *chiller* para reduzir a possibilidade de ocorrência de contaminação cruzada das carcaças de frango durante a permanência destas nesta etapa de resfriamento em imersão em água. Os mesmos autores comentaram a preocupação com a possibilidade de formação de cloraminas durante o tratamento da água do *chiller*, consequência do cloro adicionado a esta água que contém certa quantidade de material orgânico advindo das carcaças de frango, que ao combinarem-se formariam este componente derivado do cloro considerado prejudicial à saúde humana.

O tratamento da água do *chiller* requer relativamente um alto nível de cloro para um efetivo controle da população microbiana presente no sistema devido a alta demanda de cloro originada pela grande presença de material orgânico neste meio (SHADE *et al.*, 1990).

Utilizando um sistema constituído por mais de um tanque (dois ou três) de imersão, a aplicação de sucessivas diluições, tanto de bactérias como de material orgânico proveniente da lavagem da carcaça do frango, foi comprovada como sendo um fator que aumenta a eficiência do efeito da cloração. Resultados apresentados por Mead e Thomas (1973) confirmaram que o efeito de lavagem promovido pelos tanques contínuos é, em grande parte, responsável pela redução do nível de contaminação da carcaça. Nestas condições, o cloro atua primariamente contra os microrganismos presentes na água do *chiller*. Mas os mesmos autores afirmam que a cloração assegura a máxima eficiência da lavagem promovida pelo *chiller*.

Conforme Tsai *et al.* (1992) apud Tsai *et al.* (1995), a água do *chiller* contém alta concentração de material orgânico. A cloração desta água resulta na formação de trihalometanos, primariamente os clorofórmios (ROBINSON *et al.* apud TSAI *et al.*, 1995), e outros componentes mutagênicos (MASRI, 1986 apud TSAI *et al.*, 1995). No entanto, os níveis de atividade mutagênica são muito baixos nas condições atuais das plantas de processamento de frangos, devido à renovação constante de água e baixo índice de cloro utilizado (HADDON *et al.*, 1996).

Nos estudos de Freeman *et al.* (2001), a cloramina é a principal substância produzida pela cloração de um sistema de resfriamento de carcaças por imersão. Por

este motivo deve haver um limite máximo de cloração da água do sistema, reduzindo ou evitando a formação de tal substância indesejável, que pode ser auxiliada também pela contínua renovação de água do sistema, o que contribuiria na manutenção de um menor índice de carga de matéria orgânica dentro do resfriador.

Lillard e Thomson (1983), em seu estudo sobre a eficácia do hidróxido de cloro como bactericida na água do *chiller*, obtiveram resultados indicativos de que os microrganismos da família *Enterobacteriaceae* podem ser mais sensíveis ao efeito bactericida do cloro que outros organismos.

Estudos adicionais são necessários para determinar a concentração, método e temperatura de aplicação ideais de cloro no processo de resfriamento de frango para eliminar e controlar a contagem de microrganismos (THOMPSON *et al.*, 1974).

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Local e Amostras**

O presente estudo foi realizado em um Matadouro-Frigorífico de aves funcionando sob inspeção oficial, localizado no estado do Rio Grande do Sul. O abate diário de aves do estabelecimento era de 150.000 aves por dia, sendo que a empresa trabalhava em dois turnos de abate de oito horas cada.

Foi analisado o sistema de resfriamento normalmente utilizado pela empresa, o qual constitui-se de dois tanques de imersão em água, contínuos, com fluxo de água contra corrente à entrada de carcaça, sendo os tanques independentes, e estando operando em acordo com o Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico Sanitária de Carne de Aves (BRASIL, 1998).

O estudo se baseou na análise da contaminação bacteriana da água do sistema de pré-resfriamento em imersão em seus dois estágios (*Pré-Chiller* e *Chiller*) e da carcaça de frango antes e depois de passar pela etapa de pré-resfriamento em três períodos do abate de frangos. Também foram coletados dados sobre cloração da água, vazão da água de renovação no sistema e sua proporção à quantidade de carcaças que entram no sistema, pH e temperatura da água dos *Chillers*.

#### **3.2 Amostras de Água**

Foram coletadas 18 amostras de água da rede de abastecimento referente aos 18 dias de coleta de dados na empresa.

Além disso, foram coletadas 108 amostras de água do *pré-chiller* (54) e do *chiller* (54) referentes a três horários de coleta de amostras (início do abate – Hora 1, meio do abate – Hora 2, e final do abate – Hora 3) dentro de um turno de abate correspondente à 8 horas, durante 18 dias.

Todas as amostras foram coletadas seguindo os métodos de análise microbiológica para alimentos (BRASIL, 1991/1992).

### 3.2.1 Água da Rede de Abastecimento

A coleta foi sempre realizada às 21:00horas, no momento do enchimento do pré-*chiller* e do *chiller*, no ponto onde a água sai da tubulação para os tanques. Foram coletados 500mL de água em vidros esterilizados. Em seguida, estas amostras foram acondicionadas em geladeira até o momento de serem enviadas para o laboratório.

### 3.2.2 Água do Pré-*Chiller*

A água do pré-*chiller* foi coletada em três horários distintos: 21:00horas (Hora 1), ou seja, no momento de início do abate, e à 01:00 hora (Hora 2) e 05:00 horas (Hora 3), períodos que correspondem à metade e ao final do turno de abate, completando 8 horas de atividade de abate. A coleta foi de 500mL de água, sendo esta coletada diretamente do tanque (Pré-*Chiller*) em vidros esterilizados. As amostras foram acondicionadas em geladeira até o momento de serem enviadas para o laboratório.

### 3.2.3 Água do *Chiller*

A coleta da água do *chiller* foi realizada em três horários diferentes: 21:00 horas (Hora 1), ou seja, no início do abate, à 01:00hora (Hora 2) e 05:00 horas (Hora 3), períodos que correspondem à metade e ao final do turno de abate de 8 horas.

As carcaças que estão saindo do *chiller* correspondem ao mesmo lote que passou pelo pré-*chiller*, nos horários de coleta da água neste tanque. As carcaças permanecem em torno de 40 minutos no sistema de pré-resfriamento, desde a entrada no pré-*chiller*, até a saída do *chiller*. A água foi coletada e acondicionada da mesma forma que a água do pré-*chiller*.

### 3.2.4 Verificação do Fluxo de Água

O fluxo de água foi verificado através da leitura dos hidrômetros de cada tanque, em dois períodos de coleta de dados. O primeiro período considerado foi às 21:00 horas após estarem cheios de água o *pré-chiller* e o *chiller*, e às 05:00 horas, hora correspondente ao final do abate. Uma vez coletados os dados, fez-se o cálculo da vazão total de água de cada tanque através da subtração do valor final encontrado pelo valor inicial do hidrômetro.

### 3.3 Amostras de Frango

Foram coletadas 270 amostras de frango no grupo de carcaças anterior ao sistema de pré-resfriamento, e outras 270 amostras de frango no grupo de carcaças após o sistema de pré-resfriamento, totalizando 540 amostras.

#### 3.3.1 Coleta de Carcaças de Frango

##### 3.3.1.1 Grupo de carcaças anterior ao sistema de resfriamento

Corresponde aos frangos de um lote que não passou pelos tanques de resfriamento.

Cinco carcaças do lote inicial de frangos foram coletadas às 21:00 horas (Hora1) diretamente da nória, logo após o toailete final das carcaças, etapa que coincide com a etapa final do processamento na sala de evisceração. Logo após o toailete final as carcaças caem no *pré-chiller*.

As carcaças foram coletadas em seqüência pareada com as carcaças que estavam identificadas e que seguiram o fluxo normal, adentrando nos tanques de resfriamento. Os frangos foram retirados da nória, segurando-os por uma das coxas e acondicionando-os imediatamente em uma embalagem plástica própria para frangos, evitando o excesso de manipulação. Os frangos foram colocados individualmente em cada embalagem esterilizada para, desta forma, originarem cada uma das amostras. Em seguida foram

acondicionados em câmara de resfriamento até o momento da análise, que foi realizada logo após a chegada ao laboratório.

Este procedimento também foi realizado com o lote da 01:00 hora (Hora2), que representa o período da metade do abate, coincidindo com o total de quatro horas de trabalho, e também com o lote das 05:00 horas (Hora3), que coincide com o total de 8 horas de trabalho e representa o final do turno de abate.

### 3.3.1.2 Grupo de carcaças após o sistema de resfriamento

A coleta do frango para compor este grupo, foi sempre do mesmo lote do qual foi coletado o frango para o grupo de carcaças anterior ao sistema de resfriamento.

Os frangos que foram coletados foram previamente identificados por lacres individuais numerados que foram previamente afixados na coxa de cada carcaça a ser coletada. Este procedimento de identificação foi realizado na esteira de repasse da carcaça da nória da zona “suja” para a nória da zona “limpa” de abate, que está localizada na seção de escaldagem e depenagem, evitando-se a manipulação excessiva da ave. Este sistema de identificação foi tido como fundamental para haver a correlação das carcaças pertencentes ao mesmo lote do qual foram coletadas tanto para compor o grupo de carcaças anterior ao sistema de resfriamento como para o grupo de carcaças coletadas após o sistema de resfriamento.

Os lotes levaram em torno de 40 minutos para passar pelo processo de pré-resfriamento em seus dois estágios. Ao sair do *chiller*, as cinco carcaças identificadas foram coletadas imediatamente, sendo seguradas por uma das coxas e acondicionadas rapidamente em embalagem plástica própria para frangos, evitando o excesso de manipulação. As carcaças foram colocadas individualmente em cada embalagem, para fazer de cada carcaça uma amostra. Em seguida foram acondicionados em câmara de resfriamento até o momento da análise, que foi realizada logo após a chegada no laboratório.

As coletas destas amostras foram realizadas em três horários distintos. O primeiro horário da coleta foi às 21:40 horas (Hora 1), correspondendo aos frangos do primeiro lote de abate. Depois foram coletadas amostras à 01:40 horas (Hora 2) e às

05:40 horas (Hora 3), com carcaças que representam a metade e o final da matança, coincidindo com o lote de seus grupos de carcaças anterior ao sistema de resfriamento correspondente.

### **3.3.2 Verificação do Fluxo de Frango**

Foi realizado através do controle do número de animais abatidos no dia, verificado ao final do abate através de boletim de matança fornecido pela empresa e confirmado pelo Serviço de Inspeção Federal local.

### **3.3.3 Transporte das Amostras**

As amostras de água e de frango foram transportadas para o laboratório através de recipiente isotérmico, capaz de manter a temperatura em torno de 4°C.

## **3.4 Análise da Água**

### **3.4.1 Aferição da temperatura**

A temperatura da água do *pré-chiller* e do *chiller* foi medida, no momento da coleta de amostras, diretamente dos tanques. A aferição foi feita no local da entrada dos frangos no *pré-chiller*, e no local de saída dos frangos do *chiller*.

### **3.4.2 Aferição do Cloro**

O cloro foi aferido na água da rede de abastecimento, no momento da saída da água das tubulações, utilizando-se o Kit Cloro Merck, no momento da coleta das amostras.

### 3.4.3 Aferição do pH

A aferição do pH da água também foi realizada nos momentos da coleta das amostras com uso de um pHâmetro marca Digimed.

### 3.4.4 Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas das águas do *pré-chiller*, *chiller* e da rede de abastecimento constaram de:

- Contagem de microrganismos mesófilos aeróbios
- Contagem de Coliformes Totais
- Contagem de Coliformes a 45°C
- Contagem de *Escherichia coli*

A contagem de microrganismos foi realizada seguindo normatização do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1991/1992).

Os meios de cultura foram preparados conforme determinação do fabricante.

#### 3.4.4.1 Contagem de mesófilos

Retirou-se 1mL da amostra de água e adicionou-se a um tubo de ensaio contendo 9mL de água peptonada 0,1%, sendo esta a diluição  $10^{-1}$ . Seguindo-se esta técnica, fez-se diluições até  $10^{-3}$  para água da rede de abastecimento e diluições até  $10^{-5}$  para água dos tanques.

Das diluições, pipetou-se 1mL de cada para placas de Petry esterilizadas e previamente identificadas. Em seguida adicionou-se cerca de 15mL do meio Plate Count Agar (PCA), mantido em banho Maria a 45°C. Homogeneizou-se e após solidificação do ágar, as placas foram incubadas invertidas em estufa de 35°C a 37°C por 48 horas.

Os resultados foram obtidos contando-se os números de colônias de duas placas de diluições iguais, e fazendo-se a média entre as duas. Este resultado foi expresso em unidades formadoras de colônia por mL (UFC/mL). Utilizou-se um aparelho contador de colônias para auxiliar nessa contagem.

#### **3.4.4.2 Contagem de Coliformes Totais e Coliformes a 45°C**

Inoculou-se volumes de 10mL da amostra a ser analisada em uma série de 3 tubos contendo caldo Lauril Sulfato de Sódio em concentração dupla. Volumes de 1mL da amostra foram inoculados na segunda série de três tubos contendo Lauril Sulfato de Sódio em concentração simples e volumes de 0,1mL na terceira série de três tubos contendo o mesmo meio. Em seguida foram incubados a 36°C por 24 a 48 horas. Após este período foi realizada a leitura e a suspeita de coliformes totais foi indicada pela formação de gás nos tubos de Durhan.

O número de tubos positivos em cada série de diluição foi anotado. Para confirmação de coliformes totais, foi repicado cada tubo positivo de caldo Lauril Sulfato de Sódio obtido na prova presuntiva, para tubo contendo caldo Verde Brilhante Bile 2% lactose (VB).

Em seguida foi incubado a 36°C por 24 a 48 horas. Sendo realizada a leitura após este período. A presença de coliformes totais foi confirmada pela formação de gás. E anotou-se o número de tubos positivos em cada série de diluição.

Para a confirmação dos coliformes a 45°C foi repicado cada tubo positivo de caldo Lauril Sulfato de Sódio obtido na prova presuntiva, para tubo contendo caldo EC Medium (EC). Estes foram incubados a 45°C, por 24 a 48 horas. E em seguida a este período, foi realizada a leitura. A presença de coliformes 45°C foi confirmada pela formação de gás. Sendo que o resultado de cada tubo foi anotado. Bem como a diluição utilizada. A partir da combinação de números correspondentes aos tubos que apresentaram resultado positivo em cada um dos testes confirmativos, foi verificado o Número Mais Provável (NMP) de acordo com as normas do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1991/1992).

### 3.4.4.3 Contagem de *Escherichia coli*

A partir dos tubos positivos para coliformes fecais a 45°C, realizou-se semeadura em placas com meio de cultura EMB Agar para a confirmação de *E. coli*, sendo a placa incubada em estufa para posterior leitura.

## 3.5 Análise das Carcaças

### 3.5.1 Análise Microbiológica

Os frangos do Grupo de carcaças anteriores ao sistema de resfriamento e do Grupo de carcaças após o sistema de resfriamento foram analisados logo após a coleta dos mesmos.

As análises microbiológicas das carcaças dos dois grupos constaram de:

- Contagem de microrganismos mesófilos aeróbios
- Contagem de Coliformes Totais
- Contagem de Coliformes a 45°C
- Contagem de *Escherichia coli*

Cada carcaça foi transferida para um saco de polietileno, onde foi adicionado 300mL de água peptonada tamponada a 1%, medida em proveta estéril. As amostras foram bem enxaguadas interna e externamente, massageando-se bem a pele para que o conteúdo dos folículos fosse liberado. Este caldo foi transferido para saco de polietileno próprio para *stomacher* onde foram homogeneizadas por 1,5 minutos e a partir dele foram feitas as diluições.

Retirou-se 1mL da amostra e adicionou-se a um tubo de ensaio contendo 9mL de água peptonada a 0,1%, sendo esta a diluição  $10^{-1}$ . Seguindo esta técnica, fez-se diluições até  $10^{-4}$ .

### 3.5.1.1 Contagem de Mesófilos

A partir das diluições prontas, pipetou-se 1mL de cada diluição para placas de Petry esterilizadas e previamente identificadas. Em seguida adicionou-se em torno de 15mL de PCA, mantido em banho Maria a 45°C. Homogeneizou-se e após solidificado o ágar, as placas para contagem de mesófilos aeróbios foram incubadas invertidas em estufa em 35 a 37°C por 48 horas.

Após este tempo, efetuou-se a contagem das colônias nas placas, com o auxílio de contador de colônias. Obteve-se a média de colônias realizando a contagem de duas placas de diluições diferentes que continham entre 25 e 250 colônias. Depois de obtida a média entre as diluições, o resultado foi dividido por um fator de diluição (peso do frango dividido pelo volume de peptona 1% - 300mL). Esse resultado foi expresso em unidades formadoras de colônias por grama de produto (UFC/g).

### 3.5.1.2 Contagem de Coliformes Totais

A partir das diluições prontas, pipetou-se 1mL de cada diluição para placas de Petry esterilizadas e previamente identificadas. Em seguida adicionou-se em torno de 15mL de agar cristal violeta vermelho bile (VRB). Após a solidificação, foi vertida mais uma fina camada de VRB, formando uma segunda camada. Depois de solidificado o ágar, as placas para contagem de coliformes totais foram incubadas invertidas em estufa de 35 a 37°C por 24 horas.

Após este período, efetuou-se a contagem na placa. Contaram-se as colônias típicas, que são as colônias cuja cor vai de rosada a vinho, rodeadas ou não por um halo de precipitação e as demais colônias atípicas que cresceram no meio.

Selecionou-se três colônias típicas e três colônias atípicas. Inoculou-se cada uma em um tubo com 10mL de caldo verde brilhante bile 2% lactose (VB) contendo tubo de Durhan invertido, com o auxílio de alça de platina ou níquel-cromo. Foram incubados em estufa de 35°C a 37°C por 24 a 48 horas.

Posteriormente foi realizada a leitura. Os tubos foram considerados positivos quando os caldos turvaram e houve produção de gás. Se o número de tubos com

produção de gás fosse igual ao número de tubos inoculados, o resultado seria igual à contagem realizada nas placas com VRB. Quando não fosse igual, realizava-se um cálculo:

$$\frac{(\text{n}^\circ \text{ de tubos confirmados}) \times (\text{n}^\circ \text{ de colônias contadas}) \times (\text{diluição da contagem})}{\text{n}^\circ \text{ total de tubos}}$$

Estes resultados foram expressos em unidades formadoras de colônias por grama de produto (UFC/g).

### 3.5.1.3 Contagem de Coliformes à 45°C

Da contagem de coliformes totais, selecionou-se três colônias típicas e três colônias atípicas. Inoculou-se cada uma em um tubo com 10mL de EC contendo tudo de Durham invertido, com o auxílio de alça de platina ou níquel-cromo. Foram incubados em estufa de 44°C a 46°C por 24 a 48 horas.

Após este tempo foi realizada a leitura, sendo esta e o resultado obtido através do mesmo método realizado para a contagem de coliformes totais.

### 3.5.1.4 Contagem de *Escherichia coli*

A partir dos tubos positivos para coliformes fecais a 45°C, realizou-se semeadura em placas com meio de cultura EMB para a confirmação de *E. coli*, sendo a placa incubada em estufa para posterior leitura.

## 3.6 Análise estatística

Os dados foram analisados através de técnicas estatísticas, objetivando comparar a contagem inicial da carga microbiana da carcaça antes de passar no sistema de pré-resfriamento e após sua passagem pelo mesmo, assim como foi realizado estudo da influência da temperatura da água do sistema de pré-resfriamento, sua cloração, sua

vazão e do seu pH, sobre a redução ou aumento da contagem microbiana do sistema de resfriamento durante um turno de oito horas de abate.

Os resultados obtidos foram transformados em logaritmo decimal ( $\log_{10}$ ) e analisados com a utilização do Programa de Análise Estatística SPSS (Statistical Package for Social Science).

Para caracterizar as amostras foram utilizadas estatísticas descritivas (média e desvio padrão). Os dados foram analisados através da Análise de Variância (ANOVA), com teste de comparação múltipla de Tukey e Análise de Regressão. O nível de significância adotado foi de 5% ( $p < 0,05$ ).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A vazão de água de renovação por carcaça de frango, a temperatura da água, a cloração e o pH da água do pré-chiller ao longo de um turno de trabalho de oito horas, estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Média, desvio padrão e valores mínimo e máximo da vazão de água (Litros/carcaça de ave), temperatura da água (°C), cloração (ppm) e pH da água do pré-chiller nos três horários de análise.

Hora		Vazão de água (Litros/Carcaça de Ave)	Temperatura da água (°C)	Cloração água (ppm)	pH
1	Média	1,41 <sup>a</sup>	7,82 <sup>a</sup>	3,56 <sup>a</sup>	7,84 <sup>a</sup>
	D. Padrão	0,31	3,34	0,84	0,63
	Min.	0,91	2,20	2,00	6,60
	Max.	2,05	14,50	4,00	9,10
2	Média	1,48 <sup>a</sup>	8,33 <sup>ab</sup>	3,56 <sup>a</sup>	7,26 <sup>b</sup>
	D. Padrão	0,24	1,65	0,84	0,44
	Min.	1,00	6,00	2,00	6,50
	Max.	2,01	12,20	4,00	7,90
3	Média	1,46 <sup>a</sup>	8,74 <sup>b</sup>	3,67 <sup>a</sup>	7,18 <sup>b</sup>
	D. Padrão	0,32	1,98	0,75	0,44
	Min.	0,82	5,10	2,00	6,30
	Max.	2,19	12,80	4,00	8,10

<sup>a, b</sup>: Letras iguais na mesma coluna indicam valores sem diferenças estatísticas

Observa-se que a quantidade de renovação de água por carcaça de frango que adentrou no primeiro tanque (pré-chiller), ficou um pouco abaixo do preconizado pela Portaria 210 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1998), que exige um fluxo de água mínimo de 1,5 litros por carcaça nesta etapa, porém a esta vazão deve ser adicionada a quantidade de gelo utilizada (0,10 litros/ave) no tanque para auxiliar a reduzir a temperatura da água do mesmo, sendo assim os valores ficam de acordo com o estabelecido pela legislação vigente. Também nota-se que a variação da vazão entre os três momentos do turno de abate foi bastante pequena, e pela análise de variância, com teste de Tukey, não foi significativa estatisticamente, o que pode indicar um controle eficiente quanto à padronização da vazão de água realizada pela empresa.

Controle este que é muito importante, pois esta renovação constante dentro dos limites mínimos estipulados pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, evita o acúmulo de material orgânico presente na água neste tanque, diminuindo o conseqüente risco de crescimento microbiano no sistema e a possibilidade de contaminação da carcaça nesta primeira fase da etapa de resfriamento.

Northcutt *et al.* (2006), estudando a contagem bacteriana de carcaças de frango após a etapa de resfriamento em imersão em água utilizando baixos e altos volumes de água de renovação dos tanques, afirmaram que o aumento da vazão de água de renovação dos tanques resulta em uma maior remoção das bactérias da superfície de carcaças que foram testadas durante o estudo.

Em relação à temperatura da água do pré-chiller acompanhada no presente trabalho, esta permaneceu dentro do limite máximo permitido pela legislação oficial, sendo que as médias nos três momentos de coleta apresentaram-se bastante abaixo dos 16°C, e a variação entre as médias dos diferentes horários também se manteve pequena, sendo que somente entre os horários de coleta 2 e 3 foi encontrada diferença significativa ( $p=0,041$ ) apresentando um pequeno aumento. Esta manutenção da água a baixas temperaturas é conseguida através da adição direta de água gelada ao sistema assim como da adição direta de gelo ao sistema em intervalos controlados.

De acordo com Marenzi (1986), a temperatura ótima para crescimento de bactérias mesófilas seria de 30°C, enquanto que Russell *et al.* (1997) *apud* Ritter (2000), dizem que mesófilos apresentam melhor crescimento em temperaturas ao redor de 35°C.

Seguindo estas afirmações, as temperaturas encontradas durante este trabalho, além de estarem dentro da legislação vigente, são importantes para ajudar no controle preventivo do desenvolvimento de bactérias mesófilas dentro do sistema de resfriamento, evitando assim que a contagem de mesófilos aumente na água, podendo vir a contaminar a carcaça de frango que adentra no pré-chiller.

Barros *et al.* (2007) afirmaram que as baixas temperaturas da água no pré-chiller assim como no chiller de abatedouros de frango podem explicar a baixa contagem microbiológica encontrada na água destes tanques em algumas plantas estudadas.

Conforme Ritter (2000), havendo maior contagem bacteriana na água, a higienização das carcaças será prejudicada, podendo inclusive favorecer a contaminação dos frangos.

À temperatura de 20°C, segundo Notermans e Kampelmacher (1974) a aderência de bactérias às carcaças de frango tende a ser maior, por este motivo, a manutenção da temperatura da água do *pré-chiller* dentro do preconizado pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, que é de 16°C, é muito importante para a segurança microbiológica do produto.

A cloração da água do *pré-chiller* assim como as outras variáveis mostradas na Tabela 1 também se mantiveram dentro de um padrão, variando muito pouco apenas entre as médias, ficando em concentração de 3,56ppm nos horários de coleta 1 e 2, e 3,67ppm no horário de coleta 3. As concentrações mínimas e máximas são de 2,00 e 4,00ppm respectivamente. Estes resultados mostram que a concentração de cloro manteve-se dentro do limite máximo permitido definido pela legislação nacional em 5ppm.

O cloro utilizado pela empresa foi o hipoclorito de sódio. E a administração deste produto na rede de água era feita através de dosador de cloro automático, o que garantia uma baixa variação dos níveis de cloro na rede de distribuição de água. Fator este muito importante para manutenção do nível de cloro dentro dos limites preconizados pela legislação vigente. Esta pequena variação não apresentou influência significativa na contagem microbiana. Segundo Marsh *et al.* (1996), para se obter uma significativa redução na contagem bacteriana da carcaça a cloração da água dos tanques de resfriamento deveria ser de no mínimo 20ppm.

O pH da água apresentou uma redução estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) de 7,84 para 7,26 entre as médias da primeira e a segunda hora de coleta, porém da Hora 2 para a Hora 3, apesar de haver uma nova redução no pH, esta foi pequena e não significativa estatisticamente, sendo que esta última hora apresentou média de 7,18.

Esta variação de pH manteve-se dentro do considerado nível neutro (FORSYTHE, 2002). E através da análise estatística, não influenciou as contagens microbiológicas da água e nem da carcaça durante o estudo. Segundo Forsythe (2002), o pH é um dos fatores mais importantes que afetam o crescimento microbiano, porém

quando sua variação é pequena, ou seja, não altera entre a classificação de níveis padronizados como ácidos, neutros e alcalinos, pouca ou nenhuma influência pode ser esperada no crescimento microbiano.

Na Tabela 2 estão representadas as contagens microbiológicas das diferentes análises realizadas da água do pré-*chiller* nos três horários de coleta.

Tabela 2 – Contagem média, desvio padrão e valores mínimo e máximo de contagem padrão de mesófilos aeróbios (em  $\log_{10}$  UFC/mL), coliformes totais (em  $\log_{10}$  NMP/100mL), coliformes a 45°C (em  $\log_{10}$  NMP/100mL) e *Escherichia coli* (em  $\log_{10}$  NMP/100mL) da água do pré-*chiller* nos três horários de análise.

Hora		Mesófilos ( $\log_{10}$ UFC/mL)	Colif. Totais ( $\log_{10}$ NMP/100mL)	Colif. 45°C ( $\log_{10}$ NMP/100mL)	<i>E. coli</i> ( $\log_{10}$ NMP/100mL)
1	Média	1,32 <sup>a</sup>	0,45 <sup>a</sup>	0,30 <sup>a</sup>	0,14 <sup>a</sup>
	D. Padrão	1,63	0,97	0,86	0,40
	Min.	0,00	0,00	0,00	0,00
	Max.	4,41	3,08	3,08	1,32
2	Média	2,97 <sup>b</sup>	2,38 <sup>b</sup>	0,78 <sup>b</sup>	0,58 <sup>b</sup>
	D. Padrão	0,81	0,91	0,95	0,80
	Min.	1,04	0,00	0,00	0,00
	Max.	4,41	3,08	3,08	2,66
3	Média	3,03 <sup>b</sup>	2,43 <sup>b</sup>	0,38 <sup>a</sup>	0,27 <sup>a</sup>
	D. Padrão	0,87	0,90	0,78	0,66
	Min.	1,04	0,00	0,00	0,00
	Max.	4,41	3,08	3,08	2,46

<sup>a, b</sup> : Letras iguais na mesma coluna indicam valores sem diferenças estatísticas

Nota-se que a média das contagens de bactérias mesófilas sofreram sucessivos aumentos ao longo dos três períodos de coleta, porém, pela análise de variância, só houve diferença significativa estatisticamente ( $p < 0,05$ ) entre a Hora 1 e a Hora 2. Resultado este esperado devido à constante entrada de carcaças quentes no pré-*chiller*, as quais carregam uma grande quantidade de matéria orgânica em sua superfície externa e interna, e mesmo com a lavagem anterior da carcaça, acabam adentrando no *chiller* com resíduos aderidos a sua superfície, passíveis de carregarem bactérias consigo, idéia esta anteriormente afirmada por Thomas e McMeekin (1992), quando relataram que as bactérias presentes nos sulcos da pele da carcaça de frango dificilmente são removidas através de processos de lavagens convencionais de carcaças.

Conforme apresentado por Thomson *et al.* (1974), a contagem de bactérias da água do pré-chiller está relacionada com a quantidade de bactérias que adentra no sistema aderida na carcaça de frango.

Porém, esta pequena variação (não significativa estatisticamente) entre os horários 2 e 3 de coleta, pode indicar que a quantidade de mesófilos tende a chegar em um limite estacionário, o que pode estar associado a uma renovação suficiente de água do sistema e também a um padrão de tecnologia de abate e cuidados higiênicos durante o processamento que a quantidade de material orgânico que adentra junto com a carcaça no sistema de resfriamento também encontra-se dentro de um padrão, o qual é conseqüente da uniformização das operações de abate.

Este resultado difere do encontrado por Ritter (2000), quando este obteve dados em que o aumento médio da contaminação entre o primeiro e o segundo horário foi significativo para  $p < 0,05$ , assim como entre o segundo e o terceiro horário, afirmando que com o decorrer do abate, ou seja, quanto maior o número de frangos que passaram pelo tanque, maior será o aumento da temperatura da água, que poderá auxiliar na elevação da contaminação da mesma. Assim, este achado pode estar associado ao baixo fluxo de vazão de água encontrado durante a realização daquele trabalho, no qual a vazão apresentou-se muito abaixo do preconizado pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, problema este que não ocorreu durante a coleta de dados deste presente estudo, reforçando a necessidade e importância de manutenção dos parâmetros estabelecidos oficialmente pelo órgão de fiscalização.

Segundo Veerkamp (1972) *apud* Mulder *et al.* (1974), a realização de uma lavagem da carcaça eficiente anterior ao resfriamento ajuda na redução da contagem bacteriana na pele da carcaça.

Outro fator importante a ser considerado é a manutenção da temperatura da água do pré-chiller dentro do máximo permitido, durante toda a realização do presente estudo. As faixas de temperatura para o crescimento microbiano possuem um valor máximo, com um valor ótimo de temperatura para o maior crescimento (FORSYTHE, 2002). Certamente a temperatura abaixo de 16°C colabora com a desaceleração do crescimento microbiano de mesófilos presentes na água do pré-chiller.

Através da análise de regressão pode-se afirmar que a variável temperatura da água do pré-*chiller* ( $p=0,032$ ) e a contagem de mesófilos da carcaça antes de entrar no primeiro tanque ( $p=0,030$ ) é diretamente proporcional à contagem de mesófilos, ou seja, enquanto uma aumenta a outra também, e enquanto uma diminui, a outra também acompanha esta redução. Já a vazão de água ( $p<0,05$ ) foi inversamente proporcional à contagem de mesófilos da água do *chiller*, ou seja, a maior vazão está associada à menor contagem de mesófilos. Estes resultados mostram a necessidade de manutenção das variáveis dentro dos limites estipulados pela legislação vigente. Porém a influência destas variáveis só foi significativa estatisticamente para a contagem de mesófilos da água, não apresentando significância para a contagem de coliformes totais, coliformes fecais e *E. coli*.

A média das contagens de coliformes totais também apresentou aumento no decorrer das horas de abate, sendo que da primeira hora de coleta para a segunda a diferença foi estatisticamente significativa ( $p<0,05$ ), aumentando de  $0,45 \log_{10}$  NMP/100mL para  $2,38 \log_{10}$  NMP/100mL. A média da Hora de coleta 3 aumentou pouco e não apresentou diferença significativa para a Hora de coleta 2, apresentando média de  $2,43 \log_{10}$  NMP/100mL.

Da mesma forma, quando observamos as médias relativas às contagens de Coliformes a  $45^{\circ}\text{C}$ , houve diferença estatisticamente significativa ( $p=0,01$ ), quando comparamos as médias entre a Hora 1 e a Hora 2 de coleta, as quais foram de  $0,30 \log_{10}$  NMP/100mL e de  $0,78 \log_{10}$  NMP/100mL, respectivamente.

Os resultados apresentados das médias de *E. coli* mostram que houve aumento da Hora 1 para a Hora 2 sendo estatisticamente significativo ( $p<0,05$ ), passando de  $0,14 \log_{10}$  NMP/100mL para  $0,58 \log_{10}$  NMP/100mL. E, acompanhando a realidade da contagem de coliformes a  $45^{\circ}\text{C}$ , apresentou redução significativa estatisticamente entre a Hora 2 e a Hora 3, sendo que a média da Hora 3 de coleta foi de  $0,27 \log_{10}$  NMP/100mL.

Considerando-se estes resultados microbiológicos da água do sistema de pré-*chiller*, pode se dizer que a contagem microbiológica da água tende a aumentar entre o início e o meio do turno, porém a partir deste horário intermediário a contagem tende a permanecer estável. Este aumento entre o início e meio de turno já era esperado, pois na

Hora de coleta 1 não havia presença de carcaças dentro do tanque, enquanto que na Hora 2 já haviam passado pelo pré-chiller aproximadamente 35.000 carcaças de frango, carreando consigo uma certa quantidade de microrganismos aderidos a sua superfície. E a manutenção da contagem do meio para o final do turno pode ser explicada pela constante renovação de água dos tanques em fluxo contra-corrente e a manutenção de sua temperatura controlada, o que não permite um crescimento constante de microrganismos na água do tanque.

A água de abastecimento não apresentou contagem de mesófilos aeróbios acima de  $5 \times 10^2$  UFC/mL e não apresentou contaminação detectável para coliformes totais e coliformes fecais e *Escherichia coli* em nenhuma das dezoito amostras estudadas.

As médias das contagens bacterianas da carcaça antes de adentrar no pré-chiller, nos três momentos de coleta estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Contagem média, desvio padrão e valores mínimo e máximo (em  $\log_{10}$  UFC/g) de contagem padrão de mesófilos aeróbios, coliformes totais, coliformes 45°C e de *Escherichia coli* do grupo de carcaças de frango anterior ao sistema de resfriamento nos três horários de análise.

Hora		Mesófilos ( $\log_{10}$ UFC/g)	Colif. Totais ( $\log_{10}$ UFC/g)	Colif. 45° ( $\log_{10}$ UFC/g)	<i>E. coli</i> ( $\log_{10}$ UFC/g)
1	Média	4,51 <sup>ab</sup>	2,91 <sup>a</sup>	0,65 <sup>a</sup>	0,33 <sup>a</sup>
	D. Padrão	0,65	1,08	1,09	0,81
	Min.	3,15	1,04	0,00	0,00
	Max.	5,89	5,76	3,92	2,79
2	Média	4,43 <sup>a</sup>	3,00 <sup>a</sup>	1,26 <sup>b</sup>	0,42 <sup>ab</sup>
	D. Padrão	0,73	0,86	1,40	0,93
	Min.	3,08	1,04	0,00	0,00
	Max.	5,95	4,86	4,85	3,26
3	Média	4,75 <sup>b</sup>	3,20 <sup>a</sup>	1,12 <sup>ab</sup>	0,79 <sup>b</sup>
	D. Padrão	0,77	0,95	1,53	1,41
	Min.	1,81	1,04	0,00	0,00
	Max.	6,00	5,41	4,32	3,93

<sup>a, b</sup> : Letras iguais na mesma coluna indicam valores sem diferenças estatísticas

Nota-se que houve pequena variação entre as médias da contagem de mesófilos nos três momentos de coleta, sendo que aparece uma redução no segundo horário em relação ao primeiro, porém esta não foi estatisticamente significativa. Já o aumento que ocorre na Hora 3 de coleta em relação a Hora 2, passando de 4,43  $\log_{10}$  UFC/g para 4,75  $\log_{10}$  UFC/g foi estatisticamente significativo ( $p=0,001$ ).

Este aumento na Hora final pode estar associado à um aumento da quantidade de material orgânico nos equipamentos de abate, o que incide diretamente na quantidade de material orgânico da carcaça e conseqüentemente na contagem microbiana da mesma. De acordo com Marenzi (1986), o número de microrganismos e a composição da microflora da carne de frangos durante o processamento, são dependentes, entre outros fatores, das condições de higiene dos equipamentos.

Conforme Thomas e McMeekin (1980), durante o processamento de carcaças de frango, a contaminação microbiológica inevitavelmente ocorre como uma conseqüência das etapas do processo de abate empregadas. Em cada etapa, existe uma ampla oportunidade de contaminação da carcaça por microrganismos presentes na própria planta de processamento ou por contaminação cruzada advinda de outra carcaça. Sendo assim, o número de bactérias na superfície das carcaças pode variar muito, aumentando ou diminuindo seu número nas horas decorrentes do abate. Esta variação está relacionada também com a contagem microbiana inicial da carcaça que adentra no abatedouro. Segundo Mead (1974), a ave viva adentra no abatedouro carregando uma enorme quantidade de bactérias, e isto solicita que haja um bom controle de sistemas de auto limpeza dos equipamentos utilizados no processo de abate.

Observando as médias das contagens de coliformes totais, o pequeno aumento na contagem ao passar das horas de coleta de amostras não foi estatisticamente significativo ( $p>0,05$ ), sendo de 2,91  $\log_{10}$  UFC na Hora 1, passando para 3,00  $\log_{10}$  UFC na Hora 2, e aumentando até 3,20  $\log_{10}$  UFC na Hora3.

Já referente às médias de Coliformes a 45°C, observa-se um aumento de 0,65  $\log_{10}$  UFC/g para 1,26  $\log_{10}$  UFC/g entre a Hora 1 e a Hora 2, aumento este estatisticamente significativo ( $p=0,007$ ). Após este pequeno aumento, há uma pequena redução na contagem para a Hora 3, quando a média ficou em 1,12  $\log_{10}$  UFC/g, redução esta não significativa estatisticamente ( $p>0,05$ ).

A Tabela 3 mostra também que há aumento na contagem de *E. coli* ao longo dos horários de coleta, sendo que apenas o aumento entre a Hora 2 para a Hora 3 foi significativo estatisticamente ( $p=0,010$ ), passando de 0,42  $\log_{10}$  UFC/g para 0,79  $\log_{10}$  UFC/g.

Os resultados apontados na Tabela 3 são fundamentais para a posterior análise do efeito do sistema de resfriamento em imersão na redução da contagem de bactérias da carcaça que é resfriada, quando foi comparada a contagem microbiana da carcaça após a passagem pelo resfriador com a contagem da carcaça antes de entrar naquele sistema.

A Tabela 4 apresentada abaixo, mostra a vazão de renovação de água do *chiller*, a temperatura da água do sistema, sua cloração e seu pH nos três momentos de coleta de amostras.

Tabela 4 - Média, desvio padrão e valores mínimo e máximo da vazão de água (Litros/carcaça de ave), temperatura da água (°C), cloração (ppm) e pH da água do *chiller* nos três horários de análise.

Hora		Vazão de água (Litros /Carcaça de Ave)	Temperatura da água (°C)	Cloração água (ppm)	pH
1	Média	0,92 <sup>a</sup>	3,13 <sup>a</sup>	3,56 <sup>a</sup>	7,87 <sup>a</sup>
	D. Padrão	0,30	1,39	0,84	0,52
	Min.	0,58	0,10	2,00	6,70
	Max.	1,84	6,20	4,00	8,80
2	Média	0,88 <sup>ab</sup>	2,27 <sup>b</sup>	3,56 <sup>a</sup>	7,28 <sup>b</sup>
	D. Padrão	0,18	1,00	0,84	0,43
	Min.	0,49	0,50	2,00	6,40
	Max.	1,21	3,80	4,00	7,90
3	Média	0,84 <sup>b</sup>	2,29 <sup>b</sup>	3,67 <sup>a</sup>	7,28 <sup>b</sup>
	D. Padrão	0,16	1,11	0,75	0,52
	Min.	0,47	0,20	2,00	6,30
	Max.	1,19	3,80	4,00	8,50

<sup>a, b</sup> : Letras iguais na mesma coluna indicam valores sem diferenças estatísticas

A vazão de água de renovação no sistema de *chiller* sofreu pequena variação durante os três momentos de coleta de dados, sendo que na Hora 1 de coleta esteve em 0,92 litros/carcaça, na Hora 2 ficou em 0,88 litros por carcaça, e na Hora 3 em 0,84 litros/carcaça. Entre estas, apenas a diferença entre o primeiro e o terceiro horário foi significativa ( $p=0,043$ ). A estes resultados deve ser somada a quantidade de gelo adicionada que esteve em 0,10 litros/carcaça, sendo assim, apesar de no primeiro momento de coleta a vazão ter ficado dentro do limite mínimo preconizado pela legislação, na Hora 2 e na Hora 3 a vazão ficou com média ligeiramente abaixo do preconizado.

A empresa em questão deve estar atenta para evitar esta redução na vazão no segundo e terceiro momento do abate, correspondente ao meio e ao final do turno, pois justamente neste horário há tendência de haver maior acúmulo de material orgânico na água do *chiller*, proveniente do passar das horas de abate e a grande quantidade de aves que até então adentraram no sistema desde o início das atividades. Pois como afirmam Chang e Toledo (1989) *apud* Ritter (2000), a contaminação da água tem a tendência de aumentar com o passar das horas de abate dos frangos, ou seja, com o maior número de frangos circulando pelos tanques, e se o fluxo de água for insuficiente, poderá fazer com que as carcaças se contaminem nos tanques, ou seja, que ocorra a contaminação cruzada entre carcaças.

Porém, dentro da variação da vazão de água de renovação do *chiller* encontrada no presente estudo, não houve significativa influência desta variável sobre a contagem dos microrganismos pesquisados para  $p < 0,05$ .

De acordo com Blood e Jarvis (1974), o número de coliformes e outros microrganismos pode ser reduzido quando se utiliza grande quantidade de água ou altas quantidades de cloro residual (30 a 50ppm), mas resultados satisfatórios também podem ser obtidos com a combinação de maior quantidade de água e menor quantidade de cloro residual (<5 ppm).

Analisando a variação de temperatura da água do *chiller*, pode-se notar que mesmo sofrendo esta alteração, as médias ficaram dentro do limite máximo estipulado pela legislação nacional que é de 4,0°C (BRASIL, 1998). Na Hora 1 estava em 3,13°C, sofrendo queda para 2,27°C na Hora 2 (diferença significativa para  $p < 0,05$ ), e permaneceu com média de 2,29°C na Hora 3. Estas temperaturas ajudam a evitar o crescimento de bactérias mesófilas na água do sistema de *chiller*, e conseqüentemente são favoráveis à garantia de qualidade da carcaça de frango que passa por esta etapa.

O limite máximo de concentração de cloro na água utilizada para o sistema de resfriamento no segundo tanque (*chiller*) é de 5ppm pela legislação nacional, ou seja, mesmo limite preconizado para o pré-*chiller* (BRASIL, 1998). Observando a Tabela 4, é facilmente notado que as médias não ultrapassaram este limite, e tiveram pequena variação não sendo significativa estatisticamente, sendo que nas Horas 1 e 2 as médias foram iguais, ficando em 3,56ppm e na Hora 3, a concentração média foi de 3,67ppm.

Controle este mantido graças ao sistema de dosagem automática de cloro, que evita variações bruscas uma vez que esteja bem programado.

As médias do pH da água do *chiller* foram iguais nas Horas 2 e 3, sendo de 7,28, e significativamente ( $p < 0,05$ ) mais baixas que o pH da Hora 1, que teve média de 7,87. Esta variação de pH permanece dentro do nível considerado básico ou neutro por Forsythe (2002). A avaliação estatística realizada neste trabalho, da mesma forma como observado na água do pré-*chiller*, não apresentou influência na contagem microbiana da água nem das carcaças durante todo o estudo.

Com relação aos resultados das contagens bacterianas da água do *chiller* nos diferentes momentos de coleta, os mesmos são apresentados na Tabela 5.

A média da contagem de bactérias mesófilas da água do *chiller* na primeira hora de coleta foi de  $0,78 \log_{10}$  UFC/mL, ficando abaixo das médias da segunda e da terceira hora de coleta que foram de  $2,42 \log_{10}$  UFC/mL e  $2,53 \log_{10}$  UFC/mL, respectivamente. Mostrando que houve um contínuo aumento da contagem ao longo das horas de abate, sendo que esta variação foi significativa ( $p < 0,05$ ) apenas entre a Hora 1 e a Hora 2.

Tabela 5 - Contagem média, desvio padrão e valores mínimo e máximo de contagem padrão de mesófilos aeróbios (em  $\log_{10}$  UFC/mL), coliformes totais (em  $\log_{10}$  NMP/100mL), coliformes fecais (em  $\log_{10}$  NMP/100mL) e *Escherichia coli* (em  $\log_{10}$  NMP/100mL) da água do *chiller* nos três horários de análise.

Hora		Mesófilos ( $\log_{10}$ UFC/mL)	Colif. Totais ( $\log_{10}$ NMP/100mL)	Colif. 45°C ( $\log_{10}$ NMP/100mL)	<i>E. coli</i> ( $\log_{10}$ NMP/100mL)
1	Média	0,78 <sup>a</sup>	0,04 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>
	D. Padrão	1,33	0,16	0,00	0,00
	Min.	0,00	0,00	0,00	0,00
	Max.	4,41	0,70	0,00	0,00
2	Média	2,42 <sup>b</sup>	2,32 <sup>b</sup>	0,19 <sup>b</sup>	0,08 <sup>a</sup>
	D. Padrão	1,10	0,79	0,39	0,32
	Min.	0,00	0,70	0,00	0,00
	Max.	4,41	3,08	1,40	1,40
3	Média	2,53 <sup>b</sup>	2,17 <sup>b</sup>	0,42 <sup>c</sup>	0,28 <sup>b</sup>
	D. Padrão	1,18	1,13	0,80	0,66
	Min.	0,00	0,00	0,00	0,00
	Max.	4,41	3,08	2,66	2,18

<sup>a, b, c</sup> : Letras iguais na mesma coluna indicam valores sem diferenças estatísticas

Estes resultados corroboram com o encontrado por outros autores. Lillard (1978) encontrou aumento na contagem de microrganismos na água com o decorrer do abate de frangos. Ritter (2000) relatou que o número de mesófilos da água aumentou de maneira significativa, tanto no pré-*chiller* quanto no *chiller*, com o passar das horas de abate, ou seja, com o maior número de frangos circulando pelos tanques. Este aumento somente não foi significativo entre a segunda e a terceira hora no *chiller*. Peric *et al.* (1971) *apud* Ritter (2000) também observaram aumento na contagem de microrganismos na água com o decorrer das horas de abate.

Na hora inicial a contagem microbiológica da água é baixa pois ainda não houve entrada de carcaças neste segundo estágio (*chiller*), porém com a entrada de carcaças na água, este aumento na contagem era esperado. Nota-se, porém que o aumento ao longo do turno do abate não segue uma ordem geométrica, permanecendo em uma média sem diferença estatisticamente significativa entre a Hora 2 e a Hora 3. Esta média similar entre os horários também é consequência da ação do efeito do primeiro estágio de resfriamento (pré-*chiller*) sobre a carcaça, o qual através da renovação contínua de água e agitação através de borbulho, pode ter atuado também na contagem bacteriana da carcaça, promovendo uma redução na mesma.

As médias das contagens de coliformes totais durante as três horas de coleta apresentaram-se da seguinte forma: na Hora 1 ficou em 0,04 log<sub>10</sub> NMP/100mL, passando para 2,32 log<sub>10</sub> NMP/100mL na Hora 2, diferença significativa (p<0,05), e sofrendo pequena redução, não significativa, na Hora 3, permanecendo em 2,17 log<sub>10</sub> NMP/100mL.

Referente às contagens de Coliformes a 45°C, as médias sofreram aumento a partir da Hora 1 de coleta, na qual não foram detectados coliformes fecais. Na Hora 2 a média foi de 0,19 log<sub>10</sub> NMP/100mL, e na Hora 3 ficou em 0,42 log<sub>10</sub> NMP/100mL. As diferenças entre os três horários foram significativas estatisticamente (p<0,05).

As contagens médias de *E. coli* sofreram pequeno aumento não significativo (p<0,05) na contagem na Hora 2 (0,08 log<sub>10</sub> NMP/100mL) quando comparado com a Hora 1, porém na Hora 3 aumentou significativamente (p<0,05) para 0,28 log<sub>10</sub> NMP/100mL.

Na Tabela 6 são apresentadas as médias das contagens bacterianas das carcaças de frango após a passagem das mesmas pelo sistema de resfriamento.

Não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as médias das contagens de mesófilos nos três diferentes momentos de coleta. E a pequena variação ocorrida entre os horários de coleta, quando observa-se as médias das contagens de Coliformes totais, coliformes a 45°C, e de *E. coli*, também foi pequena, não sendo significativas estatisticamente ( $p < 0,05$ ).

Tabela 6 - Contagem média, desvio padrão e valores mínimo e máximo (em  $\log_{10}$  UFC/g) de contagem padrão de mesófilos aeróbios, coliformes totais, coliformes fecais e de *Escherichia coli* do grupo de carcaças de frango após o sistema de resfriamento nos três horários de análise.

Hora		Mesófilos ( $\log_{10}$ UFC/g)	Colif. Totais ( $\log_{10}$ UFC/g)	Colif. 45°C ( $\log_{10}$ UFC/g)	<i>E. coli</i> ( $\log_{10}$ UFC/g)
1	Média	3,53 <sup>a</sup>	1,93 <sup>a</sup>	0,41 <sup>a</sup>	0,08 <sup>a</sup>
	D. Padrão	0,50	0,95	0,91	0,34
	Min.	2,26	0,00	0,00	0,00
	Max.	4,70	4,40	3,38	1,54
2	Média	3,53 <sup>a</sup>	1,91 <sup>a</sup>	0,62 <sup>a</sup>	0,25 <sup>a</sup>
	D. Padrão	0,81	0,83	1,08	0,74
	Min.	1,95	0,00	0,00	0,00
	Max.	5,91	4,82	4,34	3,26
3	Média	3,53 <sup>a</sup>	1,88 <sup>a</sup>	0,37 <sup>a</sup>	0,10 <sup>a</sup>
	D. Padrão	0,80	0,81	0,82	0,42
	Min.	1,04	0,00	0,00	0,00
	Max.	5,88	4,30	3,11	2,05

<sup>a</sup> : Letras iguais na mesma coluna indicam valores sem diferenças estatísticas

Estes resultados mostram a importância da manutenção dos parâmetros controláveis do sistema de resfriamento dentro dos limites estabelecidos pela Portaria 210 do MAPA (BRASIL, 1998), o que virá a refletir num padrão em relação à contagem microbiana da carcaça na saída do *chiller*.

Ao contrário das contagens microbiológicas da carcaça antes de passar pelo resfriamento, analisando os resultados da Tabela 6 não foi evidenciada diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre as médias das carcaças após passagem pelo *chiller* nos diferentes horários de coleta. Com isso podemos afirmar que o sistema de resfriamento por imersão em água em tanques contínuos tende a homogeneizar a carga microbiana presente na carcaça de frango. Mesmo uma carcaça entrando com uma

contagem mais alta de microrganismos, ou uma outra que entre com uma contagem menor, tendem a sair com semelhante carga microbiana após a passagem pelos tanques.

Este achado vem em acordo com a afirmação de Cason *et al.* (2004), que afirmaram que a contagem bacteriana da carcaça após a etapa de resfriamento não indica a ocorrência ou não de contaminação fecal antes do resfriamento.

A legislação brasileira (BRASIL, 2001) estabelece tolerância máxima para coliformes a 45°C em carnes resfriadas ou congeladas de aves de  $10^4$  UFC/g (equivalente a 4,00 log UFC/g), na comercialização, porém não estabelece padrões para mesófilos aeróbios. As médias de coliformes a 45°C observadas na Tabela 6 podem ser consideradas satisfatórias, pois permaneceram abaixo do limite máximo.

Segundo Gill (1998), contagens entre  $10^2$  a  $10^5$  UFC/cm<sup>2</sup> de mesófilos aeróbios indicam condição higiênica satisfatória e as contagens observadas neste trabalho apresentaram-se dentro deste padrão sugerido.

Através da observação dos dados apresentados na Tabela 7, pode-se obter a diferença entre as contagens microbiológicas da carcaça de frango antes e após a passagem pelo sistema de resfriamento, nos diferentes momentos de coleta de amostras.

Tabela 7 - Contagem média, desvio padrão e valores mínimo e máximo (em log<sub>10</sub> UFC/g) de contagem padrão de mesófilos aeróbios, coliformes totais, coliformes a 45°C e de *Escherichia coli* do grupo de carcaças de frango antes e após o sistema de resfriamento nos três horários de análise.

Hora		Mesófilos		Colif. Totais (log <sub>10</sub> UFC/g)	Coliformes		Coliformes a 45°C		<i>E. coli</i>	
		Antes (log <sub>10</sub> UFC/g)	Depois (log <sub>10</sub> UFC/g)		Antes (log <sub>10</sub> UFC/g)	Depois (log <sub>10</sub> UFC/g)	Antes (log <sub>10</sub> UFC/g)	Depois (log <sub>10</sub> UFC/g)	Antes (log <sub>10</sub> UFC/g)	Depois (log <sub>10</sub> UFC/g)
1	Média	4,51	3,53	2,91	1,93	0,65	0,41	0,33	0,08	
	D. Padrão	0,65	0,50	1,08	0,95	1,09	0,91	0,81	0,34	
	Min.	3,15	2,26	1,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Max.	5,89	4,70	5,76	4,40	3,92	3,38	2,79	1,54	
2	Média	4,43	3,53	3,00	1,91	1,26	0,62	0,42	0,25	
	D. Padrão	0,73	0,81	0,86	0,83	1,40	1,08	0,93	0,74	
	Min.	3,08	1,95	1,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Max.	5,95	5,91	4,86	4,82	4,85	4,34	3,26	3,26	
3	Média	4,75	3,53	3,20	1,88	1,12	0,37	0,79	0,10	
	D. Padrão	0,77	0,80	0,95	0,81	1,53	0,82	1,41	0,42	
	Min.	1,81	1,04	1,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Max.	6,00	5,88	5,41	4,30	4,32	3,11	3,93	2,05	

No gráfico da Figura 6 pode-se visualizar as diferenças estatísticas dos valores apresentados na Tabela 7.

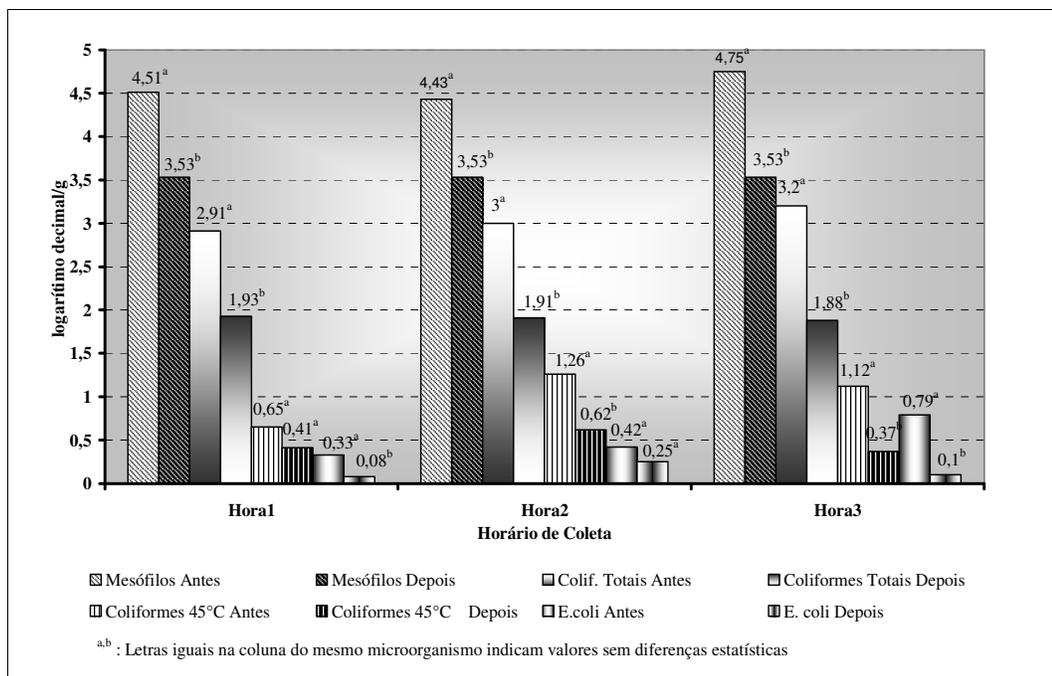


Figura 6 - Contagem média (em log<sub>10</sub> UFC/g) de contagem padrão de mesófilos aeróbios, coliformes totais, coliformes a 45°C e de *Escherichia coli* do grupo de carcaças de frango antes e após o sistema de resfriamento nos três horários de análise

Há redução significativa estatisticamente ( $p < 0,05$ ) na contagem de mesófilos da carcaça após a passagem da mesma pelo resfriamento nos três momentos de coleta. Resultado que vem ao encontro com aquele obtido por Petrak *et al.* (1999) que, estudando o sistema de *chiller* contínuo, encontraram reduzida contagem microbiológica na carcaça de frango após passagem pelo resfriamento em imersão em água.

Nota-se que a redução das médias das contagens de mesófilos das carcaças antes e após o *chiller* na Hora 1 não apresentou diferença significativa em relação a Hora 2 de coleta de amostras, porém com relação a Hora 3, a diferença foi significativa estatisticamente ( $p = 0,008$ ). Sendo que na Hora 3 a redução foi maior entre as contagens antes e após, passando de 4,75 log<sub>10</sub> UFC/g para 3,53 log<sub>10</sub> UFC/g.

Com este resultado, é possível sugerir que mesmo com o passar das horas de abate, a eficiência da etapa de resfriamento por imersão na redução da contagem de

mesófilos continua. Mas isto se deve também à manutenção das variáveis de controle do sistema, como vazão de água de renovação, temperatura da água, e cloração dentro do preconizado pelo MAPA (BRASIL, 1998).

A não ocorrência de aumento da contaminação da carcaça pode ser explicada pela remoção parcial de microrganismos das carcaças por ação mecânica e consequente liberação para a água dos tanques que foi constantemente renovada.

Ritter (2000), estudando a contaminação bacteriana da água do sistema de pré-resfriamento de frangos obteve resultado diferente, apesar de ter encontrado redução na contagem de mesófilos da carcaça após a passagem desta pelo resfriador, esta redução apenas foi estatisticamente significativa no início do abate. Isto pode ser consequência da falta do controle de variáveis do sistema de resfriamento que foram relatadas pelo autor durante seu estudo.

Bersot *et al.* (2002), em seus estudos sobre o efeito do pré-resfriamento em *chiller* sobre a contaminação superficial de carcaças de frango, encontraram uma média logarítmica das contagens de mesófilos das carcaças coletadas antes e após o resfriamento de 4,33 log de UFC/cm<sup>2</sup> e 3,44 log de UFC/cm<sup>2</sup>, respectivamente, com uma diferença entre as médias de 0,89 log de UFC/cm<sup>2</sup>, sendo estes resultados considerados diferentes estatisticamente (P<0,01). Concluindo-se que o *chiller* teve efeito significativo no controle do número de microrganismos mesófilos presentes na superfície das carcaças de aves após o pré-resfriamento.

Este controle na contagem de mesófilos aeróbios também foi encontrada por Cason *et al.* (1997) quando, ao analisarem a contagem microbiológica da carcaça antes e após a passagem pelo pré-resfriamento, obtiveram redução aproximada de 1,8 log para mesófilos nas carcaças na saída do último tanque (*chiller*).

Conforme Galhardo *et al.* (2006), a média da contagem de mesófilos aeróbios das carcaças diminui significativamente no primeiro horário de coleta (6,61 log UFC/g antes da entrada nos tanques e 5,58 log UFC/g após a saída), não ocorrendo decréscimo estatisticamente significativo no segundo e terceiro horário.

Com relação às contagens de coliformes totais antes e após a passagem pelo *chiller*, é possível observar que também houve redução significativa (p<0,05) nos três

momentos de coleta. Porém, a diferença entre as contagens de coliformes totais antes e após o *chiller*, não apresentou diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre as diferentes Horas de coleta.

Neste caso, também pode-se chegar ao resultado de que o passar das horas não teve influência sobre a eficiência do *chiller* como descontaminante de carcaças. Pois mesmo no final do abate, sua capacidade de reduzir a contagem de coliformes totais da carcaça de frango foi mantida. Resultado que também foi descrito por Northcutt *et al.* (2003), quando relataram que houve redução da contagem de coliformes totais presentes na carcaça após o resfriamento por imersão.

Porém Galhardo *et al.* (2006) apenas encontraram redução significativa na média do NMP de coliformes totais no primeiro (de 3,83 para 3,03 log NMP/g) e segundo (de 3,71 para 3,09 log NMP/g) horário de coleta em relação às contagens antes da entrada no pré-*chiller* e após saída do *chiller*. Porém não houve redução significativa no terceiro horário de coletas.

Igual resultado pode-se observar ao analisar as médias das contagens de coliformes fecais. A diferença entre as reduções não foi diferente entre os horários de coleta, sendo que a redução da contagem após a passagem da carcaça pelo sistema ocorreu em todos os momentos, porém a redução não foi significativa ( $p = 0,13$ ) na Hora 1 e foi significativa ( $p < 0,05$ ) na Hora 2 e Hora 3 de coleta.

Resultado contrário ao encontrado por Galhardo *et al.* (2006), quando observou diminuição significativa da contaminação após passagem pelos tanques apenas no primeiro horário de coleta (3,78 para 2,86 log NMP/g).

A redução da contagem de *E. coli* das carcaças após estas passarem pelo *chiller* foi diferente entre as três horas de coleta. Na Hora 1 a redução foi estatisticamente significativa ( $p = 0,006$ ) passando de 0,33 para 0,08 log<sub>10</sub> UFC/g. Já na Hora 2 a redução não foi significativa ( $p = 0,204$ ), passando de 0,42 para 0,25 log<sub>10</sub> UFC/g; e na Hora 3 reduz significativamente ( $p < 0,05$ ) de 0,79 para 0,10 log<sub>10</sub> UFC/g. Nota-se que esta redução ocorrida no terceiro horário teve diferença significativa ( $p = 0,007$ ) sobre as reduções ocorridas na Hora 1 e Hora 2 de coleta.

Northcutt *et al.* (2003) também encontraram redução na contagem de *E. coli* em seus estudos sobre a contaminação da carcaça de frango antes e pós a passagem pelo *chiller*. Assim como Almeida e Silva (1992), quando realizaram estudos com *Escherichia coli* marcada e encontraram redução na contagem após a passagem da carcaça pelo resfriamento em imersão.

Este resultado observado na contagem de *E. coli* da carcaça antes e após a passagem do frango pela etapa de resfriamento também corrobora com a premissa que mesmo com o passar das horas de abate, o *chiller* é eficiente no controle do número de *E. coli* presente na carcaça de frango. Controle do número de coliformes e de *Escherichia coli* presentes na carcaça de frango após o resfriamento por *chiller* também foi encontrado por Thomson *et al.* (1975) e James *et al.* (2005).

## 5 CONCLUSÃO

Em conclusão, pode-se estabelecer que o método de pré-resfriamento de carcaças de frango por imersão em *chiller* é eficiente como controlador da contagem microbiana presente na ave quando o sistema é adequadamente controlado.

Esta capacidade é maior na primeira hora de abate, porém mesmo no final do turno de oito horas de abate, o sistema não apresenta riscos maiores de contaminação da carcaça. Uma vez que os parâmetros de vazão de água de renovação, nível de cloro, e temperatura da água permaneçam dentro do preconizado pela legislação oficial vigente.

Com os resultados obtidos, pode-se afirmar que há possibilidade de garantir a eficiência do sistema de pré-resfriamento por imersão em água como controlador de carcaça mesmo após oito horas contínuas de abate, sem esvaziamento total e higienização do tanque, uma vez que os parâmetros controláveis do sistema de resfriamento estejam dentro dos limites estabelecidos pela Portaria 210 do MAPA (BRASIL, 1998).

Porém, sugere-se mais estudos para tal aplicação, observando o comportamento das contagens microbiológicas da água do sistema e da carcaça após um ciclo de oito horas de trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABU-RUWAIDA, A.S.; SAWAYA, W.N.; DASHTI, B.H.; MURAD, M.; AL-OTHMAN, H.A. Microbiological quality of broilers during processing in a modern commercial slaughterhouse in Kuwait. **Journal of Food Protection**, v.57, n.10, p.887-892, october 1994.

ALLEN, V.M.; CORRY, J.E.L., BURTON, C.H.; WHYTE, R.T.; MEAD, G.C. Hygiene aspects of modern poultry chilling. **International Journal of Food Microbiology**, v.58, p.39-48, 2000.

ALMEIDA, P.F. de; SILVA, E.N. da. Estudos sobre o controle e disseminação bacteriana em carcaças de frangos de abatedouros industriais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.44, n.2, p.105-120, 1992.

ALMEIDA, P.F de; SILVA, E.N. da; ALMEIDA, R.C. de C. Contaminação e disseminação bacterianas de carcaças de frango em abatedouros. **Higiene Alimentar**, v.7, n.27, p. 12-17, 1993.

AMIT-ROMACH, E.; SKLAN, D.; UNIL,Z. Microflora ecology of the chicken intestine using 16S ribosomal DNA primers. **Poultry Sciences**, v.83, p.1093-1098, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPORTADORES DE FRANGO. **Estatísticas**, endereço na web: <http://www.abef.com.br> acessado em junho, 2007.

AVILA, V.S. DE; JAENISH, F.R.F.; PIENIZ, L.C.; LEDUR, M.C.; ALBINO, L.F.T.; OLIVEIRA, P.A.V. DE. Produção e manejo de frangos de corte. **Embrapa Suínos e Aves – Documentos**, n.28, p.11, 1992.

BARBALHO, T.C.F.; ALMEIDA, P.F.; ALMEIDA, R.C.C.; HOFER, E. Prevalence of *Listeria* spp. At a poultry processing plant in Brazil and a phage test for rapid confirmation of suspect colonies. **Food Control**, v.16, p.211-216, 2005.

BARROS, L.S.S.; AMARAL, L.A.; LORENZON, C.S.; JUNIOR, J.L.; MACHADO NETO, J.G. Potential microbiological contamination of effluents in poultry and swine abattoirs. **Epidemiological Infection**, n.135, p.505-518, 2007.

BERSOT, L.S. Efeito do pré-resfriamento em *chiller* sobre a contaminação superficial de carcaças de frango. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 29., 2002, Gramado. **Resumos**. Gramado: Sociedade de Veterinária do Rio Grande do Sul, 2002. cc. spu, n. 183.

BERNDTSON, E.; DANIELSSON, -THAM, M.L.; ENGVALL, A. *Campylobacter* incidence on a farm and the spread of *Campylobacter* during the slaughter process. **Food Microbiology**, v.32, p. 35-47, 1996.

BLANK, J.; POWELL, C. Microbiological and hidraulic evaluation of immersion chilling for poultry. **Journal of Food Protection**, v.58, n.12, p. 1386-1388, 1995.

BLOOD, R.M.; JARVIS, B. Chilling of poultry: the effects of process parameters on the level of bacteria in spin *chiller* waters. **Journal of Food Technology**, v.9, n.2, p.157-169, 1974.

BRANT, A.W. The current status of poultry chilling in europe. **Poultry Science**, v.53, n.4, p.1291-1295, 1974.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO. DIVISÃO DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL (DIPOA). Portaria nº210, 10 de novembro de 1998. Regulamento técnico da inspeção tecnológica e sanitária de carnes de aves. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 nov, 1998. Seção 1.

BRASIL – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO – DEPARTAMENTO NACIONAL DE DEFESA ANIMAL. Métodos de análise microbiológica para alimentos. 2ª revisão, 136p., 1991/1992.

BRASIL – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – DEPARTAMENTO DE INSPEÇÃO DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL. Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 dez, 1950. Seção 1.

BRASIL – Resolução RDC ANVISA/MS nº12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Seção 1.

CAMPBELL, D.F.; JOHNSTON, R.W.; CAMPBELL, G.S.; McCLAIN, D.; MACALUSO, J.F. The microbiology of raw, eviscerated chickens: a ten year comparison. **Poultry Science**, v.62, n.3, p.437-444, 1983.

CARRAMINÁNA, J. J.; YANGUELA, J.; BLANCO, D.; ROTA, C.; AGUSTIN, A. I.; ARIÑO, A.; HERRERA, A. *Salmonella* incidence and distribution os serotypes throughout processing in a spanish poultry slaughterhouse. **Journal of Food Protection**, v.60, n.11, p.1312-1317, 1997.

CASON, J.A.; BAILEY, J.S.; STERN, N.J., WHITTEMORE, A.D.; COX, N.A. Relationship between aerobic bacteria, salmonellae, e campylobacter on broiler carcasses. **Poultry Science**, v. 76, p. 1037-1041, 1997.

CASON, J.A.; HINTON, A.; INGRAM, K.D. Coliform, *Escherichia coli*, and *Salmonellae* concentrations in a multiple-tank, counterflow poultry scalding. **Journal of Food Protection**, v. 63, n. 9, p.1184-1188, 2000.

CASON, J.A., BERRANG, M.E.; BURH, R.J.; COX N.A. Effects of prechill fecal contamination on numbers of bacteria recovered from broiler chicken carcasses before and after immersion chilling. **Journal of Food Protection**, v.67, n.9, p. 1829-33, 2004.

CORRADINI, M.G.; HOROWITZ, J.; NORMAND, M.D.; PELEG, M. Analysis of the fluctuating pattern of *E. coli* counts in the rinse water of an industrial poultry plant. **Food Research International**, n. 34, p. 565-572, 2001.

COSTA, P.S.; CARVALHO, A.L.T. Análise de perigos e pontos críticos de controle na linha de produção de frango inteiro congelado. **6º Congresso Brasileiro de Higienistas de Alimentos** – resumos, 2001.

COTTA, T.; DELPECH, P. Características sensoriais da carne de frangos segundo mo grau de contaminação bacteriana das carcaças. **A Hora Veterinária**, ano 20, n.115, p.44-47, 2000.

COX, N. A.; MERCURI, A.J.; JUVEN, B. J.; THOMSON, J. E.; CHEW, V. Evaluation of succinic acid and heat to improve the microbiological quality of poultry meat. **Journal of Food Science**, v.39, p.985-987, 1974.

COX, N.A.; MERCURI, A.J.; JUVEN, B. J.; THOMSON, J.E. *Enterobacteriaceae* at various stages of poultry chilling. **Journal of Food Science**, v.40, p.44-46, 1975.

DICKSON, J.S. Reduction of bacteria attached to meat surfaces by washing with selected compounds. **Journal of Food Protection**, v.51, n.11, p.869-873, November/ 1988.

FERNANDES, F.C. Poeiras em aviários. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, v.2, n.4, p.253-262, Out-Dez/2004.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da Segurança Alimentar**. Ed. Artmed: Porto Alegre, 424p., 2002.

FREEMAN, B.A.; WILSON, R.E.; BINDER, R.G.; HADDON, W.F. Halogenated 2,5-pyrrolidinediones: synthesis, bacterial mutagenicity in ames tester strain TA-100 and semi-empirical molecular orbital calculations. **Mutat Research**, v.490, n.2, p.89-98, February/ 2001.

GALHARDO, J.A.; LOPES, M.; OLIVEIRA, J.T.; TAMANINI, R.; SANCHES, S.F.; FREITAS, J.C.; MULLER, E.E. Eficácia dos tanques de pré-resfriamento na redução de contaminação bacteriana em carcaças de frango. **Semina: Ciências Agrárias**, v.27, n.4, p.647-656, out-dez/ 2006.

GEORNARAS, I.; JESUS, A.E.; ZYL, E.V.; HOLY, A.V. Bacterial populations associated with poultry processing in a south african abattoir. **Food Microbiology**, v.13, p.457-465, 1996.

GILL, C.O. Microbiological contamination of meat during slaughter and butchering of cattle, sheep and pigs. In. DAVIES, A, e BOARD, R. The microbiology of meat and poultry. 15 ed, p. 118-154, 1998.

GONZÁLEZ-MIRET, M.L.; ESCUDERO-GILETE, M.L.; HEREDIA, F.J. The establishment of critical control points at the washing and air chilling stages in poultry meat production using multivariate statistics. **Food Control**, v.17, p.935-941, 2006.

GORSELINE, H.E., HOWE, M.A., BAUSCH, E.R., GUNDERSON, M.F. In-plant chlorination does a 3-way job. **U.S. Egg Poultry Magazine**, n.57, p.12, 1951.

GROSSKLAUS, D.; BRUHANN, W.; LEVETZOW, R.; GOTZE, U. **Inspección sanitaria de la carne de ave**. Ed. Acribia: Zaragoza Espanha, p. 142-151, 1997.

HADDON, W.F.; BINDER, R.G.; WONG, R.Y.; HARDEN, L.A.; WILSON, R.E.; BENSON, M.; STEVENS, K.L. Potent bacterial mutagens produced by chlorination of simulated poultry *chiller* water. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.44, p.256-263, 1996.

HUMPHREY, T.; JORGENSEN, F. Pathogens on meat and infection in animals – Establishing a relationship a relationship using campylobacter and salmonella as examples. **Meat Science**, v.74, p.89-97, 2006.

IKEME, A. I.; SWAMINATHAN, B. Extending the shelf-life of chicken broiler meat. **Poultry Science**, v.61, n.11, November/1982.

JAMES, C.; VINCENT, C.; LIMA, T.I. de A.; JAMES, S.J. The primary chilling of poultry carcasses – a review. **International Journal of Refrigeration**, p.1-17, 2005.

JAMES, W.O.; PRUCHA, J.C.; BREWER, R.L.; WILLIAMS, W.O.; CHRISTENSEN, W.A.; THALER, A.M.; HOGUE, A.T. Effects of countercurrent scalding and postcald spray on the bacteriologic profile of raw chicken carcasses. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 201, n.5, p.705-708, 1992a.

JAMES, W. O.; WILLIAMS, W. O.; PRUCHA, J. C.; JOHNSTON, R.; CHRISTENSEN, W. Profile of selected bacterial counts and *Salmonella* prevalence on raw poultry in a poultry slaughter establishment. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v.200, n.1, p. 57-59, 1992b.

JIMÉNEZ,S.M.; SALSÍ,M.S.; TIBURZI, M.C.; PIROVANI, M.E. A comparison between broiler chicken carcasses with and without visible faecal contamination during the slaughtering process on hazard identification of *Salmonella* spp. **Journal of Applied Microbiology**, v. 93, p. 593-598, 2002.

KLASSEN, T. **Modelagem do sistema de resfriamento de carcaças de frangos com redes neurais artificiais**. Monografia (Especialização em Engenharia de Alimentos) Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2004.

KNOOP, G.N.; PARMELEE, C.E.; STADELMAN, W.J. Microbiological characteristics of wet and dry chilled poultry. **Poultry Science**, v. 50, p.530-536, 1971.

LILLARD, H.S. Levels of chlorine and chlorine dioxide of equivalent bactericidal effect in poultry processing water. **Journal of Food Science**, v.44, p.1594-1597, 1979.

LILLARD, H.S. Microbiological characterization of water for recycling in poultry processing plants. **Journal of Food Science**, v.42, p. 168-171, 1977.

LILLARD, H.S. Evaluation of bird *chiller* water for recycling in giblet flumes. **Journal of Food Science**, v.43, p.401-403, 1978.

- LILLARD, H.S. Control of pH in generating chlorine dioxide for bactericidal use in poultry processing water. v.45, p.155-156, 1980.
- LILLARD, H.S.; THOMSON, J.E. Efficacy of hydrogen peroxide as a bactericide in poultry *chiller* water. **Journal of Food Science**, v.48, p.125-126, 1983.
- LILLARD, H.S. Factors Affecting the Persistence of *Salmonella* during the Processing of Poultry. **Journal of Food Protection**, v.52, n.11, p.829-832, November/ 1989.
- MARENZI, C. Proper meat storage prevents spoilage. **Poultry Missed International**, v.2, n.4, p.12-15, 1986.
- MARSH, D.; SCANTLING, M.K.; DOYLE, M.L.; WALDROUP, A.L. Microbiological evaluation of chlorine dioxide in commercial poultry plants. **Poultry Science**, 1996.
- MAY, K.N. Changes in microbial numbers during final washing and chilling of commercially slaughtered. **Poultry Science**, v.53, n.4, p.1282-1285, 1974.
- MEAD, G.C. Bacteriological control in the processing of poultry. **Veterinary Record**, v.95, p.569-572, 1974.
- MEAD, G.C. **Processing of Poultry**. Ed. Chapman & Hall: London, p.117, 1995.
- MEAD, G.C.; THOMAS, N.L. Factors affecting the use of chlorine in the spin-chilling of eviscerated poultry. **British Poultry Science**, v.14, p. 99-117, 1973a.
- MEAD, G.C.; THOMAS, N.L. The bacteriological conditions of eviscerated chickens processed under controlled conditions in a spin-chilling system and sampled by two different methods. **British Poultry Science**, v.14, p.413-419, 1973b.
- MEAD, G.C. Bacteriological control in the processing of poultry. **Veterinary Record**, v.95, p.569-572, 1974.
- MULDER, R.W.A.; DORRESTEIJN, L.W.J.; HOFMANS, G.J.P.; VEERKAMP, C.H. Experiments with continuous immersion chilling of broiler carcasses according to the code of practice. **Journal of Food Science**, v. 41, p.438-442, 1976.
- MULDER, R.W.A., VEERKAMP, C.H. Improvements in poultry slaughterhouse hygiene as a result of cleaning before cooling. **Poultry Science**, v.53, n.5, p.1690-1964, September/ 1974.
- MULDER, R.W.A.; DORRESTEIJN, L.W.J.; BROEK, J.V.D. Cross-contamination during the scalding and plucking of broilers. **British Poultry Science**, v.19, p.61-70, 1978.
- NORTHCUTT, J.K.; CASON Jr, J.A.; SMITH, D.P.; BUHR, R.J.; FLETCHER, D.L. Broiler carcass bacterial counts after immersion chilling using either a low or high volume of water. **Poultry Science**, v.85, p.1802-1806, 2006.

NORTHCUTT, J.K.; BERRANG, M.E.; DICKENS, J.A.; FLETCHER, D.L.; COX, N.A. Effects of broiler age, feed withdrawal and transportation on levels of Coliforms, *Campylobacter*, *Escherichia coli* and *Salmonella* on carcasses before and after immersion chilling. **Poultry Science**, p. 169-173, 2003.

NOTERMANS, S.; LEUSDEN, F.M.V.; SCHOTHORST, M.V. Suitability of different bacterial groups for determining faecal contamination during post scalding stages in the processing of broiler chickens. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 43, p.383-389, 1977.

PATTERSON, J.T. Microbiological aspects of poultry processing. **British Poultry Science**, v.12, p.197-203, 1971.

PETRAK, T.; KALODERA, Z.; NOVAKOVIC, P.; KAROLYI, L.G. Bacteriological comparison of parallel and counter flow water chilling of poultry meat. **Meat Science**, n. 53, p.269-271, 1999.

RANKEN, M.D.; CLEWLOW, G.; SHRIMPTON, D.H.; STEVENS, B.J.H. Chlorination in poultry processing. **British Poultry Science**, v.6, p.331-337, 1965.

REDDY, K. V. *et al.* Effect of spin chilling and freezing on bacteria on commercially processed turkeys. **Journal of Food Science**, v. 43, n. 3, p. 334-336, 1978.

RESFRIAMENTO a ar: nova tendência nos EUA?. Países Baixos, Stork Food Systems, **Poultry Processing News**, p. 12-13, maio, 2006.

RITTER, R. **Contaminação bacteriana da água do sistema de pré-resfriamento de frangos e sua influência na vida de prateleira de frangos resfriados e refrigerados.** 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

RUSSELL, S.M.; FLETCHER, D.L.; COX, N.A. Comparison of media for determining temperature abuse of fresh broiler carcasses using impedance microbiology. **Journal of Food Protection**, v.58, n.10, p.1124-1128, 1995.

SANCHEZ, M. X.; FLUCKEY, W.M.; BRASHEARS, M.M.; McKEE, S.R. Microbial profile and antibiotic susceptibility of *Campylobacter* spp. and *Salmonella* spp. in broilers processed in air-chilled and immersion-chilled environments. **Journal of Food Protection**, v.65, n.6, p. 948-956, Junho/ 2002.

SCHADE, J.E.; TSAI, L.; TONG, L.; WILSON, R.; MacGREGOR, J.T. Extraction of mutagens from chlorinated poultry *chiller* water. **Journal of Food Science**, v.55, n.3, p.635-639, 1990.

SHELDON, B.W.; BROWN, A.L. Efficacy of ozone as a disinfectant for poultry carcasses and chill water. **Journal of Food Science**, v.51, n.2, p.305-309, 1986.

SILVA, J.A. Microorganismos patogênicos em carne de frango. **Higiene Alimentar**, n.58, outubro 1998.

SOARES, J.; BENNITEZ, L.B.; TERRA, N.N. Análise de pontos críticos no abate de frangos através da utilização de indicadores microbiológicos. **Higiene Alimentar**, v. 15, n.95, p.53-61, Abril 2002.

TESSARI, E.N.C.; CARDOSO, A.L.S.P.; KANASHIRO, A.M.I.; STOPPA, G.F.Z.; LUCIANO, R.L.; CASTRO, A.G.M. Avaliação da contaminação por *salmonella* em veículos de transporte de matéria-prima para produção de ração de aves. **O Biológico**, v.69, n.2, jun/2007.

THOMAS, C.J.; McMEEKIN, T.A. Contamination of broiler carcass skin during commercial processing procedures: an electron microscopic study. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 40, n. 1, p. 133-144, July 1980.

THOMAS, C. J.; McMEEKIN, T.A. Effect of water immersion on the microtopography of the skin of chicken carcasses. **Journal of Science Food Agriculture**, v.33, p.549-554, 1982.

THOMSON, J.E.; COX, N.A.; WHITEHEAD, W.K.; MERCURI, A.J.; JUVEN, B.J. Bacterial counts and weight changes of broiler carcasses chilled commercially by water immersion and air-blast. **Poultry Science**, v.54, p.1452-1460, 1975.

THOMSON, J.E.; WHITEHEAD, W.K.; MERCURI, A.J. Chilling poultry meat – a literature review. **Poultry Science**, v.53, p.1268-1281, 1974.

TSAI, L.; HIGBY, R.; SCHADE, J. Desinfection of poultry *chiller* water with chlorine dioxide: consumption and by product formation. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.43, p.2768-2773, 1995.

TSAI, L.; SCHADE, J.E.; MOLYNEUX, B.T. Chlorination of poultry *chiller* water: chlorine demand and disinfection efficiency. **Poultry Science**, v.71, p.188-196, 1992.

VAIDYA, V.M. Detection of indicator organisms on poultry carcass sites in a organized slaughterhouse. **Journal of Muscle Food**, v.16, n.4, p.289-297, 2005.

VEERKAMP, C.H. Developments in poultry chilling. **Poultry international**, v. 24, n. 2, p.68-74, 1985.

XAVIER, C. de V.A.; BERAQUET, N.J. Vida de prateleira da carne de frango refrigerada – Alternativas tecnológicas I. Atmosfera modificada. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos (SBCTA)**, v.27, n.1, p.41-47, 1993.

WALKER, H.W.; AYRES, J.C. Incidence and kinds of microorganisms associated with commercial dressed poultry. **Appl. Microbiology**, v.4, n.6, p 345-349, 1956.

WHYTE, P.; MCGILL, K.; MONAHAN, C.; COLLINS, J.D. The effect of sampling time on the levels of microorganisms recovered from broiler carcasses in a commercial slaughter plant. **Food Microbiology**, v.21, p.59-65, 2004.