

**URI – CAMPUS ERECHIM**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA EFICÁCIA DA LAVAGEM DE CARÇAÇAS  
DE FRANGO COM E SEM CONTAMINAÇÃO FECAL APARENTE.**

**ANDRÉIA DAL PISSOL**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da URI –Campus de Erechim, como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos, da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, Campus de Erechim.

**ERECHIM, RS – BRASIL**  
**MAIO DE 2011**

**AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA EFICÁCIA DA LAVAGEM DE CARÇAÇAS  
DE FRANGO COM E SEM CONTAMINAÇÃO FECAL APARENTE.**

ANDRÉIA DAL PISSOL

Dissertação de Mestrado submetida à Comissão Julgadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos.

Comissão Julgadora:

---

Prof. Rogério Luis Cansian, Dr. Sc.  
URI - Campus de Erechim – Orientador

---

Prof<sup>a</sup>. Eunice Valduga, Dra. Sc.  
URI- Campus de Erechim – Orientador

---

Prof. Eduardo Cezar Tondo, Dr. Sc.  
UFRGS

---

Prof<sup>a</sup>. Geciane Toniazzo, Dra. Sc.  
URI - Campus de Erechim

Erechim, 04 de maio de 2011

NESTA PÁGINA DEVERÁ SER INCLUÍDA A FICHA CATALOGRÁFICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. ESTA FICHA SERÁ ELABORADA DE ACORDO COM OS PADRÕES DEFINIDOS PELO SETOR DE PROCESSOS TÉCNICOS DA BIBLIOTECA DA URI – CAMPUS DE ERECHIM.

Dedico este trabalho a minha família pelo amor,  
carinho, estímulo e dedicação.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pelo dom da vida, pela graça de poder compartilhar da companhia de pessoas tão especiais, por possibilitar mais esse avanço na minha formação profissional.

Ao professor Rogério Luis Cansian e as professoras Eunice Valduga e Helen Treichel por quem tenho grande admiração e respeito.

Aos membros da banca pela compreensão e colaboração através das correções, sugestões e comentários.

A todas as pessoas que colaboraram, de alguma forma, na realização deste projeto.

**“Se não puder ser uma estrada, seja apenas uma senda.  
Se não puder ser sol (brilhante), seja um planeta (obscuro),  
mas seja o melhor em qualquer lugar que você esteja”.**

(Douglas Maloch)

Resumo da Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos.

## **AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA EFICÁCIA DA LAVAGEM DE CARÇAÇAS DE FRANGO COM E SEM CONTAMINAÇÃO FECAL APARENTE.**

Andréia Dal Pissol

Maio/2011

Orientadores: Rogério Luis Cansian e Eunice Valduga.

O trabalho visou avaliar a eficácia da lavagem de carcaças de frango com e sem contaminação fecal aparente, comparar a retirada da contaminação fecal através do corte da parte contaminada, realizado atualmente pelas empresas brasileiras, com a retirada da contaminação pela lavagem através de aspensão (ducha). Inicialmente, foram coletadas 12 carcaças de frango, sendo estas contaminadas com grande quantidade de fezes fixadas na região da sobrecoxa da carcaça, após foi efetuado o corte de aproximadamente 25 g de pele para avaliar o grau de contaminação, também das mesmas carcaças foram retiradas, da parte sem contaminação artificial, 25 g para avaliar o grau de contaminação. Das amostras foram realizadas análises microbiológicas para contagem de *Escherichia coli* e Enterobactérias. Após esta etapa, 06 carcaças foram coletadas e contaminadas propositalmente com grande quantidade de fezes, as partes contaminada e sem contaminação artificial foram delimitadas e destinadas ao chuveiro de lavagem, neste equipamento foram usadas diferentes pressões (1,5; 3,5 e 5,5 Kgf/cm<sup>2</sup>) sem o uso de coadjuvante ou com o uso do coadjuvante (dicloroisocianurato de sódio) alterando as concentrações aplicadas (0; 5 e 10 ppm). Após os experimentos, os melhores resultados foram validados com 40 carcaças de frango. Para cada pressão e concentração de coadjuvante aplicada foram realizadas análises microbiológicas através da contagem de *E. coli* (UFC/g) e Enterobactérias (UFC/g). O experimento demonstrou que não há diferença significativa entre a carcaça com contaminação e sem contaminação artificial, após a passagem pela ducha de lavagem. O binômio pressão *versus* concentração de

dicloroisocianurato de sódio influenciou no resultado das análises microbiológicas das carcaças de frango, sendo que os melhores resultados encontrados foram com 3,5 Kgf/cm<sup>2</sup> de pressão e 5 ppm de coadjuvante tecnológico, 5,5 Kgf/cm<sup>2</sup> de pressão e 10 ppm de coadjuvante tecnológico e 5,5 Kgf/cm<sup>2</sup> de pressão sem coadjuvante tecnológico. Nos experimentos realizados a pressão demonstrou maior influência que a concentração de coadjuvante tecnológico. No caso específico, Enterobactérias com contaminação artificial somente o aumento da pressão da água durante a lavagem influenciou significativamente na redução microbiana das carcaças de aves. Realizou-se, concomitantemente uma análise visual (32 julgadores) avaliando as carcaças de frango *in natura*, com e sem contaminação artificial, após a lavagem em ducha, sendo que visualmente não foi detectada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos.

Palavras-chaves: frango, descontaminação fecal, lavagem, pressão, coadjuvante tecnológico.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Aspectos de produção e comercialização da carne de frango .....	4
2.2 Processamento da carne de frango .....	8
2.3 Qualidade da carne .....	10
2.4 Qualidade no aspecto sanitário .....	13
2.5 Coadjuvante tecnológico de alimentos – dicloroisocianurato de sódio.....	17
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
3.1 Amostragem e delineamento dos experimentos .....	19
3.2 Análises microbiológicas .....	24
3.2.1 Contagem de enterobactérias .....	25
3.2.2 Contagem de <i>Escherichia coli</i> .....	25
3.3 Análise estatística .....	26
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>27</b>
4.1 Aspectos microbiológicos .....	27
4.2 Características visuais.....	44
<b>5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES .....</b>	<b>45</b>
5.1 Conclusões.....	45
5.2 Sugestões .....	46
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>47</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01.</b> Evolução da produção brasileira (mil toneladas) de carne de frango de 1993 a 2009 .....	5
<b>Figura 02.</b> Evolução de consumo de carne de frango (Kg per capita) no Brasil de 1993 a 2009 .....	6
<b>Figura 03.</b> Apresentação dos maiores exportadores de carne de frango do mundo ..	6
<b>Figura 04.</b> Apresentação dos maiores produtores de carne de frangos do mundo ....	6
<b>Figura 05.</b> Apresentação dos exportadores brasileiros de carne de frango por região	8
<b>Figura 06.</b> Itens originados de um frango abatido .....	9
<b>Figura 07.</b> Aspecto dos produtos mais rentáveis para a indústria: (a) Coxa e sobrecoxa sem osso e com pele; (b) Produto peito sem osso e sem pele.....	10
<b>Figura 08.</b> Aspectos das carcaças com contaminação fecal .....	19
<b>Figura 09.</b> Aspecto das carcaças de frango com contaminação fecal artificial (a), sem contaminação fecal artificial – 2º marcação (b), respectivamente .....	20
<b>Figura 10.</b> Passagem das carcaças pela ducha de lavagem (a). Detalhes da ducha de lavagem das carcaças, localizado ao final de linha de evisceração (b) .....	23
<b>Figura 11.</b> Aspecto das amostras de carcaças de frango para avaliação visual (Teste Comparação Pareada) .....	24
<b>Figura 12.</b> Modelo de ficha de avaliação visual, aplicado ao teste de Comparação Pareada.....	24
<b>Figura 13.</b> Gráfico de Pareto com os efeitos estimados (valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento experimental completo $2^2$ , para a contagem de <i>E. coli</i> com contaminação artificial (a), <i>E.coli</i> sem contaminação artificial (b), respectivamente .	34
<b>Figura 14.</b> Gráfico de Pareto com os efeitos estimados (valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento experimental completo $2^2$ , para a contagem de Enterobactéria com contaminação artificial (a) e Enterobactéria sem contaminação artificial (b), respectivamente.....	35

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01.</b> Exportação de carne de frango em mil toneladas.....	7
<b>Tabela 02.</b> Variáveis independentes e níveis testados no planejamento fatorial completo $2^2$ .....	22
<b>Tabela 03.</b> Matriz do planejamento experimental completo $2^2$ (valores codificados e reais) com as respostas em <i>E. coli</i> com contaminação artificial, <i>E.coli</i> sem contaminação artificial, Enterobactérias com contaminação artificial, Enterobactérias sem contaminação artificial, após a lavagem.....	29
<b>Tabela 04.</b> Validação dos ensaios 2, 4 e 5 do planejamento fatorial completo $2^2$ com as respostas em <i>E. coli</i> com contaminação artificial, <i>E. coli</i> sem contaminação artificial, Enterobactéria com contaminação artificial e Enterobactéria sem contaminação artificial.....	40
<b>Tabela 05.</b> Teste pareado direcional para indicar diferenças entre amostras de frango sem contaminação artificial e com contaminação artificial, após lavagem em ducha .....	44

## NOMENCLATURA

ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária  
APPCC: Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle  
BPF: Boas Práticas de Fabricação  
DAS: Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Alimentar  
DICLORO: Dicloroisocianurato de sódio  
DIPOA: Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal  
EFSA: European Food Safety Authority  
ETA: Enfermidades Transmitidas por Alimentos  
FAO: Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação  
FSIS: Food Safety and Inspection Service  
HACCP: Hazard Analysis and Critical Control Points  
ICMSF: International Commission on Microbiological Specifications for Foods  
MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
NACMCF: National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods  
OMC: Organização Mundial do Comércio  
PCC: Pontos Críticos de Controle  
PPHO: Procedimentos Padrão de Higiene Operacional e Pré-Operacional  
THM's: Trihalometanos  
TSP: Fosfato trissódico  
UBABEF: União Brasileira de Avicultura  
UE: União Européia

## 1 INTRODUÇÃO

O frango brasileiro está presente nas mesas de consumidores de mais de 150 países, sendo que em 2010, o Brasil foi considerado o maior exportador mundial, alcançando aproximadamente 3,82 milhões de toneladas e o terceiro maior produtor de carne de aves, totalizando 12,23 milhões de toneladas (MEATWORLD, 2011). O Brasil, também, é considerado um grande consumidor de carne de frango, sendo que, em 2010, o consumo de frango per capita dos brasileiros alcançou aproximadamente 38,1 kg, contra 37,6 kg da carne bovina (VIACAVA, 2010).

O Brasil de fato conquistou com méritos o destaque no mercado de proteínas animais do mundo, mas manter-se na posição não é tarefa fácil. Uma maior expansão neste segmento de mercado tem sido dificultada pela redução da vida útil decorrente de alterações fisiológicas, bioquímicas e microbiológicas dos produtos de origem animal (BORGES; FREITAS, 2002).

A indústria tem, no entanto, muitos desafios, e o caminho será lidar com eles para determinar a eficiência e competitividade da indústria de aves, comparada com outras carnes e com fontes protéicas não-cárneas (BARBUT, 2002).

A qualidade higiênico-sanitária de produtos cárneos depende de medidas que devem ser obedecidas, desde o período pré-abate até o momento do consumo. Após o abate e evisceração, muitas carcaças de frango continuam com suas características microbiológicas inalteradas (ANDERSEN, 1995), contudo quando os animais são abatidos, micro-organismos provenientes do meio (do solo, da água, da ração, etc) podem contaminar a superfície externa da carne.

A contaminação de carcaças de frango tem importantes implicações para a segurança e o tempo de vida útil do produto (ORDÓÑEZ-PEREDA *et al.*, 2005), logo procedimentos que podem controlar a sobrevivência e a multiplicação das bactérias na superfície são de interesse, tanto da indústria quanto das agências reguladoras (DICKSON, 1992).

No Brasil o programa de Análises de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) foi instituído pela portaria nº 1.428 do Ministério da Saúde (BRASIL, 1993) para todas as indústrias de alimentos, sendo que a portaria nº 46 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1998) preconizou a sua implantação em todas as indústrias de produtos de origem animal. No ano de 2003, através da

Circular nº 369 (BRASIL, 2003a), foram estabelecidos pela DCI/DIPOA como “PCC’s mínimos de abate a contaminação da carcaça por fezes, ingesta ou leite (este último em caso de animais mamíferos)”, e que “não há limite de tolerância para a presença de fezes, ingesta ou leite nas carcaças”. O mesmo documento cita que são exemplos de ações corretivas para os desvios “a retirada da contaminação fecal das carcaças”. Este PCC descreve como limite a ausência de contaminação gastrointestinal e biliar nas carcaças e cita como exemplo a retirada desta através do corte. Atualmente as carcaças, após a evisceração e antes do toailete final com ducha de água, são inspecionadas uma a uma nas suas superfícies externas e internas. A parte da carcaça contaminada passa por um toailete a seco onde retira-se a contaminação fecal através do corte (com faca).

Atualmente na União Européia (UE) a legislação (regulamento CE nº 853/2004) que estabelece regras específicas de higiene aplicáveis aos gêneros alimentícios de origem animal, no artigo 3º (2) sobre as obrigações gerais, menciona que “os operadores das empresas do setor alimentício não podem utilizar nenhuma substância além de água potável para remover qualquer eventual contaminação da superfície dos produtos de origem animal”. O referido regulamento não proíbe por completo a descontaminação química dos alimentos de origem animal, mas a aprovação está vinculada às prescrições rigorosas e só pode ser autorizada depois da European Food Safety Authority (EFSA) ter realizado uma análise de riscos (HUGAS; TSIGARIDA, 2008).

No entanto, o procedimento padrão em outros países é a lavagem da carcaça antes do sistema de resfriamento (KEMP *et al.*, 2001). No Canadá este toailete é realizado após a ducha de lavagem e antes do sistema de resfriamento. Os tratamentos químicos das carcaças não são permitidos na Europa, no entanto, são aprovados nos Estados Unidos da América, a água clorada é usada em vários países para a redução das contagens bacterianas, os níveis de cloro não devem exceder 50 ppm (BOLDER, 1997).

As estratégias de controle de doenças transmitidas por alimentos (DTA) têm sido, nos últimos anos, motivo de discussões, em todo o mundo, permitindo o seu controle e, conseqüentemente, a garantia da colocação de produtos inócuos no mercado consumidor. Os micro-organismos causadores das DTA podem ser ubíquos na natureza, nos alimentos e no intestino do homem. A infecção nos frangos é natural, assintomática e raramente causa doença, tornando as aves um

reservatório. A prevalência destes agentes decorre, em geral, de falhas de condições higiênico-sanitária na criação, abate, conservação e manipulação. As DTA podem se estabelecer, dependendo da variedade do micro-organismo, da sua quantidade no produto e da susceptibilidade do consumidor (BERCHIERI *et al.*, 2009).

Com a necessidade de oferecer cada vez mais produtos derivados de frangos com maior valor agregado e seguros para o consumidor final, as tecnologias que aumentam a segurança e a vida de prateleira dos produtos ganharam considerável importância.

Com base nestes aspectos, surgiu a proposta deste trabalho, que teve como objetivo avaliar a eficácia da lavagem de carcaças de frango com e sem contaminação fecal aparente, quantificar a contaminação fecal das carcaças (após a linha de evisceração), comparar a parte contaminada com a parte não contaminada artificialmente, identificar a melhor forma de reduzir esta contaminação (retirada da contaminação fecal através do corte da parte contaminada ou a retirada da contaminação pela lavagem) e verificar se existe diferença entre as carcaças de frango com e sem contaminação artificial, após o processo de lavagem, através de análise visual.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Neste capítulo serão apresentados aspectos da produção e do processamento da carne de frango, enfatizando a qualidade da carne principalmente sobre o aspecto sanitário, ressaltando os principais micro-organismos e condições tecnológicas de melhorias nos sistemas de desinfecção da carne de frango.

### **2.1 Aspectos de produção e comercialização da carne de frango**

A indústria de carnes no Brasil vem se desenvolvendo contínua e rapidamente. Por muito tempo, esta indústria esteve mais preocupada com a produção de volume e voltada apenas ao mercado nacional. Aos poucos a indústria foi ocupando espaço no mercado internacional e atualmente tem um peso extremamente importante no suprimento mundial.

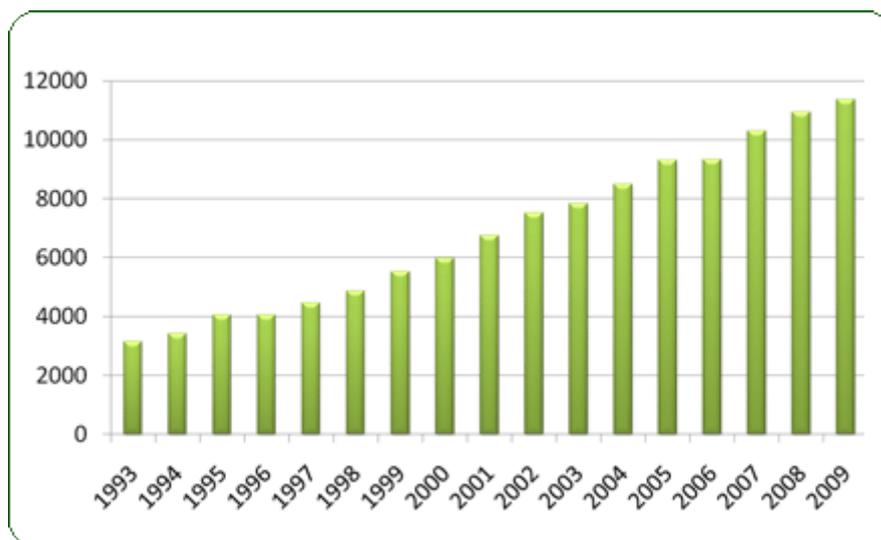
O Brasil é hoje o maior exportador de carnes de frangos e bovinos e está muito bem posicionado nas exportações de carnes de suínos e perus. O mercado nacional segue sendo o maior cliente e absorve a maior parte da produção, o que serve como base firme da plataforma crescente de exportação. O setor avícola é extremamente dependente das exportações, que hoje correspondem a 30% da produção nacional (AVISITE, 2010).

Segundo projeções, a produção global de carne de aves em 2015 poderá totalizar 103,2 milhões de toneladas. Países como Estados Unidos, China e Brasil serão responsáveis por aproximadamente 49% da produção mundial. No período de 2006 a 2015 a produção brasileira deve crescer 30,7% (AVICULTURA INDUSTRIAL, 2006).

A carne de aves é consumida em todo o mundo e, nas últimas décadas, houve crescimento na popularidade em muitos países. Entre as razões para este aumento do consumo, está o relativo baixo custo de produção, o rápido índice de crescimento das aves, o alto valor nutricional da carne e a introdução de muitos novos produtos processados. Sobretudo, a indústria de aves tem mudado drasticamente nos últimos 50 anos. Uma das principais razões do incremento das exportações do Brasil é o grande aumento na produção de milho e soja para rações, resultando assim num baixo custo de produção. No Brasil há baixo custo de

alimentação e do custo de mão-de-obra e isto, obviamente, dá a este país vantagens sobre outros países, fazendo dele um dos mais atuantes no mercado exportador de aves (BARBUT, 2002).

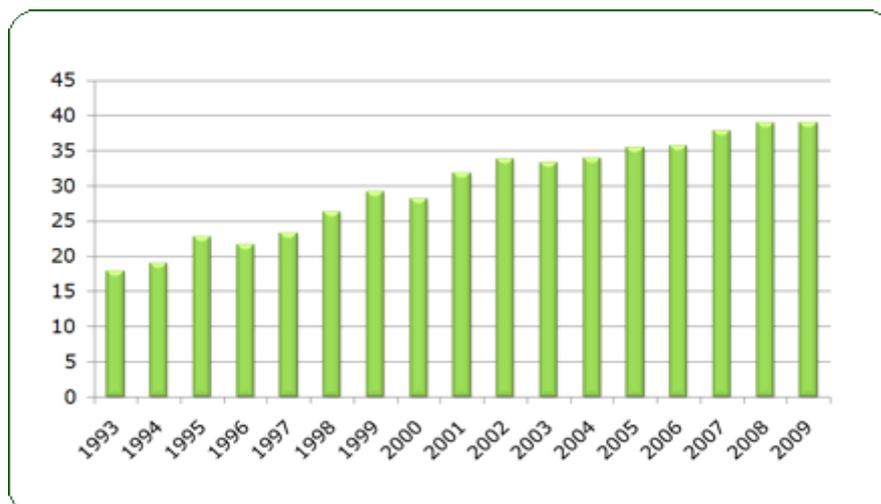
A produção brasileira de carne de frango apresentou, nas últimas décadas, um aumento expressivo no seu valor. A evolução da produção brasileira de carne de frango está demonstrada pela Figura 01.



**Figura 01.** Evolução da produção brasileira (mil toneladas) de carne de frango de 1993 a 2009 (UBABEF, 2010a).

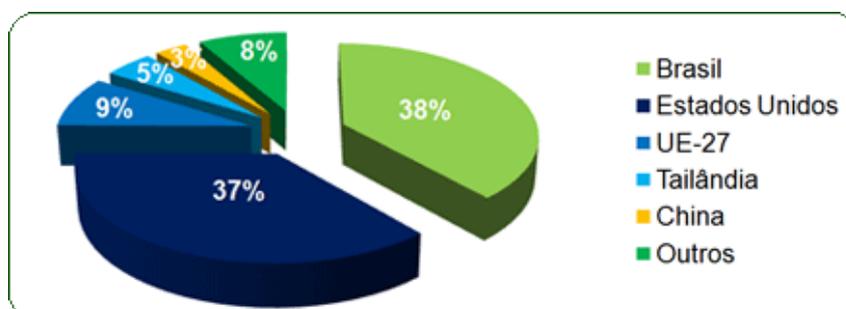
De acordo com a Figura 01, o crescimento da produção brasileira de carne de frangos aumentou, desde 1993 até 2009, aproximadamente 6 vezes o seu volume, inflacionado pela demanda deste tipo de produto.

Analisando a Figura 02, verifica-se que o consumo da carne de frango teve um crescimento significativo, estando intimamente ligado a mudanças nos hábitos alimentares dos brasileiros, acostumados a comer carne bovina, sendo uma grande conquista do setor avícola. Outro fator de grande relevância foi à queda do custo da carne de frango, mais barata em relação às demais carnes (MÓRI *et al.*, 2006).

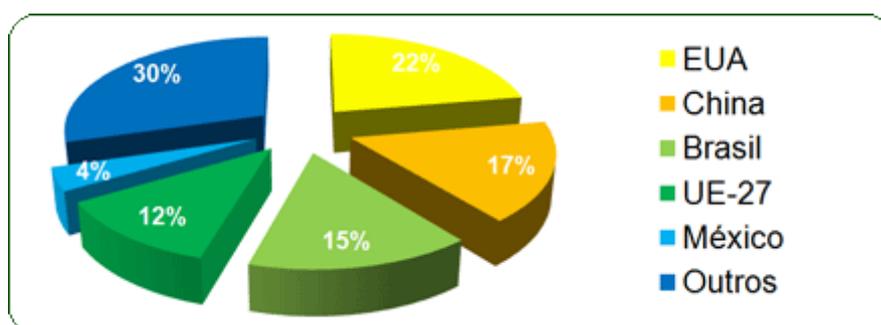


**Figura 02.** Evolução de consumo de carne de frango (Kg per capita) no Brasil de 1993 a 2009 (UBABEF, 2010a).

Em 2009, o Brasil ocupava o 1º lugar dentre os exportadores de carne de frango e o 3º lugar dentre os países produtores de frango, apenas perdendo para os Estados Unidos e para a China, conforme demonstra as Figuras 03 e 04, respectivamente.



**Figura 03.** Apresentação dos maiores exportadores de carne de frango do mundo (UBABEF, 2010b).



**Figura 04.** Apresentação dos maiores produtores de carne de frangos do mundo (UBABEF, 2010b).

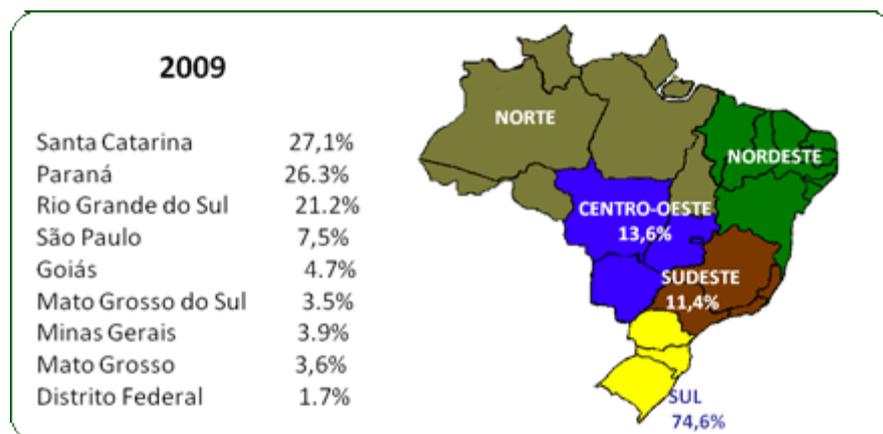
Na Tabela 01 estão apresentados os valores de exportação de carne de frango, na qual verifica-se a ascensão das exportações realizadas pelo Brasil. Dentre o período de 2006 a 2009, houve um aumento de aproximadamente 30 % (AVISITE, 2010).

**Tabela 01.** Exportação de carne de frango em mil toneladas.

Ano/mês	Exportação (mil toneladas)			
	2006	2007	2008	2009
Janeiro	213,7	209,2	274,9	274,8
Fevereiro	198,8	232,4	292,5	263,2
Março	225,5	303,6	313,2	306,5
Abril	211,5	264,0	270,0	329,9
Mai	196,4	275,2	361,4	303,8
Junho	194,8	259,3	330,1	329,0
Julho	185,7	284,0	339,4	317,2
Agosto	299,1	304,7	322,7	301,2
Setembro	209,5	242,1	323,9	289,9
Outubro	255,8	313,4	315,6	335,4
Novembro	283,8	298,9	235,1	268,6
Dezembro	237,8	299,9	266,6	314,7
<b>Total</b>	<b>2.712,9</b>	<b>3.286,8</b>	<b>3.645,5</b>	<b>3.634,2</b>

Fonte: AVISITE (2010).

Os estados do Brasil que mais exportam carne de frango são Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul, representando 74,6% do total exportado, conforme demonstra a Figura 05.



**Figura 05.** Apresentação dos exportadores brasileiros de carne de frango por região (UBABEF, 2010b).

## 2.2 Processamento da carne de frango

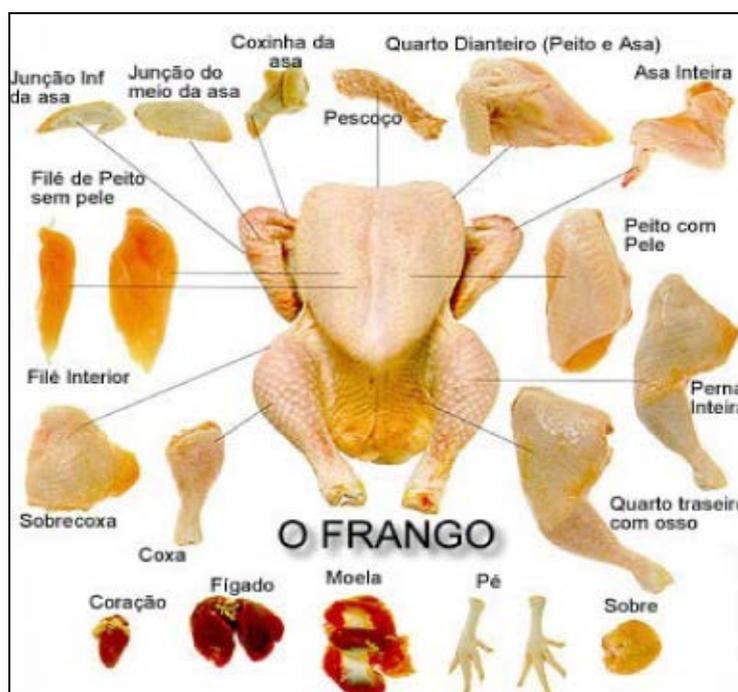
Além do crescimento da produção de frangos em quantidade, é importante ressaltar, também, o salto qualitativo da indústria nacional. A qualidade, tanto do ponto de vista da alimentação dos animais, quanto do processamento das carnes. Sob o ponto de vista tecnológico, a produção de carnes no Brasil não deixa nada a desejar em relação a qualquer outro país do mundo. No entanto, e mesmo assim, existem ainda muitas melhorias potenciais as serem realizadas.

O processamento das aves é realizado basicamente para que ocorra a transformação do animal em um produto comestível, eliminando componentes não desejados, tais como: sangue, penas e vísceras e ainda evitar a contaminação bacteriana. A qualidade final do produto depende não somente da condição em que estava a ave ao chegar ao local para ser processada, mas também, como a ave é manipulada durante a operação. Sendo que as lesões, ossos quebrados, partes ausentes, alta quantidade de carcaças reprocessadas podem ocasionar perdas econômicas significativas (SARCINELLI; VENTURINI; SILVA, 2007).

Após o frango ser acompanhado durante seu desenvolvimento em granjas, este é encaminhado para ser abatido sob as condições de abate humanitário, descrito na legislação nacional, instrução normativa nº 3 (BRASIL, 2000). Conforme a Circular nº 668 (BRASIL, 2006) o fluxograma de abate de aves compreende: recepção das aves, área de descanso, descarregamento/pendura, atordoamento, sangria, escaldagem, depenagem, lavagem após depenagem, pré-inspeção, cortes

de pés/processamento/resfriamento, rependura/transpasse, extração da cloaca, corte abdominal, eventração, inspeção post mortem, evisceração/processamento de miúdos/resfriamento, remoção de pulmão e traquéia, remoção de cabeça e/ou pescoço, revisão de carcaça, lavagem final, pré-resfriamento de carcaça, inserção do pacote de miúdos, embalagem primária e secundária, resfriamento e/ou congelamento, estocagem e expedição.

A Figura 06 apresenta o aspecto frango inteiro e suas partes comercializáveis.



**Figura 06.** Itens originados de um frango abatido (UBA FRANGOS, 2010).

No Brasil o frango é classificado em frango inteiro e frango carcaça. O frango inteiro é aquele que contém fígado, moela, pés, cabeça e pescoço, pesando em média 2,5 kg, enquanto o frango carcaça tem peso inferior a 2 kg e é vendido sem miúdos. A carne de frango permite alguns cortes descritos a seguir (SARCINELLI; VENTURINI; SILVA, 2007):

- Asas: no Brasil é comercializada inteira, ou em partes, tais como, coxinhas da asa e meio das asas;
- Peito: é o corte mais nobre do frango por possuir aspecto agradável, cor atraente e ser bastante utilizado na culinária requintada e em pratos de uma alimentação saudável. No Brasil, é comercializado inteiro, com osso e com pele, e também em forma de filé;

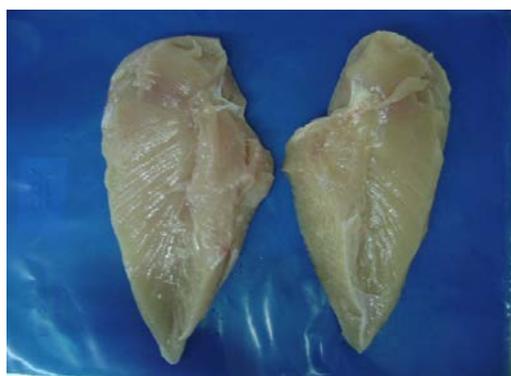
- Coxas com sobrecoxas: o corte é feito manualmente e no Brasil, são comercializados inteiros ou em cortes, resultando em coxas e sobrecoxas separadamente;

- Outras partes e miúdos: Os miúdos de frango são muito apreciados pelos brasileiros, que consomem, preferencialmente, o coração.

A desossa da perna inteira de frango resulta em um produto exportado pelo Brasil, a coxa e sobrecoxa de frango desossada (Figura 07 - a). Este produto é comercializado em grande parte para o Japão, Ásia entre outros mercados. A desossa de peito de frango (Figura 07 - b) resulta em um produto exportado pelo Brasil, sendo este produto comercializado em vários países incluindo Canadá, Japão, Alemanha, Suíça entre outros.



(a)



(b)

**Figura 07.** Aspecto dos produtos mais rentáveis para a indústria: (a) Coxa e sobrecoxa sem osso e com pele; (b) Produto peito sem osso e sem pele.

### 2.3 Qualidade da carne

A indústria de carnes se preocupa muito com os consumidores, por isso, qualquer aspecto que possa causar desconfiança ou rejeição do produto é de interesse da indústria (SOUZA; ARTHUR; CANNIATTI-BRAZACA, 2009).

A qualidade sanitária é indiscutivelmente necessária quando se trata de produzir alimentos. A regulamentação das exigências para comercialização, tanto nacional quanto internacional é cada vez mais ampla. Ainda há muito que melhorar, mas é preciso entender que na história da humanidade nunca os alimentos produzidos foram tão seguros quanto são atualmente. E serão melhores daqui para frente à medida que vão sendo implementadas melhorias exigidas pela sociedade

(VIEIRA, 2008).

Neste sentido, os tratados de livre comércio entre as nações e, principalmente, o grande tratado que é gerido pela Organização Mundial do Comércio (OMC) são fundamentais. Além de preverem uma comercialização mais justa do ponto de vista dos países produtores de alimentos com reduções de subsídios, há um imenso avanço no que diz respeito às normas técnicas (VIEIRA, 2008).

Questionamentos relativos à qualidade microbiológica e toxicológica dos alimentos de origem animal têm sido remetidos para o *International Office of Epizootics* e ao *Codex Alimentarius*. Parece simples, mas finalmente a ciência passa a ser referência relativa a pendências de ordem comercial (VIEIRA, 2008).

Muitos autores afirmam que a contaminação da carne ocorre, inevitavelmente, durante os processos que conduzem à sua obtenção e este é o principal determinante da deterioração (DAINTY; MACKEY, 1992; HOLLEY; GILL, 2005; ERCOLINE *et al.*, 2006).

Tompkin, Mcnamara e Acuff (2001), relatam que a microbiota superficial de carcaças recém abatidas encontra-se entre  $10^2$  a  $10^3$  UFC/cm<sup>2</sup>, sendo encontrada preferencialmente, bactérias mesófilas, originárias do trato gastrointestinal e da superfície externa (pele) dos animais.

Segundo Fliss, Simard e Ettriki (1991), muitas enfermidades de origem alimentar são atribuídas ao consumo de carne contaminada por micro-organismos patogênicos. A microbiota da carne crua é muito heterogênea, originária do próprio animal, solo, água, manipuladores e equipamentos durante o processamento.

Na indústria de carne, a poeira, a água e as fezes de animais que ficam aderidas à pele, são consideradas fontes de contaminação primária da contaminação direta das carcaças, tanto por micro-organismos do grupo dos clostrídios como do grupo das enterobactérias (BELL, 1997; MCEVOY; DOHERTY; FINNERTY, 2000).

Na etapa pré-abate, a retirada dos alimentos ofertados as aves no aviário é um fator de extrema importância, além de ser uma exigência legal. A retirada do alimento é uma exigência para evitar que as aves ao abate, apresentem alimento não digerido no trato digestivo e minimizar a contaminação fecal no abatedouro. O período ótimo para retirada de alimento deve ocorrer no intervalo de 8 a 12 horas antes do abate (VIEIRA, 2008). A diretiva 2007/43/CE (UNIÃO EUROPÉIA, 2007),

relativa ao estabelecimento de regras mínimas para a proteção das aves, aplicáveis às exportações, preconiza que os frangos não sejam privados de alimentação em períodos maiores do que 12 horas antes do momento previsto para o abate.

As rupturas, em várias secções do intestino das aves, podem ocorrer tanto pela pressão intra-intestinal exercida pelo alimento não digerido em períodos de tempo menores do que 8 horas, como também por excessiva fragilidade da mucosa intestinal, em períodos de retirada superiores a 12 horas. Em ambas as situações, há derramamento de conteúdo intestinal e contaminação das carcaças. O jejum excessivo é potencialmente mais danoso, devido à característica viscosa deste tipo de excreta, mas também devido a maiores riscos de rompimento da vesícula biliar aumentada de volume (VIEIRA, 2008).

A pele é o limitante entre o organismo e o ambiente e age como uma barreira contra a entrada de substâncias, que possam causar injúrias e a saída de fluídos e gases do organismo. É a primeira linha de defesa contra patógenos de tamanho variável. Segundo Vieira (2008), a integridade da pele é importante para a saúde da ave e é um indicativo claro de qualidade para o consumidor.

Segundo Mead (2000) e Doyle (2002), o tecido muscular interno das aves saudáveis são essencialmente livres de bactérias. Contudo, quando os animais são abatidos, bactérias provenientes do meio (vísceras ou do ambiente) podem contaminar a superfície externa da carne. Uma vez que a bactéria está confinada principalmente sobre a superfície da carcaça, mais do que na intimidade muscular.

A distribuição e a comercialização destes produtos merecem especial atenção, já que é nestes processos que se garante a manutenção da qualidade imposta nos processos anteriores e são estas as etapas mais suscetíveis a erros (CONCEIÇÃO; GONÇALVES, 2009).

A carne, devido à sua composição química e ao seu grande conteúdo de água, constitui excelente substrato para grande variedade de micro-organismos e alterações de ordem bioquímicas.

## 2.4 Qualidade no aspecto sanitário

O controle das carnes no aspecto sanitário é bastante complexo. Historicamente a inspeção *post mortem* das carcaças e vísceras de animais abatidos é considerada essencial na proteção da saúde humana. Esta inspeção é fundamentada na expectativa de que o controle de doenças pode ser efetuado por meio da detecção de manifestações visíveis pela inspeção das carcaças e vísceras. Embora esta afirmativa, seja válida no caso de doenças como Aerossaculite e/ou processos inflamatórios (Artrite, Celulite, Dermatite, Salpingite e Coligranulomatose) entre outros, ela é questionável no caso de infecções por *Salmonella* sp., *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter* sp., *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens* e outros patógenos potenciais, que têm nos animais seu reservatório natural, comportando-se os mesmos como portadores assintomáticos destas bactérias (ICMSF, 1980).

Nestas condições, fica evidente que seria irreal e inviável de ser alcançado qualquer padrão ou especificação microbiológica que estabeleça a exigência de ausência de patógenos potenciais em carnes frescas, quer não tenham sofrido qualquer tratamento bactericida ao longo de seu processo. Sendo assim são necessários todos os controles ao longo da cadeia produtiva, para minimizar os riscos de contaminação por estes micro-organismos. Com este objetivo o primeiro procedimento é o de garantir uma boa qualidade microbiológica dos animais que chegam aos abatedouros, mediante a adoção de boas práticas de produção, uso de rações de qualidade microbiológica satisfatória e comprovada, e um programa de assistência veterinária aos rebanhos seriam componentes importantes dessas práticas (ICMSF, 1988).

Na indústria, ao longo do processo também são necessários uma série de procedimentos para minimizar a disseminação e proliferação de patógenos potenciais e outros contaminantes. A crescente preocupação que o tema “qualidade de alimentos” tem despertado é notória e, concomitante, várias ferramentas de gestão da qualidade têm sido utilizadas, na expectativa de atender a quesitos de idoneidade em respeito ao consumidor, para oferecer um alimento seguro e, ao mesmo tempo contemplar as exigências de comercialização, principalmente as de exportação.

Conforme Olivo (2006) uma das formas de garantir o padrão de qualidade

exigido pelo mercado interno ou externo é a conjugação de procedimentos definidos a partir da implantação de programas de qualidade, a saber: Boas Práticas de Fabricação (BPF), Procedimento Padrão de Higiene Operacional e Pré-Operacional (PPHO), Programa de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (HACCP ou APPCC).

Várias técnicas têm sido preconizadas com objetivo de controlar o processo de deterioração das carnes, envolvendo o uso de métodos físicos e químicos, entre outros, o emprego de refrigeração, o uso de atmosfera modificada, a descontaminação de carcaças pelo uso de ácidos orgânicos ou água aquecida e o emprego de irradiação (LAMBERT; SMITH; DODDS,1991).

Algumas operações do processamento determinam um aumento significativo da contaminação, inclusive permitem a multiplicação dos micro-organismos contaminantes, outras promovem a redução significativa da contaminação.

O material fecal que se encontra nas patas, penas, pele e o conteúdo gastrointestinal do papo, moela, proventrículo, intestino e cloaca, são as principais fontes de contaminação cruzada para a carcaça no abate. As gaiolas de frangos podem fazer o ciclo de retro-infecção entre lotes de abate para o campo, se não bem higienizados. A retirada de ração em até 12 horas, minimiza o risco da *Salmonella* sp. sobrepor a barreira intestinal e estabelecer infecção sistêmica, enquanto um tempo de jejum hídrico de 6 horas pré-apanha, minimiza o rompimento de vísceras e a contaminação gastro-intestinal nas carcaças (CORRIER *et al.*, 1999).

Os lotes que apresentarem detecção de *Salmonella* sp., através de “swab” de arrasto realizado no aviário, são destinados ao final do abate e segregados, a prévia comunicação é exigida por lei e acompanhada pelo Serviço de Inspeção Federal, conforme o ofício Circular Conjunto DAS/DIPOA nº 01 (BRASIL, 2009), onde nos casos positivos, a empresa deve implantar um plano de ação para resolução do problema, com documento disponível para verificação do serviço oficial.

Os micro-organismos como *Salmonella* sp., *Escherichia coli* e *Campylobacter* sp., podem ser encontrados no tubo digestivo das aves desde o papo até a cloaca (BERCHIERI *et al.*, 2009).

Durante o abate, existem várias etapas do processo com risco de contaminação. No atordoamento, a expulsão involuntária de fezes pela ampola cloacal, amplia os níveis de contaminação da ave e da água no tanque de escaldagem, razão pela qual é importante manter um adequado jejum pré-abate e

uma adequada renovação de água no tanque (BERCHIERI *et al.*, 2009).

Na escaldagem, a temperatura da água do tanque é mantida em torno de 50-63°C durante 1 a 3 minutos, podem reduzir ou manter a carga microbiana, sendo importante a entrada desta água em contra-corrente, diminuindo os riscos de contaminação cruzada. Além disso, a manutenção dos dedos de borracha das depenadeiras, também podem reduzir os riscos de contaminação (BERCHIERI *et al.*, 2009).

Na água de escaldagem, é liberado continuamente terra, poeira, fezes, sangue com grande quantidade de micro-organismos, incluindo patogênicos. Esta água atua disseminando os micro-organismos para todas as partes da carcaça. Rossi Júnior *et al.* (1988) encontraram populações de *E. coli* e de *Staphylococcus aureus* de  $8,3.10^2$  e  $5,5.10^3$  UFC/mL em água de escaldagem de um abatedouro no estado de São Paulo. Almeida e Silva (1992) em estudo com *E. coli* também verificaram aumento da população na superfície das carcaças após as operações de escaldagem e depenagem.

Aves com intestino vazio têm, potencialmente, menos probabilidade de contaminação das carcaças durante o processamento. A contaminação com fezes ocorre quando o trato digestivo se rompe, é cortado, ou quando as fezes são expulsas. Segundo a Portaria nº 210 (BRASIL, 1998), não é permitida a entrada de carcaças, no sistema de pré-resfriamento por imersão, que contenham qualquer tipo de contaminação visual nas superfícies internas e externas. No entanto, a circular nº 369 (BRASIL, 2003a) estabelece que quando ocorre contaminação gastrointestinal visível na parte interna ou externa da carcaça, esta deve ter a parte afetada eliminada, sendo a parte contaminada descartada, fato que pode aumentar as chances de contaminação cruzada, entre uma carcaça e outra e também aumenta o custo do processamento, devido a perdas das partes e diminuição na velocidade do abate.

A *International Commission on Microbiological Specifications for Foods* – ICMSF (1998), cita que em processos de aves, a aplicação de água clorada por exposições prolongadas em aspersões múltiplas ao longo do processo, permite a redução microbiana.

O resfriamento é outra etapa que pode reduzir a carga microbiana ao baixar a temperatura das carcaças de 40 para 7°C. Resfriamento em água potável (1 ppm de cloro) a 4°C, reduz a carga de mesófilos de 4,5 para  $3,5 \log_{10}$  UFC/g, enquanto que

o uso de 5 ppm de cloro reduz de 10 a 100 vezes o nível de mesófilos e de *E. coli* e minimiza a incidência de *Salmonella* sp. (BERCHIERI *et al.*, 2009). Contaminação na ordem de  $1,6 \cdot 10^3$  e  $2,5 \cdot 10^3$  UFC/mL de *E. coli* e *S. aureus*, respectivamente, foram encontradas em água de pré-resfriamento de um abatedouro localizado no estado de São Paulo (ROSSI JÚNIOR *et al.*, 1988).

A segurança e qualidade dos alimentos como a carne *in natura* pode ser estimada pela contagem de micro-organismos indicadores (JAY, 2000; GILL, 1998; LOPES *et al.*, 2007).

Muitos micro-organismos deteriorantes são também patogênicos para o ser humano, ou indicam a presença destes, como no caso de micro-organismos da família *Enterobacteriaceae*, deixando de ser apenas um problema de caráter econômico e tornando-se também um problema de saúde pública. Destacam-se os tipicamente enteropatogênicos ao homem (*Salmonella* e *Shigella*) e outros que apresentam apenas alguns sorotipos enteropatogênicos como é o caso do gênero *Escherichia*, *Edwardsiella*, *Klebsiella*, *Proteus* e *Yersinia* (HOLT *et al.*, 1994). Grande parte destes micro-organismos patogênicos ou não, causam deterioração em carnes (HUIS IN'T VELD, 1996; CARVALHO, 2001; BORGES; FREITAS, 2002), os principais gêneros apontados como deteriorantes de carne e produtos cárneos são *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Kluyvera*, *Proteus*, *Serratia*, *Escherichia* e *Yersinia* (BRENNER, 1992).

A maioria das espécies de enterobactérias se desenvolve bem a temperatura de 37°C, entretanto algumas têm temperatura ótima entre 25 e 30°C e são frequentemente mais ativas metabolicamente a estas temperaturas. Existem gêneros psicotróficos, frequentemente encontrados no solo, água e trato gastrointestinal dos seres humanos e animais (ICMSF, 2000; HOLT *et al.*, 1994). Em temperaturas acima de 5°C, enterobactérias, geralmente predominam sobre as *Pseudomonas* sp. e são responsáveis pela deterioração. A presença de enterobactérias é frequentemente usada como indicador para possível contaminação fecal decorrente de inadequado processamento ou contaminação pós-processamento (TORNADIJO *et al.*, 2001), associada com a manipulação da carne e superfícies de trabalho.

O grupo coliformes totais é composto por bactérias da família *Enterobacteriaceae*, capaz de fermentar a lactose com produção de gás, quando incubados a 35-37°C, por 48 horas, sendo estes bacilos Gram-negativos, não

formadores de esporos e inclui cerca de 20 espécies. O gênero *Escherichia*, juntamente com os gêneros *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella*, formam o grupo denominado coliforme (SILVA; JUNQUEIRA, 1995). O habitat das bactérias é o trato intestinal do homem e de outros animais (PARDI *et al.*, 1995; VANDERZANT; SPLITTSTOESSER, 1996). Dentre as bactérias de habitat reconhecidamente fecal, *E. coli* é a mais conhecida e mais facilmente diferenciada dos membros não fecais. Outro aspecto, é que diversas linhagens de *E. coli* são comprovadamente patogênicas para o homem e animais, podendo provocar infecções graves, levando os pacientes ao óbito e, portanto, reduzidas quantidades, geralmente aceitáveis, adquirem novo significado, em especial quando as condições do alimento em que se encontra permitem sua multiplicação (FRANCO, 2002).

O índice de coliformes fecais também é empregado como indicador de contaminação fecal, ou seja, de condições higiênico-sanitárias deficientes levando-se em conta que a população deste grupo é constituída de uma alta população de *E. coli* (PARDI *et al.*, 1995), podendo indicar outros patógenos internos (SIQUEIRA, 1995).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), através da Resolução RDC nº 12 (BRASIL, 2001), exige a enumeração de coliformes termotolerantes, como prova analítica para liberação de carnes de aves para consumo.

O índice de coliformes totais é utilizado para avaliar as condições higiênicas, sendo que altas contagens significam contaminação pós-processamento, limpezas e sanificações deficientes, tratamentos térmicos ineficientes ou multiplicação durante o processamento ou estocagem. A *E. coli*, normalmente alcança populações de  $10^2/g$  da carcaça, sob condições normais de obtenção (DELAZARI, 1998).

## **2.5 Coadjuvante tecnológico de alimentos – dicloroisocianurato de sódio**

O uso de derivados clorados de origem inorgânica, como gás cloro, hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio e dos derivados clorados de origem orgânica, cujo principal representante é o dicloroisocianurato de sódio ( $C_3CL_2N_3NaO_3$ ), tem contribuído para o controle das doenças de origem hídrica e alimentar, do processo de desinfecção de pisos, equipamentos e utensílios em áreas industriais e de residências (ANDRADE; MACÊDO, 1996; MACÊDO, 2000).

Com o uso dos derivados clorados de origem orgânica a probabilidade de formação de trihalometanos (THM's) é muito pequena, nula ou os níveis formados não são significativos, quando comparados com os níveis formados pelos derivados clorados de origem inorgânica (ANDRADE; MACÊDO, 1996; MACÊDO, 1997, 2000, 2001).

O pH do dicloroisocianurato de sódio em solução a 1% varia de 6,0 a 8,0, enquanto o pH do hipoclorito de sódio e/ou de cálcio varia de 11,0 a 12,5 (OXYCHEM, 2001).

A Resolução nº 150 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 1999) autoriza a inclusão da substância ácido dicloroisocianúrico e seus sais de sódio e potássio, como princípio ativo para uso em formulações de produtos destinados a desinfecção de água para consumo humano.

Enquanto o Hipoclorito de sódio apresenta teor de matéria ativa de aproximadamente 12%, o ácido dicloro isocianúrico apresenta teor de matéria ativa de aproximadamente 65% (OYARZABAL, 2007).

O uso de derivados clorados de origem orgânica, principalmente o dicloroisocianurato de sódio está sendo usado nas indústrias no processo de desinfecção de água, equipamentos/utensílios, embalagens, ambientes, entre outros, em função da praticidade no manuseio, medição, transporte e armazenamento; maior solubilidade, maior período de validade, dosagem mais precisa, menor risco químico (corrosividade), modernidade do produto (tecnologia, embalagem e ainda efervescentes) e a menor probabilidade de formação de subprodutos (OYARZABAL, 2007).

O uso primordial de antimicrobianos é para reduzir a carga de bactérias patogênicas como a *Salmonella*, *Listéria* e *Campylobacter*. As aplicações são realizadas por aspersão ou mediante o uso em tanques de imersão (OYARZABAL, 2007).

Como relatado anteriormente, sabe-se que a contaminação de carcaças de frango tem importantes implicações para a segurança e o tempo de vida útil do produto. Sendo assim, os procedimentos padrões já adotados em outros países, tais como a lavagem de carcaças de frango, após a evisceração, associados à adição de coadjuvantes de tecnologia e resfriamento, visam controlar a sobrevivência e o crescimento de micro-organismos, bem como evitar contaminações cruzadas entre as carcaças.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

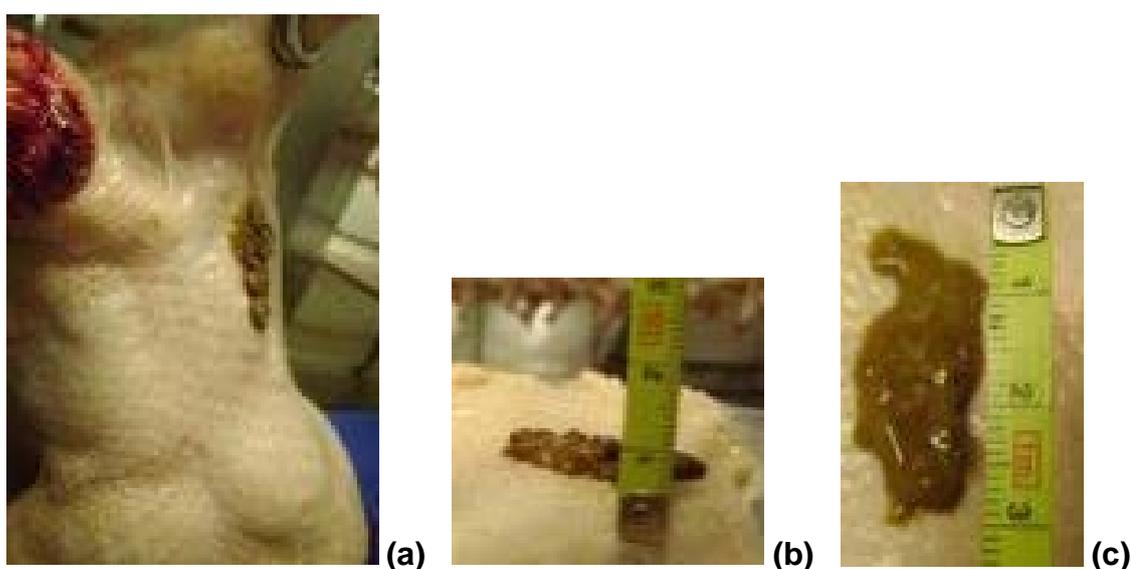
#### 3.1 Amostragem e delineamento dos experimentos

As amostras foram coletadas em um frigorífico e analisadas no período de Outubro/2009 à Julho/2010. As amostras, para validação dos melhores resultados encontrados no planejamento experimental (conforme níveis apresentados na Tabela 2) foram coletadas e analisadas entre o período de Julho/2010 à Outubro/2010. Ao todo foram avaliadas 162 carcaças de frango, coletadas 324 amostras em dias diferentes de produção, totalizando 648 análises.

No delineamento experimental, empregou-se 4 experimentos de amostragem e de condução dos ensaios, os quais serão detalhados a seguir:

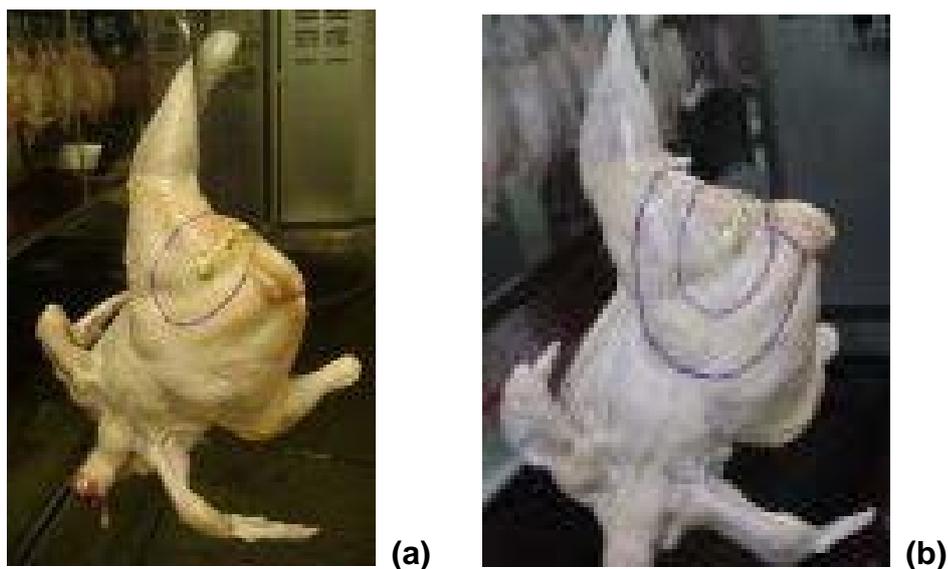
##### Experimento 1:

O primeiro experimento constou da análise da contaminação bacteriana da maior quantidade de fezes adicionada a carcaça (artificial), após o processo de evisceração, com o objetivo de determinar a quantidade máxima de *E. coli* e enterobactérias presentes na pele e na análise inicial da parte sem contaminação fecal visível, conforme demonstra na Figura 08 (a), (b) e (c).



**Figura 08.** Aspectos das carcaças com contaminação fecal.

Um total de 12 carcaças de frango foram coletadas, após a linha de evisceração, retiradas da nórea de processo, sendo adicionadas grande quantidade de fezes. A parte com contaminação fecal artificial (Figura 9 - a) e sem contaminação fecal artificial (Figura 9 - b) foram delineadas, através de caneta própria para marcação de carne.



**Figura 09.** Aspecto das carcaças de frango com contaminação fecal artificial (a) e sem contaminação fecal artificial – 2º marcação (b), respectivamente.

Das carcaças de frango foram retiradas 25 gramas de pele da região próxima da contaminação fecal artificial e da região sem contaminação fecal artificial, pesadas 25 gramas em balança de precisão, devidamente limpa e sanitizada, após cada operação. As amostras foram armazenadas em embalagens plásticas estéreis codificadas (amostra com ou sem contaminação, data e hora da coleta). Posteriormente, as embalagens foram acondicionadas em caixas de isopor, devidamente refrigeradas, sendo imediatamente encaminhadas ao laboratório para análise de *E. coli* e Enterobactérias.

### **Experimento 2:**

O segundo experimento constou da análise da parte contaminada das carcaças (com grande quantidade de fezes adicionada) e da parte sem contaminação artificial (sem fezes aparentes), destinadas a ducha final de lavagem. Foram analisadas 30 carcaças de frango, 06 para cada experimento com e sem

contaminação fecal artificial, sendo analisadas para *E. coli* e enterobactérias.

As carcaças foram retiradas da nória de transporte, após a linha de evisceração, sendo adicionada grande quantidade de fezes, marcadas com pincel (uso específico para carnes), delimitando a parte contaminada e sem contaminação fecal artificial. As carcaças foram destinadas a ducha de lavagem contendo 24 bicos aspersores (06 de cada um dos lados direcionados a lavagem interna e região da abertura abdominal, 06 de um lado direcionados a lavagem dos peitos e 06 do outro lado direcionados a lavagem dos dorsos das carcaças). As dimensões do gabinete de lavagem foram de 300 cm de comprimento x 55 cm de largura x 140 cm de altura, sendo as dimensões dos bicos aspersores de 133 cm de comprimento x 50 cm de largura x 26 cm de altura. A vazão e a temperatura da água utilizada na ducha foram de 1,5 L/frango e 18°C respectivamente, sendo o tempo de passagem das carcaças pela ducha de lavagem de 2,5 segundos.

Das carcaças de frango foram retiradas 25 gramas de pele da região próxima da contaminação fecal artificial e da região sem contaminação fecal artificial, pesadas em balança de precisão, devidamente limpa e sanitizada após cada operação, acondicionadas em embalagens plásticas estéreis com etiqueta de identificação, constando os dados da amostra (amostra com ou sem contaminação, data e hora da coleta). Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em caixas de isopor devidamente refrigeradas, sendo imediatamente encaminhadas ao laboratório para análise imediata de *E. coli* e Enterobactérias.

A influência da pressão e concentração de dicloroisocianurato de sódio sobre a parte contaminada e sem contaminação artificial foram avaliadas através de um delineamento do composto central, que compreende um planejamento estatístico fatorial completo  $2^2$  com 3 repetições no ponto central (HAALAND, 1989). Os ensaios foram conduzidos em um chuveiro (ducha) de lavagem das carcaças, localizado ao final da linha de evisceração, antes de entrar no sistema de pré-resfriamento. As variáveis independentes do planejamento fatorial completo  $2^2$  e os respectivos níveis encontram-se descritos na Tabela 02. As variáveis dependentes (respostas) analisadas nas carcaças foram: Contagem de *E. coli* da parte com contaminação e sem contaminação artificial, Contagem de Enterobactérias da parte com contaminação e sem contaminação artificial.

**Tabela 02.** Variáveis independentes e níveis testados no planejamento fatorial completo 2<sup>2</sup>.

Variáveis Independentes*	Níveis		
	+1	0	-1
Concentração de dicloroisocianurato de sódio (ppm)	10	5	0
Pressão de rede (Kgf/cm <sup>2</sup> )	5,5	3,5	1,5

\* Variáveis Fixas: Vazão de água: 1,5 L/frango; Temperatura da água: 18°C, Velocidade da passagem das carcaças pelo equipamento (ducha de lavagem): 2,5 segundos; n° de bicos aspersores: 24 (06 de cada um dos lados direcionados a lavagem interna e região da abertura abdominal, 06 de um lado direcionados a lavagem dos peitos e 06 do outro lado direcionados a lavagem dos dorsos da carcaça); distância entre os bicos aspersores e a carcaça: 205 mm, comprimento x largura x altura do gabinete: 300 x 55 x 140 cm; comprimento x largura x altura do chuveiro/ducha (medida dos bicos aspersores): 133 x 50 x 26 cm.

A análise de cloro na água foi realizada através de colorímetro (Merck), sendo o resultado expresso em ppm de cloro residual livre.

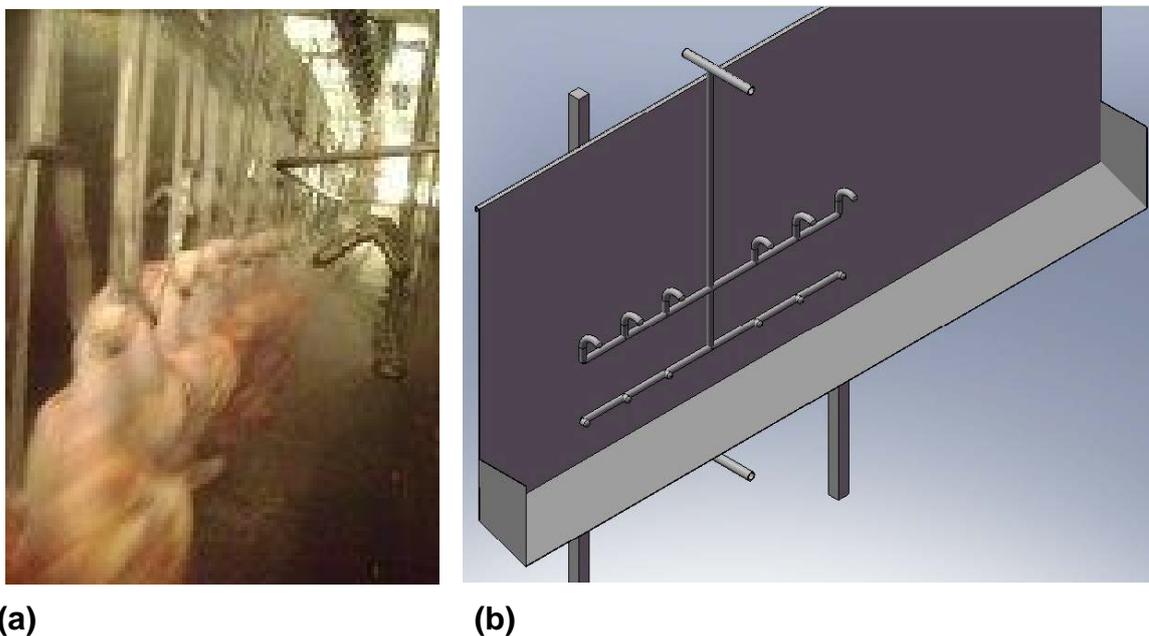
A pressão foi controlada por mamômetro (Marval), sendo o resultado expresso em Kgf/cm<sup>2</sup>.

### **Experimento 3:**

Após a análise dos resultados do planejamento fatorial completo 2<sup>2</sup> (Tabela 03), foram realizados experimentos de validação, para os ensaios do planejamento que apresentaram os melhores resultados (Tabela 04). Um total de 120 carcaças de frango, 40 para cada experimento com e sem contaminação fecal aparente foram analisadas quanto à contagem de *E.coli* e enterobactérias, respectivamente.

As carcaças foram retiradas da nória de transporte, após a linha de evisceração, sendo adicionada grande quantidade de fezes, marcadas com pincel (uso específico para carnes) delimitando a parte contaminada e sem contaminação fecal artificial (Figura 9). As carcaças foram destinadas a ducha de lavagem contendo 24 bicos aspersores (06 de cada um dos lados direcionados a lavagem interna e região da abertura abdominal, 06 de um lado direcionados a lavagem dos peitos e 06 do outro lado direcionados a lavagem dos dorsos das carcaças). As dimensões do gabinete de lavagem foram de 300 cm de comprimento x 55 cm de largura x 140 cm de altura, sendo as dimensões dos bicos aspersores de 133 cm de comprimento x 50 cm de largura x 26 cm de altura. A vazão e a temperatura da água utilizada na ducha foram de 1,5 L/frango e 18°C respectivamente, sendo o tempo de

passagem das carcaças pela ducha de lavagem de 2,5 segundos.



**Figura 10.** Passagem das carcaças pela ducha de lavagem (a). Detalhes da ducha de lavagem das carcaças, localizada ao final de linha de evisceração (b).

Das carcaças de frango foram retiradas 25 gramas de pele da região próxima da contaminação fecal artificial e da região sem contaminação fecal artificial, pesadas em balança de precisão, devidamente limpa e sanitizada após cada operação, colocadas em embalagens plásticas estéreis com etiqueta de identificação constando os dados da amostra (amostra com ou sem contaminação, data e hora da coleta).

As amostras foram acondicionadas em caixas de isopor devidamente refrigeradas, sendo imediatamente encaminhadas ao laboratório para análise imediata de *E.coli* e Enterobactérias.

#### **Experimento 4:**

A avaliação, do aspecto visual das carcaças de frango, foi realizada utilizando o teste pareado (“A” sem contaminação artificial e “B” com contaminação artificial, ambos coletados após ducha de lavagem) para verificar diferença de aspecto visual. Este método estabelece um número mínimo de respostas corretas para que exista diferença significativa entre as amostras.

Participaram dos testes 32 julgadores, não treinados de ambos os sexos, de diferentes faixas etárias (20 a 50 anos), funcionários da empresa onde os testes foram realizados.

As amostras de carcaças de frango foram apresentadas lado a lado em recipientes plásticos codificados com letras aleatórias “A” e “B”, conforme demonstrado na Figura 11. Cada julgador foi orientado a avaliar o produto e preencher uma ficha de informação, a ser utilizada como orientação, conforme demonstrado na Figura 12. Os julgadores avaliaram as amostras e os atributos “A” para sem contaminação artificial e “B” para com contaminação artificial, apontando o código da amostra com maior contaminação aparente visualizada.



**Figura 11.** Aspecto das amostras de carcaças de frango para avaliação visual (Teste Comparação Pareada).

Nome:	Data:
Por favor, avalie visualmente as amostras codificadas de FRANGO da esquerda para a direita e circule abaixo, o código da amostra que apresentar maior contaminação visual:	
“A”	“B”
Comentários:	

**Figura 12.** Modelo de ficha de avaliação visual, aplicado ao teste de Comparação Pareada.

### 3.2 Análises microbiológicas

Para as análises microbiológicas, 25 g de amostra foram diluídas em 225 mL de água peptonada a 0,1 % (diluição  $10^{-1}$ ) e a partir desta feitas as demais diluições. O plaqueamento de cada diluição foi feito em duplicata e estas foram incubadas a

36<sup>0</sup>±1<sup>0</sup>C por 24 ± 2 horas, sendo as contagens feitas imediatamente após a incubação. Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônia por grama (UFC/g) ou pelo seu logaritmo (Log<sub>10</sub> UFC/g).

### 3.2.1 Contagem de enterobactérias

A contagem de *Enterobacteriaceae* foi realizada em placas Petrifilm seguindo as instruções de uso das placas para contagem de *Enterobacteriaceae* – Petrifilm – 3M. Método validado AFNOR nº 3M 01/6-09/97 e Instrução Normativa nº 62, de 26/08/03, MAPA (BRASIL, 2003b).

Na contagem das placas foram seguidos os seguintes procedimentos:

- Colônias típicas são vermelhas com zonas amarelas e/ou colônias vermelhas com bolhas de gás, com ou sem zonas amarelas.
- Colônias bacterianas não associadas com gás (uma distância maior do que o diâmetro de uma colônia, entre a colônia e a bolha de gás) e não associadas com a zona amarela, não foram contadas como *Enterobacteriaceae*.
- Não foram contadas as colônias que aparecem na espuma nem as bolhas artificiais presentes.
- O gás produzido por uma *Enterobacteriaceae* pode provocar o rompimento da colônia de forma que a colônia margeie a bolha. Neste caso, foi contada como uma única colônia.

### 3.2.2 Contagem de *Escherichia coli*

A contagem de *E. coli* / coliformes (EC) foi realizada em placas Petrifilm seguindo as instruções de uso da placa para contagem de *E. coli* / coliformes – Petrifilm – 3M. Método validado AOAC 998.08 e 991.14 e Instrução Normativa nº 40, de 12/12/05, MAPA (BRASIL, 2005).

Na contagem das placas foram seguidos os seguintes procedimentos:

- colônias azuis a vermelhas azuladas associadas ao gás formado, independente do tamanho ou intensidade de cor foram consideradas como *E. coli* confirmadas;
- colônias vermelhas associadas ao gás formado (dentro do diâmetro de uma colônia) foram consideradas como coliformes (não *E. coli*);

- colônias não associadas ao gás (uma distância maior que uma colônia de diâmetro entre a colônia e a bolha de gás) não foram consideradas coliformes.

### **3.3 Análise estatística**

Os resultados das determinações microbiológicas (experimentos de validação) foram submetidos à análise de variância seguida de teste de *Tukey* para comparação entre as médias dos resultados ao nível de significância de 5 % ( $p < 0,05$ ). Para tratamento dos dados do planejamento fatorial completo e dos experimentos de validação utilizou-se o Software STATISTICA versão 7.0 (StatSoft Inc®, USA).

Os dados das características visuais das carcaças foram tratados e analisados por meio da tabela de distribuição  $\chi^2$  (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1987), para estabelecer se existia diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em função do número total de julgadores e o número de julgadores concordantes. Pois para indicar diferença significativa é necessário um mínimo de 22 respostas concordantes.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os procedimentos e tecnologia envolvidos no abate de frangos são, hoje, uniformes nos países produtores e exportadores de carnes de aves. Os procedimentos foram universalizados, principalmente devido às exigências internacionais da adoção do sistema de controle dinâmico, denominado *Hazard Analysis and Critical Control Points* (HACCP), no Brasil denominado APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle). A tecnologia tem avançado significativamente e, com base nos preceitos do HACCP, vem tomando as operações mais eficazes e condizentes com as constatações científicas.

Atualmente os planos HACCP referentes ao abate de frangos são similares, com os mesmos pontos críticos de controle, durante o processo. Um destes pontos críticos de controle é a remoção de contaminações visíveis, após a evisceração. Com base nisto, este capítulo abordará os resultados (análises microbiológicas e visuais) referentes à região da pele com e sem contaminação fecal artificial em carcaças de frango e a influência das condições de lavagem ao final da etapa de evisceração.

### 4.1 Aspectos microbiológicos

As carcaças podem contaminar-se durante o abate pela liberação do conteúdo intestinal das aves (NACMCF, 1994). O problema nesta fase é que as aves não são totalmente uniformes em tamanho e algumas vísceras podem ser danificadas pelas máquinas (FAO, 2010). O rompimento do intestino das aves pode ser minimizado, mas nunca evitado por completo, o índice de contaminação das carcaças pode ser reduzido com controles sobre os equipamentos evisceradores e a dieta hídrica das aves.

Neste trabalho, inicialmente, analisou-se a contaminação das aves, simulando o rompimento do intestino (adicionando grande quantidade de contaminação fecal a carcaça após a evisceração) com objetivo de determinar a quantidade máxima de *E. coli* e enterobactérias presentes na pele e comparar com a parte da pele sem contaminação fecal artificial.

As contagens iniciais para *E. coli* e Enterobactérias em amostras com

contaminação fecal artificial apresentaram valores de  $3,53.10^6$  e  $6,29.10^6$  UFC/g, sendo que as contagens iniciais para *E. coli* e Enterobactérias sem contaminação fecal artificial apresentaram resultados de  $3,31.10^3$  e  $4,64.10^3$  UFC/g. A diferença da contaminação evidenciada entre a pele contaminada e a não contaminada artificialmente foi de  $3 \log_{10}$ .

A Tabela 03 apresenta a matriz do planejamento fatorial completo  $2^2$  (valores reais e codificados) e as respostas para *E. coli* com e sem contaminação fecal artificial; Enterobactérias com e sem contaminação fecal artificial, após a lavagem com diferentes pressões e concentrações de dicloroisocianurato de sódio. Verifica-se que os ensaios 2, 4 e 5 (ponto central) foram os que apresentaram as menores contaminações para *E. coli* com contaminação artificial de  $4,22.10^2$ ,  $5,05.10^2$  e  $2,88.10^2$  UFC/g, *E. coli* sem contaminação artificial de  $2,08.10^2$ ,  $1,78.10^2$  e  $2,02.10^2$  UFC/g, Enterobactérias com contaminação artificial de  $7,06.10^2$ ,  $9,0.10^2$  e  $1,04.10^3$  UFC/g e Enterobactérias sem contaminação artificial de  $5,75.10^2$ ,  $6,40.10^2$  e  $6,74.10^2$  UFC/g, respectivamente.

Os resultados demonstram que a lavagem em ducha utilizando a pressão de  $5,5 \text{ Kg/cm}^2$  e sem adição de dicloroisocianurato de sódio reduziu a contaminação inicial de *E. coli* com contaminação artificial de  $3,53.10^6$  para  $4,22.10^2$  UFC/g, *E. coli* sem contaminação artificial de  $3,31.10^3$  para  $2,08.10^2$  UFC/g, Enterobactéria com contaminação artificial de  $6,29.10^6$  para  $7,06.10^2$  UFC/g e Enterobactéria sem contaminação artificial de  $4,64.10^3$  para  $5,75.10^2$  UFC/g, respectivamente. Sendo que houve redução da parte com contaminação artificial em aproximadamente  $4 \log_{10}$ , enquanto na parte sem contaminação artificial de aproximadamente  $1 \log_{10}$ .

**Tabela 03.** Matriz do planejamento experimental completo 2<sup>2</sup> (valores codificados e reais) com as respostas em *E. coli* com contaminação artificial, *E.coli* sem contaminação artificial, Enterobactérias com contaminação artificial, Enterobactérias sem contaminação artificial após a lavagem.

Ensaio	Variáveis independentes*		Respostas			
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	<i>E. coli</i> com contaminação artificial (UFC/g)	<i>E. coli</i> sem contaminação artificial (UFC/g)	Enterobactéria com contaminação artificial (UFC/g)	Enterobactéria sem contaminação artificial (UFC/g)
1	-1 (1,5)	-1 (0)	2116,67	2033,33	4066,67	3440,00
2	1 (5,5)	-1 (0)	422,50	208,33	706,67	575,00
3	-1 (1,5)	1 (10)	1433,33	1000,00	3725,00	2750,00
4	1 (5,5)	1 (10)	505,00	178,33	900,00	640,00
5	0 (3,5)	0 (5)	288,00	202,00	1042,00	674,00
6	0 (3,5)	0 (5)	278,00	190,00	1000,00	650,00
7	0 (3,5)	0 (5)	298,00	210,00	998,00	680,00

\* X<sub>1</sub>= Pressão (Kgf/cm<sup>2</sup>); X<sub>2</sub> (ppm de cloro livre)= Concentração de dicloroisocianurato de sódio; Variáveis Independentes Fixas: Vazão de água: 1,5 litros/frango; Temperatura da água: 18°C; Velocidade da passagem pelo equipamento (ducha de lavagem): 2,5 segundos; n° de bicos aspersores: 24 (06 de cada um dos lado direcionados a lavagem interna e região da abertura abdominal, 06 de um lado direcionados a lavagem dos peitos e 06 do outro lado direcionados a lavagem dos dorsos das carcaças); distância entre os bicos aspersores e a carcaça: 205 mm, comprimento x largura x altura do gabinete onde os aspersores estão inseridos: 300 x 55 x 140 cm e comprimento x largura x altura do chuveiro/ducha (medida dos bicos aspersores): 133 x 50 x 26 cm.

Os resultados demonstram que a lavagem em ducha, utilizando a pressão de 5,5 Kgf/cm<sup>2</sup> e 10 ppm de dicloroisocianurato de sódio, reduziu a contaminação inicial de *E. coli* com contaminação artificial de 3,53.10<sup>6</sup> para 5,05.10<sup>2</sup> UFC/g; *E. coli* sem contaminação artificial de 3,31.10<sup>3</sup> para 1,78.10<sup>2</sup> UFC/g; Enterobactéria com contaminação artificial de 6,29.10<sup>6</sup> para 9,00.10<sup>2</sup> UFC/g e Enterobactéria sem contaminação artificial de 4,64.10<sup>3</sup> para 6,40.10<sup>2</sup> UFC/g. Sendo que houve redução da parte com contaminação artificial em aproximadamente 4 log<sub>10</sub>, enquanto na parte sem contaminação artificial de aproximadamente 1 log<sub>10</sub>.

Os resultados demonstram que a lavagem em chuveiro, utilizando a pressão de 3,5 Kgf/cm<sup>2</sup> e 5 ppm de dicloroisocianurato de sódio, reduziu a contaminação inicial de *E. coli* com contaminação artificial de 3,53.10<sup>6</sup> para 2,88.10<sup>2</sup> UFC/g; *E. coli* sem contaminação artificial de 3,31.10<sup>3</sup> para 2,02.10<sup>2</sup> UFC/g; Enterobactéria com

contaminação artificial de  $6,29.10^6$  para  $9,98.10^2$  UFC/g e Enterobactéria sem contaminação artificial de  $4,64.10^3$  para  $6,50.10^2$  UFC/g. Sendo que houve redução da parte com contaminado artificial em aproximadamente  $4 \log_{10}$ , enquanto na parte sem contaminação artificial de aproximadamente  $1 \log_{10}$ .

A redução observada de aproximadamente  $4 \log_{10}$  para carcaças com contaminação artificial e de aproximadamente  $1 \log_{10}$  para carcaças sem contaminação artificial, está de acordo com Gill e Landers (2003) e Li e Mclandsborough (1999) que evidenciaram que a lavagem reduziu o número de bactérias em carcaças quando as contagens foram relativamente altas, mas não quando os valores foram baixos. Segundo Li e Mclandsborough (1999) isso pode ocorrer porque quando os números são relativamente elevados, muitas das bactérias são provavelmente associadas a partículas, que são lavadas da carne pelos grandes volumes de água aplicados às carcaças em operações de lavagem automática. Quando a contagem é relativamente baixa, a maioria das bactérias estão diretamente associadas aos tecidos, dificultando a remoção física por lavagem.

Conclusão semelhante foi obtida pelos pesquisadores do Departamento de Ciência Avícola da Universidade de Auburn (Poultry Science Department) (AUBURN UNIVERSITY, 2001). Eles enfatizam a necessidade da lavagem frequente das carcaças, durante o processamento, para evitar a aderência bacteriana à superfície da carne e da pele. Quando se permite um contato prolongado das bactérias com as superfícies, este tempo adicional fortalece a aderência bacteriana reduzindo a eficácia de uma posterior lavagem da carcaça. A instalação de duchas em pontos onde ocorre a contaminação com fezes ingesta auxilia na rápida remoção da bactéria, dilui o número de células em suspensão, renova o filme de água na superfície reduzindo assim o tempo de contato e a força de aderência das células à carcaça.

Bolder e Putirulan (2006) relataram a importância da lavagem das carcaças de forma intermitente, de modo a remover resíduos indesejáveis, como penas, sangue e fezes e, ao mesmo tempo, reduzir o número de micro-organismos em cerca de 1 ciclo Log, o que está de acordo com os relatos evidenciado no presente estudo.

Os dados apresentados também estão de acordo com os encontrados por Bilgili *et al.* (2002) que compararam a qualidade microbiológica de 1.080 carcaças

de frango, com e sem contaminação visível de ingesta, abatidas em sete estabelecimentos comerciais, nos Estados Unidos. As carcaças foram retiradas da linha de evisceração, após lavagem final, antes da entrada da carcaça no tanque de pré-resfriamento e após o resfriamento por imersão. As amostras foram analisadas para contagem de micro-organismos aeróbios totais, *E. coli* e *Campylobacter* spp. e para a frequência de *Salmonella*. Nas amostras, de todas as Unidades da Indústria, foram verificadas as seguintes reduções nas populações dos micro-organismos: contagens de aeróbios totais foram reduzidas de 4,22 para 3,27 log UFC/mL da água de lavagem das carcaças; *E. coli* de 2,36 para 1,22 log UFC/mL e *Campylobacter* de 1,69 para 0,83 log UFC/mL, e a frequência de isolamento de *Salmonella* diminuiu de 20,7 para 5,7%.

Escudero-Gilete, González-Miret e Heredia (2005) estudaram a lavagem das carcaças de frango com água pressurizada para reduzir a contaminação superficial, concluindo que a contaminação diminuiu significativamente, devido ao efeito da fase de lavagem e da pressão da água. A área de lavagem foi de 225 cm de comprimento, contendo 4 blocos com 32 bicos em diferentes direções (28 de lado e 4 para cima, visando lavar a superfície e o interior das carcaças). As carcaças foram lavadas por 8 segundos (2 segundos por bloco). Estes autores também relataram que as maiores quedas das contagens foram mostradas nas carcaças com contaminação inicial superior, especialmente no caso de contagem total e de *Enterobacteriaceae*, sendo esta última a mais afetada pela fase de lavagem (diminuiu 0,64 unidades log), resultados estes menores do que os encontrados no presente estudo (Tabela 03). Segundo, estes autores pressões superiores a 2 kgf/cm<sup>2</sup> não são necessárias, onde na etapa de lavagem com 2 kgf/cm<sup>2</sup> de pressão, tempo de 4 segundos e com 14 bicos, exerceram um efeito semelhante as demais etapas para Enterobactérias. No entanto, estes resultados divergem dos encontrados no presente estudo, onde foi verificado que os melhores resultados foram com pressões superiores a 3,5 Kgf/cm<sup>2</sup>, este fato pode estar associado ao tempo de exposição da carcaça, pois os frigoríficos brasileiros trabalham com velocidades de processamento em torno de 140 aves/minuto, sendo que o tempo usado na realização do trabalho foi de 2,5 segundos.

Northcutt *et al.* (2007) utilizando um gabinete com as dimensões de 91 x 91 x 76 cm, contendo 03 bicos aspersores de cada um dos lados com pressão de 552 kPa, solução de 50 ppm de hipoclorito de sódio usando um tempo de 5, 10 e

15 segundos, demonstraram reduções de contagem total de bactérias, *E. coli*, *Campylobacter* e *Salmonella*. Quando o tempo foi aumentado de 5 segundos para 10 segundos as reduções foram de 0,3; 0,5; 1,0 e 0,8 log<sub>10</sub> UFC/mL respectivamente; sendo que de 10 para 15 segundos não houve reduções para *E. coli* e *Campylobacter*, para contagem total de bactérias e *Salmonella* a redução foi de 0,1 e 0,4 log<sub>10</sub> UFC/mL, respectivamente.

No presente estudo, os melhores resultados foram para *E. coli*, mesmo quando foi utilizado menor percentual de coadjuvante tecnológico (dicloroisocianurato de sódio), possivelmente devido ao maior número de bicos aspersores, apesar do menor tempo de exposição (2,5 segundos) quando comparado com os relatos de Northcutt *et al.* (2007). Neste caso, foi utilizado um gabinete com dimensões externas de 300 x 55 x 140 cm e dimensões do chuveiro/ducha (medida dos bicos aspersores) de 133 x 50 x 26 cm, contendo 24 bicos aspersores (06 de cada um dos lados direcionados a lavagem da área interna da carcaça e cavidade abdominal, 06 de um lado direcionados a lavagem dos peitos e 06 de outro lado direcionados a lavagem dos dorsos das carcaças). O tempo de passagem da carcaça foi de 2,5 segundos, sendo a distância entre o gancho que suporta a carcaça e os bicos aspersores de 205 mm.

A redução demonstrada, no presente estudo, é de extrema importância tendo em vista que carcaças visualmente contaminadas com resíduos (gastrointestinal) não podem ter acesso ao tanque de resfriamento.

A National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods (1997), cita que a lavagem por *spray* ou por outras formas é usada para a remoção da matéria orgânica e alguns micro-organismos que tenham tido acesso à carcaça durante a depenagem e evisceração. Essa intervenção auxilia na redução das populações microbianas na pele de frangos, incluindo bactérias da família *Enterobacteriaceae*, dentre elas *Salmonella*. Neste contexto, cita que o uso de múltiplos chuveiros desde a sangria até o resfriamento é mais eficaz em reduzir os níveis microbianos do que uma única lavagem final da carcaça.

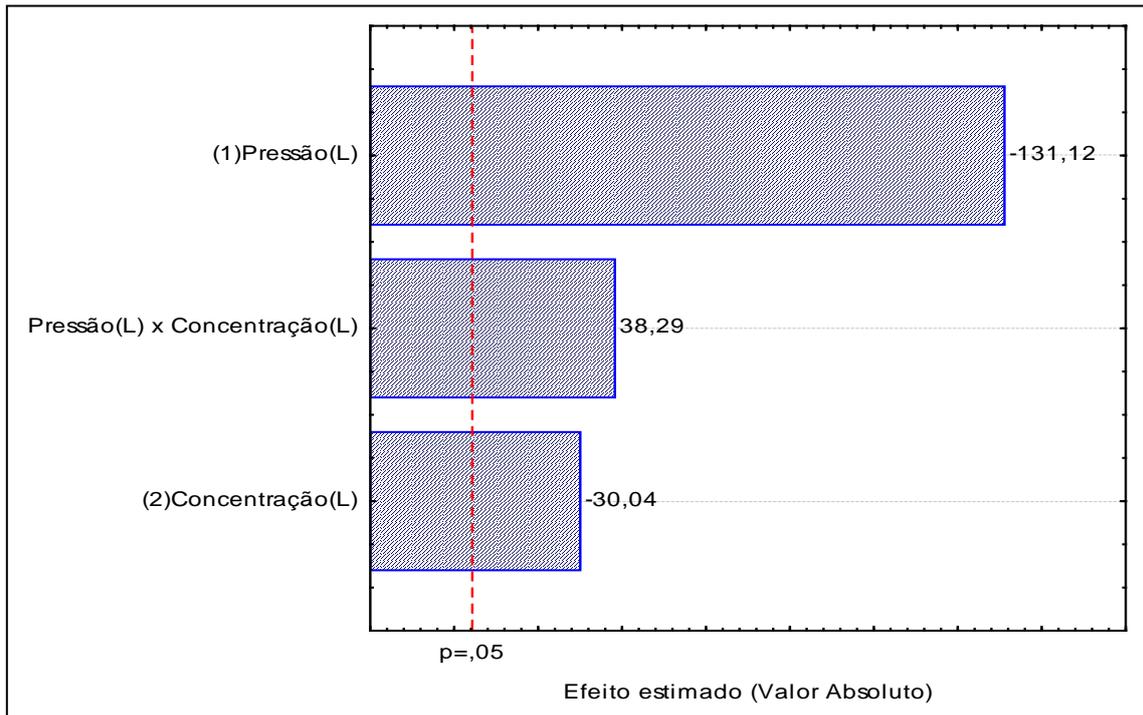
Berrang e Bailey (2009), destacam que a depenagem e a evisceração são dois estágios de importância especial, devido à possibilidade de contaminação cruzada causada por extravasamentos do conteúdo do trato gastrointestinal e indicam a importância de se colocar chuveiros nesses pontos do processo para auxiliar na redução da contaminação.

Segundo a FAO (2010) para minimizar a contaminação das carcaças, medidas de controle podem incluir lavagem com água potável abundante, uso de descontaminantes químicos ou uso de outros métodos físicos aprovados pelas autoridades competentes.

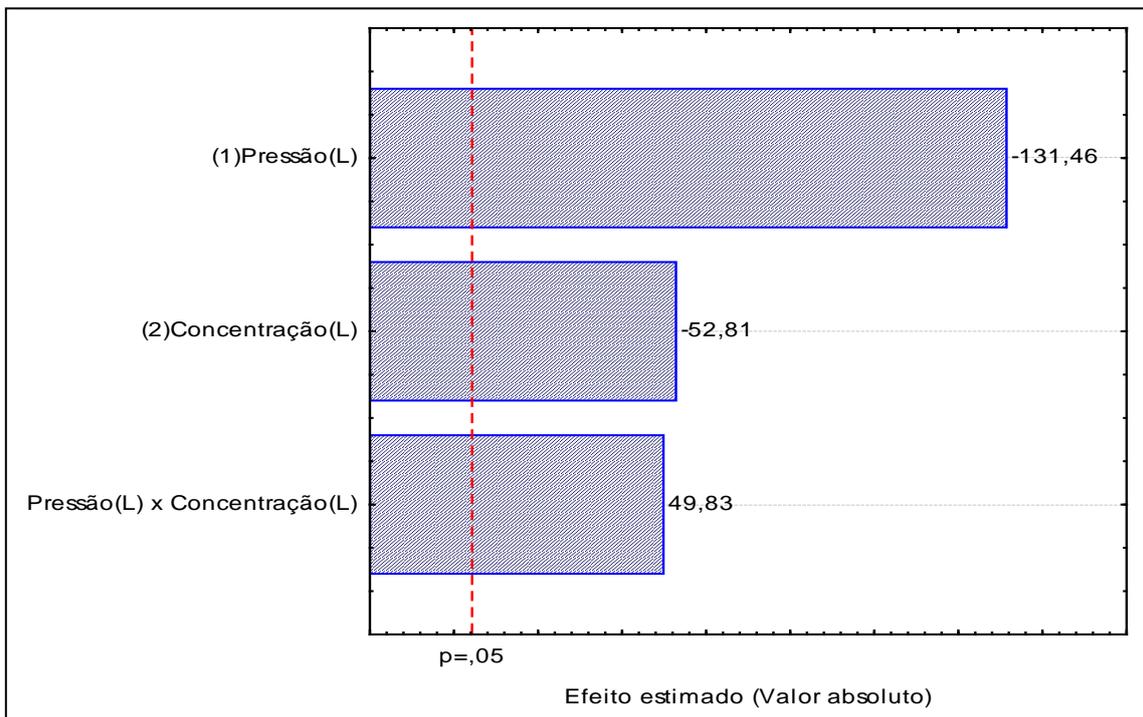
Nos Estados Unidos da América permite-se a remoção dos resíduos com água potável ou vapor, com a utilização de agentes antimicrobianos para a desinfecção das carcaças. As instruções de funcionamento das linhas de abate mecanizadas orientam que um filme de água deve ser mantido sobre carcaças e vísceras durante todo o processo, para mantê-las limpas de modo a não comprometer a inspeção visual efetuada pelos agentes fiscais, durante a evisceração. Os equipamentos evisceradores, conforme informações de seus fabricantes têm maior eficiência quando trabalham com seus próprios chuveiros acionados e garantem a manutenção de filme aquoso na superfície das carcaças das aves, minimizando assim a aderência bacteriana nas mesmas. A aplicação manutenção de um adequado filme de água está previsto em legislação internacional (CANADIAN FOOD INSPECTION AGENCY, 2010), apesar de não ser permitida no Brasil.

Segundo a FAO (2010) a parte interna e externa das carcaças devem ser completamente lavadas, usando pressão suficiente para eliminar a contaminação visível, equipamentos adequados devem ser utilizados para assegurar o contato direto da água com a carcaça, visando eliminar a contaminação.

O fato vem ao encontro à recomendação da *International Commission on Microbiological Specifications* (ICMSF, 1998) que cita que em um processo de abate de aves, a aplicação de água clorada por exposições prolongadas em aspersões múltiplas ao longo do processo, permite a redução microbiana. Para melhor visualização dos efeitos das variáveis independentes estudadas (pressão e concentração), as Figuras 13 e 14 apresentam o gráfico de Pareto com efeitos estimados (valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento experimental completo  $2^2$ , para a contagem de *E. coli* com contaminação artificial (a), *E. coli* sem contaminação artificial (b) e Enterobactéria com contaminação artificial (a) e Enterobactéria sem contaminação artificial (b), respectivamente.

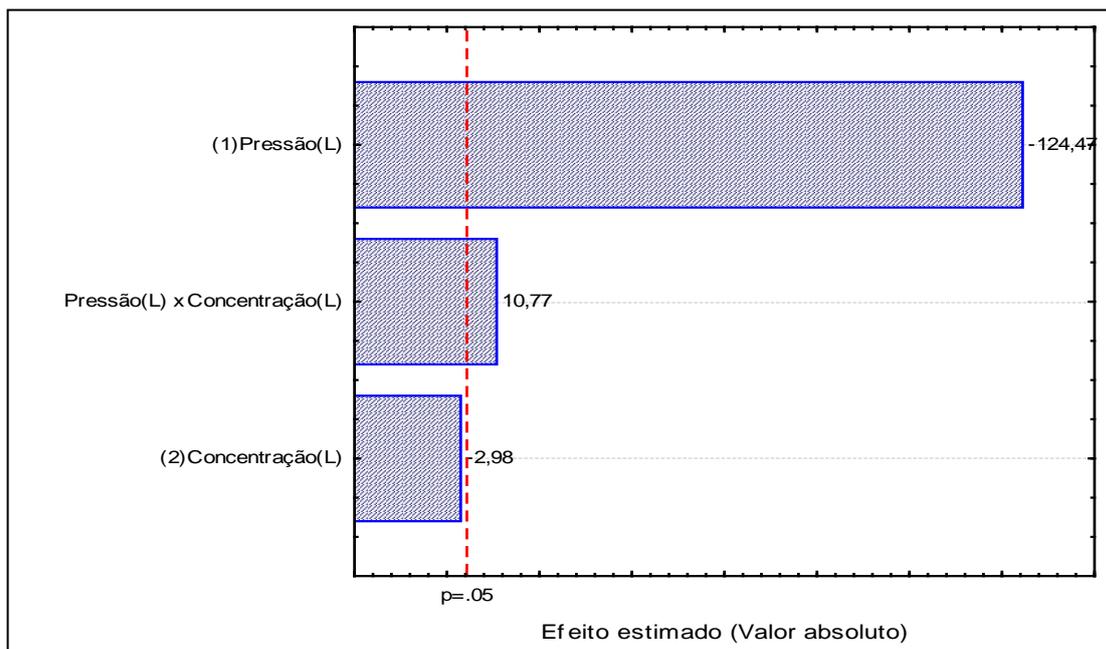


(a)

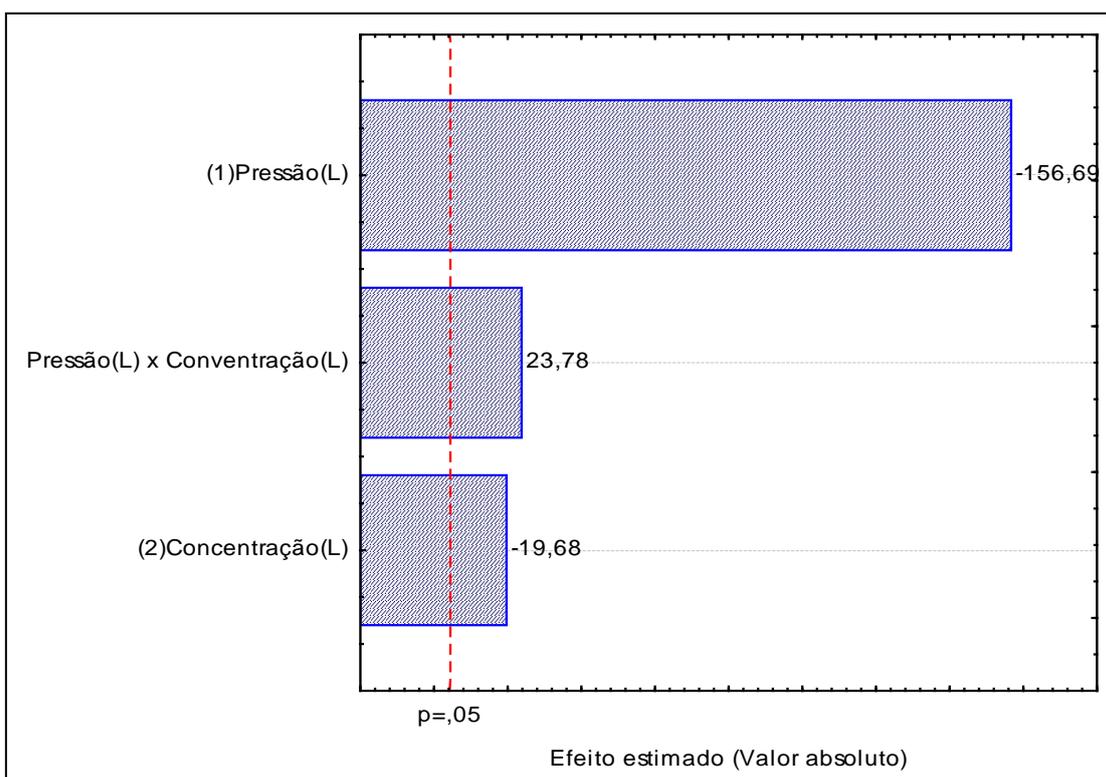


(b)

**Figura 13.** Gráfico de Pareto com os efeitos estimados (valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento experimental completo  $2^2$ , para a contagem de *E. coli* com contaminação artificial (a), *E. coli* sem contaminação artificial (b), respectivamente.



(a)



(b)

**Figura 14.** Gráfico de Pareto com os efeitos estimados (valor absoluto) das variáveis testadas no planejamento experimental completo  $2^2$ , para a contagem de Enterobactéria com contaminação artificial (a) e Enterobactéria sem contaminação artificial (b), respectivamente.

Observa-se pelos gráficos de Pareto (Figuras 13 e 14 - b) que as variáveis estudadas pressão e concentração e a interação entre as mesmas exerceram efeito

significativo ( $P < 0,05$ ) sobre a contagem de *E. coli* com contaminação artificial, *E. coli* sem contaminação artificial e Enterobactéria sem contaminação artificial, demonstrando que à medida que aumenta a pressão e a concentração de dicloroisocianurato de sódio, há uma tendência de diminuição da contagem microbiana (UFC/g). Em relação à Enterobactéria com contaminação artificial (Figura 14 -a), somente a pressão da água durante a lavagem exerceu efeito significativo ( $p < 0,05$ ). Fato este que colabora com os relatos de Notermans, Terbijhe e Van Schothorst (1980) que descrevem que o aumento da pressão da água durante a lavagem, ou seja, aplicação de uma série de *sprays* durante a evisceração da carcaça, reduziu significativamente os micro-organismos (fecais) das carcaças de aves.

Gill e Landers (2003) concluíram que a pasteurização com vapor ou a água quente foi consistentemente eficaz e que os resultados sugerem que a redução máxima das bactérias em carcaças podem ser obtidas através da lavagem e pasteurização sem outros tratamentos de descontaminação. Este relato está de acordo com os resultados encontrados no presente trabalho, pois um dos melhores resultados foi evidenciado com a pressão de  $5,5 \text{ Kgf/cm}^2$  sem uso de coadjuvante tecnológico, sendo que para Enterobactérias com contaminação artificial a concentração de coadjuvante tecnológico (dicloroisocianurato de sódio) não apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ).

Alguns trabalhos da literatura relatam que reduções de bactérias em aves, após a lavagem foram, principalmente, devido à eficiência do sistema e não ao tratamento antimicrobiano. Vários relatos indicam reduções significativas quando foi usado grande quantidade de coadjuvante para desinfecção e/ou quanto o tempo de exposição foi maior e/ou quando o método usado foi o de mergulho (BAUTISTA *et al.*, 1997; PARK; HUNG; BRACKETT, 2002; NORTH CUTT *et al.*, 2003, 2005).

Conforme relatos da FAO (2010) a eliminação das bactérias das carcaças das aves, durante os procedimentos de lavagem em escala industrial, está ligada a ação física e não ao uso de hipoclorito. O mesmo documento relata que uso de produto químico, na redução da carga microbiana, é diretamente proporcional ao tempo de exposição. O tempo necessário para eliminar *Salmonella* ou *Campylobacter* na água, aumenta com decréscimo da concentração de cloro disponível, sendo necessário 120 minutos para eliminar ambos os micro-organismos na concentração de 10 ppm de cloro, mas apenas 6 minutos quando usado 50 ppm. A aplicação de

spray com 20 a 50 ppm de cloro, após evisceração, pode reduzir a prevalência de positividade para *Salmonella* em carcaças de 34 para 26% e a aplicação de 5 ppm de dióxido de cloro pode reduzir de 15 a 25%. O uso de dióxido de cloro em um nível de 5 ppm pode reduzir *Salmonella* em carcaças em 2 log UFC por mL.

O procedimento padrão estabelecido pelo USDA, no processamento de carne de aves, determina a separação física da carcaça contaminada por fezes, lavagem, tratamento químico (exemplo 50 ppm de cloro) e resfriamento, visando controle de multiplicação bacteriana e contaminação cruzada entre as carcaças. *Salmonella* foi eliminada da água em 3 minutos a 50 ppm e *Campylobacter* em 6 minutos (YANG; LI; JOHNSON, 2001). Fato este evidenciado, também, por Lillard (1994) que demonstrou que os níveis de *Salmonella* em carcaças de frangos foram reduzidas em 2 logs usando 10% de fosfato trissódico (TSP) com tratamento em mergulho a 10°C.

Tamblyn, Conner e Bilgili (1997) relataram que no estudo realizado para redução de *Salmonella* Typhimurium, usando desinfetantes como hipoclorito de sódio, ácido acético, metabissulfito de sódio e fosfato trissódico testados em uma simulação de *chiller*, foram eficazes, mas apenas quando aplicados em grandes concentrações. Eles citam, que a eficácia dos desinfetantes em potencial podem ser influenciados pelo grau de aderência bacteriana e pelo método de aplicação dos tratamentos. Dickson (1992) e Dickson e Anderson (1992) relataram que níveis elevados de ácidos orgânicos são eficazes contra a contaminação bacteriana.

Li *et al.* (1997) contaminaram as carcaças com *Salmonella* Typhimurium (1 mL de  $1,0 \cdot 10^6$  UFC/mL) e destinaram a uma câmara de ensaio (dimensão 91 x 91 x 91 cm). Antes do sistema de pré-chiller as carcaças foram pulverizadas com água, cloreto de sódio (NaCl a 0,85%), fosfato trissódico (TSP a 5 ou 10%), bissulfato de sódio (SBS a 5 ou 10%), cloreto de cetilpiridínio (CPC a 0,1%), ou ácidos láctico (LAC a 1%). As pressões utilizadas na ducha foram fixadas em 207, 345 ou 827 kPa (8,43 kgf/cm<sup>2</sup>) a distância dos bicos aspersores foi de 30 cm, sendo utilizado os tempos de exposição de 30 ou 90 segundos. As reduções foram de 0,6 a 3,8 log<sub>10</sub> dependendo da concentração de sais, do tempo de pulverização e das pressões utilizadas. A água pura e o NaCl (0,85%) não reduziram significativamente a *Salmonella*. A maior redução de *S. Typhimurium* (3,8 log) foi relatada com o uso de TSP (10%) em 90 segundos a 827 kPa, sendo que não houve diferença entre 207 e 345 kPa. Os autores descrevem que as desvantagens são a descoloração da

carcaça e o alto custo. Os autores relatam a preocupação com relação à otimização do sistema para minimizar o tempo de pulverização. Estas informações divergem do presente estudo, onde os melhores resultados na redução bacteriana foram encontrados para Enterobactérias e *E. coli* com pressões de 3,5 Kgf/cm<sup>2</sup> (343 kPa) e 5 ppm de dicloroisocianurato de sódio com 2,5 segundos de exposição.

Xiong *et al.* (1998) relataram uma redução de 1 log de *Salmonella* com 30 segundos de ducha com água a pressão de 207 kPa (6,5 log<sub>10</sub> para 5,5 log<sub>10</sub> UFC/mL). Yang e Slavik (1998) constataram que ducha com água por 17 segundos a pressão de 413 kPa reduziu *Salmonella* em 0,4 log<sub>10</sub> UFC/mL em comparação com a carcaça controle. Fato este que pode estar relacionado, além do tempo de exposição, com a distância dos bicos aspersores até a carcaça.

Smith, Northcutt e Musgrove (2005), avaliando o efeito da lavagem (interna e externa) das carcaças em linha para contagem de micro-organismos aeróbios totais, *E. coli*, *Campylobacter* e *Salmonella*, verificaram reduções nas contagens de bactérias aeróbias (4,9 para 4,8 log UFC/mL de água de lavagem) e de *E. coli* (3,2 a 3,0 log UFC/mL). O estudo foi realizado com carcaças de frangos não contaminadas artificialmente (controle), carcaças contaminadas artificialmente e carcaças com provável contaminação cruzada. Estes autores relatam que a lavagem levou a uma diminuição na frequência de positividade de *Campylobacter* (de 22/36 para 1/36), e de *Salmonella* (de 12/36 carcaças inoculadas para 3/36 carcaças positivas após a lavagem). Na ducha de lavagem, a pressão usada foi de 552 kPa (178 L/min) e 276 kPa (114 L/min) com velocidade de 140 aves por minuto, por 5 segundos, sendo que a pressão de 276 kPa não comprometeu a eficiência na remoção de contaminação, usando menos volume de água. Dados estes que divergem do presente estudo, onde os melhores resultados foram obtidos com pressão igual ou superior a 3,5 Kgf/cm<sup>2</sup> (343,23 kPa), porém este fato pode estar relacionado ao dobro do tempo de exposição usado pelos autores.

Hajmeer *et al.* (2004) visando verificar a eficácia de três soluções na redução microbiana de carne de peito bovina, realizaram a inoculação de ¼ de carne com *E. coli* O157:H7 ou *S. aureus*, realizando pulverização com solução altamente concentrada de 25% de cloreto de sódio (NaCl a 4,25 M), solução de 0,1% de clorito de sódio acidificado (ASC a 0,015 M) ou água potável. Na pulverização foi usada a pressão de 419 kPa com uma duração de 10, 15, 30 e 60 segundos. Os efeitos demonstraram redução de *E. coli* O157:H7 usando água, NaCl e ASC, sendo estes

significativamente ( $p < 0,05$ ) eficazes quando comparados com a amostra de controle, em todos os tempos de exposição. Em todos os níveis do tratamento com água houve diminuição de *E. coli* O157: H7 de 6,5 a 6,7  $\log_{10}$  UFC/mL para cerca de 5,9  $\log_{10}$  (redução média das 0,7  $\log_{10}$  UFC/mL). ASC foram comparáveis na sua eficácia de redução de *E. coli* O157: H7 em menores tempos de exposição cerca de 10 e 15 segundos. O clorito de sódio acidificado superou a água no tempo de exposição de 30 segundos, mas tornou-se comparável a água com 60 segundos, provavelmente devido à inativação (dissociação) de ASC com o tempo. Aos 60 segundos a água e NaCl foram novamente semelhantes para reduzir a *E. coli* O157: H7. Os autores relatam que a pressão apresentou grande influência na remoção da contaminação da carne e que a *E. coli* O157: H7 é menos tolerante que *S. aureus* a água e soluções de NaCl, pulverizado até 60 segundos. O cloreto de sódio e água foram comparáveis na sua capacidade de reduzir o *S. aureus* para as durações de pulverização testadas. Demonstram que a aplicação de NaCl combina o efeito do sal com o da pressão da água, indicando que a contribuição do sal para a redução total é insignificante até a testada 60 segundos de aplicação. O clorito de sódio acidificado superou a água e o NaCl para redução de *E. coli* O157: H7 e contagem de *S. aureus* em relação ao controle. Os autores relatam que no estudo o tempo de pulverização da ASC foi fundamental para sua eficácia como agente antimicrobiano, demonstrando que 30 segundos é o tempo ideal. Ressalta-se que no Brasil os tempos de processo são mais rápidos que os relatados neste trabalho, sendo inviável o uso dos tempos citados (30 e 60 segundos).

Em função dos resultados apresentados no planejamento fatorial completo  $2^2$  (Tabela 03 e Figuras 13 e 14), realizou-se um experimento de validação com os ensaios que apresentaram os melhores resultados (Ensaio 2, 4 e 5). A Tabela 04 apresenta os resultados da validação dos experimentos para contagem de *E. coli* com contaminação artificial, *E. coli* sem contaminação artificial, Enterobactéria com contaminação artificial e Enterobactéria sem contaminação artificial. Verifica-se que não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para o contaminado e o não contaminado artificialmente para a contagem de *E. coli* e Enterobactéria, nos ensaios 2, 4 e 5.

Estes resultados são similares aos resultados encontrados por Bilgili *et al.* (2002) que não constataram, após lavagem, diferença significativa entre a população de micro-organismos, observada em carcaças com e sem contaminação visível. Gill (2004) relata que enquanto a ducha de lavagem elimina a contaminação visível a

contaminação microbiológica pode permanecer inalterada. Gorman *et al.* (1995) evidenciaram que o corte da carne da carcaça foi tão eficaz quanto a lavagem por aspersão.

No entanto, constata-se diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos utilizados (Tabela 04) em relação à contaminação inicial da carcaça. A lavagem em chuveiro, utilizando a pressão de 5,5 Kgf/cm<sup>2</sup> e 10 ppm de dicloroisocianurato de sódio, reduziu a contaminação inicial de *E. coli* com contaminação artificial de  $3,53 \cdot 10^6$  para  $2,67 \cdot 10^3$  UFC/g, *E. coli* sem contaminação artificial de  $3,31 \cdot 10^3$  para  $1,17 \cdot 10^3$  UFC/g, Enterobactéria com contaminação artificial de  $6,29 \cdot 10^6$  para  $4,26 \cdot 10^3$  UFC/g e Enterobactéria sem contaminação artificial de  $4,64 \cdot 10^3$  para  $2,75 \cdot 10^3$  UFC/g. Demonstrando que houve redução em aproximadamente 3 log<sub>10</sub> nas contagens das carcaças com contaminação artificial, enquanto no sem contaminação artificial a redução foi menor, sendo está de 0,45 log<sub>10</sub> para *E. coli* e 0,23 log<sub>10</sub> para Enterobactéria.

**Tabela 04.** Validação dos ensaios 2, 4 e 5 do planejamento fatorial completo 2<sup>2</sup> com as respostas em *E. coli* com contaminação artificial, *E. coli* sem contaminação artificial, Enterobactéria com contaminação artificial e Enterobactéria sem contaminação artificial.

Ensaios/Variáveis			Análises Microbiológicas			
Ensaio	Pressão (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Dicloro (ppm)	<i>E.coli</i> com contaminação artificial (UFC/g)	<i>E.coli</i> sem contaminação artificial (UFC/g)	Enterobactéria com contaminação artificial (UFC/g)	Enterobactéria sem contaminação artificial (UFC/g)
2	5,5	10	$2,67 \cdot 10^{3b}$ ( $3,19 \cdot 10^2$ )	$1,17 \cdot 10^{3b}$ ( $1,99 \cdot 10^2$ )	$4,26 \cdot 10^{3b}$ ( $4,91 \cdot 10^2$ )	$2,75 \cdot 10^{3b}$ ( $3,31 \cdot 10^2$ )
4	3,5	5	$2,82 \cdot 10^{3b}$ ( $4,00 \cdot 10^2$ )	$1,75 \cdot 10^{3b}$ ( $2,35 \cdot 10^2$ )	$5,36 \cdot 10^{3b}$ ( $4,58 \cdot 10^2$ )	$2,94 \cdot 10^{3b}$ ( $3,31 \cdot 10^2$ )
5	5,5	0	$2,42 \cdot 10^{3b}$ ( $3,67 \cdot 10^2$ )	$1,58 \cdot 10^{3b}$ ( $3,04 \cdot 10^2$ )	$2,97 \cdot 10^{3b}$ ( $4,06 \cdot 10^2$ )	$2,30 \cdot 10^{3b}$ ( $3,04 \cdot 10^2$ )
(1)	0	0	$3,53 \cdot 10^{6a}$ ( $6,98 \cdot 10^5$ )	$3,31 \cdot 10^{3a}$ ( $6,59 \cdot 10^2$ )	$6,29 \cdot 10^{6a}$ ( $1,02 \cdot 10^6$ )	$4,64 \cdot 10^{3a}$ ( $1,18 \cdot 10^3$ )

\* (1) Contaminação inicial; \* Média ± erro médio contagens nas colunas, seguidas de letras iguais indicam não haver diferença significativa ao nível de 5% (Teste de Tukey).

A lavagem em chuveiro utilizando a pressão de 5,5 Kgf/cm<sup>2</sup> e sem a adição de dicloroisocianurato de sódio reduziu a contaminação inicial de *E. coli* com

contaminação artificial de  $3,53.10^6$  para  $2,42.10^3$  UFC/g, *E. coli* sem contaminação artificial de  $3,31.10^3$  para  $1,58.10^3$  UFC/g, Enterobactéria com contaminação artificial de  $6,29.10^6$  para  $2,97.10^3$  UFC/g e Enterobactéria sem contaminação artificial de  $4,64.10^3$  para  $2,30.10^3$  UFC/g. Demonstrando que houve redução em aproximadamente  $3 \log_{10}$  nas contagens das carcaças com contaminação artificial, enquanto no sem contaminação artificial a redução foi menor, sendo está de  $0,32 \log_{10}$  para *E. coli* e  $0,30 \log_{10}$  para Enterobactéria.

Os resultados da validação demonstraram que a lavagem em chuveiro, utilizando a pressão de  $3,5 \text{ Kgf/cm}^2$  e 5 ppm de dicloroisocianurato de sódio, reduziu a contaminação inicial de *E. coli* com contaminação artificial de  $3,53.10^6$  para  $2,82.10^3$  UFC/g, *E. coli* sem contaminação artificial de  $3,31.10^3$  para  $1,75.10^3$  UFC/g, Enterobactéria com contaminação artificial de  $6,29.10^6$  para  $5,36.10^3$  UFC/g e Enterobactéria sem contaminação artificial de  $4,64.10^3$  para  $2,94.10^3$  UFC/g. Demonstrando que houve redução em aproximadamente  $3 \log_{10}$  nas contagens das carcaças com contaminação artificial, enquanto no sem contaminação artificial a redução foi menor, sendo está de  $0,28 \log_{10}$  para *E. coli* e  $0,20 \log_{10}$  para Enterobactéria.

A redução foi maior para o contaminado artificial do que para o sem contaminação artificial, quando comparado com a contaminação inicial. Porém, quando comparado, o contaminado artificial e o sem contaminação artificial não há diferença significativa ( $p < 0,05$ ), demonstrando que após a lavagem os resultados são equivalentes.

O *Food Safety and Inspection Service* (FSIS) adota uma política de tolerância zero para material fecal nas carcaças de aves, antes de entrarem no sistema de resfriamento (USDA, 2005). A qualidade microbiológica de carcaças de frangos aprovadas pela inspeção do FSIS americano e de carcaças re-processadas por lavagem em chuveiros para remoção de resíduos fecais visíveis foi avaliada por cientistas do USDA e de Universidades americanas em cinco plantas comerciais (WALDROUP *et al.*, 1993). As contagens de micro-organismos aeróbios mesófilos foram ligeiramente menores nas carcaças reprocessadas, do que naquelas que haviam passado pela inspeção, em quatro das cinco plantas estudadas (diferenças inferiores a 1 ciclo log), bem como, as contagens de coliformes e de *E. coli*. Assim, como no presente estudo, os autores concluíram que mesmo carcaças com contaminação visível, se submetidas à lavagem, podem apresentar qualidade

microbiológica equivalente às demais.

No Canadá, Powell *et al.* (1995), também observaram que, após a lavagem final a frequência de *Salmonella* em carcaças de frango com contaminação visível não foi significativamente maior do que nas carcaças que haviam passado pela inspeção. Na Argentina, Jimenez *et al.* (2002) comparam a frequência de *Salmonella* em carcaças de frango com e sem contaminação fecal visível, durante o abate comercial. O estudo revelou que carcaças sem contaminação visível podem conter *Salmonella*, tanto quanto aquelas com contaminação visível, após a evisceração.

Estes relatos estão de acordo com os encontrados por Kemp *et al.* (2001) que buscaram determinar se o processamento contínuo em linha substituiria a remoção de carcaças contaminadas com resíduos, da linha de evisceração, para fins de reprocessamento, atendendo ao padrão de tolerância zero para contaminação visível, antes da entrada da carcaça no sistema de resfriamento. Os resultados mostraram que a qualidade microbiológica das carcaças contaminadas e lavadas em processo contínuo foi superior à qualidade microbiológica das carcaças contaminadas e reprocessadas fora da linha de evisceração. No sistema contínuo, a contagem de *E. coli* foi de 0,59 log UFC/mL na água de lavagem da carcaça, enquanto que no reprocessamento fora da linha foi de 2,37 log UFC/mL. A frequência de *Salmonella* nas carcaças sob processamento contínuo foi de 10%, enquanto que no reprocessamento fora da linha foi de 31,6%. Os autores destacaram que apenas 2 (0,2%) das 1.127 carcaças, submetidas ao processamento contínuo em linha, não atenderam a tolerância zero.

A evidência da não diferença entre o com contaminação artificial e o sem contaminação artificial, após a lavagem em ducha, demonstra não haver necessidade de corte das carcaças. Fato este, também, demonstrado por Kemp *et al.* (2001), onde a contaminação da carcaça por *E. coli*, após a evisceração foi de 2,87 log<sub>10</sub> UFC/g caindo para 2,27 log<sub>10</sub> UFC/g, após o processo de lavagem em processo contínuo, comparado com 2,37 log<sub>10</sub> UFC/g no processamento com a retirada da carcaça da nórea para remoção da contaminação fecal.

Também demonstrando que não existe diferença microbiológica significativa entre a carcaça contaminada e a não contaminada, avaliadas após o processo de lavagem, Cason *et al.* (2004) relataram a eficiência da lavagem com *spray* de água sobre a contaminação microbiana de carcaças de frangos. Para tanto, carcaças foram divididas ao meio sendo uma das metades contaminadas com fezes recém

coletadas e a outra, não contaminada, utilizada como controle. As carcaças, após 10 minutos da inoculação, foram lavadas por *spray*, para a remoção dos resíduos visíveis e resfriadas por 45 minutos em tanque de imersão. As meia-carcaças controle foram submetidas aos mesmos procedimentos de lavagem e de resfriamento. Os autores constataram que embora imediatamente antes do resfriamento a contagem de *Enterobacteriaceae* fosse maior nas meias-carcaças contaminadas artificialmente, não se constatou diferença nas contagens de coliformes e de *E. coli*. Após lavagem por *spray* e resfriamento por imersão não se observou diferença nas populações encontradas nas metades contaminadas artificialmente e nas não contaminadas com relação às *Enterobacteriaceae*, coliformes e *E. coli*. Os autores não encontraram evidências de que as populações de bactérias da família *Enterobacteriaceae*, coliformes e *E. coli*, em amostras coletadas após o tanque resfriador, foram influenciadas pela contaminação fecal da carcaça, durante o processamento e antes do resfriamento.

O fato vem ao encontro à recomendação da *International Commission on Microbiological Specifications* (ICMSF, 1998) que indica que:

em caso de corte ou ruptura dos intestinos durante a evisceração, as carcaças devem ser lavadas ou recortadas para eliminar a contaminação visível, podendo esta prática reduzir as bactérias de origem entérica (por ex. coliformes, *E. coli*, *Salmonella*) até contagens, comparáveis ou abaixo destas, encontradas nas carcaças sem contaminação aparente.

O presente trabalho contribui com as afirmações de Lake *et al.* (2006) de que o controle da contaminação cruzada em abatedouros é complexo e sugerem as seguintes ações para prevenção desta situação: sistemas de escaldagem e resfriamento em fluxo contracorrente e renovável; aspersão de equipamento com água clorada sob pressão e abate de lotes de frangos não contaminados antes dos lotes contaminados.

Notermans, Terbijhe e Van Schothorst (1980) afirmaram que se a contaminação bacteriana ocorrer durante a evisceração, uma redução máxima dos números de micro-organismos será obtida se a carcaça for lavada imediatamente após a ocorrência dessa contaminação. Os autores observaram que o aumento da população de bactérias da família *Enterobacteriaceae* e da contaminação das carcaças com *Salmonella* poderiam ser evitados se um chuveiro lavador fosse colocado no local onde ocorre a contaminação fecal. Fato este que está de acordo

com a orientação dos fabricantes dos equipamentos evisceradores, já que não existe no mundo equipamento capaz de realizar evisceração de frangos sem rompimento de um percentual (por menor que seja) de vísceras e consequente contaminação de carcaças.

## 4.2 Características visuais

A Tabela 05 apresenta os resultados das características visuais das carcaças de frango, indicadas por um grupo de julgadores que analisaram carcaças de frango com e sem contaminação artificial.

**Tabela 05.** Teste pareado direcional para indicar diferenças entre amostras de frango sem contaminação artificial e com contaminação artificial, após lavagem em ducha.

Julgamentos totais	Número de respostas indicadas	
	“A” (Sem contaminação artificial)	“B” (Com contaminação artificial)
32	15	17

O teste foi avaliado por 32 julgadores, sendo que 17 indicaram os frangos contaminados e lavados com características visuais de contaminação aparente. Através da tabela de distribuição  $X^2$  (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1987) verifica-se que não existe diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as duas carcaças de frango avaliadas, pois seriam necessárias no mínimo 22 respostas concordantes para indicar diferença em um nível de 5% de confiança.

Este fato demonstra que as carcaças com contaminação artificial e às sem contaminação artificial, após operação de lavagem (ducha), não apresentam aspectos detectáveis visivelmente. Indicando, que a lavagem das carcaças é igualmente satisfatória, equivalente à retirada da pele e, ainda, não envolvendo mão-de-obra, reduzindo possibilidades de contaminação cruzada devido ao manuseio, pela eliminação desta operação, facilitando o processo de abate de frango.

## 5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

### 5.1 Conclusões

O procedimento de corte de parte da carcaça para retirar a contaminação fecal visível, antes do processo de lavagem em ducha, realizado após a evisceração, não representa benefícios à qualidade microbiológica da carcaça de frango para os parâmetros analisados, quando comparado com o processo de lavagem das carcaças. Os dados apresentados demonstram, através da análise da contaminação artificial inicial, que há redução de contaminação com o uso da lavagem em ducha com controle de pressão e que as carcaças após a ducha, com ou sem contaminação visível, não apresentam diferença significativa.

Este trabalho demonstra a importância de pressão e do uso de coadjuvantes tecnológicos na redução da contaminação das carcaças. A toailete com jatos de água bem dirigidos e com alta pressão promove a varredura mecânica das sujidades e células bacterianas da superfície, minimizando a carga microbiana da carcaça antes do sistema de resfriamento, realizado atualmente no Brasil através de imersão (*chiller's*).

Os melhores resultados de pressão foram: 5,5 e 3,5 Kgf/cm<sup>2</sup>, sendo que ao utilizar a maior pressão poderia ser dispensado o uso de dicloroisocianurato de sódio ou recomenda-se uma pressão intermediária de 3,5 Kgf/cm<sup>2</sup> com adição de 5 ppm de dicloroisocianurato de sódio. A primeira opção pode ser usada para os frigoríficos que exportam para o Mercado Comum Europeu, pois este impõe o limite de 1 ppm de cloro e aceita somente tecnologias de descontaminação física, como uso de aspersões de água à alta pressão, sendo que as intervenções químicas com substâncias que não água potável na lavagem das carcaças, são descritas como meios de dissimulação de práticas de higiene.

As intervenções físicas e químicas mencionadas, tratamentos de descontaminação, auxiliaram na redução de bactérias, porém estes métodos não devem substituir as boas práticas de fabricação, devem somar as demais medidas preventivas realizadas durante o processo de fabricação, visando reduzir os índices de contaminação.

Os resultados finais, após a lavagem em ducha, para *E.coli* com e sem

contaminação artificial atenderam o preconizado pela RDC nº 12 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2001).

As carcaças com e sem contaminação artificial, após operação de lavagem (ducha), também não apresentam aspectos detectáveis visivelmente. A lavagem das carcaças é igualmente satisfatória, equivalente à retirada da pele e, ainda, não envolve mão-de-obra, reduz possibilidades de contaminação cruzada devido ao manuseio e facilita o processo de abate de frango. Sendo assim, é recomendável que as empresas brasileiras invistam em estudos sobre a descontaminação e uso de meios físicos na redução da contaminação, ao invés de investir na retirada através do corte antes do sistema de lavagem em ducha.

A técnica da remoção de contaminações fecais visíveis de carcaças de aves com água potável, realizada de maneira adequada, além de legal, utilizada e aceita pelos maiores exportadores e importadores de carne de aves mundiais, contribui para manutenção da qualidade microbiológica aceitável dos produtos, além de minimizar as perdas econômicas para o setor avícola.

## 5.2 Sugestões

Como sugestões para trabalhos futuros:

- Testar outros coadjuvantes tecnológicos, tais como o ácido láctico, prática comum nos EUA;
- Aumentar o tempo de exposição na ducha de 2,5 para 4 segundos, aumentando o número de aspersores e o tamanho do equipamento;
- Testar o uso da pressão e concentração de coadjuvantes em outras duchas, empregadas antes do processo de evisceração (como exemplo a ducha da saída da escaldagem, antes da entrada no processo de evisceração e a ducha antes do sistema de escaldagem), para verificar a redução de contaminação para *E. coli* e Enterobactérias;
- Avaliar o efeito de pressões superiores na ducha de lavagem, ao final da linha de evisceração;
- Testar o uso de múltiplos chuveiros (duchas) durante o processo de evisceração, na descontaminação microbiana.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. F.; SILVA, E. M. Estudo sobre o controle e disseminação bacteriana em carcaças de frango em abatedouros industriais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 44, p. 105-120, 1992.

ANDERSEN, L. Preservation of meat products with a lactic acid bacteria culture: FloraCarn L-2. In: **Proceeding of 41 st International Congress of Meat Science and Technology**, San Antonio, TX., v. 2, p. 303-304, 1995.

ANDRADE, N. J.; MACÊDO, J. A. B. **Higienização na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, 1996. 182 p.

AUBURN UNIVERSITY, POULTRY SCIENCE DEPARTMENT. Necessity for frequent carcass rinse during processing. Broiler processing time'y information. **Auburn University**, AL, oct. 2001.

AVICULTURA INDUSTRIAL. **Produção global de carne de aves**. 30 ago. 2006. Disponível em: <<http://www.aviculturaindustrial.com.br/PortalGessuli/Website/Noticias/producao-global-de-carne-de-aves>>. Acesso em: 23 jan. 2010.

AVISITE. **Estatísticas e preços**. Disponível em: <<http://www.avisite.com.br/economia/estatistica.asp?acao=exportacao>>. Acesso em: 9 maio 2010.

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

BAUTISTA, D. N. *et al.* The determination of efficacy of antimicrobial rinses on turkey carcasses using response surface design. **International Journal Food Microbiology**, v. 34, p. 279-292, 1997.

BELL, R. G. Distribution and sources of microbial contamination on beef carcasses. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 82, p. 292-300, 1997.

BERCHIERI, J. A. *et al.* **Doença das Aves**. 2. ed. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícola, 2009. 1.104 p.: il.

BERRANG, M. E.; BAILEY, J. S. Orí-line brush and spray washers to lower numbers of *Campylobacter* and *Escherichia coli* and presence of *Salmonella* on broiler carcasses during processing. **Journal of Applied Poultry Res.**, v. 18, p. 74-78, 2009.

BILGILI, S. F. *et al.* Visible ingesta on carcasses does not affect the microbiological quality of broiler carcasses after immersion chilling. **Journal Applied Poultry Research**, n. 11, p. 233-238, 2002.

BOLDER, N. M. Decontamination of meat and poultry carcasses. **Trends in Food Science & Technology**, v. 81, jul. 1997.

BOLDER, N. M.; PUTIRULAN, F. F. Chemicals in spray washers. **Poultry Science Journal PPM**, v. 2, p. 22-23, 2006.

BORGES, J. T. S.; FREITAS, A. S. Aplicação do sistema Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) no processamento de carne bovina fresca. **Boletim de Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 20, n. 1, p. 1-18, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n. 1428, de 26 de novembro de 1993**. Dispõe sobre o controle de qualidade na área de alimentos. **Diário Oficial da União**. Brasília, 1993.

\_\_\_\_\_. Resolução – RDC n. 150, de 28 de maio de 1999. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, 1999.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 12 de 2 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos e seus Anexos I e II. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, seção 1, p. 54, jan. 2001.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Portaria n. 46, de 10 de fevereiro de 1998**. Institui o sistema de análise de perigos e pontos críticos de controle: APPCC a ser implantado nas indústrias de produtos de origem animal. **Diário Oficial da União**. Brasília, 1998.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Portaria n. 210, de 10 de novembro de 1998**. Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária de Carnes de Aves. Brasília, 1998.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Instrução normativa n. 3, de 17 de janeiro de 2000**. Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. Brasília, 2000.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Circular n. 369, de 02 de junho de 2003**. Instruções para elaboração e implantação dos sistemas PPHO e APPCC nos estabelecimentos habilitados à exportação de carnes. Brasília, 2003a.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 62 de 26 agosto de 2003**. Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. Brasília, 2003b.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 40 de 12 de dezembro de 2005**. Padrões oficiais para análises microbiológicas de produtos de origem animal. Brasília, 2005.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Circular n. 668, de 19 de julho de 2006**. Diretrizes para preparação de Plano de APPCC (HACCP) para o processo de abate de aves. Brasília, 2006.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Ofício Circular Conjunto DAS/DIPOA n. 01 de 15 de janeiro de 2009**. Procedimento para monitoramento de estabelecimento de frango de corte e perus para Salmoneloses aviárias. Brasília, 2009.

BRENNER, D. J. Introduction to the family *Enterobacteriaceae*, in the Prokaryotes. In: BALOWS, A. *et al.* (ed.). **A handbook on habitats, isolation and identification of bacteria**. 2. ed. New York: Springer Verlag, 1992. p. 2673-95.

CANADIAN FOOD INSPECTION AGENCY. **HACCP generic model: chicken (poultry) slaughter – form 5. Biological Hazards Identification – related to incoming materials**. Last modified: 2010-07-13. Disponível em: <<http://www.inspection.gc.ca/english/fssa/polstrat/haccp/polvol/ch5e.shtml#f5>>. Acesso em: 11 nov. 2010.

CARVALHO, E. P. **Textos acadêmicos: microbiologia de alimentos**. Lavras: UFLA, 2001. 128 p.

CASON, J. A. *et al.* Effect of prechill fecal contamination on numbers of bacteria recovered from broiler chicken carcasses before and after immersion chilling. **Journal Food Protection**, v. 67, p. 1829-1833, 2004.

CONCEIÇÃO, F. V. E.; GONÇALVES, É. C. B. de A. Qualidade físico-química de mortadelas e carnes moídas e conhecimento dos consumidores na conservação destes produtos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 283-290, 2009.

CORRIER, D. E. *et al.* Presence of Salmonella in the crop and ceca of broiler chickens before and after preslaughter feed withdrawal. **Poultry Science**, v. 78, p. 45-49, 1999.

DAINTY, R. H.; MACKEY, B. M. The relation ship between the phenotypic properties of bacteria from chill-stored meat and spoilage processes. **Journal of Applied**, 1992.

DELAZARI, I. Aspectos microbiológicos ligados a segurança e qualidade da carcaça de aves. In: Semana Acadêmica Veterinária, São Paulo, n. 8. **Anais**. São Paulo, p. 71-77, 1998.

DICKSON, J. S. Acetic acid action on beef tissue surfaces contaminated with *Salmonella typhimurium*. **Journal Food Science**, v. 57, p. 297-301, 1992.

DICKSON, J. S.; ANDERSON, M. E. Microbiological decontamination of food animal carcasses by washing and sanitizing systems: a review. **Journal Food Protection**, v. 55, p. 133-140, 1992.

DOYLE, M. E. Survival and growth of bacterial pathogens on raw meat during chilling. **Food Research Institute**. University of Wisconsin Madison, 2002.  
Disponível em: <<http://www.amif.org/ht/a/GetDocumentAction/i/7436>>. Acesso em: 14 dez. 2010.

ERCOLINE, D. *et al.* Changes in spoil a generated microbiota of beef during refrigerated storage under different packing conditions. **Applied and Enviromental Microbiology**, v. 72, n. 7, p. 4663-4671, 2006.

ESCUDERO-GILETE, M. L.; GONZÁLEZ-MIRET, M. L.; HEREDIA, F. J. Multivariate study of the decontamination process as function of time, pressure and quantity of water used in washing stage after evisceration in poultry meat production. **Journal of Food Engineering**, v. 69, p. 245–251, 2005.

FAO. Joint FAO/WHO Food Standards Programme – CODEX Committee On Food Hygiene, Proposed Draft Guidelines For Control Of Campylobacter And Salmonella Spp. **In Chicken Meat Forty Second Session Kampala**, Uganda, 29 de novembro de 2010.

FLISS, I.; SIMARD, R. E.; ETTRIKI, A. Comparison of three sampling techniques for microbiological analysis of meat surfaces. **Journal of Food Science**, v. 56, n. 1, p. 249-252, 1991.

FRANCO, R. M. ***Escherichia coli***: ocorrência em suínos abatidos do Grande Rio e sua viabilidade experimental em linguiça frescal, tipo toscana. 2002.153 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) — Faculdade de Veterinária, Universidade Federal Fluminense, 2002.

GILL, C. O. Microbiological contamination of meat during slaughter and butchering of cattle, sheep and pigs. In: DAVIES, A.; BOARD, R. **The microbiology of meat and poultry**. London: Blackie Academic and Professional, 1998. p. 118-157.

\_\_\_\_\_. Visible contamination on animals and carcasses and the microbiological condition of meat. **Journal Food Protection**., v. 67, p. 413-419, 2004.

GILL, C. O.; LANDERS, C. Microbiological effects of carcass decontaminating treatments at four beef packing plants. **Meat Science**, v. 65, p. 1005-1011, 2003.

GORMAN, B. M. *et al.* Evaluation of hand-trimming, various sanitizing agents, and hot water spray-washing as decontamination interventions for beef brisket adipose tissue. **Journal Food Protection**., v. 58, p. 899-907, 1995.

HAALAN, D. P. D. **Experimental design in biotechnology**. New York: Marcel Dekker, 1989.

HAJMEER, N. M. *et al.* Water, sodium chloride and acidified sodium chlorite effects on *Escherichia coli* O157:H7 and *Staphylococcus aureus* on beef briskets. **Meat Science**, v. 68, p. 277-283, 2004.

HOLLEY, R. A.; GILL, C. O. Usos da embalagem em atmosfera modificada para carnes e produtos cárneos. In: III Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes. **Anais**. São Pedro: CTC, 2005.

HOLT, J. G. *et al.* Facultatively anaerobic gram-negative rods. In: **Bergey's manual of determinative bacteriology**. 9. ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1994. 787 p.

HUIS IN'T VELD, J. H. J. Microbial and biochemical spoilage of foods: an overview. **International Journal of Food Microbiology**, v. 33, p. 1-18, 1996.

HUGAS, M.; TSIGARIDA, E. Pros and cons of carcass decontamination: the role of the european food safety authority. **Meat Science**, v. 78, p. 43-52, 2008.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS (ICMSF). Microbial ecology of foods. **Academic Press**, New York, v. 2, p. 333-997, 1980.

\_\_\_\_\_. **Microrganismos in foods 4**: application of the hazard analysis critical control point – HACCP to ensure microbiological safety and quality. Oxford: Blackwell Scientific, 1988. 357 p.

\_\_\_\_\_. **Microbiologia de los alimentos**: ecologia microbiana de los productos alimentarios. Zaragoza, Espanha: Editorial Acribia, 1998. v. 6.

\_\_\_\_\_. **Micro-organismos de los alimentos**: su significado y métodos de enumeración. 2. ed. Zaragoza, Espanha: Editorial Acribia, 2000. p. 147-150.

JAY, J. M. Indicators of food microbiological quality and safety. In: **Modern food microbiology**. 6. ed. Maryland: Aspen Publication, 2000. p. 387-407.

JIMENEZ, A. M. *et al.* A comparison between broiler carcasses with and without faecal contamination during the slaughtering process on hazard identification of Salmonella spp. **Journal Appl. Microbiology**, v. 93, p. 593-598, 2002.

KEMP, K. G. *et al.* Continuous online processing of fecal and ingesta contaminated poultry carcasses using an acidified sodium chlorite antimicrobial intervention. **Journal Food Protection**, v. 64, n. 6, p. 807-812, 2001.

LAKE, R. *et al.* Risk profile: campylobacter jejuni/coli in poultry (whole and pieces). ESR, 2006. Disponível em: <[http://www.nzfsa.govt.nz/science/research-projects/campylobacter/campy\\_in\\_Poultry\\_Risk\\_Profile](http://www.nzfsa.govt.nz/science/research-projects/campylobacter/campy_in_Poultry_Risk_Profile)>. Acesso em: 15 jan. 2011.

LAMBERT, A. D.; SMITH, J. P.; DODDS, K. I. Shelf life extension and microbiological safety of fresh meat – a review. **Food Microbiology**, London, v. 8, p. 267-297, 1991.

LI, Y. *et al.* Pre-chill spray of chicken carcasses to reduce Salmonella typhimurium. **Journal of Food Science**, v. 62, n. 3, p. 605, 1997.

LI, J.; MCLANDBOROUGH, L. A. The effects of the surface charge and hydrophobicity of *Escherichia coli* on its adhesion to beef muscle. **International Journal of Food Microbiology**, v. 53, p. 185-193, 1999.

LILLARD, H. S. Effect of trisodium phosphate on salmonellae attached to chicken skin. **Journal Food Protection**, v. 57, p. 465-469, 1994.

LOPES, M. *et al.* Pesquisa de *Salmonella* spp. e micro-organismos indicadores em carcaças de frango e água de tanques de pré-resfriamento em abatedouro de aves. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 465-476, 2007.

MACÊDO, J. A. B. **Determinação de trihalometanos em águas de abastecimento público e indústria de alimentos**. 1997. Dissertação (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1997.

\_\_\_\_\_. **Águas & Águas**. Belo Horizonte: Ortofarma, 2000. 505 p.

\_\_\_\_\_. **Subprodutos do processo de desinfecção de água pelo uso de derivados clorados (disinfection by products – DBP)**. Juiz de Fora, 2001. 67 p.

MCEVOY, J. M.; DOHERTY, A. M.; FINNERTY, M. The relationship between hide cleanliness and bacterial numbers on beef carcasses at a commercial abattoir. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, v. 30, p. 390-395, 2000.

MEAD, G. C. Fresh and further processed poultry. In: LUND, B. M.; BAND-PARKER, A. C.; GRAHANEW, G. (ed.). **The microbiological safety and quality of food**. Maryland, 2000. p. 445-470.

MEATWORLD. **Volume exportado de frango é recorde em 2010, diz UBABEF**. 14 jan. 2011. Disponível em: <<http://meatworld.com.br/noticias/post/volume-exportado-de-frango-e-recorde-em-2010-diz-ubabef>>. Acesso em: 26 mar. 2011.

MEILGAARD, M.R.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. Sensory evaluation techniques. **Boca Raton**, v. 2, p. 159, 1987.

MÓRI, C. *et al.* Carne de ave separada mecanicamente. **Revista Electrónica de Veterinaria REDVET**®, ISSN 1695-7504, v. 7, n. 4, abr. 2006. Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040406.html>>. Acesso em: 4 abr. 2010.

NACMCF – National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods. *Campylobacter* in broiler production and process. **Journal of Food Protection**, v. 57, 1994.

\_\_\_\_\_. Generic HACCP application in broiler slaughter and processing. **Journal of Food Protection**, v. 60, p. 579-604, 1997.

NOTERMANS, S.; TERBIJHE, R. J.; VAN SCHOTHORST, M. Removing faecal contamination of broilers by spray cleaning during evisceration. **British Poultry Science**, v. 21, p. 115-121, 1980.

NORTHCUTT, J. K. *et al.* Effect of commercial bird washers on broiler carcass microbiological characteristics. **Journal Applied Poultry Res.**, v. 12, p. 435-438, 2003.

\_\_\_\_\_. Microbiological impact of spray washing broiler carcasses using different chlorine concentrations and water temperatures. **Poultry Science**, v. 84, p. 1648-1652, 2005.

\_\_\_\_\_. Processing, products, and food safety - recovery of bacteria from broiler carcasses after spray washing with acidified electrolyzed water or sodium hypochlorite solutions. **Poultry Science**, v. 86, p. 2239–2244, 2007.

OLIVO, R. **O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango**. Criciúma, SC: Ed. do Autor, 2006.

ORDÓÑEZ-PEREDA, J. A. *et al.* **Tecnología de alimentos: alimentos de origem animal**. Trad. MURAD, F. Porto Alegre: Artmed, 2005. v. 2.

OXYCHEM. **Folha de dados de segurança (MSDS) do dicloroisocianurato de sódio**. Dallas: Occidental Chemical Corporation, 2001. 8 p.

OYARZABAL, O. A. Medidas para controle de patógenos no abatedouro, simpósio Brasil sul de avicultura (8.: 2007, Chapecó, SC). **Anais do VIII Simpósio Brasil Sul de Avicultura**, 10, 11 e 12 de abril de 2007. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2007.

PARDI, M. C. *et al.* **Ciência, higiene e tecnologia da carne: riscos microbiológicos da carne**. Goiânia: UFG, 1995. v. 1, p. 294-308.

PARK, H.; HUNG, Y. C.; BRACKETT, R. E. Antimicrobial effect of electrolyzed water for inactivating *Campylobacter jejuni* during poultry washing. **International Journal Food Microbiology**, v. 72, p. 77-83, 2002.

POWELL, C. *et al.* Microbiological comparison of inspection passed and reprocessed broiler carcasses. **Journal Applied Poultry Res.**, v. 4, p. 23-31, 1995.

ROSSI JÚNIOR, O. D. *et al.* Estudo bacteriológico em diferentes fases da linha de abate avícola. **Ciência Veterinária**, v. 2, p. 6-7, 1988.

SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K. S.; SILVA, L. C. **Boletim Técnico – PIE-UFES: 02107: processamento da carne de frango**. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, 2007.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A. **Métodos de análise microbiológica de alimentos**. Campinas: ITAL, 1995. 228 p.

SIQUEIRA, R. S. **Manual de microbiologia de alimentos**. Brasília: EMBRAPA, 1995. 159 p.

SMITH, O. P.; NORTHCUTT, J. K.; MUSGROVE, M. T. Microbiology of contaminated or visibly clean broiler carcasses processed with an inside-outside bird washer. **International Journal of Poultry Science**, n. 4, p. 955-958, 2005.

SOUZA, A. R. M. de; ARTHUR, V.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Influência da radiação gama e de diferentes dietas na qualidade da carne de cordeiros Santa Inês. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, p. 709-715, 2009.

TAMBLYN, K.; CONNER, C. D. E.; BILGILI, S. F. Processing and products utilization of the skin attachment model to determine the antibacterial efficacy of potential carcass treatments. **Poultry Science**, v. 76, p. 1318-1323, Department and Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Journal Number 12-965257, 1997.

TOMPKIN, R. B.; MCNAMARA, A. M.; ACUFF, G. R. Meat and poultry products. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4. ed. Washington: APHA, 2001. cap. 45, p. 463-471.

TORNADIJO, M. E. *et al.* Study of *Enterobacteriaceae* during the manufacture and ripening of San Simo'n cheese. **Food Microbiology**, London, v. 18, p. 499-509, 2001.

UBA FRANGOS. Disponível em: <[http://www.uba.org.br/site3/tipos\\_de\\_frango.php](http://www.uba.org.br/site3/tipos_de_frango.php)>. Acesso em: 9 maio 2010.

UBABEF. **A indústria avícola**. Disponível em: <<http://www.brazilianchicken.com.br/industria-avicola/o-frango-pelo-mundo.php>>. Acesso em: 14 dez. 2010a.

\_\_\_\_\_. **Exportações brasileiras de carne de frango**. Disponível em: <[http://www.abef.com.br/noticias\\_portal/exibenoticia.php?notcodigo=2348](http://www.abef.com.br/noticias_portal/exibenoticia.php?notcodigo=2348)>. Acesso em: 14 dez. 2010b.

UNIÃO EUROPÉIA. Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de abril de 2004, Regulamento (CE) n. 853/2004 Estabelece regras específicas de higiene aplicáveis aos gêneros alimentícios de origem animal. **Jornal Oficial da União Européia**, L-139/55, 2004.

\_\_\_\_\_. Parlamento Europeu e do Conselho de 28 de junho de 2007, Directiva (CE) n. 2007/43/CE. Relativa ao estabelecimento de regras mínimas para a proteção dos frangos. **Jornal Oficial da União Européia**, L-139/55, 2007.

USDA, Food Safety Inspection Service. Verification of procedures for controlling fecal material, ingesta, and milk in slaughter operations. **FSIS Directive**, 6420.2, 2005.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3. ed. Washington: American Public Health Association, 1996. 873 p.

VIACAVA, C. **Consumo de carne cai e SIC convoca à reação**. Disponível em: <[http://www.sic.org.br/releases\\_consumo\\_carne.asp](http://www.sic.org.br/releases_consumo_carne.asp)>. Acesso em: 7 jul. 2010.

VIEIRA, S. L. **Qualidade visual de carcaças de frango de corte**: uma abordagem a partir do ambiente de produção. Campinas, SP: E. Color, 2008. 88 p.; il.

WALDROUP, A. L. *et al.* Effect of reprocessing on microbiological quality of commercial pre-chill broiler carcasses. **Journal Applied Poultry Res.**, v. 2, p. 111-116, 1993.

XIONG, H. *et al.* Spraying chicken skin with selected chemicals to reduce attached *Salmonella typhimurium*. **Journal Food Protection**, v. 61, p. 272-275, 1998.

YANG, Z.; LI, Y.; SLAVIK, F. Use of antimicrobial spray applied with an inside-outside bird washer to reduce bacterial contamination on prechilled chicken carcasses. **Journal Food Protection**, v. 61, p. 829-832, 1998.

YANG, H.; LI, Y.; JOHNSON, M. G. S.. Death of *Salmonella typhimurium* and *Campylobacter jejuni* in processing water and on chicken skin during poultry scalding and chilling. **Journal Food Protection**, v. 64, p. 770-776, 2001.