

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**VALIDAÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO PARA
REDUÇÃO DA CONTAMINAÇÃO MICROBIANA EM
CARCAÇAS BOVINAS**

ERICH SCHWACH

Dissertação apresentada junto ao
Programa de Pós-Graduação em
Medicina Veterinária para obtenção do
título de Mestre.

BOTUCATU – SP

Agosto 2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**VALIDAÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO PARA
REDUÇÃO DA CONTAMINAÇÃO MICROBIANA EM
CARCAÇAS BOVINAS**

ERICH SCHWACH

Dissertação apresentada junto ao
Programa de Pós-Graduação em
Medicina Veterinária para obtenção do
título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Roberto de Oliveira Roça

BOTUCATU – SP
Agosto 2007

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - FCA
UNESP - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S398v Schwach, Erich, 1975-
Validação do sistema de monitoramento para redução da
contaminação microbiana em carcaças bovinas / Erich
Schwach. -- Botucatu, [s.n.], 2007
ix, 66 f. : gráfs., tabs., fot.

Dissertação (mestrado) -- Universidade Estadual Pau-
lista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Orientador: Roberto de Oliveira Roça
Inclui bibliografia

1. *Escherichia coli* 2. Bovinos carcaças I. Roça,
Roberto de Oliveira II. Universidade Estadual Paulista
Júlio de Mesquita Filho (Campus de Botucatu). Faculdade
de Medicina Veterinária e Zootecnia III. Título

Palavras-chave: *Escherichia coli*; HACCP; Programas de autocontrole

Erich Schwach

**VALIDAÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO PARA
REDUÇÃO DA CONTAMINAÇÃO MICROBIANA EM
CARCAÇAS BOVINAS**

Comissão Examinadora

.....
Prof. Dr. Roberto de Oliveira Roça
ORIENTADOR

.....
Prof. Dr. Luciano dos Santos Bersot
1º. EXAMINADOR

.....
Prof. Dr. José Paes de Almeida Nogueira Pinto
2º. EXAMINADOR

Botucatu, 20 de agosto de 2007.

DEDICATÓRIA

É com imensa gratidão que dedico este trabalho especialmente a Dra. Rosiane Mattar por ser um exemplo tão brilhante para todos nós.

Para a realização deste trabalho,
muitas pessoas contribuíram.
A todas, meus sinceros agradecimentos.

Agradecimento Especial

Ao Prof. Dr. Roberto de Oliveira Roça, pela orientação, respeito, amizade e acima de tudo pelo exemplo.

A Katilça de Castro, pela compreensão.

A Dra. Charli Ludke, que tanto contribuiu.

Ao Dr. Odair José Alessi pelo incentivo.

Ao Dr. José Osmar Maximino Fernandez pelo apoio.

A Srta. Janaína Celoto Guerrero pela elaborada correção.

Ao grupo JBS por permitir a realização deste estudo em suas instalações.

Teorias, por mais brilhantes que sejam, tornam-se ultrapassadas.

Mas o relato frio de uma realidade jamais se esgota.

Darcy Ribeiro

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 – Histograma da distribuição das contagens microbianas em Log UFC/cm ² nos anos de 2005 e 2006.....	28
FIGURA 2 – Histograma da distribuição das contagens microbianas em Log UFC/cm ² comparando o período de chuva e seca.....	30
FIGURA 3 – Histograma da distribuição das contagens microbianas em Log UFC/cm ² comparando os períodos até junho de 2005 e após julho de 2005.....	32
FIGURA 4 – Histograma da distribuição das contagens microbianas em Log UFC/cm ² comparando os períodos até fevereiro de 2006 e após março de 2006.....	37
FIGURA 5 – Histograma da distribuição das contagens microbianas em Log UFCx100/cm ² durante os meses dos anos 2005 e 2006.....	40
FIGURA 6 – Sangria dos animais com dois magarefes.....	51
FIGURA 7 – Magarefe responsável pela remoção da contaminação....	51
FIGURA 8 – Monitores do PCC – 1B, um para a parte posterior da carcaça e outro para a anterior.....	52
FIGURA 9 – Monitor do PCC – 1B que passou a realizar visualização da carcaça e o registro, não mais removendo a contaminação.....	53

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 – Contagem e prevalência de <i>E. coli</i>	12
TABELA 2 – Distribuição de freqüência por faixa de contagem de <i>E. coli</i> nos anos de 2005 e 2006.....	28
TABELA 3 – Distribuição de freqüência por faixa de contagem de <i>E. coli</i> em função da estação climática de chuva e seca.....	30
TABELA 4 – Distribuição de freqüência por faixa de contagem de <i>E. coli</i> em função da implantação dos programas de autocontrole (até junho 2005 e após julho 2005).....	32
TABELA 5 – Distribuição de freqüência por faixa de contagem de <i>E. coli</i> em função da implementação do PCC – 1B em fevereiro de 2006 (até fevereiro 2006 e após março 2006).....	37
TABELA 6 – Variação anual das contagens de <i>E. coli</i>	39
TABELA 7 – Resultado de <i>E. coli</i> em LogUFCx100/cm ² nos dias 22 e 23 de dezembro de 2005.....	40
TABELA 8 – Resultado de <i>E. coli</i> em LogUFCx100/cm ² nos dias 20 e 23 de janeiro de 2006.....	40

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	x
SUMMARY.....	xii
1-INTRODUÇÃO.....	1
2- REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1- Fontes de contaminação da carne.....	3
2.1.1- Aspectos <i>ante – mortem</i>	3
2.1.2- O abate.....	5
2.1.3- O ar atmosférico dos estabelecimento de abate.....	8
2.2- A <i>Escherichia coli</i> como microrganismo indicador da contaminação de carcaças.....	9
2.3- Estudo da técnica de amostragem.....	9
2.4- Prevalência de contaminantes	11
2.5- Programas de qualidade na indústria frigorífica – HACCP.....	12
2.6- Estudo do PCC – 1B.....	15
2.7- Higienização de carcaças.....	17
3- OBJETIVOS.....	21
3.1- Objetivo geral.....	21
3.2- Objetivos específicos.....	21
4- MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4.1- Condições ambientais e experimentais.....	22
4.1.1- Comparação entre as estações climáticas de chuva e secas.....	22
4.1.2- Comparação entre os grupos em função da implantação do sistema de verificação dos programas de autocontrole em junho de 2006.....	22
4.1.3- Comparação entre os grupos em função da implementação do PCC 1B em fevereiro de 2006.....	23
4.2- Amostragem.....	23
4.3- Coleta de amostras.....	24

4.4- Análise microbiana.....	24
4.4.1- Preparo das amostras	24
4.4.2- Leitura.....	25
4.4.3- Cálculo.....	25
4.4.4- Procedimentos de controle de qualidade.....	26
4.5- Análise estatística.....	26
5- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
5.1- Comparação entre os anos de 2005 e 2006.....	27
5.2- Comparação entre as estações climáticas de chuva e seca.....	29
5.3- Comparação entre os grupos em função da implantação do sistema de verificação dos programas de autocontrole em junho de 2005.....	31
5.4- Comparação entre os grupos em função da implementação do PCC – 1B em fevereiro de 2005.....	33
5.5- Variação da contagem de <i>E. coli</i> nos anos de 2005 e 2006.....	38
6- CONCLUSÕES.....	41
7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência das estações climáticas, do sistema de verificação dos programas de autocontrole e da implementação do ponto crítico de controle 1B (PCC – 1B, revisão da contaminação de carcaças para conteúdo gastrointestinal) sobre a contaminação microbiana na superfície das carcaças bovinas. Foi realizado um trabalho de monitoramento microbiano da contaminação de carcaças, por um período de dois anos, de janeiro de 2005 a dezembro de 2006, obtendo-se 2250 amostras, permitindo um amplo conhecimento da prevalência da *Escherichia coli*. As amostras foram obtidas pela técnica de esfregaço de superfície de carcaças, após 24h de resfriamento das mesmas, utilizando-se swab em uma área total de 400cm², divididos em quatro pontos da carcaça de 100cm² cada um. A análise laboratorial seguiu as recomendações técnicas da AOAC. As contagens médias de *E. coli* expressas em Log UFCx100/cm² foram, respectivamente, 1,15 e 0,27 para 2005 e 2006, representando diferença estatística ($P < 0,0001$) entre os dois períodos avaliados. As contagens de *E. coli* nas estações de chuva e seca foram, respectivamente, de 0,68 e 0,71, estes valores médios apresentaram $P < 0,0096$ e apesar da diferença, houve pouca variação, adotamos como princípio a significância a partir de 0,0001 e assim consideramos que não houve diferença significativa. A comparação entre os grupos em função da implantação do sistema de verificação dos programas de autocontrole em junho de 2005 apresentou resultados médios de 1,42 para o grupo antes da implantação do sistema e 0,45 para o grupo posterior a implantação do sistema ($P < 0,0001$). A comparação entre os grupos em função da implementação do sistema de monitoramento e ações corretivas do HACCP, especialmente o PCC – 1B com início em fevereiro de 2006 apresentou diferenças, com valores médios da contagem microbiana de 1,02 para o grupo anterior a implementação do PCC – 1B e 0,26 para o grupo posterior ($P < 0,0001$). Considerando-se a análise dos resultados das contagens de *E. coli* na superfície das carcaças bovinas após as operações de abate é válido afirmar que, não há efeito das estações climáticas de chuva e seca na contaminação microbiana das carcaças, a aplicação dos programas de autocontrole teve efeito positivo na redução da contaminação microbiana das

carcaças, a implementação do HACCP, especificamente o PCC – 1B teve importante efeito na redução da contaminação microbiana das carcaças e as técnicas utilizadas na implementação do PCC – 1B podem ser consideradas validadas.

SUMMARY

TITLE: VALIDATION STUDIES ON AN ONLINE MONITORING SYSTEM FOR REDUCING MICROBIAL CONTAMINATION ON BEEF CARCASSES

This study aims to evaluate the influence of seasonal climatic variations, of the self-monitoring control programs and of monitoring implemented under critical control point 1B (CCP - 1B) about superficial microbial contamination on beef carcasses. Microbial contamination monitoring was done during two years, from January 2005 to December 2006 collecting about 2250 samples, allowing considerable data, showing prevalence in count numbers of *Escherichia coli*. The samples were obtained by standard technique of swabbing the carcasses surfaces after a 24h refrigeration period; swabs were taken from 400cm² each on four different 100cm² sample areas. Lab analysis followed AOAC recommendations. The average count of *E.coli* expressed as Log UFCx100/cm² were 1,15 for 2005 and 0,27 for 2006, which representing a (P<0,0001) statistical difference between the mentioned periods. The counts of *E. coli* through the rain and dry seasons were 0,68 and 0,71 on average showing P<0,0096 and despite this difference, had little variation. We adopted as significant in principle values larger than 0,0001, and so considered the difference not significant. Comparison between groups according to the implementation of self-monitoring control programs as of June 2005 showed averages of 1,42 for before implementation and 0,45 for the group after implementation of the control system (P<0001). The comparison between groups before and after implementation of hazard analysis and critical control points (HACCP) corrective actions and monitoring system starting on February 2006 showed differences on the average microbial count: 1,02 for the group before the implementation and 0,26 for the group after it (P<0,0001). Considering the analysis of the *E. coli* count on the surfaces of bovine carcasses, it can be said that it is not affected by the rain and dry seasons in regard of microbial contamination, use of self-monitoring control programs had a positive effect on the reduction of microbial contamination, and that the

implementation of HACCP, more specifically CCP - 1B had a significant effect on the reduction of microbial contamination. We believe this validates techniques used on CCP - 1B implementation.

1 – INTRODUÇÃO

O abate de bovinos é uma atividade com uma história própria no Brasil, remonta ao início da colonização, passa por significativo avanço no começo do século XX, com a instalação de grandes indústrias frigoríficas anglo-americanas e desde então evolui em tamanho, produtividade e importância para a economia.

A atividade de abate e processamento da carne bovina representou no ano de 2006 exportações de 1.596.934 toneladas, com receita de US\$3.993.639,00. A carne bovina brasileira está presente em 152 países (ABIEC, 2007).

Esta indústria crescente formada por grandes empresas detentoras de várias plantas distribuídas pelo país, especialmente nas maiores regiões produtoras de bovinos, tem no mercado externo parte importante de seu faturamento.

Porém a exportação de carnes pode se tornar um negócio bastante sensível, devido a barreiras não alfandegárias, uma vez que o produto em si está sujeito aos mais variados tipos de contaminação, que podem afetar seriamente a qualidade e muitas vezes até a segurança deste produto.

Para poder atender ao mercado internacional a indústria foi obrigada a aprimorar e controlar o processo produtivo. A utilização de novas tecnologias, a implantação de ferramentas de controle como: boas práticas de fabricação (GMP – *Good Manufacturing Practices*), procedimento padrão de higiene operacional (SSOP – *Sanitation Standard Operating Procedures*), análise de perigos e pontos críticos de controle (HACCP – *Hazard Analysis and Critical Control Points*) e programas de controle de patógenos são muito importantes para manter o padrão higiênico-sanitário das fábricas brasileiras.

Estima-se que patógenos transmitidos por alimentos causem entre seis e oitenta e um milhões de casos de doenças e aproximadamente 5000 mortes todos os anos (MEAD et al., 1999).

As bactérias patogênicas contribuem para aproximadamente 60% dos casos de enfermidades veiculadas por alimentos (EVA) que levam à hospitalização. Estas mesmas bactérias são responsáveis por dois terços dos casos estimados de mortes causados por EVA.

MEAD et al. (1999) estimam que os casos de hospitalização e morte, respectivamente, causados por EVA sejam de aproximadamente 26% e 30% para *Salmonella* spp, de 4% e 28% para *Listeria monocytogenes*, de 17% e 5% para *Campylobacter* spp, de 5% e menos de 4% para *Escherichia coli* (O157:H7 e outras).

Listeria é mais freqüente em produtos industrializados, sendo *Campylobacter* um sério problema em abatedouros de aves e suínos. *Salmonella* pode ser encontrada em uma larga variedade de produtos “in natura” ou processados e *Escherichia coli* é mais comum em produtos “in natura” (KOOHMARAIE et al., 2005).

O objetivo deste estudo é compreender a prevalência da *E. coli* em carcaças bovinas e como a utilização das ferramentas de HACCP no controle do processo, podem afetar na redução das contagens deste indicador.

2 – REVISÃO DA LITERATURA

2.1 – Fontes de contaminação da carne

Um clássico trabalho de EMPEY & SCOTT (1939) na Austrália apresentou as principais fontes de contaminação da carne. Foi demonstrado que as fontes de contaminação são: a pele, os pêlos, o solo, o conteúdo dos estômagos e intestinos, água, poeira, utensílios e equipamentos.

A principal fonte de contaminação bacteriana foi creditada a pele e pêlos dos animais de abate, originários principalmente da microbiota do solo das pastagens. A transferência de microrganismos da pele para os tecidos subcutâneos foi encontrada como a origem da contaminação nas primeiras etapas da remoção da pele por meio de facas usada na esfolagem. Adicionalmente a esta transferência, pode ocorrer contaminação através de mãos, braços e roupas dos operadores (GRACEY et al., 1999).

O rompimento ou perfuração do trato gastrointestinal durante a evisceração também é responsável por um grande número de carcaças contaminadas.

De acordo com KOTULA & KOTULA (2000) as bactérias mais comuns na deterioração da carne incluem: *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Aeromonas*, *Alteromonas putrefaciens*, *Lactobacillus* e *Brochothrix thermosphacta*. As bactérias patogênicas mais comuns incluem; *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, *Aeromonas hydrophila* e *Bacillus cereus*.

2.1.1 – Aspectos ante-mortem

O clima tem enorme influência sobre as condições higiênicas dos animais levados para o abate. O regime de chuvas influencia diretamente esta condição. GRACEY et al. (1999) relatam que o pior mês na Irlanda e na Escócia, em termos de contaminação fecal da pele dos animais é fevereiro, enquanto que na Inglaterra é em abril. Diretamente ligada ao regime de chuvas da região.

Sob condições típicas de clima nas Ilhas Britânicas, a produção de gado e ovelhas limpos para o abate é relativamente fácil, quando os animais são criados a pasto durante os meses quentes do verão. Entretanto, no clima úmido, bovinos e ovelhas são freqüentemente encaminhados ao abate com muita sujeira aderida ao pêlo e a pele. Este também é o caso de países nas latitudes superiores do norte, onde devido ao frio, os animais são estabulados durante os meses de inverno (GRACEY et al., 1999).

O regime de criação também afeta o tipo de contaminação da pele. Em regime de criação extensiva, os animais podem apresentar menos bactérias fecais e mais microrganismos do solo do que os animais estabulados (ROÇA & SERRANO, 1995a).

Os estudos de JARDIM et al. (2006) no Brasil verificaram que as contagens de *E. coli* nas amostras colhidas de carcaças de bovinos criados em regime de pastagens foram superiores em todas as operações de abate em relação às amostras de carcaças de bovinos criados em confinamento, com exceção da etapa após a esfolagem, na qual foi detectada ausência de *E. coli* nos dois grupos de amostras. Entretanto, não se observou diferença entre os dois sistemas de engorda nas diferentes operações de abate.

Na Finlândia, o problema de animais muito sujos encaminhados para o abate tem sido reduzido pela aplicação de uma série de regras harmonizadas por veterinários inspetores, fazendeiros, a indústria de carnes, a indústria do couro e o departamento veterinário do estado. Sob este acordo, animais sujos são abatidos depois dos animais limpos. Os custos implicados são atribuídos aos proprietários dos animais. O esquema tem resultado num decréscimo de 85% de animais excessivamente sujos (RIDELL & KORKEALA, 1993).

Estudando o efeito do banho de aspersão antes do abate, ROÇA & SERRANO (1995c), não encontraram efeito nas contagens bacterianas da porção interna do músculo e da superfície da carcaça, porém o banho de aspersão é reconhecido por contribuir para a realização de uma esfolagem higiênica, evitando incidentes de contaminação por contato direto entre a pele e a superfície da carcaça.

A limpeza de bovinos, particularmente suas extremidades e a região anal, deve ser realizada nos currais, nas rampas ou seringas, utilizando-se mangueiras ou aspersão de água sob pressão. É recomendável que os animais

permaneçam, após a limpeza, por um pequeno espaço de tempo, na rampa de acesso, para secar a pele, pois é impossível realizar uma esfola higiênica se o couro estiver muito molhado (ROÇA & SERRANO, 1995b).

Um problema conhecido pela indústria é o tempo prolongado de espera nos currais do frigorífico, que leva a diminuição acelerada do peso do fígado e redução do volume do rúmen, cujo conteúdo torna-se mais fluído (WARRIS, 1990).

2.1.2 – O Abate

A carne de animais sadios é considerada estéril, isto significa que toda a contaminação biológica, tanto por bactérias patogênicas como a própria microbiota deterioradora, acontece pela tecnologia de abate envolvida, insuficiente para se evitar esta contaminação e também por falhas de procedimentos operacionais que levam a esta contaminação.

A compreensão do efeito de cada etapa do processamento da carcaça, principalmente nas etapas iniciais do abate (insensibilização, sangria, esfola, evisceração, inspeção, toalete e lavagem de carcaças) sobre a intensidade da contaminação provocada, tem levado ao aperfeiçoamento do processo.

Esta compreensão inicia-se com o princípio de que a carne é livre de contaminação microbiana, com exceção da superfície externa, trato digestivo, cavidades nasofaríngeas e porção final do trato urogenital. Os tecidos de animais sãos, incluindo o sangue, medula óssea e órgãos das cavidades torácica e abdominal, podem ser considerados estéreis (THORNTON, 1969; INGRAM & SIMONSEN, 1985; GRAU, 1986).

A sangria dos animais é a primeira etapa invasiva na carcaça e reconhecida como importante rota de contaminação. Durante a sangria, bactérias podem entrar na veia jugular ou na veia cava anterior e circular pela corrente sanguínea atingindo os músculos, o pulmão e até a medula óssea (TROEGER, 1994).

Testes comparativos mostraram que nas etapas antes da esfola as contagens de microrganismos indicadores foram maiores do que nas etapas subseqüentes, indicando que o couro é uma importante fonte de contaminação,

o que pode ser explicado pela possibilidade do mesmo apresentar acúmulos de fezes e sujeira sobre o pelame (JARDIM et al., 2006).

A evisceração é outra etapa do abate que demanda cuidados na prevenção da contaminação, para isso a aplicação correta da técnica é fundamental. O sistema recomendado inicia-se com a separação da pele perineal, envolvendo o reto com um saco plástico e promovendo sua oclusão com barbante ou elástico. O reto protegido pode ser introduzido na cavidade abdominal. Esta é uma das tarefas mais difíceis de se completar higienicamente, quando a área de corte circular ao redor do períneo atravessa a pele contaminada. A oclusão do esôfago pode ser realizada com barbante ou grampo plástico e em seguida uma haste metálica tipo “saca rolha” força suas inserções pela cavidade torácica, liberando-o. Desta forma o conjunto gastrointestinal está pronto para ser retirado (GRACEY et al., 1999).

O potencial para provocar contaminação durante a evisceração pode ser observado quando se identifica que no momento do abate, o rúmen pode conter ($\log_{10}$ UFC/g) 6,0 a 8,0 de aeróbios mesófilos; 2,0 a 5,0 de psicrotróficos; 3,0 a 7,0 de *E. coli* e *Enterobacteriaceae*; e 3,0 de *Salmonella*. As fezes podem conter ($\log_{10}$ UFC/g) 7,0 a 9,0 de aeróbios; 2,0 a 5,0 de psicrotróficos; 6,0 a 9,0 de *E. coli* e *Enterobacteriaceae*; em torno de 6,0 de *Clostridium perfringens*; e 4,0 a 5,0 de *Salmonella* (ROÇA & SERRANO, 1995a).

Portanto, parece que a maioria das contaminações por *E. coli*, assim como por outras bactérias, na carcaça de bovinos, é depositada no produto durante as operações iniciais para preparação da carcaça. Por isso, melhorias na limpeza de equipamentos, tanto quanto no processo de produção, devem ser requeridos para melhorar a condição microbiana da carne. Porém, a esfolagem, evisceração, lavagem de carcaças e resfriamento são evidentemente pontos críticos de controle no processo de produção de carcaças (GILL et al., 2003).

Um dos riscos na contaminação de produtos comestíveis na área de processamento pré-inspeção das plantas processadoras é a contaminação cruzada. Esta pode ocorrer diretamente como resultado do contato entre carcaças ou indiretamente através de facas ou mãos de magarefes. Por esta razão, procedimentos sanitários operacionais requerem que os magarefes enxágüem suas mãos e facas para remover qualquer contaminação visível (LEGG et al., 1999).

Estudando a incidência de *Staphylococcus* coagulase positiva em carcaças de bovinos em abatedouros da Austrália, DESMARCHELIER et al. (1999), propõem que as mãos dos magarefes contribuem para a contaminação da carcaça e relatam o seu aumento após a evisceração, sugerindo a utilização de luvas e de sanitizantes para as mãos.

Na Nova Zelândia foi realizado estudo do efeito da utilização de luvas em magarefes. Foram realizados testes comparando a aderência bacteriana na superfície das mãos e na superfície das luvas, simulando o contato com a pele do animal abatido. O tratamento foi um enxágüe por 5 segundos em água a 40°C. Sob condições laboratoriais não houve diferença (LEGG et al., 1999).

ROÇA & SERRANO (1995c) não encontraram efeito significativo na lavagem da carcaça em relação à contagem total de bactérias da superfície, em comparação com os valores obtidos na superfície da carcaça antes da lavagem e imediatamente após a chegada na câmara fria, a lavagem da carcaça com água sob pressão teve efeito na remoção de coágulos, pêlos e resíduos de ossos, e não na diminuição da contaminação.

Estudos realizados por SUMNER et al. (2003) compararam as práticas de abate “tradicionais”, com abate inferior a 150 animais por semana, localizadas em locais remotos e operadas por pequenos grupos de fazendeiros e práticas “modernas” de abate e processamento, praticadas por grandes abatedouros, equipados com nória mecanizada, esfoladora aérea e magarefes em série para esfolagem e evisceração. Como padrão, equipamentos e técnicas tradicionais aparentemente foram mais capazes de minimizar a contaminação fecal se comparados aos sistemas mecanizados, manipulados por um grande número de operadores.

A união de resultados das plantas de ambas as categorias (pequenos e grandes abatedouros) mostrou que a média das contagens de aeróbios viáveis foi de 1,82UFC/cm², *E. coli* estava presente em 18,8% das carcaças e a média logarítmica de resultados positivos de *E. coli* foi de -0,33, (SUMNER et al., 2003).

GILL et al. (2003) compararam os resultados de *swabs* de carcaças de vacas leiteiras de descarte e gado de corte comum, durante as diversas etapas do processo de abate, resfriamento e desossa, concluindo que as contagens bacterianas foram similares em todas as etapas do processamento. O que

demonstra que a condição microbiana do produto é determinada pela maneira que os processos são implementados e não pelo tipo ou condição do gado abatido (GILL et al., 1998).

2.1.3 – O ar atmosférico dos estabelecimentos de abate

O ar tem sido reconhecido como fonte de contaminação microbiana em diferentes plantas processadoras de carnes de aves e de bovinos (RANKIO & KORKEALA, 1997; SOFOS et al., 1999a; WHYTE et al., 2001).

Entre os principais grupos de microrganismos presentes no ar atmosférico no matadouro-frigorífico encontram-se os micrococcos, coliformes, bacilos e estafilococos. Há predomínio de *E. coli* no ar atmosférico de currais e sala de matança e baixas contagens deste microrganismo nas câmaras de resfriamento, ocorrendo o inverso com *Pseudomonas* (ROÇA & SERRANO, 1995a).

PRENDERGAST et al. (2004) dividem as fontes de microrganismos contaminantes do ar em três categorias:

- Microrganismos transportados em partículas sólidas de poeira, pele, pêlos e roupas, suspensos no ar da sala de abate.
- Minúsculas gotas de aerossóis formados pela lavagem das carcaças, mãos, instalações e equipamentos.
- Organismos sozinhos ou pequenas micro-colônias em suspensão pela evaporação da água.

Estudos de PRENDERGAST et al. (2004) sobre a contaminação do ar e das carcaças para diversos grupos de bactérias em duas diferentes linhas de abate, abatedouros horizontais que possuem uma linha de abate reta de um único piso e abatedouros verticais com uma linha de abate sinuosa em dois pisos. Os resultados não apontaram para uma correlação entre a contaminação do ar e das carcaças, em ambos os tipo de abatedouros.

O reconhecimento do significado da contaminação causada por bactérias carregadas pelo ar tem levado a medidas de direcionamento na movimentação do ar em abatedouros (PRENDERGAST et al., 2004). As medidas de controle sugeridas são a separação estrutural das atividades com a divisão do abate em área “suja” e área “limpa” (RAHKIO & KORKEALA, 1997),

filtração de ar e sistemas de fluxo de ar fluindo da área “limpa” para a área “suja” (LUTGRING et al., 1997).

Vários autores demonstraram que o “layout” dos abatedouros afeta a distribuição da contaminação causada pelo ar (RAHKIO & KORKEALA, 1997; PRENDERGAST et al., 2004). Mais especificamente, a separação da área “suja” e “limpa” na linha de abate é importante nos termos de redução na contaminação causada pelo ar e conseqüentemente reduzindo a contaminação de patógenos das carcaças (RAHKIO & KORKEALA, 1997; WHYTE et al., 2001; PRENDERGAST et al., 2004).

2.2 – A *Escherichia coli* como microrganismo indicador da contaminação de carcaças

JARDIM et al. (2006), investigando microrganismos indicadores na pele e superfície de carcaças nas operações de abate e sua influência nos diferentes sistemas de engorda (confinado e a pasto), obtiveram níveis muito semelhantes de coliformes totais e *E. coli*, tanto no couro como nas carcaças, podendo-se optar pela pesquisa de um ou outro indicador em outras investigações.

Acompanhando o programa de redução de patógenos desenvolvido pelo FSIS, MACNAMARA (1995) concluiu que organismos indicadores, como aeróbios totais viáveis, *E. coli* e coliformes totais, são mais adequados para controle de processos, porque podem ser encontrados em níveis mais elevados, possíveis de serem enumerados e assim quantificados. Os dados do programa devem ser avaliados para determinar a relação entre microrganismos indicadores e a presença de patógenos.

2.3 – Estudo da técnica de amostragem

A contaminação inicial da carne ocorre durante o processo de abate. Deficiências de higiene nesta etapa do processamento podem provocar contaminações consideráveis. A carne altamente contaminada é uma das principais fontes de contaminação bacteriana e fonte de contaminação cruzada. Conseqüentemente, a contaminação causada à carcaça durante o abate,

resultado de higiene deficiente, não pode ser compensada, nem pelo mais rigoroso processo de higienização nas próximas etapas do processamento da carne “in natura”. Isto reforça o grande significado de um abate higiênico. Por esta razão, a verificação da eficiência da higiene do abate através de exames microbiológicos das carcaças é muito desejável (UNTERMANN et al, 1997).

A variável metodológica entre o *swab* (zaragatoa) molhado e seco e a excisão de amostras é de menor importância se comparada com a enorme variação da contagem de colônias que ocorre entre carcaças do mesmo dia de abate. Por esta razão, faz mais sentido examinar um grande número de amostras com a técnica de *swab*, no lugar de um baixo número de amostras pela técnica da excisão (UNTERMANN et al., 1997).

A decisão 2001/471/EC estipula que dados microbiológicos sejam usados para identificar as causas de um resultado inaceitável ou insatisfatório. Para obter este resultado, amostras microbianas de cada carcaça devem ser processadas separadamente para permitir detectar o efeito da contaminação específica de um local, no total da contaminação de carcaça a ser calculado. Entretanto, dados têm mostrado uma heterogeneidade da contaminação de carcaças que é evidente nas etapas iniciais de processamento antes do resfriamento.

De maneira similar, há o critério de performance de *E. coli* descrito na regulamentação PR-HACCP (1996a) dos EUA aplicada para amostras de carcaça colhidas após o resfriamento.

Entretanto, na União Européia a ênfase colocada em identificar e controlar as operações anteriores ao resfriamento que também contribuem para a contaminação das carcaças é maior que nos EUA. Isto porque a descontaminação de carcaças através da lavagem com ácidos orgânicos e pasteurização não são permitidas na UE (GREER & DILTS, 1992; SMULDERS & GREER, 1998; BOLTON et al., 2001), enquanto que são largamente utilizados para se obter controle sobre a contaminação microbiana nos EUA.

Utilizando-se o critério da Decisão 2001/471/EC de se colherem as amostras de *swab* de carcaça antes do resfriamento, o efeito do resfriamento como PCC não é medido (McEVOY et al., 2004).

McEVOY et al. (2004) mostraram que o número de bactérias é pouco reduzido ou permanece inalterado como resposta ao resfriamento e

desidratação superficial da carcaça. A redução observada é pouco provável de ter ocorrido como resultado da morte celular, mas é mais provável de representar a injúria celular como resultado do estresse pela redução da temperatura e da atividade de água. As células são capazes de se recuperar deste estresse pelo frio (YU et al., 1999). Portanto é provável que as reduções das contagens bacterianas causadas pelo resfriamento e desidratação superficial da carcaça representem apenas injúria e paralisação do crescimento bacteriano, visto que a morte celular ocorre somente em circunstâncias extremas.

Na opinião de McEVOY et al. (2004), o resfriamento deveria ser considerado um PCC, mas somente com a definição de prevenção de crescimento. Neste contexto, o resfriamento pode ser usado como PCC, fornecendo parâmetros para prevenção que podem ser claramente definidos nos termos de temperatura, velocidade do ar e umidade relativa durante o resfriamento.

2.4 – Prevalência de contaminantes

SCHLEGELOVÁ et al. (2004) encontraram 7,5% das carcaças positivas para *Staphylococcus aureus*, 43,3% das carcaças positivas para *E. coli* e 23,9% positivas para o gênero *Enterococcus*, utilizando a técnica do *swab*.

Comparando diferentes métodos de esfola de bovinos em três plantas processadoras do Canadá, GILL et al. (1998a) obtiveram amostras de *swab* de superfície de carcaça em 100 cm², com variações médias de:

- Contagem de aeróbios totais de 2,06 a 3,06 log₁₀
- Contagem de coliformes totais de 0,24 a 2,36 log₁₀
- *E. coli* de 0,19 a 2,07 log₁₀

Estudando o efeito do banho de aspersão *ante-mortem* em bovinos, ROÇA & SERRANO (1995c) encontraram média geral da contagem total de bactérias de 0,9961 log₁₀ UFC/cm² (n=48).

DUFFY et al. (2001) estudaram 2552 carcaças de cordeiros em seis abatedouros dos EUA e encontraram média de contagem de aeróbios viáveis de 4,23/cm² na primavera e 4,61/cm² no inverno e uma prevalência geral de *E.* de 66,2%.

As contagens médias ($\log_{10}$ UFC/cm²) obtidas por JARDIM et al. (2006), de aeróbios mesófilos e aeróbios facultativos, coliformes totais e *E. coli* foram: antes da esfolagem, 3,72, 1,27 e 0,86; após a esfolagem, 1,89, 0,40, 0,40, e após a lavagem, 2,19, 0,55 e 0,42, respectivamente, para os bovinos de pastagem; antes da esfolagem 3,31, 0,65 e 0,64; após a esfolagem, 1,78, 0,40 e 0,40 e após a lavagem, 1,82, 0,41 e 0,40 para os bovinos de confinamento. Evidenciando que as amostras provenientes de bovinos em pastagem apresentaram contagens médias superiores, e no caso do couro, essas diferenças foram significativas.

TABELA 1 – Contagem e prevalência de *E. coli*.

Autor	País	Ano	Contagem <i>E. coli</i>	Prevalência de <i>E. coli</i>
USA (USDA – FSIS)	EUA	1996b	33UFC/cm ²	16%
VANDERLINDE et al.	Austrália	1998	13 NMP/cm ²	21,5%
SIRAGUSA et al.	EUA	1998		44%
SOFO et al.	EUA	1999		2,2% a 23,4%
DUFFY et al.	EUA	2001		66,2%
PHILLIPS et al.	Austrália	2001		10,3%
GILL et al.	Canadá	2003	2,18UFC/100cm ²	68% *
SUMNER et al.	Austrália	2003		18,8%
SCHLEGELOVÁ et al.	R.Tcheca	2004		43,3%
KIERMEIER et al.	Austrália	2006		7,1%

* Utilizando-se de filtro de membrana hidrofóbica.

2.5 – Programas de qualidade na indústria frigorífica – HACCP

As medidas de higiene na produção e processamento da carne, assim como em todos os alimentos, visam à proteção dos consumidores contra agentes patogênicos, além de prevenir sua rápida deterioração. Por esta razão os programas de qualidade e higiene dos abatedouros, associados ao monitoramento bacteriológico da contaminação das carcaças bovinas, servem ao propósito da segurança alimentar, bem como garantem uma melhora na qualidade em geral (UNTERMANN et al., 1997).

No Brasil, o DIPOA (Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal), de forma complementar as atividades rotineiras de inspeção e acompanhando os avanços das legislações no tocante às responsabilidades dos fabricantes, inseriu nas suas tarefas rotineiras a avaliação da implantação e da execução, por parte da indústria inspecionada, os programas de

autocontrole. As modernas legislações dirigidas ao controle sanitário de alimentos tratam esses programas como requisitos básicos para a garantia da inocuidade dos produtos (BRASIL, 2005ab).

A evolução dos programas de autocontrole ocorreu pela implantação das circulares 175 e 176 (BRASIL, 2005ab), que colocaram o sistema brasileiro de inspeção das plantas exportadoras de carne bovina em equivalência com a lei de carnes dos EUA, a Diretiva FSIS 5000.1 (USA, 2003). Esta diretiva é usada pelas equipes do programa de inspeção dos EUA para a verificação, avaliação e aplicação das normas de segurança alimentar em plantas processadoras.

Estes programas incluem: Programa de Procedimento Padrão de Higiene Operacional – (PPHO), Programa de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle – (HACCP) e, num contexto mais amplo as Boas Práticas de Fabricação – (GMP). Alguns países abordam o GMP de forma particular, como parte de uma estratégia de controle previamente definida, em razão de particularidades internas e dos resultados de estudos de riscos locais (BRASIL, 2005ab).

Os Programas de Autocontrole relacionados são:

- Manutenção das instalações e equipamentos industriais
- Vestiários e sanitário
- Iluminação
- Ventilação
- Água de abastecimento
- Águas residuais
- Controle integrado de pragas
- Limpeza e sanitização (PPHO)
- Higiene, hábitos higiênicos e saúde dos funcionários
- Procedimentos Sanitários das Operações (PSO)
- Controle da matéria-prima, ingredientes e material de embalagem
- Controle de temperaturas
- Calibração e aferição de instrumentos de controle de processo
- HACCP – Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle
- Testes microbiológicos (Contagem total de mesófilos, Contagem de *Enterobacteriaceae*, *Salmonella* spp., *E. coli*, *Listeria* spp.)

Dentre os programas de qualidade destaca-se o sistema HACCP, baseado no método de engenharia conhecido como FMEA (*Failure, Mode and Effect Analysis*), sua implementação é sistemática e guiada por identificação de perigos e riscos à saúde humana e suas medidas de controle. Este sistema é lógico e abrangente já que considera os ingredientes, o processo e o uso subsequente do produto. É baseado em sete princípios: análise de perigos, identificação de PCs e PCCs no processo, estabelecimento dos limites críticos, monitoramento dos PCCs, determinações de ações corretivas, estabelecimento de procedimentos de verificação e documentação (NUNES, 2004).

Autoridades reguladoras mundiais vêm solicitando melhorias na segurança microbiana da carne em geral, em particular dos abatedouros, requerendo implementação no sistema HACCP de todos os processadores de carne (BOLTON et al., 2001).

O HACCP tem se tornado essencial em tudo relacionado com a segurança microbiana da carne. Enorme esforço foi realizado para treinar e capacitar as pessoas envolvidas, agora os mesmos conceitos estão sendo aplicados em outras áreas do desenvolvimento da indústria frigorífica (SWATLAND, 1995).

Pelo mundo inteiro autoridades de inspeção de carnes têm estimulado e requerido das plantas processadoras de carne a implementação do sistema HACCP para seus processos, com particular ênfase no desenvolvimento de sistemas capazes de controlar a contaminação de patógenos nas carcaças durante a esfolagem (HUDSON et al., 1996).

Dados para o propósito de controle devem ser medidas diretas da qualidade do produto ou medidas de parâmetros operacionais que estão correlacionados com a qualidade do produto (GILL & JONES, 1998).

O HACCP é usualmente aceito por assegurar os meios mais efetivos na minimização da contaminação microbiana das carcaças. A recente legislação da União Européia obriga legalmente que o HACCP seja aplicado em todas as plantas de abate e impõe padrões de desempenho microbiano a serem alcançados. Estes padrões de desempenho microbiano usam a contagem total de microrganismos viáveis e a contagem de microrganismos entéricos, podendo esta ser substituída pela contagem total de *Escherichia coli*, como

medida de higiene das carcaças e verificação do funcionamento eficiente do sistema HACCP (TERGNEY & BOLTON, 2006).

Dados de verificação são coletados como parte dos procedimentos para demonstrar o contínuo e efetivo funcionamento do controle de processo. Estes dados de verificação são geralmente coletados *off-line* e são medidas diretas da qualidade final do produto. As avaliações microbianas são obviamente apropriadas para verificação de processo, mas a tentativa de usar estes dados com o propósito de controle é um engano. Os dados microbianos de carcaças resfriadas são poucos, são obtidos tardiamente e não se relacionam com nenhuma operação ou processo específico na produção de carcaças (GILL & JONES, 1998).

Num processo sob controle espera-se que os resultados fiquem abaixo do limite inferior de $3,5 \times 10^3$. Quando os resultados dos testes enquadram-se em uma faixa marginal, isto é, abaixo da linha superior (10^5) e na linha inferior, ou acima, interpreta-se como “tendência” de desvio do processo. No momento que se identifica uma “tendência”, é importante que a indústria procure a causa do desvio e aplique medidas preventivas pertinentes. À medida que se obtém o resultado de um novo teste, os critérios de verificação devem ser aplicados novamente para reavaliar os controles relativos à higiene das operações (BRASIL, 2006). Em síntese, no caso de resultados insatisfatórios, a indústria deve revisar os programas de autocontrole (HACCP, PPHO e GMP) para identificar as causas dos desvios e aplicar as necessárias medidas corretivas e preventivas (BRASIL, 2006)

2.6 – Estudo do PCC – 1B (Ponto Crítico de Controle - nº 1 perigo biológico)

O PCC – 1B ou ponto crítico de controle para perigo biológico nº 1, trata-se da revisão de carcaças para contaminação fecal e/ou ruminal. É normalmente realizada por dois monitores da garantia da qualidade, sendo um para a parte dianteira da carcaça e outro para a parte traseira. As carcaças são monitoradas continuamente, checando-se visualmente 100% das meias carcaças, girando a mesma para garantir a observação de toda a superfície e em seguida procedendo-se o registro em planilha. Os monitores do PCC – 1B

são instalados em plataforma alta e plataforma baixa, no final da linha de abate, após o toalete das carcaças e antes da lavagem das mesmas.

A identificação da contaminação leva a ação corretiva imediata que consiste em paralisar a nórea, identificar e localizar a contaminação da carcaça, solicitar a remoção da porção contaminada, informar ao responsável pelo processo a fim de identificar e corrigir a possível causa da não conformidade. Por último é realizado o registro da ação corretiva, indicando o horário, local e número da carcaça contaminada.

A verificação do PCC é realizada por um dos responsáveis pelo plano HACCP, diariamente são observados os registros de monitoramento e semanalmente é realizada verificação “in loco” das atividades dos monitores do PCC.

Os procedimentos atualmente recomendados e utilizados no desenvolvimento de sistemas HACCP na indústria de carne são baseados em avaliações subjetivas dos efeitos microbianos das operações no processo de produção, assim como também as ações tomadas para se controlar a contaminação microbiana (GILL et al., 2003).

Geralmente os pontos críticos de controle (PCCs) no processo de esfolagem e evisceração de carcaças são identificados por critérios de julgamento subjetivos (FULKS, 1991; NAC, 1992). Entretanto, avaliações subjetivas de efeitos microbiológicos podem ser incorretas, com subsequente não identificação de PCCs. Obviamente, qualquer sistema HACCP baseado nesta idéia, no lugar de PCCs reais, é provável de ser não efetivo. Portanto tem se sugerido que o sistema HACCP nas plantas de carne sejam baseados em dados microbianos que permitam calcular uma estimativa do número de microrganismos indicadores no produto nas várias etapas do processo (GILL, 2000).

Os testes microbianos são parte necessária da implementação do HACCP, os testes devem ser usados: para investigar o efeito microbiológico de determinadas operações dentro do processo, para validar procedimentos adotados no controle da contaminação microbiana e para verificar a manutenção das condições microbianas do produto (BROWN et al., 2000).

BOLTON et al. (1999) descreveram o sistema de monitoramento visual *on-line* para contaminação fecal em carcaças de suínos. Este sistema registra

eventos de contaminação fecal na carcaça e providencia um retorno na identificação da operação com maior probabilidade de causar a contaminação. Permite implementar ações corretivas e preventivas, e conseguiu reduzir a contaminação fecal de 7,6% para 1,8% e a contagem total de microrganismos viáveis de $4,8 \log_{10}$ UFC/cm² para $2,0 \log_{10}$ UFC/cm² nas carcaças de suínos.

Estudos de TERGNEY & BOLTON (2006) concluem que o monitoramento *on-line* pode ser usado como parte dos PCCs de esola e evisceração para promover a melhora contínua do processo, minimizar a contaminação fecal e reduzir as contagens de *E. coli*, Enterobacteriaceae e coliformes totais e reduzir o risco de EVA associadas ao consumo de carne bovina.

O PCC-1B no abate de bovinos pode ser considerado com a aplicação de tecnologias de intervenção ou sem as mesmas. Algumas tecnologias como a pasteurização por vapor da superfície da carcaça ou o banho com água quente são exemplos de PCC onde é aplicada uma forma de intervenção com o intuito de minimizar a contaminação microbiana. Porém estas tecnologias tem custos proibitivos para pequenos abatedouros e os PCCs sem intervenção como o controle da esola e da evisceração são muito mais freqüentemente utilizados (TERGNEY & BOLTON, 2006).

GILL & LANDERS (2004) estudando as condições microbianas das carcaças retidas para toalete a fim de se remover a contaminação fecal visível, observaram que o número total de aeróbios viáveis e *E. coli* não excedeu a média encontrada e considerada aceitável para as demais carcaças.

2.7 – Higienização de carcaças

Muitas técnicas de controle da contaminação pré-abate vêm sendo pesquisadas, principalmente para reduzir ou eliminar a presença de bactérias como a *E. coli* O157:H7 e *Salmonella*. Mudanças na dieta dos animais, exclusão competitiva, tratamentos na água, administração oral de cloreto de sódio e até vacinas vem sendo testadas (HUFFMAN, 2002).

Todo o conjunto de intervenções para higienização de carcaças pode ajudar a obter controle apesar da localização ou causa da contaminação da carcaça (McEVOY, 2004).

GILL et al. (2003) mostraram que a lavagem de carcaças reduz em até 1 ciclo logarítmico a contagem total de bactérias. A pasteurização adicionada da lavagem com ácidos orgânicos é capaz de reduzir em até 3 ciclos logarítmicos a contagem bacteriana da carcaça.

DICKSON & ANDERSON (1992) compilaram uma revisão das 10 técnicas mais comuns de higienização de carcaças estudadas em carne "*in natura*" e concluíram que a etapa de higienização durante o abate pode reduzir a contaminação e possivelmente contribuir para aumentar a vida de prateleira do produto, além da segurança que torna esta etapa essencial no processo de abate.

O USDA – FSIS (1996c) tem reconhecido que a descontaminação deve se tornar uma etapa do processo de abate. Em geral, agentes de lavagem e sanificação têm se apresentado efetivos na redução de bactérias e na eliminação de patógenos da carcaça.

Entre os métodos de higienização de carcaça utilizados encontram-se: a depilação química, a lavagem com água quente, a pasteurização por vapor, a pasteurização por vapor e vácuo, o toalete com faca, a lactoferrina e a aplicação de produtos químicos.

A depilação química foi estudada por SCHNELL et al. (1995) em abatedouros comerciais de bovinos. O processo é descrito possuindo três etapas de ação bacteriostática e bactericida aplicados imediatamente após a sangria, na seqüência, o sulfito de sódio, peróxido de hidrogênio e ácido láctico.

O USDA-FSIS (1996c) reconhece significativas evidências científicas do efeito da água quente ($>74^{\circ}\text{C}$) na redução da contaminação da carcaça. O sistema não é aprovado pelo USDA-FSIS, pois é acompanhado do efeito não permitido de ganho de peso durante o tratamento e experimentos realizados apontaram incremento de até 1,31% de peso nas carcaças.

NUTSCH et al. (1998) avaliaram o sistema de pasteurização por vapor em plantas comerciais de abate de bovinos e encontraram redução significativa na contagem total de aeróbios viáveis e nas contagens de *E. coli*. A comercialização do sistema de pasteurização por vapor tem tido sucesso e o sistema está sendo usado em muitos abatedouros dos Estados Unidos.

A pasteurização por vapor e vácuo é uma variação da pasteurização por vapor. Utiliza um spray de água a 88°C , seguido de vácuo e vapor a 45 psi

(pound-force per square inch ou libra por polegada quadrada) para remover a contaminação e pasteurizar a superfície da carcaça. Assemelha-se a um bocal de aspirador de pó, DORSA et al. (1996). O sistema foi aprovado pelo USDA-FSIS como substituto do toalete realizado com faca para se remover contaminação fecal e ingestas menores do que 2,54 cm no seu maior lado. DORSA et al. (1996) reportam as reduções em contagem total de aeróbios, contagem total de coliformes e *E. coli* em respectivamente, 6,2, 5,0 e 4,8 log₁₀ UFC/cm².

O mais antigo, mais aceito e mais usado método de descontaminação de carcaças é o toalete com faca. PRASAI et al. (1995) demonstraram que a remoção da contaminação visível por toalete, seguida de lavagem, pode ser um dos mais práticos e efetivos métodos para se reduzir a contaminação microbiana das carcaças. Dando-se ênfase na frequência da higienização da faca e outras ferramentas utilizadas no processo de toalete.

NAIDU et al. (2003) reportam a lactoferrina como um novo agente de bloqueio microbiológico que inibe a multiplicação, adesão e colonização de microrganismos. A lactoferrina pode ser encontrada no leite, saliva, lágrima, fluido seminal e grânulos secundários de neutrófilos (NAIDU, 2002).

NAIDU (2002) descreve o potencial deste composto para o tratamento por *spray* a 2% nas carcaças ou em cortes de carne. Como agente antimicrobiano de bloqueio que pode interferir na adesão e colonização, causar desprendimento de microrganismos vivos ou mortos das superfícies biológicas, detendo o crescimento microbiano e neutralizando a atividade de endotoxinas.

Produtos químicos têm sido usados apesar de muitas controvérsias, para redução da carga bacteriana na carcaça após o abate:

- Cloro
- Ácidos orgânicos: ácido acético, ácido lático, ácido cítrico e ácido fumárico
- Peróxido de hidrogênio
- Antimicrobianos: nisina e bactericina
- Fosfatos: fosfato trissódico

A efetividade do tratamento químico na redução de microrganismos patogênicos não pode ser definitivamente estabelecida. A eficiência pode variar com o tipo particular de produto usado, a concentração, o tempo de contato, o tipo de tecido e superfície, o tempo em que ocorreu a contaminação e a aplicação do tratamento, o tipo de microrganismo, a temperatura da solução e o método de aplicação utilizado (GRACEY et al., 1999).

3 – OBJETIVOS

3.1 – Objetivo geral

Avaliar a presença da *Escherichia coli* como contaminante biológico de carcaças de bovinos em um período de dois anos.

O objetivo deste estudo é testar métodos e tecnologias que foram usadas para controlar a contaminação de carcaças bovinas e descrever esta nova experiência e a metodologia utilizada que ainda estão em desenvolvimento e aperfeiçoamento.

3.2 – Objetivos específicos

- Avaliar o efeito do clima, representado pelas estações de chuva e seca na contaminação microbiana das carcaças.
- Avaliar o efeito da aplicação dos sistemas de autocontrole a partir das circulares 175 e 176 (BRASIL, 2005ab) sobre os programas de qualidade, especificamente o plano HACCP.
- Avaliar a implementação do plano HACCP, especificamente o PCC – 1B e validar as ferramentas de HACCP utilizadas.

4 – MATERIAL E MÉTODOS

4.1 – Condições ambientais e experimentais

Os experimentos foram realizados na região noroeste do Estado de São Paulo (Brasil), no período de dois anos, de janeiro de 2005 a dezembro de 2006.

Os animais foram embarcados em propriedades com distâncias variando entre 20 a 500km. Viajando em condições climáticas diversas, com a temperatura média na região de 23,9°C e médias mínimas e máximas oscilando entre 12,7°C a 32,0°C, segundo o CEPAGRI (2007).

As carcaças analisadas foram processadas em uma planta com capacidade de abate de 1200 bovinos/dia, em turno de 8 horas, localizada na cidade de Andradina, SP, sob fiscalização do Serviço de Inspeção Federal (SIF385).

4.1.1 – Comparação entre as estações climáticas de chuva e secas

Foi comparado o efeito da variação climática entre a estação de chuvas, compreendida na região de novembro a abril e da estação seca de maio a outubro, sob a contaminação microbiana das carcaças.

4.1.2 – Comparação entre os grupos em função da implantação do sistema de verificação dos programas de autocontrole em junho de 2006

Avaliaram-se as mudanças nos programas de autocontrole causados pela implantação das circulares 175 e 176 (BRASIL, 2005ab), que colocaram o sistema brasileiro de inspeção das plantas exportadoras de carne bovina em equivalência com a lei de carnes dos EUA, a Diretiva FSIS 5000.1 (USA, 2003).

As circulares 175 e 176, conforme estabelecido pelo departamento de inspeção de produtos de origem animal (DIPOA), requerem dos matadouros frigoríficos a colocação em prática de medidas de controle em cada estágio do processo de produção de alimentos evitando colocar em risco à segurança alimentar. Essas circulares estabelecem um método de inspeção modernizado

que verifica a eficácia dos processos e dos controles de processo para garantir a segurança alimentar em vez da detecção de problemas ao final do processo, ou seja, trata-se de um sistema de certificação de segurança alimentar do estabelecimento e são obrigatórias para exportação de carne bovina para os EUA.

Foram comparados os meses de janeiro a junho de 2005 (período anterior à aplicação das circulares 175 e 176) com os meses de julho de 2005 a dezembro de 2006.

4.1.3 – Comparação entre os grupos em função da implementação do PCC 1B em fevereiro de 2006

Foi estudado o efeito da implementação do sistema HACCP, especificamente o plano de monitoramento e ações corretivas do PCC – 1B, revisão da contaminação de carcaças para conteúdo gastrointestinal, ocorrida em fevereiro de 2006.

4.2 – Amostragem

Foram analisadas 2250 amostras de swab de carcaças bovinas durante dois anos.

A frequência de amostragem para *E. coli* foi determinada pelo volume de produção, sendo que a frequência mínima estabelecida foi de um teste para cada 300 carcaças de bovinos.

A seleção das carcaças foi determinada por sorteio através de programa de computador com fórmula randômica (aleatória), que sorteava o número da carcaça a ser analisada. Este programa também levava em consideração o número de animais a serem abatidos no dia, para determinar o número de carcaças a serem avaliadas.

Após aproximadamente 24h de resfriamento em câmara de resfriamento, com temperatura controlada entre 2 à 7°C, as carcaças sorteadas foram separadas e desviadas para um boxe, provido de plataforma, para o procedimento de colheita de amostras de superfície de carcaças.

4.3 – Coleta de amostras

Foi utilizado método não destrutivo, sendo as esponjas Nasco umedecidas antes da colheita das amostras. Foi utilizada solução esterilizada de 0,1% peptona + 0,85% NaCl para o umedecimento das esponjas.

A esponja foi umedecida durante pelo menos 5 segundos na solução e esfregada primeiro verticalmente, depois horizontalmente e por fim na diagonal durante 20 segundos por toda a superfície da carne delimitada por um molde, sendo aplicada a máxima pressão possível.

Após o esfregaço de carcaça a esponja foi acondicionada na embalagem plástica contendo a solução original.

A área foi delimitada por um molde de aço inoxidável de 10x10cm, resultando em uma área de 100 cm² por local de amostragem. Os *swabs* foram aplicados em quatro locais distintos da meia carcaça. Os locais de colheita foram: alcatra, flanko, peito e pescoço, totalizando 400cm² de área de esfregaço por meia carcaça. A mesma esponja e molde foram utilizados nos quatro pontos da carcaça.

4.4 – Análise microbiana

As amostras colhidas foram acondicionadas em caixas térmicas a temperatura de 4°C, lacradas e enviadas para laboratório credenciado pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento).

O processamento das amostras no laboratório seguiu a Instrução Normativa N° 40 (BRASIL, 2005), baseado nos métodos da AOAC (2000).

4.4.1 – Preparo das amostras

Foi procedida a assepsia da embalagem plástica que continha a amostra, utilizando-se algodão embebido em solução desinfetante.

Foram adicionados assepticamente 15 ml de água peptonada tamponada à embalagem da esponja que já continha 10 ml do diluente, totalizando 25 ml. Esta alíquota representa a amostra não diluída (10⁰).

As amostras foram homogeneizadas manualmente, apertando a esponja pelo lado de fora da embalagem plástica diversas vezes e logo em seguida procedida à realização da análise.

As placas de Petrifilm 3M foram colocadas em uma superfície plana, levantou-se a cobertura plástica e foi realizada a inoculação de 1 ml a partir da alíquota de 10^0 no centro da placa. Foi utilizado o difusor plástico, com o lado liso para baixo, para distribuir o inoculo nos 20 cm^2 da placa, segurando-o pelas extremidades superior e inferior e fazendo leve pressão em seu centro.

A placa permaneceu sobre a bancada por no mínimo 1 minuto até que o gel solidificasse.

Após um minuto as placas de Petrifilm foram incubadas a $35^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ por $24\text{h} \pm 1\text{h}$. Colocadas na estufa na posição horizontal, com o lado transparente para cima, empilhando no máximo 20 unidades.

4.4.2 – Leitura

As colônias das placas foram contadas imediatamente após o período de incubação.

As colônias de *E. coli* aparecem azuis associadas com bolhas de gás. Todos os outros coliformes aparecem como colônias vermelhas que têm uma ou mais bolhas de ar associadas.

4.4.3 – Cálculo

Considerando que a amostra foi colhida em 400cm^2 da carcaça e que a ela foram adicionados 25 ml de diluente após a homogeneização, em cada mililitro do líquido que acompanha a esponja esta contido o número de microrganismos correspondente a 16 cm^2 ($400:25$). Como o resultado final foi expresso em UFC/cm^2 , o valor da contagem obtida foi dividido por 16, já que a alíquota inoculada corresponde a 16 cm^2 .

4.4.4 – Procedimentos de controle de qualidade

Foram incluídos dois controles do método a cada bateria de análise: um controle positivo (*E. coli*) e um controle de meio não inoculado. As culturas de *E. coli* usadas foram originadas da fase estacionária de BHI com 18h a 24 horas de incubação.

Para o controle positivo foi inoculada uma alça de 1µl de suspensão correspondente ao padrão 0,5 de McFarland (medida no colorímetro) ou suspensão com opacidade equivalente a 0,5 de McFarland, em 225ml de BPW.

Todos os dois controles seguiram o mesmo procedimento de inoculação adotado para as amostras.

4.5 – Análise estatística

Foi empregado o teste t ($P=0,0001$) para duas variáveis independentes na comparação de dois períodos de avaliação (SAS 2002). Na avaliação mensal de *E. coli* foi empregado o delineamento de blocos inteiramente casualizados e as médias comparadas através de Tukey ($P=0,05$) (SAS, 2002).

5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos foram apresentados em tabelas e histogramas individuais para facilitar a interpretação.

5.1 – Comparação entre os anos de 2005 e 2006

Os resultados da contagem microbiana das carcaças dos anos de 2005 e 2006 encontram-se na Tabela 2. As carcaças do ano de 2005 apresentaram média da contagem de *E. coli* em LogUFCx100/cm² de 1,1517 ($\pm$ 1,2327). O grupo das carcaças do ano de 2006 apresentou média da contagem de *E. coli* em LogUFCx100/cm² de 0,2760 ($\pm$ 0,7318). O valor de P entre estas médias foi menor que 0,0001, com diferença estatística, aplicando-se o teste “t” para duas variáveis independentes.

As 1091 carcaças analisadas no ano de 2005 apresentaram 51,15% de prevalência de *E. coli*, com a contagem bacteriana variando em Log UFC <1, 1, 2 e 3. O grupo de 1162 carcaças analisadas no ano de 2006 apresentou prevalência de 13,17% de *E. coli*, também com contagem em Log UFC <1, 1, 2 e 3.

Estes resultados comprovam a efetividade da implementação dos planos de qualidade, com grande relevância do plano HACCP e do sistema de verificação oficial implantados pela circular 175 e 176.

É importante registrar que a diferença entre a contagem microbiana de 2005 e 2006, observada na Figura 1 é o resultado de um conjunto de fatores ao longo de uma seqüência de melhorias de processo, seus controles e a forma de sua verificação.

Os resultados da prevalência de *E. coli* em 2005 são semelhantes aos valores apresentados por DUFFY et al., 2001, que encontrou 66,2% de carcaças contaminadas por *E. coli*. Já os resultados de prevalência de 2006 estão mais próximos aos valores encontrados por PHILLIPS et al, 2001 que obtiveram 10,3% de prevalência e dos valores apresentados pelo USDA – FSIS com prevalência média de 16% (USA, 1996b).

TABELA 2 – Distribuição de frequência por faixa de contagem de *E. coli* nos anos de 2005 e 2006.

Distribuição de frequência (Log UFC/cm ²)	2005		2006	
	Nº	%	Nº	%
S/ contagem	533	48,85	1009	86,83
< 1	494	45,27	141	12,13
1	55	5,04	10	0,86
2	5	0,46	2	0,17
3	4	0,37	0	0
n	1091		1162	
Média (LogUFCx100/cm ²)	1,1517 a*		0,2760 b	
Desvio Padrão	1,2327		0,7318	
Média (UFC/cm ²)	0,1418		0,0188	

(*) P < 0,0001

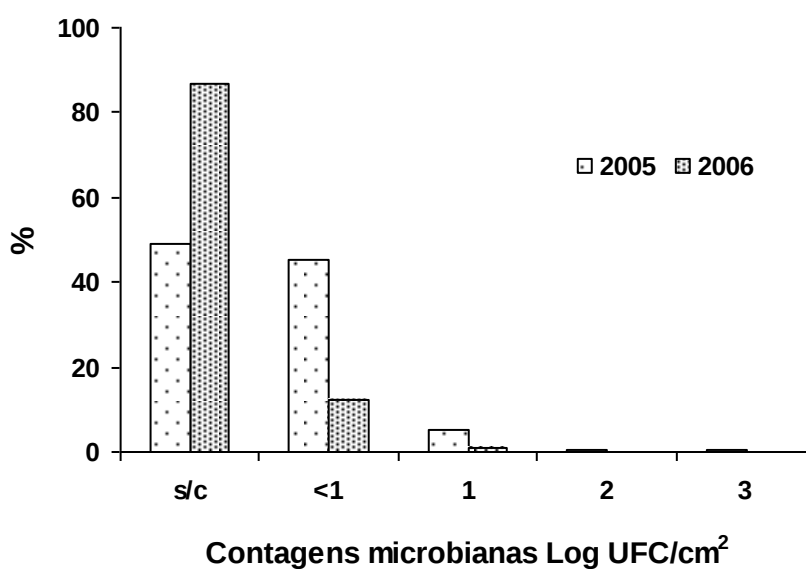


FIGURA 1 – Histograma da distribuição das contagens microbianas em Log UFC/cm² nos anos de 2005 e 2006.

5.2 – Comparação entre as estações climáticas de chuva e seca

Os resultados da influência da variação entre as estações climáticas sobre a contaminação microbiana das carcaças encontram-se na Tabela 3 e Figura 2.

As carcaças processadas na estação das chuvas apresentaram contagem média de *E. coli* de 0,6893 ($\pm 1,1393$) LogUFCx100/cm², enquanto que as carcaças processadas na estação seca apresentaram contagem em LogUFCx100/cm² de 0,7111 ($\pm 1,0546$). Estes valores médios apresentam o valor de $P < 0,0096$, ou seja, apesar da diferença, neste caso ser significativa, houve pouca variação. Podemos adotar como princípio a significância a partir de 0,0001, e assim pode-se considerar neste caso que não houve diferença significativa.

BARKOCY-GALLAGHER et al. (2003) fizeram um levantamento nas plantas processadoras de bovinos durante as quatro diferentes estações do ano, da primavera de 2001 até o inverno de 2002. Encontraram prevalência da *E. coli* O157:H7 superior no verão e inferior no inverno nas amostras de fezes. A incidência da *E. coli* na pele foi mais alta na primavera e no verão (74%) e um pouco menor no outono e muito menor no inverno (29,4%). A prevalência desta bactéria na pré-evisceração das carcaças foi maior na primavera e no verão (39%) e menor no inverno (1%). Das 1232 carcaças analisadas após a evisceração durante as quatro estações do ano, somente 15 (1,2%) foram positivas para a presença de *E. coli* O157:H7.

A variação da contaminação microbiana em função das estações climáticas, considerada importante como mostram dos resultados encontrados por BARKOCY-GALLAGHER et al. (2003) deve ser trazida para a realidade brasileira, onde esta variação entre as estações é pouco definida e onde as condições de criação são muito diferentes das encontradas nos EUA. Para as condições brasileiras o clima tem pouca influência se comparado a outras variáveis do processo, como a própria influência das ferramentas do sistema HACCP.

TABELA 3 - Distribuição de freqüência por faixa de contagem de *E. coli* em função da estação climática de chuva e seca.

Distribuição de freqüência (Log UFC/cm ²)	Chuva: novembro - abril		Seca: maio – outubro	
	Nº	%	Nº	%
S/ contagem	786	70,68	756	66,32
< 1	269	24,19	365	32,02
1	48	4,32	17	1,49
2	5	0,45	2	0,17
3	4	0,36	0	0
n	1112		1140	
Média (LogUFCx100/cm ²)	0,6893 a*		0,7111 b	
Desvio Padrão	1,1393		1,0546	
Média (UFC/cm ²)	0,0488		0,0514	

(*) P < 0,0096

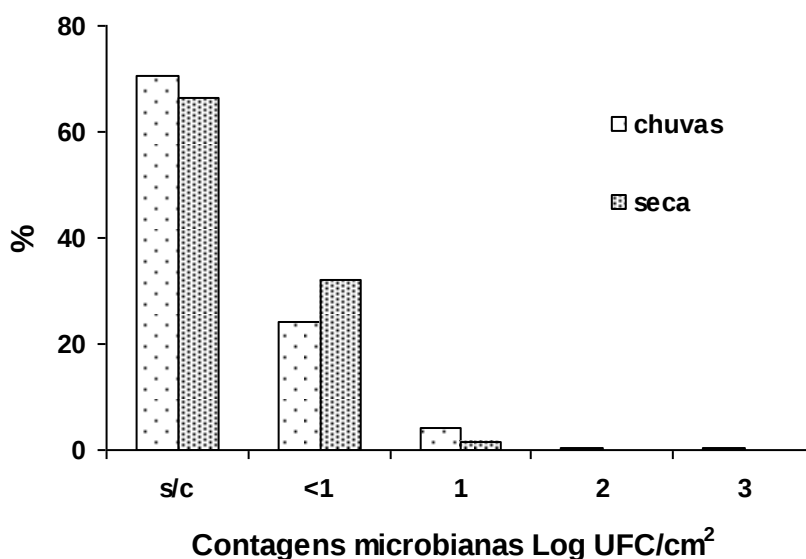


FIGURA 2 – Histograma da distribuição das contagens microbianas em Log UFC/cm² comparando o período de chuva e seca.

5.3 – Comparação entre os grupos em função da implantação do sistema de verificação dos programas de autocontrole em junho de 2005

O DIPOA, em 16 de maio de 2005, emitiu as circulares 175 e 176 (BRASIL, 2005ab). Houve um período de treinamento tanto dos veterinários responsáveis pelas plantas como dos agentes de inspeção envolvidos. No mês de junho de 2005 iniciou-se a implantação do novo sistema de inspeção orientado por estas circulares.

As circulares 175 e 176 requerem dos frigoríficos exportadores a colocação em prática de medidas de autocontrole, subdivididos em: manutenção das instalações e equipamentos industriais, vestiários e sanitários, iluminação, ventilação, água de abastecimento, águas residuais, controle integrado de pragas, procedimento padrão de higiene operacional (PPHO), hábitos higiênicos e saúde dos funcionários, procedimento sanitário operacional (PSO), controle da matéria-prima, ingredientes e material de embalagem, controle de temperaturas, calibração e aferição de instrumentos de controle de processo, HACCP, e testes microbiológicos.

O resultados da Tabela 4 indicam a aplicação específica do sistema de verificação dos dois últimos itens citados entre os programas de autocontrole, o HACCP e os testes microbiológicos.

Os resultados médios da contagem de *E. coli* na superfície da carcaça em LogUFCx100/cm² do grupo anterior e posterior à implantação dos programas de autocontrole foi respectivamente de 1,4282 ($\pm 1,177$) e 0,4508 ($\pm 0,9476$). O valor de P foi menor que 0,0001, mostrando haver diferença significativa.

Os resultados mostram que o processo de verificação oficial, somada a nova configuração dos programas de qualidade influenciou nos resultados de contaminação microbiana das carcaças, como se observa na Figura 3.

Os programas de autocontrole foram desenvolvidos, implantados, mantidos e monitorados pelo estabelecimento, visando assegurar a qualidade higiênico-sanitária de seus produtos. A experiência na rotina da fábrica mostrou que estes programas, quando bem aplicados, podem resolver grande parte dos problemas de contaminação encontrados. Pelos resultados deste experimento é possível verificar esta realidade.

TABELA 4 - Distribuição de frequência por faixa de contagem de *E. coli* em função da implantação dos programas de autocontrole (até junho 2005 e após julho 2005).

Distribuição De frequência (Log UFC/cm ²)	Antes da 175 e 176 (Até junho 2005)		Após a 175 e 176 (Após julho 2005)	
	Nº	%	Nº	%
S/ contagem	212	36,87	1329	79,25
< 1	327	56,87	308	18,37
1	36	6,26	29	1,73
2	0	0	7	0,42
3	0	0	4	0,24
n	575		1677	
Média (LogUFCx100/cm ²)	1,4282 a*		0,4508 b	
Desvio Padrão	1,177		0,9476	
Média (UFC/cm ²)	0,2680		0,0283	

(*) P < 0,0001

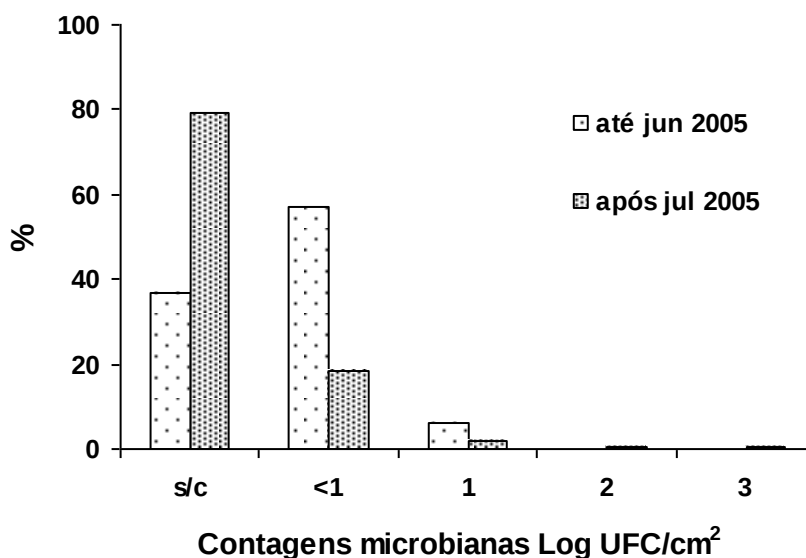


FIGURA 3 – Histograma da distribuição das contagens microbianas em Log UFC/cm² comparando os períodos até junho de 2005 e após julho de 2005.

5.4 – Comparação entre os grupos em função da implementação do PCC – 1B em fevereiro de 2006

A verificação das contagens de *E. coli* na superfície das carcaças é uma prova para validação do funcionamento do PCC – 1B, usado principalmente para detectar a presença de contaminação fecal e ruminal nas carcaças bovinas.

Os testes microbianos são uma forma importante de verificação do funcionamento do plano HACCP e devem ser usados na validação de determinadas operações do processo (BROWN et al., 2000).

Os resultados da contaminação por *E. coli* nas carcaças do grupo anterior a implementação do PCC – 1B e posterior a implementação do mesmo encontram-se na Tabela 5. O grupo anterior à implementação do PCC – 1B em fevereiro de 2006 apresentou média em LogUFCx100/cm² de 1,0216 ($\pm$ 1,1704). O grupo posterior à implementação do PCC – 1B apresentou média de 0,2679 ($\pm$ 0,6835). O valor de P entre estas médias foi menor do que 0,0001, com diferença significativa.

O PCC – 1B até fevereiro de 2006 funcionava com dois monitores treinados, um para a parte posterior da carcaça, na plataforma alta e outro para a porção anterior, na plataforma baixa. Estes monitores tinham a função de observar os dois lados da meia carcaça e com o auxílio de um gancho para girar a mesma, localizar possíveis eventos de contaminação fecal e/ou ruminal. Quando estes monitores localizavam algum tipo de contaminação fecal e/ou ruminal, imediatamente aplicavam a ação corretiva sobre a carcaça e faziam o registro da mesma.

A ação corretiva até fevereiro de 2006, consistia na remoção de todo tipo de contaminação com auxílio de faca e gancho seguido de registro em planilha. Não necessariamente incluía a paralisação da nórea. Este procedimento sobrecarregava os monitores que tinham em média 12 segundos para observar cada meia carcaça, removerem todo tipo de contaminação, realizarem os registros e alertarem para as ações preventivas. Os desvios do PCC eram freqüentes e as ações corretivas imediatas eram insuficientes para corrigir as causas dos desvios. Havia o entendimento comum entre o controle de qualidade, a gerência da empresa e o Serviço de Inspeção Federal local que o

sistema de produção e de monitoramento do PCC deveria mudar, pois o plano HACCP descrito e aplicado não estava oferecendo a segurança necessária ao processo.

Pela Tabela 5 pode-se observar que apenas 54,6% das carcaças examinadas não apresentavam contaminação por *E. coli*. Em diferentes contagens logarítmicas a *E. coli* estava presente em Log UFC/cm² respectivamente <1, 1, 2 e 3 nas proporções de 39,75%, 4,95%, 0,39% e 0,31%, demonstrando falha no sistema HACCP e necessidade de implementação do plano.

Em fevereiro de 2006 foram iniciadas as mudanças no PCC – 1B. Os monitores não mais retirariam a contaminação, baseado no princípio de quem monitora não deve ser responsável pela operação. Dois magarefes foram distribuídos em plataformas alta e baixa na área de toalete de carcaças, responsáveis pela função específica de removerem a contaminação da parte posterior e anterior da carcaça, com especial atenção à contaminação fecal e/ou ruminal. Carcaças seriamente atingidas seriam desviadas da linha de abate para remoção da contaminação em local separado (GILL & LANDERS, 2004).

Os monitores do PCC – 1B passaram apenas a realizar a visualização da carcaça, e no caso de detecção de contaminação acionavam um controle que paralisava a nórea. Desta maneira um dos magarefes do toalete deslocava-se até o ponto de monitoramento e removia a contaminação. O monitor realizava nova observação da carcaça e estando livre de contaminação, liberava-a. Assim, o monitor tinha agora mais tempo para visualizar e registrar qualquer evento de contaminação fecal e/ou ruminal.

A presença dos magarefes responsáveis pela remoção da contaminação reduziu drasticamente os desvios do PCC, e assim como uma linha de inspeção, também eles marcavam em placares o tipo de contaminação encontrada.

As informações dos magarefes, as interrupções da nórea por desvios do PCC, somadas a análise das informações colhidas nos registros das ações corretivas anteriores alertavam aos responsáveis pelo abate da origem da contaminação e levavam as ações corretivas que tornavam o processamento das carcaças mais eficaz no controle da contaminação.

Estas ações corretivas e preventivas foram se tornando mais elaboradas à medida que o sistema era implementado. Durante as semanas seguintes várias foram às ações corretivas e preventivas.

O tempo de espera dos animais em curral passou a ser controlado entre um mínimo de 12 e um máximo de 24 horas. Não respeitar este limite poderia não ser suficiente para a redução do volume do rúmen, extrapolar o limite poderia levar o conteúdo do rúmen a se tornar mais fluído (WARRIS, 1990), dificultando as operações de evisceração e podendo causar o seu rompimento.

Os 5 minutos para a lavagem dos animais com água sob pressão de 5 atmosferas e 5 ppm de cloro disponível passou a ser temporizado por válvula automática. A lavagem dos animais passou a ser monitorada diariamente. O banho de aspersão antes do abate não possui efeito direto nas contagens microbianas da carcaça, porém contribui para uma esfolagem higiênica, evitando-se riscos de contaminação acidental (ROÇA & SERRANO, 1995c).

Um operador ficou responsável pela lavagem com mangueira de alta pressão da região perineal do animal na praia de vômito. Esta operação diminuiu o risco de contaminação durante a esfolagem da região perineal e da oclusão do reto. Esta operação de esfolagem é reconhecida como uma das mais difíceis de se realizar higienicamente, quando a área de corte atravessa a pele contaminada (GRACEY et al., 1999).

A sangria passou a ser realizada por 2 magarefes, um com a função de abrir a barbeta e outro na função de sangria propriamente dita, com o corte dos grandes vasos. Esta operação não afeta diretamente o PCC – 1B, porém é conhecida como causadora de contaminação de carcaças, até mesmo no interior da medula óssea (TROEGER, 1994).

Foram acrescentados magarefes à linha de esfolagem para reduzir o número de operações de cada um. Pois o couro é uma importante fonte de contaminação, podendo apresentar acúmulo de fezes e sujeira sobre os pêlos (JARDIM et al., 2006).

Os procedimentos sanitários das operações de sangria, esfolagem e evisceração, entre eles: esfolagem com duas facas, abertura do couro com a lâmina voltada para cima, troca de faca, esfolagem interna com a outra faca, higienização de facas, mãos e luvas passaram a ser monitorados pelo controle

de qualidade a cada 2 horas aproximadamente. Evitando-se assim o risco de contaminação cruzada (LEGG et al., 1999).

Os mesmos procedimentos sanitários das operações passaram a ser verificados pela inspeção federal diariamente (BRASIL, 2005ab).

Foi realizado treinamento em grupos individualizados:

- Magarefes responsáveis pela esfola e evisceração.
- Magarefes responsáveis pela remoção da contaminação.
- Monitores do PCC – 1B para se concentrarem sobre a contaminação de origem fecal e ruminal, no sistema de registros e nas ações corretivas.

O HACCP tem se tornado essencial em tudo relacionado com a segurança microbiana da carne. Enorme esforço deve ser realizado para treinar e capacitar às pessoas envolvidas (SWATLAND, 1995).

Observando-se a Figura 4 podemos visualizar a diferença entre a contagem de *E. coli* na superfície da carcaça nos períodos anterior a implementação do PCC - 1B e o no período posterior, evidenciando a eficácia das alterações realizadas.

Os resultados encontrados são semelhantes aos apresentados por BOLTON et al. (1999), que ao descreverem o sistema de monitoramento visual *on-line* para contaminação fecal em carcaças de suínos, em um mesmo sistema que registra os eventos de contaminação fecal na carcaça e providencia um retorno na identificação da operação que causa a contaminação. Permitindo implementar ações corretivas e preventivas. E conseguiu reduzir a contaminação fecal de 7,6% para 1,8% e a contagem total de microrganismos viáveis de $4,8 \log_{10}$ UFC/cm² para $2,0 \log_{10}$ UFC/cm² nas carcaças de suínos.

TABELA 5 - Distribuição de frequência por faixa de contagem de *E. coli* em função da implementação do PCC – 1B em fevereiro de 2006 (até fevereiro 2006 e após março 2006).

Distribuição De frequência	Até fevereiro 2006		Após março 2006	
(Log UFC/cm ²)	Nº	%	Nº	%
S/ contagem	706	54,60	836	87,08
< 1	514	39,75	121	12,60
1	64	4,95	1	0,10
2	5	0,39	2	0,21
3	4	0,31	0	0
n	1293		960	
Média (LogUFCx100/cm ²)	1,0216 a*		0,2679 b	
Desvio Padrão	1,1704		0,6835	
Média (UFC/cm ²)	0,1051		0,0185	

(*) P < 0,0001

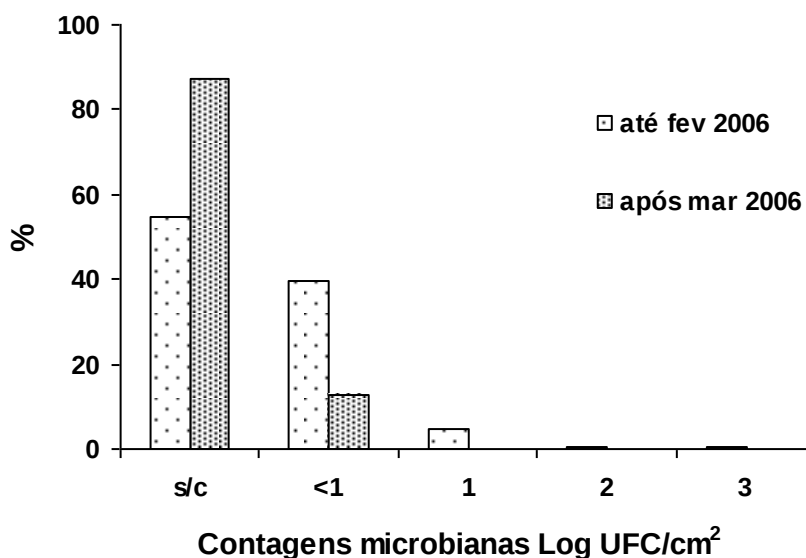


FIGURA 4 – Histograma da distribuição das contagens microbianas em Log UFC/cm² comparando os períodos até fevereiro de 2006 e após março de 2006.

5.5 – Variação da contagem de *E. coli* nos anos de 2005 e 2006

A Tabela 6 apresenta os resultados de contagem de *E. coli* durante os meses dos anos de 2005 e 2006. Os meses de fevereiro, março e abril de 2006 foram os de menor contaminação microbiana nas carcaças embora não tenham sido estatisticamente diferentes dos meses de maio, junho e julho de 2006.

A Figura 5 mostra as baixas contagens microbianas encontradas nos meses de outubro e novembro de 2005 e 2006 que podem ser explicadas pela maciça presença de animais confinados compondo as escalas de abate a partir do mês de setembro até o mês de novembro. Estes dados concordam com JARDIM et al. (2006), que encontraram contaminação por microrganismos indicadores, inferiores nos animais submetidos ao sistema de engorda intensiva em confinamento na comparação com os animais submetidos ao sistema de engorda extensiva em pastagem, para todas as operações de abate investigadas.

Estes resultados contrariam os encontrados por VAN DONKERSGOED et. al., (1997), onde demonstraram que os animais em regime de confinamento apresentam maior conteúdo fecal na sua pele e conseqüentemente maior contaminação de carcaça.

Acompanhando a Tabela 6, os meses de contaminação mais elevada foram os meses de janeiro a julho de 2005.

Nos meses de dezembro de 2005 e janeiro de 2006 foram observadas médias maiores que a tendência de queda seguida após fevereiro de 2006, talvez por problemas localizados, pois em dezembro de 2005 houve contagens altas nos dias 22 e 23. O mesmo ocorreu em janeiro de 2006, nos dias 20 e 23, respectivamente as Tabelas 7 e 8.

A Figura 5 mostra claramente a variação da contagem de *E. coli* durante os meses de janeiro de 2005 a dezembro de 2006, e é possível localizar cronologicamente cada evento de melhoria de processo descrito anteriormente e seu efeito na contaminação microbiana.

As contagens estavam altas no período de janeiro a julho de 2005, em junho de 2005 foram implantados os programas de autocontrole orientados

pelas circulares 175 e 176, em agosto inicia-se a tendência de redução nas contagens.

Em dezembro de 2005 e janeiro de 2006 as contagens voltam a se elevar e em fevereiro inicia-se a implementação do PCC – 1B, a contaminação volta a decrescer e se mantém assim até o final de 2006.

O conjunto dos dados nos revela a importância dos programas de qualidade corretamente conduzidos e sua influência superior às variações climáticas.

TABELA 6 – Variação anual das contagens de *E. coli*.

2005	Média (LogUFCx100cm ²) (*)	
Janeiro	1,1268	de
Fevereiro	1,4729	efg
Março	1,9027	g
Abril	1,4361	efg
Maio	1,2620	de
Junho	1,4007	ef
Julho	1,8319	fg
Agosto	0,8807	bcd
Setembro	0,6122	bc
Outubro	0,3996	abc
Novembro	0,2166	ab
Dezembro	0,8920	cd
2006		
Janeiro	0,6103	bc
Fevereiro	0,0000	a
Março	0,0000	a
Abril	0,0000	a
Maio	0,0285	a
Junho	0,3436	ab
Julho	0,2079	ab
Agosto	0,6129	bc
Setembro	0,6398	bc
Outubro	0,2784	ab
Novembro	0,1889	ab
Dezembro	0,3567	abc

(*)Letras diferentes indicam haver diferença estatística significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

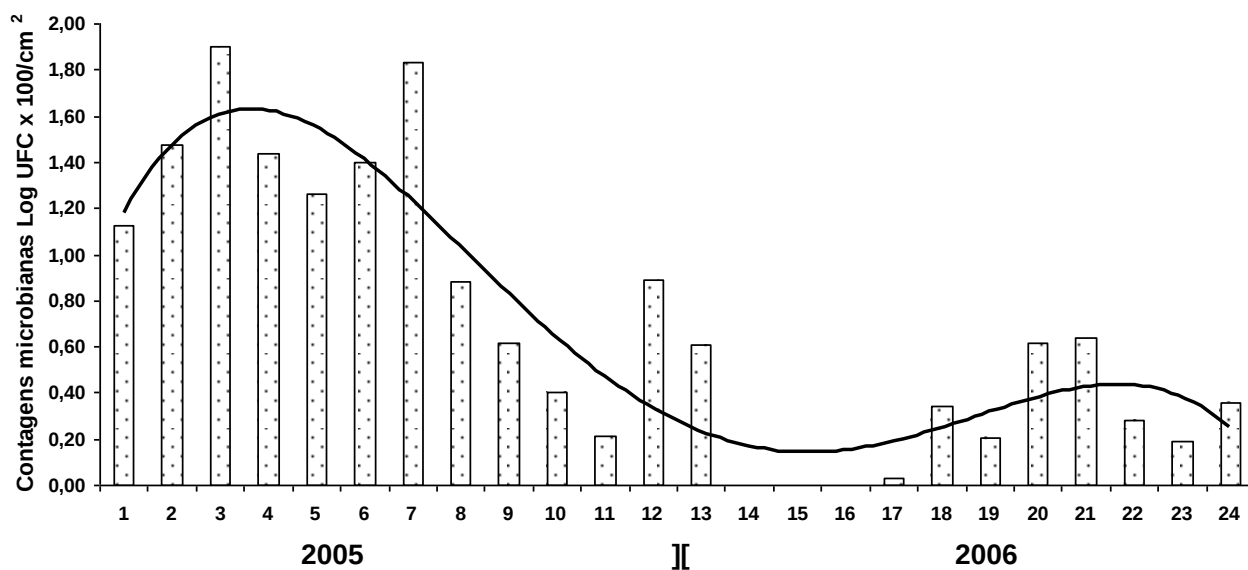


FIGURA 5 – Histograma da distribuição das contagens microbianas em Log UFCx100/cm² durante os meses dos anos 2005 e 2006.

TABELA 7 – Resultado de *E. coli* em LogUFCx100/cm² nos dia 22 e 23 de dezembro de 2005.

Tratamento	Data da amostra	Resultado
T12	22/12/2005	2,2787
T12	22/12/2005	5,0346
T12	22/12/2005	3,3222
T12	23/12/2005	3,1139
T12	23/12/2005	3,3222
T12	23/12/2005	2,9542
T12	23/12/2005	3,3521

TABELA 8 - Resultado de *E. coli* em LogUFCx100/cm² nos dias 20 e 23 de janeiro de 2006.

Tratamento	Data da amostra	Resultado
T1	20/1/2006	3,0969
T1	20/1/2006	3,0969
T1	20/1/2006	3,0969
T1	23/1/2006	3,0969
T1	23/1/2006	3,0969

6 – CONCLUSÕES

Considerando-se a análise dos resultados das contagens de *E. coli* na superfície das carcaças bovinas após as operações de abate é valido afirmar que:

- Não há efeito das estações climáticas de chuva e seca na contaminação microbiana das carcaças.
- A aplicação dos programas de autocontrole direcionados pelas circulares 175 e 176 (BRASIL, 2005ab) teve efeito positivo na redução da contaminação microbiana das carcaças.
- A implementação do HACCP, especificamente o PCC – 1B teve importante efeito na redução da contaminação microbiana das carcaças.
- As técnicas utilizadas na implementação do PCC – 1B podem ser consideradas validadas.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/tabela.asp?id_periodo=2.> Acesso em: 5 jun. 2007.

AOAC. Official methods of analysis. 17. ed. Maryland, 2000. Met. 998.08 confirmed *Escherichia coli* counts in poultry, meats and seafood: dry rehydratable film method petrifilm *E. coli* / coliform count plate.

BARKOCY-GALLAGHER, G. A.; ARTHUR, T. M.; RIVERA-BETANCOURT, M.; NOU, X.; SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L. Seasonal prevalence of Shiga toxin-producing *Escherichia coli*, including O157:H7 and non-O157 serotypes, and *Salmonella* in commercial beef processing plants. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 66, p. 1978–1986, 2003.

BOLTON, D. J.; OSER, A. H.; COCOMA, G. J.; PALUMBO, S. A.; MILLER, A. Integrating HACCP and TQM reduces pork carcass contamination. **Food Technology**, Chicago, v. 53, n. 4, p. 40-43, 1999.

BOLTON, D. J.; DOHERTY, A. M.; SHERIDAN, J. J. Beef HACCP: intervention and non-intervention systems. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 66, p. 119-129, 2001.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, Coordenação Geral de Apóio Laboratorial. **Instrução Normativa** nº 40, de 12 de dezembro de 2005, SISLEGIS.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Circular nº 835/2006/CGPE/DIPOA, Brasília, 13 de novembro de 2006 – Aditamento da circular nº463/2004/DCI/DIPOA – Testes microbiológicos em carcaças de bovinos.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Circular nº175/2005/CGPE/DIPOA – Brasília, 16 de maio de 2005a.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Circular nº176/2005/CGPE/DIPOA – Brasília, 16 de maio de 2005b.

BROWN, M. H.; GILL, C. O.; HOLLINGSWORTH, J.; NICKELSON II, R.; SEWARD, S.; SHERIDAN, J. J.; STEVENSON, T.; SUMNER, J. L.; THENO, D. M.; USBORNE, W. R.; ZINK, D. The role of microbiological testing in systems for assuring the safety of beef. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 62, p. 7-16, 2000.

CEPAGRI. Clima dos municípios paulistas: Andradina. Campinas. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_024.html>. Acesso em: 22 jun. 2007.

DESMARCHELIER, P. M.; HIGGS, G. M.; MILLS, L.; SULLIVAN, A. M.; VANDERLINDE, P. B. Incidence of coagulase positive *Staphylococcus* on beef carcasses in three australian abattoirs. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 47, p. 221-229, 1999.

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

DORSA, W. J.; CUTTER, C. N.; SIRAGUSA, G. R.; KOOHMARAI, M. Microbial decontamination of beef and sheep carcasses by steam, hot water spray washes, and a steam-vacuum sanitizer. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 59, p. 127-135, 1996.

DUFFY, E.; BELK, K.; SOFOS, J.; LEVALLEY, S.; KAIN, M.; TATUM, J.; SMITH, G.; KIMBERLING, C. Microbial contamination occurring on lamb carcasses processed in the United States. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 64, p. 503-508, 2001.

EMPEY, W. A.; SCOTT, W. J. Investigations on Chilled Beef. Part I – Microbial contamination acquired in the meatworks. **Council of Scientific and Industrial Research**, Australia, v. 126, p. 1-71, 1939.

European Communities, Commission Decision of 8 June 2001 (2001/471/EC). **Official Journal of the European Communities**, Brussels, L165, p. 48-53, 2001.

FULKS, F. T. Total quality management. **Food Technology**, Chicago, v. 45, n. 5, p. 96-101, 1991.

GILL, C. O. HACCP in primary processing: red meat. In: BROWN, M. H. (Ed.). **HACCP in the meat industry**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2000, p. 81–122.

GILL, C. O.; BRYANT, J.; LANDERS, C. Identification of critical control points for control of microbiological contamination in processes leading to the production of ground beef at a packing plant. **Food Microbiology**, London, v. 20, p. 641-650, 2003.

GILL, C. O.; DESLANDES, B.; RAHN, K.; HOUDE, A.; BRYANT, J. Evaluation of the hygienic performances of the processes for beef carcass dressing at 10 packing plants. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 84, p. 1050-1058, 1998.

GILL, C. O.; JONES, T. Comparison of methods for sampling and enumerating *Escherichia coli* on pig carcasses. **Food Microbiology**, London, v. 15, p. 617-623, 1998.

GILL, C. O.; LANDERS, C. Microbiological conditions of detained beef carcasses before and after removal of visible contamination. **Meat Science**, Barking, v. 66, p. 335-342, 2004.

GILL, C. O.; MCGINNIS, J. C.; BRYANT, J. Microbial contamination of meat during the skinning of beef carcass hindquarters at three slaughtering plants. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 42, p. 175-184, 1998a.

GRACEY, J. F.; COLLINS, D. S.; HUEY, R. J. **Meat hygiene**. London: W. B. Saunders, 1999, 758 p.

GRAU, F. H. Microbial ecology of meat and poultry. In: PEARSON, A. M.; Dutson, T. R. (Eds.). **Advances in meat research: meat and poultry microbiology**. Westport: AVI, 1986. v. 2, p. 1-47.

GREER, G. G.; DILTS, B. D. Factors affecting the susceptibility of meat borne pathogens and spoilage bacteria to organic acids. **Food Research International**, Toronto, v. 25, p. 355-364, 1992.

HUDSON, W. R.; MEAD, G. C.; HILTON, M. H. Relevance of abattoir hygiene assessment to microbial contamination of British beef carcasses. **Veterinary Record**. London, v. 139, p. 587-589, 1996.

HUFFMAN, R. D. Current and future technologies for the decontamination of carcasses and fresh meat. **Meat Science**, Barking, v. 62, p. 285–294, 2002.

INGRAM, M.; SIMONSEN, B. Carne y productos cárnicos. In: INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS, **Ecología microbiana de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1985. v. 2, p. 333-410.

JARDIM, F. B. B.; SILVA, E. N.; OKURA, M. H.; RAMOS, M. A. Influência dos sistemas de pastagem e confinamento na contaminação microbiana de carcaças bovinas. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 277-282, 2006.

KIERMEIER, A.; BOBBITT, J.; VANDERLINDE, P.; HIGGS, G.; POINTON, A.; SUMNER, J. Use of routine beef carcasses *Escherichia coli* monitoring data to investigate the relationship between hygiene status of incoming stock and processing efficacy. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 111, p. 263-269, 2006.

KOOHMARAIE, M.; ARTHUR, T. M.; BOSILEVAC, J. M.; GUERINI, M.; SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L. Post-harvest interventions to reduce/eliminate pathogens in beef. **Meat Science**, Barking, v. 71, p. 79-91, 2005.

KOTULA, K. L.; KOTULA, A. W. Microbial ecology of different types of food fresh red meats. In: LUND, B. M.; BAIRD-PARKER, T. C.; GOULD, G. W. (Eds.) **The microbiological safety and quality of food**. Gaithersburg, MD: Aspen Publishers, 2000. p. 359–388.

LEGG, S. J.; KHELA, N.; MADIE, P.; FENWICK, S. G.; QUYNH, V.; HEDDERLEY, D. I. A comparison of bacterial adherence to bare hands and gloves following simulated contamination from a beef carcass. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 53, p. 69-74, 1999.

LUTGRING, K. R.; LINTON, R. H.; ZIMMERMAN, N. J.; PEUGH, M.; HEBER, J. Distribution and quantification of bioaerosols in poultry slaughtering plants. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 60, p. 804–810, 1997.

MACNAMARA, A. M. Establishment of baseline data on the microbiota of meats. **Journal of Food Safety**, Trumbull, v. 15, n. 2, p. 113-119, 1995.

McEVOY, J. M.; SHERIDAN, J. J.; BLAIR, I. S.; McDOWELL, D. A. Microbial contamination on beef in relation to hygiene assessment based on criteria used in EU Decision 2001/471/EC. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 92, p. 217-225, 2004.

MEAD, P. S.; SLUTSKER, L.; DIETZ, V.; McCAIG, L. F.; BREESE, J. S.; SHAPIRO, C.; GRIFFIN, P. M.; TAUXE, R. V. Food-related illness and death in the United States. **Emerging Infectious Diseases**, Atlanta, v. 5, p. 607-625, 1999.

NATIONAL ADVISORY COMMITTEE ON MICROBIOLOGICAL CRITERIA FOR FOODS. U.S. Department of Agriculture. Hazard analysis and critical point system. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 16, p. 1-23, 1992.

NAIDU, A. S. Activated lactoferrin - a new approach to meat safety. **Food Technology**, Chicago, v. 56, n. 3, p. 40-45, 2002.

NAIDU, A. S.; TULPINSKY, J.; GUSTILO, K.; KNOWLES, J. R.; TIPS, P. D.; NIMMAGUDDA, R. Activated Lactoferrin – A natural antimicrobial intervention for beef safety. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 49., 2003, Campinas, **Anais**. Campinas: ICOMST, 2003, p.279-280.

NUNES, J. G. Impactos da implantação de programas de GMP, PPHO e HACCP em abatedouros de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2, 2004, Santos. **Anais**. Santos: APINCO, 2004, p. 179-181.

NUTSCH, A. L.; PHEBUS, R. K.; RIEMANN, M. J.; KOTROLA, J. S.; WILSON, R. C.; BOYER, J. E. JR.; BROWN, T. L. Steam pasteurization of commercially slaughtered beef carcasses: evaluation of bacterial populations at five anatomical locations. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 61, p. 571–577, 1998.

PHILLIPS, D.; SUMNER, J.; ALEXANDER, J.; DUTTON, K. Microbiological quality of Australian beef. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 64, p. 692–696, 2001.

PRASAI, R. K.; PHEBUS, R. K.; GARCIA ZEPEDA, C. A.; KASTNER, C. L.; BOYLE, A. E.; FUNG, D.Y.C. Effectiveness of Trimming and/or Washing on microbiological Quality of Beef Carcasses. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 58, n. 10, p. 1114-1117, 1995.

PRENDERGAST, D. M.; DALY, D. J.; SHERIDAN, J. J.; McDOWELL, D. A.; BLAIR, I. S. The effect of abattoir design on aerial contamination levels and the relationship between aerial and carcass contamination levels in two Irish beef abattoirs. **Food Microbiology**, London, v. 21, p. 589-596, 2004.

RAHKIO, T. M.; KORKEALA, H. J. Airborne bacteria and carcass contamination in slaughterhouses. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 60, p. 38–42, 1997.

RIDELL, J.; KORKEALA, H. Special treatment during slaughtering in Finland of cattle carrying an excessive load of dung. **Meat Science**, Barking, v. 35, n. 2, p. 223-228, 1993.

ROÇA, R. O.; SERRANO, A. M. Abate de bovinos: alterações microbianas da carcaça. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 9, n. 35, p. 8-13, 1995a.

ROÇA, R. O.; SERRANO, A. M. Influência do banho de aspersão *ante-mortem* na eficiência da sangria e em parâmetros bioquímicos da carne bovina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 8, p. 1107-1115, 1995b.

ROÇA, R. O.; SERRANO, A. M. Influência do banho de aspersão *ante-mortem* na contaminação microbiana da carne bovina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 10, p. 1273-1281, 1995c.

SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. Version 9.1.3, 2002.

SCHLEGELOVÁ, J.; NÁPRAVNÍKOVÁ, E.; DENDIS, M.; HORVÁTH, R.; BENEDÍK, J.; BABÁK, V.; KLÍMOVÁ, E.; NAVRÁTILOVÁ, P.; SUSTÁCKOVÁ, A. Beef carcass contamination in slaughterhouse and prevalence of resistance to antimicrobial drugs in isolated of selected microbial species. **Meat Science**, Barking, v. 66, p. 557-565, 2004.

SCHNELL, T. D.; SOFOS, J. N.; LITTLEFIELD, V. G.; MORGAN, J. B.; GORMAN, B. M.; CLAYTON, R. P.; SMITH, G. C. Effects of postexanguination dehairing on the microbial load and visual cleanliness of beef carcasses. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 58, p. 1297–1302, 1995.

SIRAGUSA, G.; DORSA, W.; CUTTER, C.; BENNETT, G.; KEEN, J.; KOOHMARAIE, M. The incidence of *Escherichia coli* on beef carcasses and its association with aerobic mesophilic plate count categories during the slaughter process. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 61, p. 1269-1274, 1998.

SMULDERS, F. J. M.; GREER, G. G. Integrating microbial decontamination with organic acids in HACCP programmes for muscle foods: prospects and controversies. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 44, p. 149–169, 1998.

SOFOS, J. N.; KOCHEVAR, S. L.; O'REAGAN, J.; SMITH, G. C. Extent of beef carcass contamination with *Escherichia coli* and probabilities of passing U.S. regulatory criteria. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 62, p. 234-238, 1999.

SOFOS, J. N.; KOCHEVAR, S. L.; BELLINGER, M. G. R.; BUEGE, D. R.; HANCOCK, D. D.; INGHAM, S. C.; MORGAN, J. B.; REAGAN, J. O.; SMITH, G. C. Sources and extent of microbiological contamination of beef carcasses in seven United States slaughtering plants. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 62, p. 140–145, 1999a.

SUMNER, J.; PETRENAS, E.; DEAN, P.; DOWSETT, P.; WEST, G.; WIERING, R.; RAVEN, G. Microbial contamination on beef and sheep carcasses in South Australia. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 81, p. 255-260, 2003.

SWATLAND, H. J. **On line evaluation of meat**. Lancaster: Technomic Publishing Company, 1995. 318 p.

TERGNEY, A.; BOLTON, D. J. Validation studies on an online monitoring system for reducing faecal and microbial contamination on beef carcasses. **Food Control**, Guildford, v. 17, p. 378-382, 2006.

THORNTON, H. **Compêndio de inspeção de carnes**. Londres: Bailliere Tindall and Cassel, 1969. 665 p.

TROEGER, K. Evaluating hygiene risks during slaughtering. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt, v. 74, n. 6, p. 624-626, 1994.

UNTERMANN, F.; STEPHAN, R.; DURA, U.; HOFER, M.; HEIMANN, P. Reliability and practicability of bacteriological monitoring of beef carcass contamination and their rating within a hygiene quality control programme of abattoirs. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 34, p. 67-77, 1997.

USA. United States Department of Agriculture. Food Safety and Inspection Service. **Pathogen reduction**; hazard analysis and critical control point (HACCP) systems: final rule. Washington, DC, 1996a.

USA. United States Department of Agriculture. Food Safety and Inspection Service. **Nationwide beef microbiological baseline data collection program: cows and bulls**. December 1993–November 1994. Washington, DC, 1996b.

USA. United States Department of Agriculture. Food Safety and Inspection Service. Notice of policy change; achieving the zero tolerance performance standard for beef carcasses by knife trimming and vacuuming with hot water or steam; use of acceptable carcass interventions for reducing carcass contamination without prior agency approval. **Federal Register**, Washington, DC, v. 61, p. 15024–15027., 1996c.

USA. United States Department of Agriculture. Food safety and inspection service. Directive 5000.1, rev.1 em 28 de maio 2003, rev. 2 em 01 de junho de 2006, Washington, DC, 2003. Disponível em: <http://www.fsis.usda.gov/OPPDE/rdad/FSISDirectives/5000.1_Rev2.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2006.

VAN DONKERSGOED, J.; JERICHO, K. W. F.; GROGAN, H.; THORLAKSON, B. Preslaughter hide status of cattle and the microbiology of carcasses. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 60, p. 1502-1508, 1997.

VANDERLINDE, P. B.; SHAY, B.; MURRAY, J. Microbiological quality of Australian beef carcass meat and frozen bulk packed beef. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 61, n. 4, p. 437-443, 1998.

WARRIS, P. D. The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass meat quality. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 28, p. 171-186, 1990.

WHYTE, P.; COLLINS, J. D.; MCGILL, K.; MONAHAN, C.; O'MAHONY, H. Distribution and prevalence of airborne microorganisms in three commercial

poultry processing plants. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 64, p. 388–391, 2001.

YU, S. L.; BOLTON, D.; LAUBACH, C.; KLINE, P.; OSER, A.; PALUMBO, S. A. Effect of dehairing operations on microbiological quality of swine carcasses. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 62, p. 1478–1481, 1999.



FIGURA 6 – Sangria dos animais com dois magarefes.



FIGURA 7 – Magarefe responsável pela remoção da contaminação.



FIGURA 8 – Monitores do PCC – 1B, um para a parte posterior da carcaça e outro para a anterior.



FIGURA 9 – Monitor do PCC – 1B que passou a realizar visualização da carcaça e o registro, não mais removendo a contaminação.