

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

INFLUÊNCIA DOS SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS EM  
PASTAGEM OU CONFINAMENTO NA CONTAMINAÇÃO  
MICROBIANA DA PELE E CARCAÇA

**FERNANDA BARBOSA BORGES JARDIM**

Engenheira de Alimentos

**Prof. Dr. EDIR NEPOMUCENO DA SILVA**

Orientador

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS DA  
UNICAMP PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

CAMPINAS – 2005

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA F.E.A. – UNICAMP

Jardim, Fernanda Barbosa Borges  
J284i      Influência dos sistemas de alimentação de bovinos em  
pastagem ou confinamento na contaminação microbiana  
da pele e carcaça / Fernanda Barbosa Borges Jardim. –  
Campinas, SP: [s.n.],2004.

Orientador: Edir Nepomuceno da Silva  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de  
Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1.Carcaças. 2.Bactérias. 3.Alimentação. I.Silva, Edir  
Nepomuceno da. II.Universidade Estadual de Campinas.  
Faculdade de Engenharia de Alimentos. III.Título.

## **BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. Edir Nepomuceno da Silva**  
**Orientador/Presidente**

---

**Profa. Dra. Neliane Ferraz de Arruda Silveira**  
**(Membro)**

---

**Prof. Dr. Mauro Faber de Freitas Leitão**  
**(Membro)**

---

**Prof. Dr. Pedro Eduardo de Felício**  
**(Membro)**

**Campinas, de de 2005**

## DEDICATÓRIA

Com amor e gratidão,  
dedico especialmente a meu esposo  
José Neto, eterno companheiro,  
e a meus pais Fernando e Vera,  
um elo inquebrável.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela benção;

A minha família pelo carinho;

Ao Prof. Dr. Edir Nepomuceno da Silva pela orientação, respeito, amizade e exemplo;

Aos membros da Banca Examinadora, pelas sugestões e contribuições apresentadas;

Ao Prof. Dr. Pedro Eduardo de Felício, pela colaboração com o tema e por ser um grande mestre;

Ao Prof. Dr. José Roberto Delalibera Finzer, pelos conselhos e contribuição para minha formação;

À minhas amigas Elizete, Mônica, Márcia e Valquíria, pelo apoio nesta trajetória;

À Faculdade de Eng. de Alimentos da Unicamp e Faculdades Associadas de Uberaba – FAZU, pela oportunidade de realizar este trabalho;

À Capes e Faep da Unicamp, pelo suporte financeiro;

A todos que ajudaram de uma forma ou de outra na realização deste trabalho, muito obrigado.

# ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
ÍNDICE DE TABELAS .....	ix
RESUMO GERAL .....	xii
SUMMARY .....	xiii
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>4</b>
2.1. Fontes de contaminação de carcaças bovinas na produção .....	4
2.1.1. Bovino .....	4
2.1.2. Ambiente de criação.....	7
2.2. Fontes de contaminação de carcaças bovinas no abate .....	10
2.2.1. Transporte.....	11
2.2.2. Inspeção <i>ante-mortem</i> e <i>post-mortem</i> .....	13
2.2.3. Banho de aspersão .....	14
2.2.4. Esfola .....	15
2.2.5. Evisceração.....	16
2.2.6. Lavagem .....	17
2.2.7. Resfriamento.....	18
2.3. Outras fontes de contaminação de carcaças bovinas.....	19
2.4. Programas de avaliação da qualidade higiênica de carcaças bovinas através de microrganismos indicadores .....	20
2.5. Estudos sobre contaminações na pele e superfície de carcaças bovinas .....	26
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>31</b>
3.1. Amostragem .....	31
3.2. Coleta das amostras.....	33
3.3. Análises microbiológicas.....	36
3.3.1. Contagem de Aeróbios totais viáveis .....	36
3.3.2. Contagem de coliformes totais e <i>E. coli</i> .....	36
3.4. Análise Estatística.....	37
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>38</b>
4.1. Contagens de aeróbios totais viáveis .....	38
4.2. Contagens de coliformes totais.....	39
4.3. Contagens de <i>E. coli</i> .....	42
4.4. Análise das contagens dos microrganismos indicadores.....	44

<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>54</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>56</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>69</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	TÍTULO	PÁGINA
1	Fluxograma de abate de bovinos com indicação dos momentos de coletas de amostras nas superfícies da pele e de meias carcaças	34
2	Pontos de amostragem para coleta de contaminação superficial da pele e meias carcaças de bovinos pela técnica do esfregação de superfície	35
3	Lotes experimentais de bovino submetidos ao sistema de alimentação intensiva em confinamento	72
4	Coleta de amostras de suabe na superfície de meia carcaça bovina pela técnica do esfregação de superfície	72
5	Colônias de aeróbios totais viáveis isoladas em placa agar padrão	73
6	Colônias de coliformes totais e <i>E. coli</i> isoladas em Petrifilm™ E. coli Count Plates (ECC)	73



## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA	TÍTULO	PÁGINA
1	Guia bacteriológico recomendado para superfícies limpas em unidades de produção de carne	25
2	Critérios bacteriológicos para avaliação das práticas de abate na obtenção de carcaças bovinas	25
3	Avaliação da qualidade higiênica de carcaças bovinas após as operações de abate	26
4	Características das amostras de bovinos, segundo o sistema de alimentação, extensiva em pastagem ou intensiva em confinamento	32
5	Contagens médias de aeróbios totais viáveis a $35\pm 2^{\circ}\text{C}$ ( $\log_{10}$ UFC/cm <sup>2</sup> ) na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao sistema de alimentação extensiva em pastagem ou intensiva em confinamento nas operações de abate (n= 60)	38
6	Contagens médias de aeróbios totais viáveis a $35\pm 2^{\circ}\text{C}$ ( $\log_{10}$ UFC/cm <sup>2</sup> ) na pele e superfície de carcaças de bovinos, referentes aos dois grupos de bovinos nas diferentes operações de abate (n= 40)	39
7	Contagens médias de aeróbios totais viáveis a $35\pm 2^{\circ}\text{C}$ ( $\log_{10}$ UFC/cm <sup>2</sup> ) na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao sistema de alimentação extensiva em pastagem ou intensiva em confinamento em diferentes operações de abate (n= 20)	40
8	Contagens médias de coliformes totais a $35\pm 1^{\circ}\text{C}$ ( $\log_{10}$ UFC/cm <sup>2</sup> ) na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao sistema de alimentação extensiva em pastagem ou intensiva em confinamento nas operações de abate (n= 60)	40

TABELA	TÍTULO	PÁGINA
9	Contagens médias de coliformes totais a $35\pm 1^{\circ}\text{C}$ ( $\log_{10}$ UFC/cm <sup>2</sup> ) na pele e superfície de carcaças de bovinos, referentes aos dois grupos de bovinos nas diferentes operações de abate (n= 40)	41
10	Contagens médias de coliformes totais a $35\pm 1^{\circ}\text{C}$ ( $\log_{10}$ UFC/cm <sup>2</sup> ) na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao sistema de alimentação extensiva em pastagem ou intensiva em confinamento em diferentes operações de abate (n= 20)	42
11	Contagens médias de <i>E. coli</i> a $35\pm 1^{\circ}\text{C}$ ( $\log_{10}$ UFC/cm <sup>2</sup> ) na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao sistema de alimentação extensiva em pastagem ou intensiva em confinamento nas operações de abate (n= 60)	43
12	Contagens médias de <i>E. coli</i> a $35\pm 1^{\circ}\text{C}$ ( $\log_{10}$ UFC/cm <sup>2</sup> ) na pele e superfície de carcaças de bovinos, referentes aos dois grupos de bovinos nas diferentes operações de abate (n= 40)	43
13	Contagens médias de <i>E. coli</i> a $35\pm 1^{\circ}\text{C}$ ( $\log_{10}$ UFC/cm <sup>2</sup> ) na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao sistema de alimentação extensiva em pastagem ou intensiva em confinamento em diferentes operações de abate (n= 20)	44
14	Valores percentuais de microrganismos indicadores na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao sistema de alimentação extensiva em pastagem, nas operações de abate	50

<b>TABELA</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>PÁGINA</b>
15	Valores percentuais de microrganismos indicadores na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao sistema de alimentação intensiva em confinamento, nas operações de abate	51
16	Análise de variância das contagens de aeróbios totais viáveis ( $\log_{10}$ UFC/cm <sup>2</sup> ) na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao diferentes sistemas de alimentação e operações de abate	69
17	Análise de variância das contagens de coliformes totais ( $\log_{10}$ UFC/cm <sup>2</sup> ) na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao diferentes sistemas de alimentação e operações de abate	69
18	Análise de variância das contagens de <i>E. coli</i> ( $\log_{10}$ UFC/cm <sup>2</sup> ) na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao diferentes sistemas de alimentação e operações de abate	70
19	Valores médios de microrganismos indicadores ( $\log_{10}$ UFC/cm <sup>2</sup> ) na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao sistema de alimentação extensiva em pastagem durante as operações de abate (n= 20)	70
20	Valores médios de microrganismos indicadores ( $\log_{10}$ UFC/cm <sup>2</sup> ) na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao sistema de alimentação intensiva em confinamento, durante as operações de abate (n= 20)	71
21	Contagens médias de microrganismos indicadores ( $\log_{10}$ UFC/cm <sup>2</sup> ) na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao sistema de alimentação extensiva em pastagem e engorda intensiva em confinamento durante as operações de abate (n= 120)	71

## RESUMO GERAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar a contaminação microbiana da pele e superfície de carcaças bovinas, provenientes de bovinos em dois diferentes sistemas de alimentação. Foram selecionados 40 bovinos sadios da raça Nelore, separados em dois lotes de 20, que foram submetidos a dois sistemas de alimentação: extensiva em pastagem e intensiva em confinamento. Os animais foram abatidos no matadouro-frigorífico Boi Bravo sob SIF (Serviço de Inspeção Federal), localizado em Uberaba-MG, no período de Março a Dezembro de 2003. As amostras foram obtidas, conforme ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), pela técnica de esfregaço de superfície nas carcaças utilizando-se suabe. As contagens médias ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>) de aeróbios totais viáveis, coliformes totais e *E. coli* foram, respectivamente, 3,72, 1,27 e 0,86 (antes da esfolagem na pele); 1,89, 0,40 e 0,40 (após a esfolagem na carcaça); 2,19, 0,55 e 0,42 (após a lavagem na carcaça) para os bovinos de pastagem e 3,31, 0,65 e 0,64 (antes da esfolagem na pele); 1,78, 0,40 e 0,40 (após a esfolagem na carcaça); 1,82, 0,41 e 0,40 (após a lavagem na carcaça) para os bovinos de confinamento. Os resultados na etapa antes da esfolagem apresentaram contagens médias mais elevadas, pois a pele pode apresentar acúmulos de fezes, microrganismos e sujeira sobre o pelame. A etapa após a lavagem apresentou contagem intermediária, sendo as etapas subsequentes à esfolagem prováveis fontes de contaminação e a etapa após a esfolagem apresentou o menor nível de contaminação, indicando pequeno contato entre pele e carcaça. Os bovinos em pastagem apresentaram contagens médias superiores em relação aos bovinos em confinamento. Constatou-se que a pele dos animais em confinamento estavam em melhores condições gerais de higiene no momento do abate e, conseqüentemente, suas carcaças obtiveram menores contagens no abate. Sugere-se que as pastagens ofereceram um ambiente susceptível à contaminação dos bovinos, enquanto o ambiente restrito de confinamento ofereceu menores oportunidades de contaminação.

## SUMMARY

The objective of this research work was to evaluate the microbial contamination of the hide and surface from bovine carcasses, coming from cattle under two different feeding systems. Forty healthy bovine animals from Nelore breed were selected, being separated into two lots of 20 animals which were submitted to two feeding systems: extensive in pasture and intensive in feedlot. Animals were slaughtered under SIF (Federal Inspection Service) in the Boi Bravo slaughterhouse located in the region of the Uberaba-MG from March to December, 2003. The samples were obtained through the surface smear technique using swab on the bovine carcass, according to the ABNT (Brazilian Association of Technical Rules). The average counting ( $\log_{10}$  CFU/cm<sup>2</sup>) for total viable aerobes, total coliforms and *E. coli* were respectively 3.72, 1.27 and 0.86 (before skinning-on the hide); 1.89, 0.40 and 0.40 (after skinning-on the carcass); 2.19, 0.55 and 0.42 (before washing-on the carcass) for the pasture cattle and 3.31, 0.65 and 0.64 respectively (before skinning-on the hide); 1.78, 0.40 and 0.40 (after skinning-on the carcass); 1.82, 0.41 and 0.40 (before washing-on the carcass) for the feedlot cattle. The results in the stage before skinning presented higher average counting because the hide may present manure accumulation, microorganisms and dirt on the hair. The stage after washing presented an intermediate counting, the stages subsequent to skinning being probable sources of contamination and the stage after skinning exhibited the lowest contamination level indicating a low contact between the hide and carcass. Cattle in pasture presented higher average counting in relation to the cattle in feedlot. It was found that the hide from animals in feedlot was in better general conditions of hygiene at the moment of the slaughter and, consequently, their carcasses achieved the lowest contamination level at the slaughter. It was suggested that the pastures offered a susceptible environment to the contamination of cattle, while the restricted environment of feedlot offered fewer chances of contamination.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Os setores responsáveis pela produção de alimentos enfrentam um enorme e contínuo desafio ao tentar limitar uma ampla contaminação de seus produtos. A garantia da segurança alimentar é exigência da legislação e fundamental para a manutenção da competitividade, sobrevivência nos mercados interno e externo e bem-estar da população (ATHAYDE, 1999).

Estatísticas internacionais apontam as carnes e derivados como os principais alimentos envolvidos em surtos de toxinfecções alimentares, sendo os microrganismos de origem animal mais freqüentemente implicados do que os de origem vegetal. Segundo FSIS (1994), carnes e aves são responsáveis por 23,3% do total de surtos de toxinfecções alimentares provocados por bactérias nos Estados Unidos.

Especialmente, ocorrem inúmeras possibilidades de contaminação por bactérias patogênicas na obtenção da carne a partir do animal vivo até o processamento e consumo (SHERIDAN, 1998).

Estruturas e pessoas envolvidas na cadeia produtiva da carne não formam um conjunto integrado (produção-mesa), principalmente porque possuem diferentes objetivos. A falta de efetiva aplicação de procedimentos higiênico-sanitários nas indústrias processadoras de carnes e de princípios básicos de higiene pelo consumidor é uma realidade no Brasil.

No abate de animais, persistem abatedouros clandestinos e outros fora dos padrões mínimos estabelecidos pela legislação, o que eleva a probabilidade de ocorrência de toxinfecções alimentares relacionadas à carne. A microflora transferida para as carcaças bovinas durante o abate é função das boas práticas exercidas nessa operação.

Os cuidados iniciam-se na fase de criação dos animais. Muitos agentes de doenças transmissíveis ao homem através da carne não podem ser controlados sem adoção de boas práticas agrícolas. Influenciada pela criação e transporte dos animais do local de criação ao abatedouro, a carga microbiana presente no animal

no momento do abate pode resultar em um potencial perigo de contaminação cruzada da carcaça resultante.

De acordo com a literatura disponível, bovinos de corte em confinamento geralmente apresentam, na plataforma e currais de recepção dos frigoríficos, maior sujidade visível de lama e fezes em sua pele que animais criados na forma extensiva em pastagem. A sujidade da pele de animais confinados traz, conseqüentemente, maior número de microrganismos de origem fecal, enquanto que os animais de pastagem trariam maior contaminação de microrganismos do solo. Esta sujidade, geralmente, é maior em raças que apresentam pelames mais longos (tipo européias). Presumivelmente, uma maior carga microbiana na pele do animal de abate pode expor a uma maior contaminação superficial das carcaças, nas mesmas condições de abate.

A cria, recria e engorda de bovinos de corte no Brasil são feitas, essencialmente, em regime extensivo em pastagens com raças de gado de pelame curto, enquanto os sistemas europeu e americano adotam, em geral, o confinamento com raças de gado de pelame longo.

Considerando que se possa estar adotando os mesmos processos tecnológicos de abate, em função da globalização e exportação de carne bovina, é lícito imaginar que as carcaças bovinas no Brasil na atualidade estariam sujeitas a uma menor contaminação de origem microbiana. Estas considerações têm tido um grande impacto na segurança e qualidade da carne, como exaustivamente reportado na literatura em relação às contaminações por cepas de *Escherichia coli* 0157:H7 que, até o momento, não foram relatadas em carnes bovinas no Brasil (SILVA, 2004).

Em face das novas exigências, as indústrias da carne no Brasil, e em especial os abatedouros de gado bovino, já estão se movimentando no sentido de adequar seus estabelecimentos, aprimorando suas técnicas de abate, buscando métodos alternativos de desinfecção de carcaças e visando o controle de enterobactérias, com ênfase no controle de *E. coli* (DELAZARI, 1998).

A coleta de dados que expressem o perfil geral microbiológico da pele e superfície de carcaças pode nortear processos preventivos de contaminações e

servir como base para a implantação de programas de qualidade como APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle) na produção e abate de bovinos (FSIS, 1994).

Neste trabalho analisou-se a influência de dois sistemas de alimentação a que bovinos foram submetidos - extensiva em pastagem e intensiva em confinamento -, na contaminação da pele e superfície das carcaças através de microrganismos indicadores.



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A carne obtida de forma higiênica possui, predominantemente, uma microbiota saprófita, mas a ocorrência de bactérias patogênicas não pode ser desprezada.

Conforme SOFOS (1994), a presença de números elevados de microrganismos nas carcaças de animais que são destinadas ao consumo humano é indesejável porque:

- a. está correlacionada com deficientes práticas sanitárias;
- b. pode acarretar deteriorações de produtos de forma rápida e intensa, assim como falhas nos tratamentos de preservação;
- c. pode aumentar a probabilidade de contaminação por patógenos como *Salmonella* spp. e *Escherichia coli* 0157:H7.

Reconhece-se a existência de ligações entre a produção e o consumo na cadeia de carnes e a necessidade de intervenções estratégicas, enfatizando um melhor entendimento do efeito das práticas comuns de produção (FSIS, 1998). Portanto, o conhecimento das fontes de contaminação de carcaças é fundamental para que se possam exercer controles visando a obtenção de carne própria ao consumo.

### 2.1. Fontes de contaminação de carcaças bovinas na produção

#### 2.1.1. Bovino

O bovino possui uma microbiota natural residente e transitória na sua pele e trato digestivo que, inevitavelmente, parte dela passa às carcaças durante os processos de abate (EMPEY e SCOTT, 1939). A maioria é de microbiota saprófita, mas bovinos considerados sadios trazem, também, um número baixo de bactérias patogênicas como *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Yersinia*

*enterocolitica*, *Clostridium perfringens*, *Campylobacter fetus*, *E. coli* enteropatogênica e, ocasionalmente, *Clostridium botulinum* (LEITÃO, 1995).

A pele, trato gastrintestinal e trato respiratório são os reservatórios naturais dos microrganismos (AYRES, 1955; FOURNAUD et al., 1978; GRAU, 1979), sendo a pele a fonte primária de contaminação através do seu contato direto com as carcaças (LAHR, 1996; BELL, 1997; CASTILLO, et al., 1998a).

A pele é a maior fonte de contaminação das carcaças, segundo SHERIDAN (1998), e a presença de fezes na pele é importante fonte de patógenos em carcaças (ROBERTS, 1980). A população de microrganismos localizada na pele é composta de uma flora residente representada pelos gêneros *Micrococcus*, *Staphylococcus*, por leveduras, *Salmonella* e *Listeria monocytogenes*, vinda do ambiente (solo, pasto, fezes), ressaltando que em épocas frias os organismos psicotróficos estão em maior proporção (ICMSF, 1998).

A pele pode carregar bactérias originárias do solo e fezes até  $9 \log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> (JERICHO et al., 1996). Alguns autores determinaram as contagens de microrganismos presentes na pele e encontraram as seguintes faixas de valores, expressa em  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> ou  $\log_{10}$  UFC/g: 6 a 8 aeróbios mesófilos, 4 a 6 psicotróficos, 3 a 6 *Enterobacteriaceae*, 1 a 5 *E. coli*, 5 a 6 esporos de bacilos e  $\geq 3$  fungos e leveduras (EMPEY e SCOTT, 1939; HESS e LOTT, 1970; MULDER, 1978; GRAU, 1979). *Salmonella* foi isolada na pele em mais da metade de 200 animais examinados no abate (SMITH e GRAU, 1973).

RIDELL e KORKEALA (1993) relataram que a presença de material fecal sobre a pele do animal vivo é uma importante indicação dos níveis de contaminação de carcaças, permitindo, segundo BROWN et al. (1997), que *E. coli* O157:H7 e outros microrganismos entéricos passem das fezes para a pele, podendo ser transferidos para a carcaça durante o abate (GILL, 1996b).

REID et al. (2002b) determinaram a presença de patógenos entéricos em pele bovina, no total de 90 amostras, através da técnica de suabe de esponja aplicada em uma área de 100 cm<sup>2</sup>. *E. coli* O157:H7 foi encontrada nas regiões da alcatra, flanco e peito, respectivamente, em 3,3%, 4,4% e 22,2%, das amostras; *Salmonella* spp. foi detectada nas regiões da alcatra, flanco e peito,

respectivamente, em 2,2%, 8,8% e 10,0% das amostras; *Campylobacter* spp. não foi isolada em nenhuma das amostras. A contaminação da pele de bovinos por material fecal leva à contaminação de carcaças por patógenos entéricos durante o processo de esfolagem (SHERIDAN, 1998).

Uma pele visivelmente limpa não necessariamente está livre de patógenos e pode resultar em um potencial perigo de contaminação cruzada de carcaças (REID et al., 2002b). Os casos de contaminação por *E. coli* 0157:H7 são de particular atenção. Recentes estudos demonstraram que a incidência deste patógeno na região do peito na pele de bovinos pode ser igual ou superior a 11% (ELDER et al., 2000).

O principal perigo no abatedouro em termos de segurança alimentar são bactérias mesófilas, como os gêneros *Salmonella*, *Staphylococcus* e representantes da família *Enterobacteriaceae*, provindas de fontes como pele, patas e intestino (NEWTON, HARRISON e SMITH, 1977; ICMSF, 1980; TEUFEL, 1987; PRECAUTIONARY, 1998; SIRAGUSA et al., 1998; SOFOS et al., 1999b; VAN DONKERSGOED, GRAHAM e GANNON, 1999; ELDER et al., 2000). Patógenos mais freqüentemente associados com enterites humanas são mesófilos e eles podem ser encontrados no intestino e pele de bovinos e de outros animais (MEER e MISER, 1998).

Em relação ao trato gastrointestinal, *Salmonella* sp., *Yersinia enterocolitica*, *C. perfringens* e *E. coli* são bactérias associadas à contaminação fecal, uma vez que são de ocorrência comum no trato intestinal de mamíferos (LEITÃO, 1995).

A *E. coli* é considerada um dos integrantes da microbiota normal do intestino de bovinos, com uma população dinâmica. Há uma contínua renovação da população por tipos cada vez mais resistentes, inclusive a antibióticos, deslocando a microbiota original por cepas de resistências múltiplas (HINTON, HEDGES e LINTON, 1985).

CHAPMAN et al. (1997) encontraram *E. coli* 0157:H7 no rúmen e cólon dos animais em taxas superiores a 15,7%, constituindo o reservatório primário deste patógeno.

A alta concentração de ácidos graxos voláteis e o pH do fluido, contido no rúmen de animais bem alimentados, conferem proteção a infecções provocadas por *Salmonella* sp. e *E. coli*. Quando a alimentação é retirada ou os intervalos de fornecimento de alimentação são longos, o rúmen torna-se vulnerável a infecções por *Salmonella* sp. e *E. coli* (ICMSF, 1998).

### 2.1.2. Ambiente de criação

Pesquisas sobre os fatores de doenças infecciosas têm constatado uma estreita relação entre seus agentes causadores, animais e ambiente (MAYR e ROJAHN, 1968; HORSCH, FENSKE e HEIDER, 1986).

Boas práticas agrícolas são o principal meio de se prevenir as doenças nos animais da fazenda. As enfermidades podem ser introduzidas na fazenda por animais provenientes de outras fontes e podem também ser difundidas por alimentos ou água contaminados e práticas insatisfatórias de destinação dos dejetos. Geralmente, os perigos são menores com a agricultura de pastoreio e aumentam com a produção mais intensiva (ICMSF, 1997).

Em relação às contaminações na fase de produção, o aspecto da criação de bovinos mais significativo é a relação unidade de produção ocupada por animal. Outros aspectos considerados são a separação dos animais, evitando-se a mistura de animais de diferentes origens, a construção de abrigos, a adoção de medidas operacionais na fazenda, a descontaminação da ração, a limpeza e desinfecção das instalações e o exame da sanidade do rebanho. Mudanças nas práticas de manejo de criação têm alterado significativamente a epidemiologia de doenças infecciosas, sendo sua disseminação mais rápida entre animais confinados e homogêneos, levando-se em conta também a raça, idade e dieta (TEUFEL, 1987).

O regime de confinamento é o sistema de alimentação de bovinos em que lotes de animais são encerrados em piquetes ou currais com área restrita, e onde os alimentos e água necessários são fornecidos em cochos. É mais propriamente utilizado para a terminação ou engorda de bovinos, que é a fase da produção que

imediatamente antecede o abate do animal. No Brasil, o confinamento é, como regra, conduzido durante a época seca do ano, por ser o período de escassez de forragem para o pastoreio (CARDOSO, 2000). O regime de pastagem é o sistema de criação de bovinos predominante no Brasil, inclusive na fase de alimentação, realizado de forma extensiva em amplas áreas com disponibilidade de gramíneas como alimento e caracteriza-se pela baixa quantidade de animais ocupando grandes áreas.

Em razão da grande aproximação dos animais durante o regime intensivo, as peles estão mais susceptíveis a acumular grandes quantidades de material fecal, e, conseqüentemente, maior número de organismos fecais, em comparação com animais submetidos ao regime extensivo (VAN DONKERSGOED et al., 1997).

O sistema de confinamento eleva a incidência de infecções nos animais em função do maior contato entre animais e entre o animal e o ambiente (HEARD, JENNETT e LINTON, 1972; LINTON, TIMONEY e HINTON, 1981). O animal ocupa uma área relativamente pequena, permitindo que um único agente torne-se responsável pela disseminação de infecções aos bovinos (GENIGEORGIS, 1987).

Cada curral constitui um único ecossistema com a presença de microrganismos abrigados e associados ao solo, alimento, urina e fezes (ANDERSSON et al., 1999). A longa permanência do gado neste ecossistema oferece ampla oportunidade de prevalência de microrganismos associados à pele e pode ser uma fonte de emergentes infecções zoonóticas (TEUFEL, 1987; FORREST e GUSHULAK, 1997).

Bovinos criados intensivamente na América do Norte em confinamento carregam quantidades de sujidades variáveis sobre a pele na entrada dos abatedouros. Estas sujidades são preocupantes, considerando os perigos microbiológicos associados à produção de carcaças no abate (NEWTON, HARRISON e WAUTERS, 1978; ROBERTS et al., 1984; RIDELL e KORKEALA, 1993; REED e KAPLAN, 1996).

Em 14 estados dos Estados Unidos, foi realizado um levantamento sobre a ocorrência de *E. coli* O157:H7 e constatou-se a presença da bactéria em 101

(25,4%) dos currais de confinamento amostrados (ZHAO et al., 1995). O estado geral de saúde dos animais nos currais não estava associado à disseminação do patógeno (DARGATZ et al., 1997).

Em regime de criação extensiva, os animais podem apresentar menos bactérias fecais e mais microrganismos do solo do que os animais confinados (INGRAM e SIMONSEN, 1985)

Bovinos em pastagens podem estar infectados com cisticercose em pastos contaminados com fezes, efluentes de esgoto, alimentos e água (GENIGEORGIS, 1987). Este ambiente é susceptível à contaminação por excretas do gado e resíduos de animais selvagens e domésticos, e as pessoas podem carrear excretas de animais de um lugar para outro, através de botas e roupas (LINTON e HINTON, 1987).

A incidência sazonal de *Salmonella* em bovinos no Reino Unido está relacionada com as estações verão e outono. Nestes períodos, pastos podem estar contaminados com materiais fecais com possível ocorrência de *Salmonella* (WILLIAMS, 1975).

Contaminações de cursos de água para animais em pasto, através de efluentes nas instalações da fazenda e de esgoto de humanos, têm sido reportadas como fontes de infecções por *Salmonella* sp. em animais (EDEL, VAN SCHOTHORST e KAMPELMACHER, 1976; HARBOURNE, 1977). Contaminações das pastagens por excretas de pássaros, lixo e efluentes de esgotos são importantes na reciclagem de *Salmonella* sp. e *E. coli* resistente a antibióticos (FENLON, 1984).

A expansão de métodos de criação para os animais conduzidos ao abate, que demonstram limitar a presença de patógenos, é de grande importância para a saúde pública (GENIGEORGIS, 1987). De acordo com TEUFEL (1987), todos os métodos preventivos de contaminação de animais envolvem custos e necessitam de mudanças estruturais nas operações de produção, portanto os produtores devem investir, preferencialmente, em controles higiênico-sanitários que estejam diretamente relacionados com a proteção ao consumidor.

## 2.2. Fontes de contaminação de carcaças bovinas no abate

Os procedimentos de abate removem a maioria das bactérias na pele e superfície de carcaças bovinas, incluindo alguns patógenos, mas não todos. Nas operações de abate de bovinos, não há a inclusão de um tratamento letal (ex: processo térmico), que assegure a eliminação de microrganismos patogênicos (NACMCF, 1993).

A contaminação de carcaças durante o processo de abate, através de uma contaminação cruzada, provoca a deterioração e redução da vida útil da carne, além de representar um perigo à saúde pública (NORTJÉ et al., 1990; NARASIMHA RAO e RAMESH, 1992). De acordo com KRIAA, ARTHAND e FOURNAUD (1985), esta contaminação é imediata e inevitável no processo de abate, mas estudos mostram que a adoção de Boas Práticas de Fabricação possui um impacto nas condições bacteriológicas das carcaças (EMPEY e SCOTT, 1939; AYRES, 1955; HEUVELINK et al., 2001).

A deposição de bactérias é heterogênea sobre as regiões da carcaça, mas a redistribuição ocorre em decorrência dos procedimentos de abate (BISS e HATHAWAY, 1995; GILL, McGINNIS e BADONI, 1996a; 1996b). O contato entre carcaça e pele permite a introdução de uma grande variedade de microrganismos sobre a carcaça (BELL, 1997). Quando os bovinos são abatidos, lamas, fezes e esterco que estão aderidos na pele podem depositar na superfície de carcaças. Desta forma, carcaças podem estar contaminadas com bactérias de importância para a saúde pública (*E. coli* O157 e *Salmonella*) e bactérias deterioradoras que causam redução da vida útil de carne e derivados. Para minimizar este problema, é recomendável que os bovinos estejam com poucas sujidades aderidas na pele quanto possível (McGRATH e PATTERSON, 1969; PATTERSON e GIBBS, 1978; REED e KAPLAN, 1996; PENNINGTON GROUP, 1997; WHO, 1997).

Uma porção significativa de microrganismos está confinada à superfície da carcaça e a fonte mais provável desta contaminação é a sujidade constituída, principalmente, por material fecal existente na pele, utensílios e equipamentos de abate. A superfície exposta, o acúmulo de sujidades e matéria fecal na pele são,

portanto, as principais fontes de contaminação durante o abate (DICKSON, 1996).

A lavagem dos animais tende a redistribuir os microrganismos. Muitas vezes, as contagens vão reduzir em uma região da carcaça, mas permanecerem inalteradas ou mesmo aumentarem em outra região (GRAU, 1986).

A exposição da carcaça bovina à matéria fecal, durante as operações de abate, parece inevitável, embora a contaminação com fezes úmidas seja grandemente prevenida pela ligadura do reto do animal. Entretanto, no início das operações de abate, durante o atordoamento, o trato gastrointestinal do animal relaxa tornando possível a contaminação do animal, com material intestinal ou com rúmen através do vômito. A contaminação pode, também, advir das fezes secas, aderidas à superfície da pele e não completamente eliminadas pela lavagem convencional do animal vivo antes do abate (DELAZARI, 1998).

Conforme HEUVELINK et al. (2001), a redução da contaminação de carcaças durante o abate é um importante passo para o decréscimo da incidência de doenças/toxinfecções associadas à carne, incluindo a verocitotoxina O157, e acrescenta que boas práticas de higiene deveriam ser adotadas internamente no abatedouro, incluindo a exclusão de animais sujos da linha de abate.

São apontados os currais de espera, as operações de esfolagem e de evisceração como pontos prováveis de maior contaminação (NACMCF, 1993). Os contaminantes das carcaças provêm, particularmente, da pele e do trato gastrointestinal. O controle higiênico-sanitário nas operações de abate é realizado para reduzir a transferência desta contaminação para a superfície das carcaças (contaminação cruzada), incluindo cuidados com as mãos, facas, serras, equipamentos e panos (ICMSF, 1997).

### 2. 2.1. Transporte

O transporte dos animais ao abatedouro é geralmente necessário, mas contribui com o aumento da incidência de contaminação, devido ao estresse do animal e ao aumento do risco de exposição do animal a patógenos potenciais aos humanos (COLE et al., 1988). A contaminação pode ocorrer através do contato



direto entre animais e indireto entre animal e superfícies dos caminhões (REID et al., 2002b).

*Salmonella* spp. é o contaminante que apresenta maior dificuldade de ser totalmente eliminado dentro das técnicas usuais de abate e processamento. Uma percentagem apreciável de animais é portadora assintomática de salmonelas. Este número aumenta, substancialmente, durante o transporte e retenção dos animais no período que antecede ao abate. O estresse a que o animal é submetido durante o transporte e a dieta hídrica podem abaixar a resistência orgânica do animal, resultando em maior invasão dos tecidos (ICMSF, 1980; GILL, 1983). As salmonelas sobrevivem por maior período de tempo no rúmen de bovinos em jejum, porque há um aumento relativo do pH por redução do processo fermentativo, permitindo a multiplicação das mesmas que pode atingir até 3 log<sub>10</sub> UFC/g no conteúdo ruminal. Quando a alimentação é restabelecida, a população cresce até 4-5 log<sub>10</sub> UFC/g, nas fezes, desaparecendo gradualmente ao longo de várias semanas (ICMSF, 1980).

Um amplo estudo avaliou os fatores de risco associados com a contaminação da pele e carcaças de bovinos provenientes de confinamento e pastagem no transporte para o abate. Foram obtidas 281 amostras positivas para *Salmonella* no total de 1050 amostras do reto, pele e ambiente antes e após o transporte e da carcaça após o abate. Para bovinos em confinamento, *Salmonella* foi isolada de 19% das carcaças, 4% das amostras do reto, 37,5% da pele e 47,4% do ambiente. Para bovinos em pastagens, *Salmonella* foi isolada de 54,2% das carcaças, 10,9% das amostras do reto, 37,5% da pele e 50% do ambiente. Os bovinos em pastagens obtiveram amostras com uma percentagem maior de isolamento de *Salmonella* em comparação com os bovinos em confinamento, com exceção da pele que apresentou percentagem equivalente (BEACH, MURANO e ACUFF, 2002).

## 2. 2.2. Inspeção *ante-mortem* e *post-mortem*

Esforços das áreas agrícola e veterinária têm resultado na obtenção de gados clinicamente saudáveis. Paradoxalmente, este avanço positivo vem acompanhado por um aumento de doenças infecciosas não aparentes e latentes. Os procedimentos de inspeção *ante* e *post-mortem* oferecem ao consumidor um alto grau de proteção contra parasitoses e tuberculose. Outras zoonoses podem ser determinadas visualmente apenas quando mudanças patológicas são detectadas. Exame bacteriológico da carne na inspeção *post-mortem* pode ser mais efetiva, mas está limitada a casos suspeitos (TEUFEL, 1987).

Diante disto, a inspeção sanitária *ante-mortem* nos currais de espera é de pouca valia na detecção de animais portadores de microrganismos zoonóticos. A inspeção *post-mortem* de carcaças e vísceras na sala de matança - essencial para proteção da saúde do consumidor – apresenta falhas no exame de animais sadios quanto à presença de patógenos humanos (ICMSF, 1997). O controle visual, e até pessoal habilitado como veterinários, não são suficientes para garantir o processo higiênico da carne (STOLLE, 1988).

São observados o aspecto visual e a magnitude de sujidades nas carcaças, pois estes parâmetros estão associados ao nível de defeitos visuais das carcaças após a lavagem. Desta forma, os abatedouros desenvolveram seus próprios sistemas de classificação de sujidades na pele de bovinos. Um alto grau resulta na redução da velocidade de abate e em adicionais procedimentos de toalete, podendo necessitar de mais operadores para a lavagem e retirada das sujidades que requerem cortes no processo de esfolia (VAN DONKERSGOED et al., 1997).

RIDELL e KORKEALA (1993) estudaram o efeito de excessiva sujidade presente na pele de bovinos na contaminação de suas carcaças após a lavagem através de contagem total ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>), encontrando em amostras de controle nas regiões do ombro e peito, contagens média de 2,14 e 3,82 respectivamente, e em carcaças, provenientes de peles com excessiva sujidade, contagens média de 2,89 e 4,50, respectivamente. Frente aos resultados superiores e diferentes significativamente ( $p < 0,01$ ), das amostras provenientes de peles com excessiva

sujidade, em relação às amostras de controle, concluíram que mesmo com cuidados no abate, os animais “sujos” ainda produzem carcaças com altas contagens, sendo recomendada a aplicação de boas práticas na produção, visando a redução das sujidades na pele dos animais antes do abate.

Entretanto, VAN DONKERSGOED et al. (1997) avaliaram a associação entre sujidades na pele e a deposição de bactérias em carcaças bovinas no abate e constataram não haver correlação entre o grau de sujidades na pele e a presença de bactérias. Concluíram que as carcaças com sujidades apenas apresentam-se com uma aparência negativa em termos estéticos, sem efeito na contaminação bacteriana.

### 2.2.3. Banho de aspersão

O banho antes do abate tem um efeito positivo na remoção de sujidades aderidas à pele dos animais (ANON, 1995). Enquanto alguns países, como a Nova Zelândia, atestam o valor deste processo e adotam uma política nacional de lavagem dos animais para o abate, a eficácia deste procedimento tem sido, freqüentemente, questionada (ROBERTS, 1980; BISS e HATHAWAY, 1995; BELL, 1997). Apesar desta reserva, muitas agências estão classificando a pele como o maior ponto crítico de controle da higiene da carne e insistem na limpeza dos animais submetidos ao abate (RIDELL e KORKEALA, 1993; ANON, 1995; ANON, 1997; LOWMAN, SYNGE e CALDOW, 1997).

Em trabalho de ROÇA (1993), que verificou a influência do banho de aspersão na contagem microbiana na superfície de carcaças bovinas empregando a técnica da suabe ( $40 \text{ cm}^2$ ), foram encontrados valores médios, expressos em  $\log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ , para contagem total em carcaças provenientes de animais submetidos ao banho de aspersão: 1,30 após a esfolagem; 0,98 antes da lavagem e 0,87 na câmara frigorífica; para animais sem banho de aspersão: 1,24 após a esfolagem; 0,59 antes da lavagem e 0,99 na câmara frigorífica. O autor constatou que o banho de aspersão não afetou significativamente as contagens bacterianas nas superfícies das carcaças.

#### 2.2.4. Esfola

A esfola é considerada o principal ponto crítico de contaminação onde ocorrem eventuais contatos da pele com as carcaças. A pele apresenta contagens de 5 a 9 do  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> de aeróbios mesófilos e de 1 a 5  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> de *E. coli* (EMPEY e SCOTT, 1939; GRAU, 1986). A maior parte da contaminação bacteriana da carcaça, que ocorre durante as operações de abate, é adquirida durante a esfola. A superfície da carcaça é contaminada principalmente por microrganismos provenientes da sua pele (BISS e HATHAWAY, 1995; GILL, McGINNIS e BADONI, 1996b; KRIAA, ARTHAND e FOURNAUD, 1985; TEUFEL, 1987).

As mãos, facas, equipamentos e aventais dos operadores que manipulam a carcaça antes da esfola são mais contaminados do que de operadores que manipulam a carcaça após a esfola. Para limitar a contaminação da pele para as carcaças, facas e instrumentos são imersos em água a 82°C após o uso em cada carcaça (GRAU, 1987).

Durante a esfola, a proporção de carcaças contaminadas chega a dobrar, indicando, portanto, a ocorrência de contaminações cruzadas. Os procedimentos que constituem riscos de contaminação durante a esfola incluem os cortes iniciais da pele (particularmente na região do peito), manipulação da pele e da carcaça por uma mesma mão e o rolo mecânico utilizado na parte final da esfola (BELL, 1997; HUDSON, MEAD e HINTON, 1998). A modernização de técnicas de abate e o rigor no aspecto higiênico têm sido incapazes de impedir a contaminação (LEITÃO, 1995).

Após a esfola, a carcaça apresenta uma contagem total de microrganismos na proporção quase constante de 0,3% do total de microrganismos da pele segundo ROÇA e SERRANO (1995) e 0,2%, segundo GRAU (1987).

A aderência de bactérias na superfície das carcaças é instantânea após a remoção da pele e pode depender das características da bactéria e carcaça (KRIAA, ARTHAND e FOURNAUD, 1985).

Torna-se claro que maior atenção deve ser dispensada ao monitoramento de peles bovinos, dentro do contexto de um integrado sistema de segurança da carne. A amostragem da pele de bovinos para análise microbiológica tem duas principais aplicações (REID et al., 2002a):

- a. avaliar o nível de microrganismos na pele e não necessariamente correlacionar com o visual de limpeza apresentado pelos animais;
- b. monitorar a incidência de patógenos introduzidos na linha de abate via pele.

Alguns estudos sugerem técnicas alternativas de tratamentos na pele visando a redução da contaminação superficial. SCHNELL et al. (1995) avaliaram o efeito da depilação química da pele na contaminação bacteriana de carcaças após a esfolagem e após a lavagem, e não encontraram diferenças significativas entre carcaças de controle e carcaças submetidas à depilação considerando contagens de microrganismos indicadores. Porém, CASTILLO et al. (1998a) constataram a eficiência da depilação química da pele na redução de bactérias patogênicas e bactérias de origem fecal.

#### 2.2.5. Evisceração

O trato gastrointestinal é uma elevada fonte de patógenos entéricos durante as operações de abate. Uma ampla população destes patógenos pode ser encontrada no trato gastrointestinal, mesmo de animais assintomáticos (NACMCF, 1993).

A evisceração pode acarretar mínima contaminação se o trato gastrointestinal não é rompido ou perfurado (NOTTINGHAM, PENNEY e HARRISON, 1974; GRAU, 1979). Vísceras intactas apresentam pouco perigo, mas o vazamento do trato intestinal pode causar a difusão da contaminação. O operador deve desenvolver sua habilidade no uso de técnicas corretas, os equipamentos devem ser projetados e adaptados convenientemente para o tipo de animal a ser eviscerado e o tempo disponível deve ser suficiente para fazer o trabalho de modo correto (ICMSF, 1997).

O trato gastrointestinal do bovino é considerado o maior reservatório da verocitotoxina O157, segundo ARMSTRONG, HOLLINGSWORTH e MORRIS JR (1996), e a contaminação microbiana da carne é amplamente atribuída à contaminação das carcaças com fezes adquiridas de tratos intestinais rompidos, peles e pêlos dos animais. De acordo com HEUVELINK et al. (2001), a contaminação pode ser reduzida na evisceração com o aumento de cuidados no processo de abate. Contaminação visível pode ser removida no toalete com uma faca, mas deve ser notado que bactérias de origem fecal não estão necessariamente confinadas em áreas visíveis.

#### 2.2.6. Lavagem

A lavagem é necessária porque os atuais métodos comerciais de preparação não evitam a contaminação visível da carcaça durante o abate e a evisceração. A lavagem a jato pode ser razoavelmente eficiente na remoção de alguma contaminação visível, mas pêlos e as máculas que surgem do contato com fezes ou conteúdo dos intestinos provavelmente permanecerão. A lavagem com jato é apenas parcialmente eficiente na remoção da contaminação microbiana (ICMSF, 1997).

Segundo GILL (1983), é muito pequena a eficiência da lavagem das carcaças não significando, portanto, um maior período seguro de estocagem; além disso, a lavagem excessiva das carcaças poderá resultar em excesso de umidade, dificultando a sua desidratação superficial durante a estocagem, e aumentando os riscos de deterioração por parte da microbiota remanescente. Outras pesquisas demonstraram que o nível de defeitos visuais antes e após a lavagem é fracamente associado com bactérias depositadas na superfície de carcaças bovinas (JERICHO et al., 1993; REAGAN, ACUFF e BUEGE, 1996).

Foram sugeridos vários métodos para melhorar a eficiência antibacteriana da lavagem, inclusive o uso de água quente (SMITH e GRAHAM, 1978), nebulizações de cloro (KELLY, DEMPSTER e McLOUGHLIN, 1974), ácido acético (OCKERMAN et al., 1974) e ácido láctico (SNIJDERS et al., 1985). Apesar de

alguns sucessos reivindicados para vários novos sistemas de lavagem, aparentemente, eles não proporcionam resultados consistentes.

Porém, SIRAGUSA (1996) afirma existirem evidências que demonstram que a aplicação de ácidos orgânicos pode ser bem sucedida na descontaminação de carcaças.

Alguns agentes foram testados em plantas de abate como ácido láctico (DORMEDY et al., 2000), água quente (CASTILLO et al. 1998b; PATTERSON, 1969), intervenções múltiplas como água quente e aplicação de ácidos orgânicos (BACON et al., 2000). Os resultados obtidos confirmaram reduções significativas de bactérias na superfície de carcaças bovinas.

#### 2.2.7. Resfriamento

Após a lavagem das carcaças, as mesmas são conduzidas para a câmara fria e os operadores, usualmente, empurram as carcaças com as mãos, resultando em contaminações adicionais sobre as carcaças provocadas pelas mãos dos manipuladores e pelo contato com superfícies de outras carcaças (YALÇIN, NIZAMLIOGLU e GÜRBÜZ, 2001).

Muitas bactérias patogênicas disseminam através de superfícies contaminadas. As fezes de um animal abatido contaminam a superfície da carcaça, ou por contato direto, com a lavagem com água ou via utensílios e superfícies de trabalho. As superfícies contaminadas transmitem bactérias para outras carcaças durante a estocagem frigorífica e seções de manuseio e desossa de carne. Cada nova superfície contaminada pode agir como um veículo de contaminação. Do ponto de vista da estocagem de carcaças, é importante manter o nível de contaminação original o menor possível, a fim de que condições ótimas de estocagem possam ser mantidas o quanto possível (NISKANEN e POHJA, 1977).

A carga microbiana da superfície de carcaças aumenta em função do tempo, conforme REY et al. (1970), e informações para se manter a qualidade a

uma dada temperatura podem ser obtidas através de medidas de contagens de bactérias nas superfícies (NISKANEN e POHJA, 1977).

Microrganismos são introduzidos no interior das carnes como resultado da transferência de bactérias da superfície das carcaças. A microflora inicial é diversa no momento do abate, entretanto a refrigeração seleciona grupos limitados de espécies aeróbias psicrófilas, particularmente *Pseudomonas*, *Moraxella* e *Acinetobacter* (NACMCF, 1993).

No final do abate, após a lavagem, bovinos podem ter em suas superfícies cerca de 3-5 log<sub>10</sub> UFC/cm<sup>2</sup> aeróbios mesófilos, variando com a região da carcaça e espécie animal (INGRAM e ROBERTS, 1976). O número de psicrófilos varia entre 0,1 a 10% de aeróbios mesófilos e *E. coli* e *Enterobacteriaceae* são detectadas com contagens < 1 log<sub>10</sub> UFC/cm<sup>2</sup> (INGRAM e ROBERTS, 1976; HOWE, LINTON e OSBORNE, 1976; GRAU, 1979). É evidente que as condições higiênicas no abate e processamento e contaminações cruzadas poderão aumentar muito o índice de contaminação (LEITÃO, 1995).

*Clostridium perfringens* pode ser freqüentemente encontrado em pequeno número nas carcaças bovinas (SMART et al., 1979). A taxa de detecção de *Salmonella* varia, consideravelmente, e é fortemente influenciado pelos tratamentos pré-abate dos animais (GRAU, 1986). A presença de *S. aureus* é relativamente freqüente na carne, e é originária, principalmente, do seu manuseio (SINELL, 1973). O contato entre carcaças e mãos de operadores não lavadas pode introduzir contaminação comparável ao contato pele/carcaça nas operações onde este contato é inevitável (BELL, 1997).

### **2.3. Outras fontes de contaminação de carcaças bovinas**

Uma forte associação entre a contaminação de carcaças e ar atmosférico foi observada em estudos de RAHKIO e KORKEALA (1997) e JERICHO, HO e KOZUB (2000). Entre os principais grupos de microrganismos presentes no ar atmosférico no abatedouro, encontram-se os micrococos, coliformes, bacilos e estafilococos. Há o predomínio de *E. coli* no ar atmosféricas de currais e sala de



matança e baixas contagens deste microrganismo nas câmaras de resfriamento, ocorrendo o inverso com *Pseudomonas* (BARRAT et al., 1983).

A velocidade da linha de abate possui sérias implicações em relação à contaminação de carcaças. Velocidades elevadas oferecem maior oportunidade de erros e, conseqüentemente, contaminações podem ocorrer (ROBERTS, 1980).

Dados obtidos na Nova Zelândia sugerem que a média total de contagens aumenta com a velocidade do abate (BELL, 1997). Um estudo nos Estados Unidos encontrou, significativamente, menores níveis de contaminação em linhas de abate de alta velocidade (HOGUE et al., 1993). Considerando os dados de HOGUE et al. (1993), os autores notaram um número de circunstâncias que podem explicar esta situação anômala, como melhores sistemas de gerenciamento, um maior nível de especialização laboratorial, necessidade de pequenos cortes em carcaças e uso amplo de sistemas de descontaminação de carcaças nestes estabelecimentos que adotam altas velocidades de abate. Os procedimentos de descontaminação de carcaças poderiam mascarar muitos defeitos adquiridos durante o abate, mas pressupõe-se que outras plantas não adotam estas técnicas, como foi mostrado no caso do trabalho em Nova Zelândia (BELL, 1997).

#### **2.4. Programas de avaliação da qualidade higiênica de carcaças bovinas através de microrganismos indicadores**

É possível melhorar a higiene pela atenção a detalhes de gerenciamento, sendo que a necessidade de capital não é um pré-requisito para a melhora da qualidade microbiológica de carcaças (HINTON, HUDSON e MEAD, 1998).

A adequação de higiene no processo de abate e o conhecimento do estado higiênico das carcaças são considerados fatores que reduzem a incidência e níveis de microrganismos patogênicos e deterioradores na carne (ANON, 1991; TOMPKIN, 1994; BAUMAN, 1995).

É imperativo que os procedimentos de abate sigam guias sanitários e que programas sejam desenvolvidos para minimizar contaminações físicas e

microbiológicas de carcaças. A indústria de carne tem desenvolvido sistemas de redução da incidência de contaminação, através dos programas de APPCC (SOFOS, 1993).

O sistema exige como primeiro passo, a condução de apropriadas análises microbiológicas, representando dados para Boas Práticas de Fabricação. Conseqüentemente, alguns dados tornam-se critérios para desenvolvimento de processos tecnológicos de eficiência higiênica ou de intervenções antimicrobianas (BELL, 1997).

Nos Estados Unidos (EUA), implantou-se um regulamento de inspeção de Aves e Carnes, frente à necessidade de se estabelecer critérios microbiológicos para *E. coli* e *Salmonella* (FSIS, 1996a). No abate, o maior perigo é a contaminação de carcaças com organismos fecais, uma vez que os patógenos associados à carne são predominantemente de origem fecal, e como *E. coli* é um indicador de contaminação fecal, sua seleção é justificada para a avaliação de vários estágios do processo de abate, como a esfolagem, evisceração, lavagem e resfriamento (HARRIS e STILES, 1992; NACMCF, 1993; FSIS, 1996a).

O regulamento adotou critérios e padrões, de acordo com os resultados obtidos em estudo nacional de contaminação de carcaças, conduzido pelo Serviço de Inspeção e Segurança Alimentar do Departamento de Agricultura dos EUA (USDA - Food Safety and Inspection Service - FSIS), em que foram testadas carcaças de novilhos e novilhas de 1992 a 1993 (FSIS, 1994) e carcaças de vacas e touros de 1993 a 1994 (FSIS, 1996b), originárias de confinamento. Foram coletadas, pela técnica de excisão asséptica de um tecido (300 cm<sup>2</sup>), ao acaso, amostras do peito, flanco e alcatra nas carcaças, logo após o resfriamento. O resfriamento é considerado o ponto final do processo de abate, e também o ponto onde a carcaça está pronta para a venda (FSIS, 1996b).

No programa com carcaças de novilhos e novilhas, foram encontrados aeróbios totais viáveis em 98,8%, coliformes totais em 16,3% e *E. coli* em 8,2% das superfícies de 2.089 carcaças testadas. Nas carcaças com resultados positivos, as médias geométricas de aeróbios totais viáveis, coliformes totais e *E. coli* foram 2,68; 1,55 e 1,55 log<sub>10</sub> UFC/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Em termos

percentuais, 93,1% das carcaças obtiveram contagens ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>)  $\leq 4$  para aeróbios totais viáveis, 96,4% contagens  $\leq 2$  para coliformes e 95,9% contagens  $\leq 1$  para *E. coli* (FSIS, 1994).

No programa com carcaças de vacas e touros, foram encontrados aeróbios totais viáveis em 99,6%, coliformes totais em 32,4% e *E. coli* em 15,8% das superfícies de 2.112 carcaças testadas. Nas carcaças com resultados positivos, as médias geométricas de aeróbios totais viáveis, coliformes totais e *E. coli* foram 3,05; 1,60 e 1,52  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Em termos percentuais, 96,3% das carcaças obtiveram contagens ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>)  $\leq 5$  para aeróbios totais viáveis, 92,2% contagens  $\leq 2$  para coliformes e 91,8% contagens  $\leq 1$  para *E. coli* (FSIS, 1996b).

No programa desenvolvido pelo FSIS, também foram detectadas bactérias patogênicas, além dos microrganismos indicadores. Segundo MACNAMARA (1995), algumas importantes conclusões devem ser enumeradas, a partir das características do programa:

- a. Para a detecção da presença de patógenos em carne, deve-se exigir 100% de amostragem, pois quando patógenos são pesquisados, estes são menos freqüentes no produto;
- b. Se o número de patógenos encontrado é abaixo dos limites de detecção, métodos como testes imunoenzimáticos, uso de meios de enriquecimento ou meios seletivos, são necessários para a detecção em produtos;
- c. Bactérias patogênicas são pouco encontradas e, geralmente, em pequeno número em carnes; portanto, o teste possui pequeno significado na determinação de tendências dos programas de controle de processo;
- d. Organismos indicadores, como aeróbios totais viáveis, *E. coli* e coliformes totais, possuem melhor predição para controle de processos, porque eles podem ser encontrados em níveis altos o suficiente para serem enumerados; os dados do programa devem ser avaliados para

determinar a relação, caso exista, de microrganismos indicadores com a presença de patógenos.

Sofos et al. (1999c) determinaram as contagens de *Salmonella*, aeróbios totais viáveis, coliformes totais e *E. coli* em carcaças bovinas de sete plantas de abate. Foram calculados os coeficientes de correlação ( $p \leq 0,05$ ) entre os microrganismos indicadores e *Salmonella*. Os coeficientes foram superiores para as amostras de vacas e touros, quando comparadas com as amostras de novilhos e novilhas. Os resultados apontaram que a alta incidência de contagens de microrganismos indicadores pode representar um aumento da probabilidade da presença de patógenos.

Relativamente, alta contaminação por *E. coli* em uma operação é um indicativo de Ponto Crítico de Controle – PCC, enquanto alta contaminação por aeróbios totais indica um Ponto de Controle de Qualidade – PCQ (GILL e JONES, 1997). Os procedimentos para identificação objetiva de PCC e PCQ nos processos de abate envolvem a coleta de amostras através de suabe de uma região associada a alguma suspeita de contaminação nas operações de abate, de carcaças aleatoriamente selecionadas antes e após cada operação (GILL, McGINNIS, BRYANT, 1998).

Estudos de performance higiênica de carcaças bovinas no processo de abate apresentam uma ampla variação entre os processos em relação aos graus de contaminação por bactérias (ROBERTS et al., 1984; JERICHO, BRADLEY e KOZUB, 1994). Apesar disto, a performance de um processo individual para carcaças no abate tende a ser consistente através das contagens de aeróbios, coliformes e *E. coli* depositadas nas carcaças, permanecendo mais constantes, de acordo com a estação do ano e método de criação (JERICHO et al., 1996; GILL et al., 1998).

O controle da higiene no abate é efetuado pela contagem de aeróbios totais viáveis em grupos de carcaças no final da linha de abate e após o resfriamento das carcaças. Adicionalmente, o impacto do processo de abate é indiretamente medido pelas contagens de coliformes e *E. coli*, sendo estas medidas diretas de

contaminação fecal e indiretas de higiene e da presença presuntiva de patógenos (JERICHO et al., 1997).

O número de mesófilos na carcaça é, usualmente, considerado um indicador do decréscimo do cuidado tomado na sanitização durante o abate, segundo JOHNSTON e ELLIOTT (1976) e ROBERTS et al. (1984), e consequência da contaminação de uma superfície que estava estéril antes da remoção da pele ou víscera (GRAU, 1986).

A maioria dos aeróbios totais que contamina a carcaça não se origina do trato intestinal, mas de superfícies externas de animais e de equipamentos no abatedouro. Pode haver uma pequena mudança na contagem de aeróbios na evisceração, mas contaminação com organismos do trato intestinal pode ocorrer (GRAU, 1979; GERATS, SNIDJERS e VAN LOGTESTIJN, 1981).

Coliformes contêm microrganismos não entéricos e cuidados são necessários na interpretação de sua presença nas carcaças como indicadores de contaminação com organismos derivados do trato intestinal. A presença de *E. coli* nas carcaças implica que outros microrganismos de origem fecal, incluindo *Salmonella*, podem estar presentes. *E. coli* pode ser útil na definição dos estágios do abate responsáveis pela contaminação e os locais nas carcaças mais contaminados por *Salmonella* (GRAU, 1986).

Diante disso, é necessário que toda unidade produtiva tenha programas individuais próprios de limpeza, desinfecção e controle para checar os estágios críticos dos seus processos.

As superfícies são importantes partes deste programa de controle. Enquanto a função mais importante de um programa de controle é prevenir bactérias patogênicas, outra importante regra é aumentar a qualidade e manter as propriedades do produto.

Um guia bacteriológico em unidades de produção de carne foi sugerido por NISKANEN e POHJA (1977), podendo ser visualizado na **Tabela 1**.

TABELA 1. Guia bacteriológico recomendado para superfícies limpas em unidades de produção de carne.

Classe	Contagem total <sup>1</sup>	<i>E. coli</i> <sup>2</sup>
Bom	<10	Ausente
Satisfatório	10-20	<1
Insatisfatório	>10	≥1

<sup>1</sup> UFC/cm<sup>2</sup> em placa de contato no meio Agar Padrão para Contagem (PCA) e incubação a 30° C/72 h; <sup>2</sup> UFC/cm<sup>2</sup> em placa de contato no meio Agar Eosina Azul de Metileno (EMB) e incubação a 37° C/24 h.

Fonte: NISKANEN e POHJA, 1977.

Baseado em experiências, HINTON, HUDSON e MEAD (1998) utilizaram critérios bacteriológicos, expressos na **Tabela 2**, para avaliação das práticas de abate.

TABELA 2. Critérios bacteriológicos para avaliação das práticas de abate na obtenção de carcaças bovinas.

Práticas	Aeróbios totais viáveis (log <sub>10</sub> UFC/cm <sup>2</sup> )
Excelente	< 2,00
Bom	2,00 a 2,99
Regular	3,00 a 3,49
Deficiente	3,50 a 4,50
Ruim	> 4,50

Fonte: HINTON, HUDSON e MEAD, 1998.

Para a avaliação da qualidade higiênica após as operações de abate e estimar o tempo de estocagem sob refrigeração, podem ser empregados os valores apresentados na **Tabela 3**.

TABELA 3. Avaliação da qualidade higiênica de carcaças bovinas após as operações de abate.

Log <sub>10</sub> UFC/cm <sup>2</sup>	Avaliação	Provável tempo de estocagem a 2° C (dias)
2,7	Excelente	18 – 20
2,8 – 2,9	Boa	15 – 17
3,0 – 3,9	Satisfatória	12 – 14
4,0 – 4,9	Adequada	9 – 11
5,0	Insatisfatória	9

Fonte: DELAZARI, 1987.

## 2. 5. Estudos sobre contaminações na pele e superfície de carcaças bovinas

Numerosos métodos de coleta de amostras na pele e superfície de carcaças bovinas têm sido abordados, classificando o método de excisão asséptica de um tecido como mais preciso e o método de suabe, como método mais prático (STEPHAN, 1997; GILL e JONES, 2000).

No intuito de se monitorar a pele em condições normais no abatedouro, técnicas de suabe são aceitáveis (REID et al., 2002a). O método de suabe é eficiente em superfícies flexíveis e não planas e para superfícies altamente contaminadas (NISKANEN e POHJA, 1977). Portanto, embora a técnica de suabe, inevitavelmente, recolhe menor número de bactérias em relação à amostragem pela técnica de excisão, a primeira é geralmente aceita como técnica adequada para comparar o estado higiênico de superfícies (LASTA et al., 1992; MACKEY e ROBERTS, 1993).

TELLES et al. (1986) determinaram aspectos bacteriológicos de carcaças bovinas durante o abate e efetuaram contagens de aeróbios totais viáveis na superfície de dez carcaças após a esola utilizando a técnica de suabe na área de alcatra (25 cm<sup>2</sup>), sendo os resultados médios variando de 2,29 a 4,23 log<sub>10</sub> UFC/cm<sup>2</sup>. Também, analisaram a presença de *E. coli*, sendo encontrada em 40-

60% das amostras. Os valores encontrados foram considerados elevados de acordo com padrões microbiológicos, apesar das precárias condições higiênicas existentes nos locais de abate.

Foram amostradas 523 carcaças bovinas após a lavagem através de suabe de esponja em superfícies (13,351-33,160 cm<sup>2</sup>) obtendo-se contagem média de 2,06 log<sub>10</sub> UFC/cm<sup>2</sup> de aeróbios totais viáveis. As contagens de coliformes totais foram < 1 UFC/cm<sup>2</sup> em 100% dos abatedouros considerados muito bom e em 68% dos abatedouros considerados bom (LASTA et al., 1992).

GILL, McGINNIS e BADONI (1996a) obtiveram amostras de suabe de esponja em superfície (100 cm<sup>2</sup>) de dez regiões nas carcaças (25 amostras cada). Foram determinados aeróbios totais, coliformes totais e *E. coli*. Os valores médios obtidos de acordo com a região variaram para aeróbios totais (log<sub>10</sub> UFC/cm<sup>2</sup>) entre (1,70 a 3,71) após a esfola e (1,67 a 3,06) após a lavagem; coliformes totais (log<sub>10</sub> UFC/100 cm<sup>2</sup>) entre (-0,15 a 2,85) após a esfola e (-0,01 a 1,68) após a lavagem; *E. coli* (log<sub>10</sub> UFC/100 cm<sup>2</sup>) entre (-0,32 a 2,78) após a esfola e (-0,14 a 1,65) após a lavagem.

GILL, McGINNIS e BADONI (1996b) obtiveram amostras de suabe de esponja em superfície (100 cm<sup>2</sup>) de três locais nas carcaças (24 amostras cada). Foram determinados aeróbios totais, obtendo-se contagens médias (log<sub>10</sub> UFC/cm<sup>2</sup>) variando de 0,9 a 4,9 após a esfola e 0,7 a 3,9 após a lavagem. Também, foi determinada *E. coli*, obtendo-se valores (log<sub>10</sub> UFC/100 cm<sup>2</sup>) entre 0,76 a 2,59 após a esfola e 0,53 a 1,02 após a lavagem. Os autores concluíram que mudanças na composição da flora durante o processo de abate são limitadas baseado na contagem isolada de aeróbios totais e sugerem contagens de *E. coli* e coliformes totais para caracterizarem os efeitos de práticas higiênicas no abatedouro.

Em estudo, que investigou a distribuição e tipo de contaminação microbiana de carcaças bovinas em três plantas de abate, relacionando as contaminações associadas com carcaça/pele e carcaça/fezes, amostras de suabe em superfície (5 cm<sup>2</sup>) foram coletadas das carcaças para determinação de aeróbios totais viáveis e *E. coli*. Alta contaminação foi encontrada em regiões associados com



cortes de abertura e/ou contato da pele durante a esfola. Em regiões não relacionadas com contaminação fecal ou contato com a pele, foram obtidos valores ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>) < 2,00 de aeróbios totais e *E. coli* < 1,00. Em regiões de contato com pele a “limpa”, foram encontradas contagens  $\geq 3,00$  de aeróbios totais e *E. coli*  $\leq 2,00$ . Em regiões contaminadas por contato direto de fezes ou contato fecal indireto pela pele, os resultados foram contagens  $\geq 4,00$  de aeróbios totais e *E. coli* > 2,00. Também, determinou-se a contaminação da pele em 24 amostras de bovinos, através do método de placa de contato em quatro regiões, obtendo-se contagens médias de aeróbios totais variando de 4,46 a 5,10 e *E. coli* variando de 1,70 e 2,23 (BELL, 1997).

Para verificação da performance higiênica de um processo de resfriamento de carcaças em duas plantas de abate, foram coletados suabe em superfície (100 cm<sup>2</sup>) de 25 amostras em cada planta após a lavagem, obtendo-se as seguintes contagens médias, respectivamente nas plantas A e B: 3,06 e 2,35 de aeróbios totais ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>); 1,25 e 1,13 de coliformes totais ( $\log_{10}$  UFC/100 cm<sup>2</sup>); 0,02 e 1,08 de *E. coli* ( $\log_{10}$  UFC/100 cm<sup>2</sup>) (GILL e BRYANT, 1997).

Em estudo de carcaças bovinas no final do abate em dez abatedouros, amplas diferenças nas condições microbiológicas das carcaças foram observadas (GILL et al., 1998). Através de amostras de suabe de esponja em superfície (100 cm<sup>2</sup>), aeróbios totais, coliformes e *E. coli* foram encontrados nas carcaças variando de 2 a 5  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>, 0 a 3  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> e 0 a 2  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Não houve relação consistente entre os números dos três grupos de microrganismos, na mesma planta de abate. Em algumas plantas, aeróbios totais em pequenas contagens estiveram acompanhados de maiores números de coliformes totais e/ou *E. coli*, e os coliformes eram predominantemente *E. coli*, sendo que apenas 10% representavam outras espécies de coliformes.

Durante pesquisa de 11 abatedouros na Inglaterra, 2.200 amostras de suabe em superfície (50 cm<sup>2</sup>) foram coletadas de carcaças bovinas após a lavagem. Contagens de aeróbios totais em cada uma das quatro regiões da

carcaça variaram de 2,45 a 4,29  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>, sendo o peito e flanco as regiões com maior contaminação em comparação com o dianteiro e virilha. Coliformes totais, aplicando teste presuntivo, foram isolados em 24% das amostras. Análises confirmaram que o estado microbiológico das carcaças bovinas pode ser influenciado por um número de fatores interativos, incluindo o abatedouro, visitas ao mesmo abatedouro, local de amostragem e animais abatidos no mesmo dia (HINTON, HUDSON e MEAD, 1998).

Com objetivo de analisar a contaminação de carcaças bovinas durante a esfolagem em três plantas de abate, 25 amostras foram coletadas pela técnica de suabe de esponja em superfície (100 cm<sup>2</sup>) após a esfolagem em cada abatedouro, obtendo-se médias variando de 2,07 a 3,06  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> para aeróbios totais, 0,24 a 2,36  $\log_{10}$  UFC/100 cm<sup>2</sup> para coliformes totais e 0,19 a 2,07  $\log_{10}$  UFC/100 cm<sup>2</sup> para *E. coli* (GILL, McGINNIS e BRYANT, 1998).

JERICHO, LANEY e KOZUB (1998) verificaram as condições higiênicas de 120 carcaças bovinas após a lavagem e obtiveram através da técnica de excisão de um tecido (25 cm<sup>2</sup>) de três regiões da carcaça (alcatra, peito e sacro), contagens médias ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>) de 1,972 para aeróbios totais, 0,495 para coliformes totais e 0,396 para *E. coli*.

SOFOS et al. (1999a) determinaram a contaminação de carcaças bovinas em sete plantas de abate nos EUA durante as estações seca e úmida. Carcaças foram amostradas pela técnica de excisão asséptica de um tecido (100 cm<sup>2</sup>) do peito, flanco e alcatra (30 amostras cada), após a esfolagem, lavagem da carcaça e após 24 horas de resfriamento da carcaça. Dependendo da planta e estação, contagens de aeróbios totais viáveis, coliformes totais e *E. coli* foram  $\leq 4$ ,  $\leq 2$  e  $\leq 1$   $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> em 46,7 a 93,3, 50 a 100 e 74,7 a 100% das amostras, respectivamente. Contagens de coliformes totais excederam 3  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> em 2,5% (estação úmida) e 1,5% (estação seca) das amostras. Contagens de *E. coli* excederam 2  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> em 8,7%, 0,3% e 1,5% das amostras coletadas após a esfolagem, após a lavagem e após 24 horas de resfriamento, respectivamente, durante a estação úmida; os números correspondentes durante a estação seca foram 3,5%, 2,2% e 3,0%, respectivamente. As contagens médias gerais ( $\log_{10}$

UFC/cm<sup>2</sup>) foram: 2,0 a 3,2 para aeróbios totais viáveis, 0,13 a 0,68 para coliformes totais e 0,09 a 0,44 para *E. coli*. A etapa após a esfola apresentou, em geral, maior contaminação em relação às etapas após a lavagem e após 24 de resfriamento.

SOFOS et al. (1999a) estabeleceram um critério microbiológico para *E. coli* baseado em valores ( $m = 0,70 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ ,  $M = 2 \log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ ,  $c = 3$  e  $n = 13$ ) para a etapa após 24h de resfriamento, segundo FSIS (1996a), considerando um valor percentual aceitável de amostras dentro dos padrões no mínimo 80%. Os autores encontram percentagens, dependendo da planta e estação, de 84,2 a 100% de carcaças resfriadas dentro dos padrões, porém, cada estabelecimento deve desenvolver seu próprio critério, baseado em seus dados e/ou nichos de mercado.

População microbiana na superfície da carcaça em diferentes estágios de oito plantas de abate (40 carcaças cada) foi determinada, utilizando a técnica de suabe de esponja em superfície (100 cm<sup>2</sup>) de três regiões na carcaça: flanko, peito e alcatra. Foram obtidos valores ( $\log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ ) variando de 6,2 a 10,5 para contagem total, 4,0 a 5,9 para coliformes totais e 3,5 a 5,5 para *E. coli* nas carcaças antes da esfolagem (pele), enquanto o nível de contaminação após a esfolagem ficou entre 4,1 a 7,1; 1,0 a 4,0 e 0,6 a 3,3, respectivamente (BACON et al., 2000).

Foi avaliada a condição das carcaças bovinas em um pequeno abatedouro por GILL et al. (2000), através de suabe de esponja em superfície (100 cm<sup>2</sup>) após a lavagem das carcaças bovinas com as contagens de aeróbios totais, coliformes e *E. coli*. As contagens médias foram para aeróbios totais, coliformes e *E. coli* 2,50  $\log_{10} \text{ UFC/cm}^2$ , 2,00  $\log_{10} \text{ UFC/100cm}^2$  e 1,50  $\log_{10} \text{ UFC/100cm}^2$ , respectivamente.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Amostragem

Foram selecionados 40 bovinos sadios da raça Nelore, separados em dois lotes de 20, que foram submetidos a dois sistemas de alimentação: extensiva em pastagem e intensiva em confinamento. A pesquisa foi realizada com bovinos de diversas propriedades rurais localizadas na região do Triângulo Mineiro.

Foram selecionadas quatro propriedades que adotavam o sistema de alimentação em confinamento a céu aberto. A capacidade e área média das unidades de confinamento foram, respectivamente, de 312 bovinos e 3.175 m<sup>2</sup>, representando uma relação de 10,18 m<sup>2</sup> de unidade de área ocupada por animal e o período médio de permanência dos animais no confinamento foi de 90 dias.

Foram selecionadas cinco propriedades que adotavam o sistema de alimentação em pastagem. A capacidade e área média das unidades de pastagem foram, respectivamente, de 270 bovinos e 1.350.000 m<sup>2</sup> (135 hectares), representando uma relação de 5.000 m<sup>2</sup> de unidade de produção ocupada por animal.

O gado foi abatido no período de Março a Agosto de 2003, sob mesmas condições, no matadouro-frigorífico Boi Bravo sob Serviço de Inspeção Federal (SIF), localizado em Uberaba-MG, com capacidade diária e velocidade de abate, em média, respectivamente de 150-250 animais/dia e 50 animais/hora.

Os animais foram transportados por via rodoviária ao abatedouro por caminhões-boiadeiro e a distância média percorrida com os bovinos provenientes de pastagem foi de 40 km (mínima de 10 km e máxima de 90 km), enquanto que com os bovinos de confinamento foi de 48 km (mínima de 8 km e máxima de 110 km).

Nos currais, os bovinos foram submetidos à inspeção *ante-mortem* e jejum e dieta hídrica de aproximadamente 12 a 18 horas. Através de chuveiros instalados na rampa de acesso, os animais receberam o banho de aspersão com

água à temperatura ambiente e 15 ppm de cloro livre. Dentro da sala de abate, os animais foram atordoados através de pistola pneumática e alçados para nórias, por uma das patas traseiras. A operação subsequente foi a sangria, com a utilização de duas facas: uma para a incisão da barbela e outra para o corte dos vasos. Na seqüência, foram removidos os cascos e chifres e a preparação para a remoção da pele. Na esfolagem, houve a retirada da pele, a desarticulação da cabeça e a oclusão do reto. Na parte final, a esfolagem foi completada mecanicamente por tração através de um rolo mecânico, e, a seguir, foi realizada a oclusão do esôfago. Houve a serragem do esterno para, em seguida, remover as vísceras das carcaças na etapa de evisceração. Ato contínuo, a carcaça foi serrada dando origem a duas meias carcaças, que foram submetidas ao toalete, pesagem e lavagem com água industrial, contendo cerca de 1,5 ppm de cloro livre e temperatura de 32°C. Por fim, as meias carcaças foram conduzidas à câmara de resfriamento. Vale ressaltar que, durante as operações de abate, houve a inspeção *post-mortem* das carcaças, cabeças e vísceras através de pessoal autorizado pelo SIF (veterinários e seus assistentes).

As características das carcaças obtidas dos dois lotes de bovinos, submetidos ao dois sistemas de alimentação, extensiva em pastagem e intensiva em confinamento, encontram-se relacionadas na **Tabela 4**:

TABELA 4. Características das amostras de bovinos, segundo o sistema de alimentação, extensiva em pastagem ou intensiva em confinamento.

Características das carcaças	Sistemas de alimentação			
	Pastagem		Confinamento	
Sexo	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos
Quantidade (unidades)	16	4	14	6
Idade média (anos)	3,5		2,5	
Peso da carcaça quente (kg)	220,5		264,0	

### 3.2. Coleta das amostras

As amostras dos lotes de bovinos em estudo foram selecionadas para a coleta de forma aleatória. Foram coletadas uma ou duas amostras por visita, sendo este mínimo estabelecido, baseado na limitação prática imposta pela linha de abate ao identificar e coletar os suabes.

As condições ambientais médias do experimento, referentes ao total de dias de amostragem, medidas através de termo-higrógrafo foram: temperatura de 21°C e 63% de umidade relativa na coleta das amostras de bovinos em pastagem; temperatura de 24°C e 63% de umidade relativa na coleta das amostras de bovinos em confinamento.

A coleta de amostras na pele e superfície da carcaça realizou-se, respectivamente, em um dos lados do bovino (oposto ao lado em que a respectiva pata traseira está pendurada à nória) e em meias carcaças, conforme ABNT (1988), pela técnica de esfregação de superfícies nas carcaças. Foram considerados três momentos (**Figura 1**) ao longo das operações de abate para a coleta das amostras: antes da esfolia (na pele), após a esfolia (na carcaça) e após a lavagem (na carcaça).

Os suabes foram aplicados em cinco regiões da pele e superfície das meias carcaças (**Figura 2**), totalizando cinco suabes aplicados em cada amostragem. As regiões foram demarcadas com moldes estéreis confeccionados de aço inoxidável com área delimitada de 10 cm<sup>2</sup> (um molde para cada ponto).

A forma de coleta foi padronizada, sendo cada suabe, antecipadamente, imerso em solução de água peptonada esterilizada e em seguida, aplicado em cada uma das regiões da pele e superfície das meias carcaças com pressão, numa inclinação aproximada de 45°, descrevendo primeiro movimentos da esquerda para a direita e depois de cima para baixo, com o cuidado de rodar continuamente o suabe, para que toda a superfície do algodão entre em contato com a área delimitada, conforme recomendado por SILVA, JUNQUEIRA e SILVEIRA (2001).

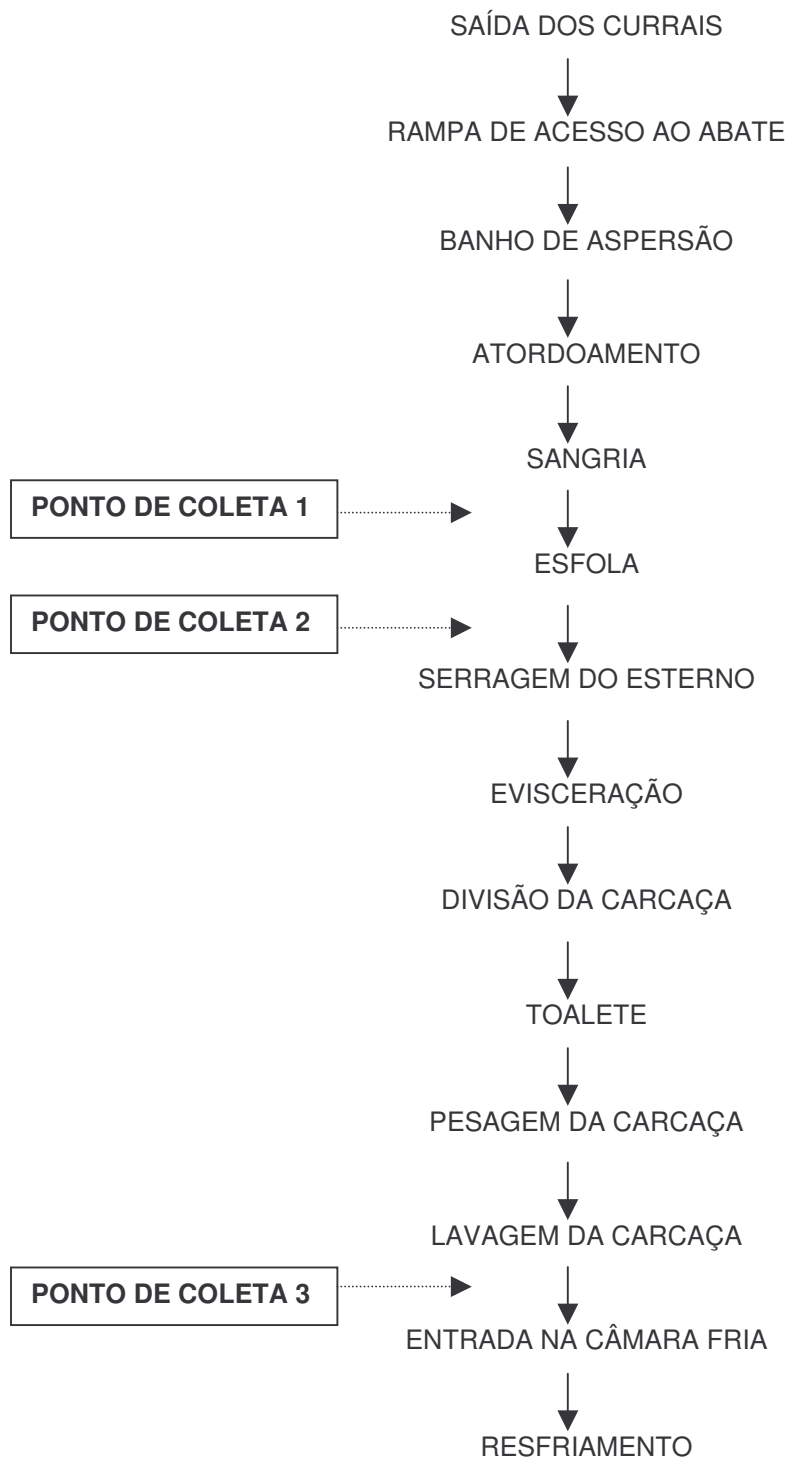


FIGURA 1. Fluxograma de abate de bovinos com indicação dos momentos de coletas de amostras nas superfícies da pele e de meias carcaças.

Fonte: Adaptado de ROÇA, 1993.

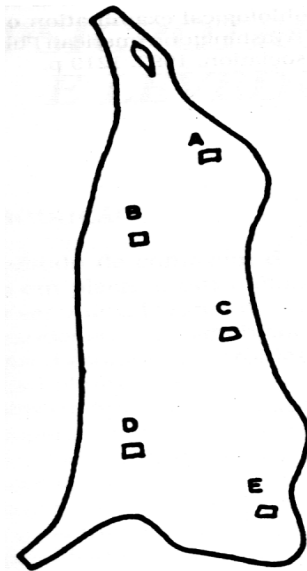


FIGURA 2. Pontos de amostragem para coleta de contaminação superficial da pele e meias carcaças de bovinos pela técnica do esfregaço de superfície.

Fonte: ABNT, 1988.

Efetuada a coleta, os cinco suabes foram colocados em um mesmo frasco, contendo 25 mL de diluente estéril 0,1% de água peptonada e imerso em gelo para posterior exame que não excedeu 24 horas da coleta. Todas as amostras foram obtidas pelo mesmo indivíduo, com a utilização de luvas de látex não esterilizáveis, trocadas a cada amostragem de uma região da pele ou meia carcaça em determinada etapa de abate.

As amostras foram encaminhadas ao laboratório de Microbiologia de Alimentos da “Faculdades Associadas de Uberaba – FAZU” para as análises. Cada frasco foi agitado manualmente (invertendo-se 25 vezes em arco de 30 cm), e em seguida utilizou-se 1 mL de solução para o preparo das diluições decimais de  $10^{-1}$  a  $10^{-3}$ , estabelecidas de acordo com testes preliminares. O volume de 1 mL utilizado correspondeu a uma área de  $2 \text{ cm}^2$  da pele ou superfície da carcaça amostrada. Como foram utilizados cinco suabes em cada amostragem, com aplicação em uma área total de  $50 \text{ cm}^2$  da pele ou superfície da carcaça, e os



mesmos foram colocados em um mesmo frasco contendo 25 mL de diluente estéril, o resultado da relação área/volume ( $50 \text{ cm}^2/25 \text{ mL}$ ) equivaleu a  $2 \text{ cm}^2/\text{mL}$ .

### **3.3. Análises microbiológicas**

Foram efetuadas determinações de microrganismos aeróbios totais viáveis, coliformes totais e *E. coli*, indicadores de higiene geral ou controle de processo e relacionados com contaminação pele/carcaça e fezes/carcaça. Estes testes são recomendados por serem procedimentos mais rápidos, fáceis e baratos que testes para patógenos específicos (FSIS, 1994).

#### **3.3.1. Contagem de Aeróbios totais viáveis**

Conforme descrito por SILVA, JUNQUEIRA e SILVEIRA (2001), para a contagem de aeróbios totais viáveis, volume de 0,1 mL de apropriada diluição é inoculado, em duplicata, na superfície da placa de ágar padrão (PCA – Plate count agar) pelo método de plaqueamento em superfície. As colônias, que desenvolverem após 48h de incubação a  $35\pm 2^\circ\text{C}$ , são contadas e o resultado expresso em  $\log_{10}$  unidades formadoras de colônia (UFC) por unidade de área ( $\text{cm}^2$ ).

#### **3.3.2. Contagem de coliformes totais e *E. coli***

Conforme AOAC (2000), que descreve o método 991.14 para contagem de coliformes totais e *E. coli*, volume de 1,0 mL de apropriada diluição é inoculado, em duplicata, na superfície de Petrifilm™ *E. coli* Count Plates (ECC), de acordo com as instruções do fabricante, com incubação a  $35\pm 1^\circ\text{C}$  por  $48\pm 2\text{h}$ . Colônias vermelhas com bolhas de gás são contadas como coliformes totais e colônias azuis com gás são contadas como *E. coli*, sendo o resultado expresso em  $\log_{10}$  unidades formadoras de colônia (UFC) por unidade de área ( $\text{cm}^2$ ).

### 3.4. Análise Estatística

Os resultados das contagens de microrganismos indicadores na pele e superfície de carcaças bovinas foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey para comparação de médias ( $p < 0,05$ ), utilizando o programa estatístico modelo SAEG para Windows 8.0 de 2003.

Foram indicadas nas tabelas com os resultados estatísticos, os números de amostras (n) de cada grupo de dados. Os dados indicavam as contagens médias de microrganismos indicadores na pele e meias carcaças de bovinos, de acordo com as interações consideradas. Primeiro, foram analisadas as contagens médias nos animais submetidos aos dois sistemas de alimentação, totalizando um número de amostras igual a 60 ( $n=60$ ), resultante da interação do lote de 20 bovinos submetido ao sistema de alimentação extensiva em pastagem ou intensiva em confinamento com as três operações abate. Depois, foram analisadas as contagens médias dos dois lotes de bovinos ( $n=40$ ) e lote de bovinos submetido ao sistema de alimentação ( $n=20$ ) em cada operação de abate.

Nos resultados das contagens de aeróbios totais viáveis, o valor de 1,00  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> foi adotado nas análises estatísticas, quando o resultado obtido era ausência de aeróbios totais viáveis. Este valor foi determinado baseado no limite de detecção da análise microbiológica através da contagem em placa ágar padrão.

Nos resultados das contagens de coliformes totais e *E. coli*, o valor de 0,40  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> foi adotado nas análises estatísticas, quando o resultado obtido era ausência de coliformes totais ou ausência de *E. coli*. Este valor foi determinado baseado no limite de detecção da análise microbiológica utilizada na contagem em placa de Petrifilm™ *E. coli* Count Plates (3M).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Contagens de aeróbios totais viáveis

As contagens médias de aeróbios totais viáveis na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos aos diferentes sistemas de alimentação estão relacionadas na **Tabela 5**. O resultado da contagem média de aeróbios totais viáveis foi superior na pele e superfície de carcaças de bovinos submetidos ao sistema de alimentação em pastagem, em relação à contagem média de carcaças de bovinos submetidos ao sistema de alimentação em confinamento. Houve diferença significativa a 5% de probabilidade entre os valores, aplicando-se teste de Tukey de análise de variância.

TABELA 5. Contagens médias de aeróbios totais viáveis a  $35\pm 2^{\circ}\text{C}$  ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>) na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao sistema de alimentação extensiva em pastagem ou intensiva em confinamento nas operações de abate (n= 60).

Sistema de alimentação	Média
Pastagem	2,60 <sup>A</sup>
Confinamento	2,31 <sup>B</sup>
CV* (%)	22,76
Dms**	0,20

\*CV = coeficiente de variação; \*\*Dms = diferença mínima significativa; <sup>A, B</sup> Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Na **Tabela 6** estão representadas as contagens de aeróbios totais viáveis nas diferentes operações de abate, considerando os dois grupos de bovinos. A etapa antes da esfola (na pele) apresentou contagem superior, seguida das etapas após a lavagem e após a esfola, sendo as duas últimas etapas com uma diferença não significativa. A contagem média de aeróbios totais viáveis na etapa

antes da esfolagem apresentou diferença estatisticamente significativa em comparação com as etapas após a esfolagem e após a lavagem, sendo as duas últimas sem diferenças significativas a 5% de probabilidade.

TABELA 6. Contagens médias de aeróbios totais viáveis a  $35\pm 2^{\circ}\text{C}$  ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>) na pele e superfície de carcaças de bovinos, referentes aos dois grupos de bovinos nas diferentes operações de abate (n= 40).

Operações de abate	Média
Antes da esfolagem (na pele)	3,52 <sup>A</sup>
Após a esfolagem (na carcaça)	1,84 <sup>B</sup>
Após a lavagem (na carcaça)	2,00 <sup>B</sup>
CV* (%)	22,76
Dms**	0,30

\*CV = coeficiente de variação; \*\*Dms = diferença mínima significativa; <sup>A, B</sup> Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Na **Tabela 7**, observa-se a interação sistemas de alimentação x operações de abate, reforçando que as contagens de aeróbios totais viáveis nas amostras de bovinos em pastagem foram superiores em todas as operações de abate em relação às amostras de bovinos em confinamento, com diferença entre as médias estatisticamente significantes.

## 4.2. Contagens de coliformes totais

A **Tabela 8** expressa as contagens médias de coliformes totais na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos aos diferentes sistemas de alimentação. Observa-se que o resultado da contagem média de coliformes totais foi superior na superfície de carcaças de bovinos submetidos ao sistema de alimentação em pastagem, em relação à contagem de carcaças bovinos submetidos ao sistema de alimentação em confinamento. Houve diferença

significativa a 5% de probabilidade entre os valores, aplicando-se teste de Tukey de análise de variância.

TABELA 7. Contagens médias de aeróbios totais viáveis a  $35\pm 2^{\circ}\text{C}$  ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>) na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao sistema de alimentação extensiva em pastagem ou intensiva em confinamento em diferentes operações de abate (n= 20).

Sistemas de alimentação	Operações de abate		
	Antes da esfolagem (na pele)	Após a esfolagem (na carcaça)	Após a lavagem (na carcaça)
Pastagem	3,72±0,71 <sup>Aa</sup>	1,89±0,55 <sup>Ab</sup>	2,19±0,74 <sup>Ab</sup>
Confinamento	3,31±0,45 <sup>Ba</sup>	1,78±0,41 <sup>Bb</sup>	1,82±0,37 <sup>Bb</sup>

<sup>A, B, a, b</sup> Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

TABELA 8. Contagens médias de coliformes totais a  $35\pm 1^{\circ}\text{C}$  ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>) na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao sistema de alimentação extensiva em pastagem ou intensiva em confinamento nas operações de abate (n= 60).

Sistema de alimentação	Média
Pastagem	0,74 <sup>A</sup>
Confinamento	0,49 <sup>B</sup>
CV* (%)	50,05
Dms**	0,19

\*CV = coeficiente de variação; \*\*Dms = diferença mínima significativa; <sup>A, B</sup> Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Na **Tabela 9** está representada a contagem média de coliformes totais nas diferentes operações de abate, considerando os dois grupos de bovinos. A etapa antes da esfolagem apresentou contagem superior e houve diferença significativa

( $p < 0,05$ ) em relação às demais etapas, não ocorrendo diferenças entre as etapas após a esfolagem e após a lavagem.

TABELA 9. Contagens médias de coliformes totais a  $35 \pm 1^\circ\text{C}$  ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>) na pele e superfície de carcaças de bovinos, referentes aos dois grupos de bovinos nas diferentes operações de abate (n= 40).

Operações de abate	Média
Antes da esfolagem (na pele)	0,96 <sup>A</sup>
Após a esfolagem (na carcaça)	0,40 <sup>B</sup>
Após a lavagem (na carcaça)	0,48 <sup>B</sup>
CV* (%)	50,05
Dms**	0,23

\*CV = coeficiente de variação; \*\*Dms = diferença mínima significativa; <sup>A, B</sup> Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Observa-se a interação sistemas de alimentação x operações de abate na **Tabela 10**, indicando que as contagens de coliformes totais nas amostras de bovinos em pastagem foram superiores em todas as operações de abate em relação às amostras de bovinos em confinamento, com exceção da etapa após a esfolagem que apresentou as mesmas contagens médias. Apenas a etapa antes da esfolagem apresentou diferença estatisticamente significativa, comparando-se os dois sistemas de alimentação a 5% de probabilidade.

Os comportamentos foram equivalentes nas diferentes operações de abate nos dois grupos de amostras de bovinos (**Tabela 10**). A etapa antes da esfolagem apresentou contagens superiores e significativamente diferentes em relação às demais operações. A etapa após a lavagem obteve contagem intermediária, enquanto a etapa após a esfolagem contagem menor, sendo ambas as etapas sem diferenças significativas.

TABELA 10. Contagens médias de coliformes totais a  $35\pm 1^{\circ}\text{C}$  ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>) na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao sistema de alimentação extensiva em pastagem ou intensiva em confinamento em diferentes operações de abate (n= 20).

Sistemas de alimentação	Operações de abate		
	Antes da esfolagem (na pele)	Após a esfolagem (na carcaça)	Após a lavagem (na carcaça)
Pastagem	1,27±0,56 <sup>Aa</sup>	0,40±0,00 <sup>Ab</sup>	0,55±0,32 <sup>Ab</sup>
Confinamento	0,65±0,38 <sup>Ba</sup>	0,40±0,00 <sup>Ab</sup>	0,41±0,07 <sup>Ab</sup>

<sup>A, B, a, b</sup> Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

### 4.3. Contagens de *E. coli*

As contagens médias de *E. coli* na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos aos diferentes sistemas de alimentação, estão mostradas na **Tabela 11**. O resultado da contagem média de *E. coli* foi um pouco superior na superfície de carcaças submetidas ao sistema de alimentação em pastagem, em relação à contagem de carcaças submetidas ao sistema de alimentação em confinamento. Não houve diferença significativa a 5% de probabilidade entre os valores, aplicando-se teste de Tukey de análise de variância.

Na **Tabela 12**, estão representadas as contagens médias de *E. coli* nas diferentes operações de abate, considerando os dois grupos de bovinos. A etapa antes da esfolagem (na pele) apresentou contagem superior, em relação às demais etapas que obtiveram contagens bem próximas. Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre a etapa antes da esfolagem em relação às demais etapas, porém não houve diferença entre as etapas após a esfolagem e após a lavagem.

TABELA 11. Contagens médias de *E. coli* a  $35\pm 1^{\circ}\text{C}$  ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>) na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao sistema de alimentação extensiva em pastagem ou intensiva em confinamento nas operações de abate (n= 60).

Sistema de alimentação	Média
Pastagem	0,56 <sup>A</sup>
Confinamento	0,48 <sup>A</sup>
CV* (%)	50,24
Dms**	0,09

\*CV = coeficiente de variação; \*\*Dms = diferença mínima significativa; <sup>A,B</sup> Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

TABELA 12. Contagens médias de *E. coli* a  $35\pm 1^{\circ}\text{C}$  ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>) na pele e superfície de carcaças de bovinos, referentes aos dois grupos de bovinos nas diferentes operações de abate (n= 40).

Operações de abate	Média
Antes da esfolagem (na pele)	0,75 <sup>A</sup>
Após a esfolagem (na carcaça)	0,40 <sup>B</sup>
Após a lavagem (na carcaça)	0,41 <sup>B</sup>
CV* (%)	50,24
Dms**	0,14

\*CV = coeficiente de variação; \*\*Dms = diferença mínima significativa; <sup>A,B</sup> Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Observa-se a interação sistemas de alimentação x operações de abate na **Tabela 13**, indicando que as contagens de *E. coli* nas amostras de bovinos em pastagem foram superiores em todas as operações de abate em relação às amostras de bovinos em confinamento, com exceção da etapa após a esfolagem que apresentou a mesma contagem média. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois sistemas de alimentação a 5% de probabilidade nas diferentes operações de abate.



Considerando os dois grupos de amostras de bovinos, a etapa antes da esfolagem apresentou contagens superiores e significativamente diferentes em relação às demais operações (**Tabela 13**). A etapa após a lavagem obteve contagens iguais ou bem próximas das contagens da etapa após a esfolagem, sendo ambas as etapas sem diferenças significativas a 5% de probabilidade.

TABELA 13. Contagens médias de *E. coli* a  $35\pm 1^\circ\text{C}$  ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>) na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao sistema de alimentação extensiva em pastagem ou intensiva em confinamento em diferentes operações de abate (n= 20).

Sistemas de alimentação	Operações de abate		
	Antes da esfolagem (na pele)	Após a esfolagem (na carcaça)	Após a lavagem (na carcaça)
Pastagem	0,86±0,52 <sup>Aa</sup>	0,40±0,00 <sup>Ab</sup>	0,42±0,11 <sup>Ab</sup>
Confinamento	0,64±0,36 <sup>Aa</sup>	0,40±0,00 <sup>Ab</sup>	0,40±0,00 <sup>Ab</sup>

A, B, a, b Médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

#### 4.4. Análise das contagens dos microrganismos indicadores

Quanto às contagens globais de todos os microrganismos indicadores, as amostras de bovinos em sistemas de pastagem obtiveram resultados superiores, em comparação com as amostras de bovinos em sistema de confinamento.

Em relação aos dois grupos de amostras de bovinos, ambos obtiveram, na etapa após a esfolagem (na carcaça), contagens menores, indicando pequeno contato entre pele/carcaça e baixa ocorrência de contaminações cruzadas envolvendo operadores, equipamentos e utensílios. Na etapa após a lavagem (na carcaça), que corresponde à etapa final do processo na sala de abate, a contagem foi intermediária, indicando que os processos subsequentes à esfolagem constituíram prováveis fontes de contaminação, incluindo a etapa da evisceração, que é

considerada um ponto crítico de controle no processo. Na etapa antes da esfolagem (na pele), as contagens foram maiores para os dois grupos de bovinos, sinalizando que a pele é uma importante fonte de contaminação.

Os números de microrganismos indicadores depositados na pele foram superiores aos encontrados na superfície de carcaças bovinas, de acordo com relatos na literatura (GRAU, 1987; ROÇA e SERRANO, 1995; BELL, 1997; BACON et al., 2000). No trabalho, as contagens globais médias de aeróbios totais viáveis, coliformes totais e *E. coli* ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>) antes da esfolagem (na pele) nos dois grupos de bovinos foram menores em relação aos resultados encontrados na literatura (EMPEY e SCOTT, 1939; HESS e LOTT, 1970; MULDER, 1978; GRAU, 1979; JERICHO et al., 1996; BELL, 1997; BACON et al., 2000).

Segundo RIDELL e KORKEALA (1993), um animal possui a pele excessivamente suja quando as áreas abdominal e lateral estão cobertas com uma espessa camada de fezes. A inspeção visual das peles dos bovinos no momento do abate permitiu verificar que estas estavam aparentemente “limpas”, sem excessos de sujidades e fezes depositadas nas áreas abdominal e lateral. A pele é uma fonte primária de contaminação e apresenta, naturalmente, uma flora residente e transitória, tornando-a a maior fonte de contaminação das carcaças (SHERIDAN, 1998). A pele pode estar contaminada com fezes e estas passam às carcaças nas operações de abate. Os animais em confinamento apresentaram a pele mais “limpa” em comparação com os bovinos provenientes de pastagens, com isso os riscos de contaminação de carcaças foram ligeiramente menores ao longo das operações de abate.

As contagens de coliformes totais de 0,96  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> (**Tabela 9**) foram próximas às contagens de *E. coli* de 0,75  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> (**Tabela 12**) na etapa antes da esfolagem, significando que aproximadamente 78,0% de coliformes estavam representados pela espécie *E. coli* nos dois grupos de bovinos. Considerando os diferentes sistemas de alimentação, as porcentagens de coliformes representados pela espécie *E. coli* foram 67,7% e 98,5%, respectivamente, para os bovinos em pastagem e bovinos em confinamento.

Verificou-se, portanto, que em bovinos em confinamento, as quantidades

dos microrganismos foram inferiores, mas houve uma maior proporção de coliformes igual a  $0,65 \log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> (**Tabela 10**) pertencentes à espécie *E. coli* igual a  $0,64 \log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> (**Tabela 13**), em comparação com bovinos em pastagens de coliformes igual a  $1,27 \log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> (**Tabela 10**) e *E. coli* de  $0,86 \log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> (**Tabela 13**).

O microrganismo *E. coli* é considerado um indicador de contaminação fecal. O controle do jejum e dieta hídrica foi mais efetivo nos animais em confinamento, resultando em menor conteúdo fecal do trato gastrointestinal disponível no transporte e currais, que são potenciais fontes de contaminação das peles dos animais. Porém, não houve diferença significativa a 5% de probabilidade entre os valores das contagens de *E. coli* na pele nos dois grupos de bovinos, aplicando-se teste de Tukey de análise de variância  $p < 0,05$ ).

A literatura, predominantemente, internacional, afirma que os animais em regime de confinamento apresentam maior conteúdo fecal em sua pele (VAN DONKERSGOED et al., 1997; ICMSF, 1998). No Brasil, o confinamento apresenta as características de ser utilizado, predominantemente, apenas na fase de alimentação e de possuir uma relação unidade de produção ocupada por animal elevada e, conseqüentemente, o resultado é um pequeno contato entre os animais. Além disso, os animais amostrados foram de origem zebuína, raça Nelore, de pelame curto, permitindo uma menor aderência de fezes e sujidades à pele.

A etapa após a esfolagem apresentou o menor nível de contaminação indicando pequeno contato entre pele/carcaça. A contagem média de aeróbios totais viáveis foi de  $1,84 \log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> nessa etapa, considerando os dois grupos de bovinos (**Tabela 6**).

O resultado da contagem de aeróbios totais viáveis após a esfolagem obteve resultados superiores aos encontrados por ROÇA (1993), de  $1,30 \log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> nos animais com banho de aspersão e  $1,24 \log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> nos animais sem banho de aspersão. O valor esteve entre a faixa encontrada por GILL, McGINNIS e BADONI (1996a; 1996b) respectivamente de 1,70 a 3,71 e 0,90 a 4,90  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>, e esteve abaixo da encontrada por GILL, McGINNIS e BRYANT (1998)

de 2,07 a 3,06  $\log_{10}$  UFC/100  $\text{cm}^2$ , BACON et al. (2000) de 4,10 a 7,10  $\log_{10}$  UFC/100  $\text{cm}^2$  e TELLES et al. (1986) de 2,29 a 4,23  $\log_{10}$  UFC/100  $\text{cm}^2$ .

A contagem média de coliformes totais foi de 0,40  $\log_{10}$  UFC/ $\text{cm}^2$  (ou 2,40  $\log_{10}$  UFC/100  $\text{cm}^2$ ) após a esfola, considerando os dois grupos de bovinos (**Tabela 9**). O valor esteve entre a faixa determinada por GILL, McGINNIS e BADONI (1996a) de -0,15 a 2,85  $\log_{10}$  UFC/100  $\text{cm}^2$  e BACON et al. (2000) de 1,00 a 4,00  $\log_{10}$  UFC/100  $\text{cm}^2$ , e esteve um pouco acima da encontrada por GILL, McGINNIS e BRYANT (1998) de 0,24 a 2,36  $\log_{10}$  UFC/100  $\text{cm}^2$ .

A contagem média de *E. coli* foi de 0,40  $\log_{10}$  UFC/ $\text{cm}^2$  (ou 2,40  $\log_{10}$  UFC/100  $\text{cm}^2$ ) após a esfola, considerando os dois grupos de bovinos (**Tabela 12**). O valor esteve entre a faixa determinada por GILL, McGINNIS e BADONI (1996a; 1996b), respectivamente, de -0,32 a 2,78  $\log_{10}$  UFC/100  $\text{cm}^2$  e 0,76 a 2,59  $\log_{10}$  UFC/100 $\text{cm}^2$  e abaixo da encontrada por BACON et al. (2000) de 0,60 a 3,30  $\log_{10}$  UFC/ $\text{cm}^2$  e acima da encontrada por GILL, McGINNIS e BRYANT (1998) de 0,19 a 2,07  $\log_{10}$  UFC/100  $\text{cm}^2$ .

Em geral, a etapa após a esfola apresentou contagens dos microrganismos baixas nos dois grupos de bovinos em comparação com dados da literatura. As contagens de coliformes totais foram equivalentes às contagens de *E. coli*, significando que a totalidade de coliformes esteve representada pela espécie *E. coli*.

Os procedimentos adotados para se garantir uma esfola higiênica com um mínimo de oportunidades de contato entre pele e carcaça foram eficientes para se minimizar as contaminações na superfície de carcaças bovinas. Com isso, evita-se a adoção de métodos de lavagem, depilação e desinfecção das peles dos animais antes da esfola, que são considerados métodos onerosos e nem sempre promovem reduções significativas na contaminação de carcaças bovinas, como relatado por SCHNELL et al. (1995).

A contaminação após a lavagem foi proveniente de etapas subseqüentes à esfola, tendo apresentado contagens médias intermediárias, considerando os diferentes sistemas de alimentação de bovinos e operações de abate. A contagem de aeróbios totais viáveis foi de 2,00  $\log_{10}$  UFC/ $\text{cm}^2$  após a lavagem nos dois

grupos de bovinos (**Tabela 6**). O valor esteve bem próximo ao encontrado em carcaças bovinas após a lavagem na região do ombro e inferior na região do peito, respectivamente de 2,14 e 3,82  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>, em amostras de bovinos que possuíam a pele “limpa”; próximo na região do ombro e inferior na região do peito, respectivamente de 2,89 e 4,50  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>, em amostras de bovinos que possuíam a pele com excessivas sujidades, no estudo conduzido por RIDELL e KORKEALA (1993).

O resultado da contagem de aeróbios totais viáveis após a lavagem nos dois grupos de bovinos obteve resultados inferiores aos relatados por GILL e BRYANT (1997) de 3,06  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> no frigorífico A; resultados próximos a de JERICHO, LANEY e KOZUB (1998) de 1,97  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>, LASTA et al. (1992) de 2,06  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>, GILL et al. (2000) de 2,50  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> e GILL e BRYANT (1997) de 2,35  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> no frigorífico B. Em contrapartida, o valor foi superior aos de ROÇA (1993) de 0,98  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> nos animais com banho de aspersão e 0,59  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> nos animais sem banho de aspersão. O valor esteve entre a faixa encontrada por GILL, MCGINNIS e BADONI (1996a; 1996b), respectivamente, de 1,67 a 3,06 e 0,70 a 3,90  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>, e esteve abaixo da faixa encontrada por INGRAM e ROBERTS (1976) de 3,00 a 5,00  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> e HINTON, HUDSON e MEAD (1998), que variou de 2,45 a 4,29  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>.

A contagem de coliformes totais foi de 0,48  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> (ou 2,48  $\log_{10}$  UFC/100 cm<sup>2</sup>) após a lavagem nos dois grupos de bovinos (**Tabela 9**). O resultado é bem próximo ao determinado por JERICHO, LANEY e KOZUB (1998) de 0,50  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> e superior aos encontrados por GILL e BRYANT (1997) de 1,25 e 1,13  $\log_{10}$  UFC/100 cm<sup>2</sup>, respectivamente nos frigoríficos A e B e GILL et al. (2000) de 2,0  $\log_{10}$  UFC/100cm<sup>2</sup>. O valor esteve acima da faixa encontrada por GILL, MCGINNIS e BADONI (1996a) de -0,01 a 1,68  $\log_{10}$  UFC/100 cm<sup>2</sup>.

A contagem de *E. coli* foi de 0,41  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> (ou 2,41  $\log_{10}$  UFC/100 cm<sup>2</sup>) após a lavagem nos dois grupos de bovinos (**Tabela 12**). O resultado é próximo ao determinado por JERICHO, LANEY e KOZUB (1998) de 0,40  $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> e superior aos encontrados por GILL e BRYANT (1997) de 0,02 e 1,08  $\log_{10}$  UFC/100cm<sup>2</sup>, respectivamente, nos frigoríficos A e B e GILL et al. (2000) de

1,50 log<sub>10</sub> UFC/100cm<sup>2</sup>. O valor esteve acima da faixa encontrada por GILL, McGINNIS e BADONI (1996a; 1996b), respectivamente, de -0,14 a 1,65 e 0,53 a 1,02 log<sub>10</sub> UFC/100 cm<sup>2</sup> e esteve dentro do determinado por INGRAM e ROBERTS (1976); HOWE, LINTON e OSBORNE (1976) e GRAU (1979) de contagens < 1 log<sub>10</sub> UFC/ cm<sup>2</sup>.

As contagens de coliformes totais (0,48 log<sub>10</sub> UFC/cm<sup>2</sup>) foram próximas às contagens de *E. coli* (0,41 log<sub>10</sub> UFC/cm<sup>2</sup>) após a lavagem, significando que aproximadamente 85,4% de coliformes estavam representados pela espécie *E. coli* nos dois grupos de bovinos. Considerando os diferentes sistemas de alimentação, as porcentagens de coliformes representados pela espécie *E. coli* foram 74,5% e 95,2%, respectivamente, para os bovinos em pastagem e bovinos em confinamento.

Verificou-se que em bovinos em confinamento, as quantidades dos microrganismos foram inferiores, mas houve uma maior proporção de coliformes igual a 0,41 log<sub>10</sub> UFC/cm<sup>2</sup> (**Tabela 10**) pertencentes à espécie *E. coli* igual a 0,40 log<sub>10</sub> UFC/cm<sup>2</sup> (**Tabela 13**), em comparação com bovinos em pastagens de coliformes igual a 0,55 log<sub>10</sub> UFC/cm<sup>2</sup> (**Tabela 10**) e *E. coli* de 0,42 log<sub>10</sub> UFC/cm<sup>2</sup> (**Tabela 13**), sendo este um comportamento também constatado na etapa antes da esfolagem.

De forma geral, as contagens de coliformes totais e *E. coli* após a lavagem foram elevadas em comparação com a literatura nos dois grupos de bovinos. Supõe-se que possam ter ocorrido contaminações cruzadas a partir de etapas subsequentes à esfolagem, principalmente através de fezes frescas, que são fontes potenciais de contaminação, permitindo a sobrevivência destes grupos de microrganismos. Outras fontes de contaminação seriam os utensílios, equipamentos, manuseio e próprio crescimento microbiano.

As **Tabelas 14** e **15** expressam os valores de amostras positivas, ou seja, percentagem da pele e carcaças de bovinos, em que se verificou a presença de microrganismos indicadores, segundo os dois diferentes sistemas de alimentação.

TABELA 14. Valores percentuais de microrganismos indicadores na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao sistema de alimentação extensiva em pastagem, nas operações de abate.

Microrganismos analisados	Operações de abate	Amostras	
		(positivas/analizadas – Percentagem)	
Aeróbios totais viáveis	Antes da esfolagem	20/20	100 %
	Após a esfolagem	18/20	90 %
	Após a lavagem	19/20	95 %
Coliformes totais	Antes da esfolagem	18/20	90 %
	Após a esfolagem	1/20	1,1 %
	Após a lavagem	6/20	30 %
<i>E. coli</i>	Antes da esfolagem	13/20	65 %
	Após a esfolagem	0/20	0 %
	Após a lavagem	2/20	10 %

Conforme **Tabelas 14 e 15**, foram encontrados aeróbios totais viáveis em 95,0%, coliformes totais em 30,0% e *E. coli* em 10,0% das superfícies da pele e carcaças de 20 bovinos submetidos ao sistema de alimentação em pastagem e aeróbios totais viáveis em 100,0%, coliformes totais em 5,0% e *E. coli* em 0,0% das superfícies da pele e carcaças de 20 bovinos submetidos ao sistema de alimentação em confinamento após a lavagem.

Segundo NOTTINGHAM (1982), as contagens microbianas da carcaça antes do resfriamento e após este período apresentam poucas variações. Com isso, permite-se relacionar as percentagens encontradas neste trabalho após a lavagem com as obtidas por FSIS (1994, 1996b) após o resfriamento.

Comparando-se estes resultados com os de FSIS (1994) de 98,8% e FSIS (1996b) de 99,6%, aeróbios totais viáveis apresentaram percentagens bem próximas nos dois sistemas de alimentação. Nas carcaças submetidas ao sistema de alimentação em pastagem, os coliformes apresentaram percentagem

intermediária, sendo superior a FSIS (1994) de 16,3% e bem inferior a FSIS (1996b) de 32,4%, enquanto nas carcaças submetidas ao sistema de alimentação em confinamento, a porcentagem de coliforme foi bem inferior. Nas carcaças submetidas ao sistema de alimentação em pastagem, a porcentagem de *E. coli* foi superior, mas próxima a FSIS (1994) de 8,02% e inferior ao resultado de FSIS (1996b) de 15,8%. Nas carcaças submetidas ao sistema de alimentação em confinamento, a porcentagem foi nula, ou seja, com nenhuma ocorrência de *E. coli* nas carcaças, diferentemente das porcentagens apresentadas por FSIS (1996b) e FSIS (1994).

TABELA 15. Valores percentuais de microrganismos indicadores na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao sistema de alimentação intensiva em confinamento, nas operações de abate.

Microrganismos analisados	Operações de abate	Amostras	
		(positivas/analizadas – Porcentagem)	
Aeróbios totais viáveis	Antes da esfolagem	20/20	100 %
	Após a esfolagem	19/20	95 %
	Após a lavagem	20/20	100 %
Coliformes totais	Antes da esfolagem	12/20	60 %
	Após a esfolagem	0/20	0 %
	Após a lavagem	1/20	5 %
<i>E. coli</i>	Antes da esfolagem	10/20	50 %
	Após a esfolagem	0/20	0 %
	Após a lavagem	0/20	0 %

A **Tabela 2** refere-se à avaliação das práticas de abate na obtenção de carcaças, conforme HINTON, HUDSON e MEAD (1998) e na **Tabela 3**, consta-se a avaliação da qualidade higiênica de carcaças bovinas após as operações de abate (DELAZARI, 1987), podendo-se, assim, avaliar a qualidade das carcaças



bovinas dos animais nos dois sistemas de alimentação. Neste trabalho, as contagens médias de aeróbios totais viáveis na etapa após a lavagem foram de  $2,19 \log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> e  $1,82 \log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup> respectivamente, para as carcaças submetidas ao sistema de alimentação em pastagem e em confinamento.

Portanto, através dos critérios apresentados **Tabela 2**, as práticas de abate foram classificadas como excelentes na obtenção de carcaças submetidas ao sistema de alimentação em confinamento e como boas para as carcaças submetidas ao sistema de alimentação em pastagem. Este resultado reforça que os bovinos em confinamento apresentavam uma melhor qualidade microbiológica no momento do abate, sendo confirmada nas suas carcaças resultantes após a lavagem, uma vez que as práticas de abate foram equivalentes nos dois grupos de bovinos.

Através da avaliação da **Tabela 3**, as carcaças bovinas de ambos os sistemas de alimentação possuem a classificação de excelentes com provável tempo de estocagem a 2°C de 18-20 dias.

Os resultados das contagens de aeróbios totais viáveis, coliformes totais e *E. coli* apresentaram associação, comparando-se os diferentes sistemas de alimentação de bovinos, extensiva em pastagem e intensiva em confinamento. Os animais submetidos ao confinamento apresentaram contagens médias menores, considerando todos os microrganismos indicadores.

As contagens médias de aeróbios totais foram as que representaram as maiores variações, sendo os resultados estatisticamente diferentes em todas as operações de abate, enquanto as contagens médias de coliformes totais apresentaram diferenças estatisticamente significantes somente na etapa antes da esfolagem, comparando-se os diferentes sistemas de alimentação. Apenas as contagens médias de *E. coli* não apresentaram diferenças entre os dois grupos de bovinos nas diferentes operações de abate.

Em geral, os animais provenientes de confinamento encontraram-se, no momento do abate, com menos sujidades e fezes aderidas à pele, o que se explica pelo manejo mais cuidadoso na fase de produção. Adicionalmente, o jejum e dieta hídrica dos animais, visando ao esvaziamento do trato gastrointestinal,

foram bem conduzidos neste sistema de alimentação através do controle dos horários de alimentação, possibilitando-se que os animais iniciem o jejum a partir da fazenda.

Verificou-se que a pele dos animais submetidos ao confinamento estavam em melhores condições gerais de higiene no momento do abate e, conseqüentemente, suas carcaças apresentaram menores contagens ao longo das operações de abate, em relação aos animais submetidos a pastagens.

Sugere-se que as pastagens ofereceram um ambiente mais susceptível à contaminação dos bovinos, sendo eventuais fontes de contaminação as gramíneas, humanos, águas, fezes, solo e esgotos, enquanto o ambiente restrito de confinamento ofereceu menos possibilidades de contaminação dos animais.

Porém, deve-se ressaltar que existem inúmeros fatores interativos, além do sistema de alimentação, que representam fontes de contaminação microbiológica da pele e carcaças de bovinos, tais como: condições de transporte e espera nos currais, operações de abate, local de amostragem, estação do ano e dias de coleta.

## 5. CONCLUSÕES

Considerando as avaliações dos resultados das contagens de microrganismos indicadores na pele e superfícies de carcaças nas operações de abate e sua influência nos dois diferentes sistemas de alimentação, pôde-se chegar às conclusões a seguir.

Quanto à influência dos sistemas de alimentação extensiva em pastagem e intensiva em confinamento de bovinos:

- Em todas as operações de abate, os animais submetidos ao sistema de alimentação intensiva em confinamento apresentaram menores contagens médias de todos os microrganismos indicadores, em comparação com os animais submetidos ao sistema de alimentação extensiva em pastagem;
- Sugere-se que as pastagens ofereceram um ambiente susceptível à contaminação dos bovinos, enquanto o ambiente restrito de confinamento ofereceu menores oportunidades de contaminação dos animais;

Quanto à contagem de aeróbios totais viáveis:

- As contagens médias de aeróbios totais viáveis foram superiores nas amostras submetidas ao sistema de alimentação em pastagem, em relação à contagem média das amostras submetidas ao sistema de alimentação em confinamento, com diferença significativa a 5% de probabilidade, nas diferentes operações de abate;
- As contagens médias antes da esfolagem apresentaram valores superiores e estatisticamente significantes em relação às etapas após a esfolagem e lavagem, não ocorrendo diferenças entre estas duas últimas etapas, nos dois grupos de bovinos.

Quanto à contagem de coliformes totais:

- As contagens médias de coliformes totais foram superiores nas amostras submetidas ao sistema de alimentação em pastagem, em relação à contagem média das amostras submetidas ao sistema de alimentação em

confinamento, com diferença significativa a 5% de probabilidade na etapa antes da esfolagem, nas diferentes operações de abate;

- As contagens médias antes da esfolagem apresentaram valores superiores estatisticamente significantes em relação às etapas após a esfolagem e lavagem, não ocorrendo diferenças entre estas duas últimas etapas, nos dois grupos de bovinos.

Quanto à contagem de *E. coli*:

- As contagens médias de *E. coli* foram superiores nas amostras submetidas ao sistema de alimentação em pastagem, em relação à contagem média das amostras submetidas ao sistema de alimentação em confinamento, mas não houve diferença significativa a 5% de probabilidade, nas diferentes operações de abate;

- As contagens médias antes da esfolagem apresentaram valores superiores e estatisticamente significantes em relação às etapas após a esfolagem e lavagem, não ocorrendo diferenças entre estas duas últimas etapas, nos dois grupos de bovinos.

## 6. BIBLIOGRAFIA

ANDERSSON, A. M. N.; WEISS, N.; RAINEY, F.; SALKINOJA-SALONEN, M. S. Dust-borne bacteria in animal sheds, schools and children's day care centers. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 86, p. 622-634, 1999.

ANON. **Clean cattle policy**. Dublin: Department of Agriculture, Food and Forestry, 1997.

ANON. **Draft principles and application of the Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) system**. Codex Alimentarius Commission. Alinorm 93/13, Appendix VI. 1991.

ANON. Pathogen reduction: hazard analysis critical control point (HACCP) systems, proposed rule. **Federal Register**, Washington, v. 60, p. 6773-6888, 1995.

AOAC. **Method 991.14**: Official methods of analysis of AOAC International. 17. ed. Gaithersburg: AOAC International, 2000. p.22-23

ARMSTRONG, G. L.; HOLLINGSWORTH, J.; MORRIS JR, J. G. Emerging foodborne pathogens: *Escherichia coli* O157:H7 as a model of entry of a new pathogen into the food supply of the developed world. **Epidemiol. Rev.**, v. 18, p. 29-51, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Preparo da amostra para exame microbiológico**. Rio de Janeiro: ABNT, 1988. 03p.

ATHAYDE, A. Sistemas GMP e HACCP garantem produção de alimentos inócuos. **Engenharia de Alimentos**, v. 23, p.13-17, 1999.

AYRES, J. C. Microbiological implications in the handling, slaughter and dressing of meat animals. **Advances in Food Research**, New York, v. 6, p. 109-161, 1955.

BACON, R. T.; BELK, K. E.; SOFOS, J. N.; CLAYTON, R. P.; REAGAN, J. O.; SMITH, G. C. Microbial populations on animal hides and beef carcasses at different stages of slaughter in plants employing multiple-sequential interventions for decontamination. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 63, n. 8, p. 1080-1086, 2000.

BARRAT, J.; McDOWELL, D.; OWENS, J. J.; MONTGOMERY, D. Hygiene assessment by air sampling in a new and old abattoir. **Environ. Health**, London, v. 91, n. 10, p. 274-276, 1983.

BAUMAN, H. E. The origin and concept of HACCP. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T.R. (Ed.). **Advances in meat research: meat and poultry microbiology**. Westport: AVI Publish, 1995. v. 10, Cap. 1, p. 01-07.

BEACH, J. C.; MURANO, E. A.; ACUFF, G. R. Serotyping and antibiotic resistance profiling of *Salmonella* in feedlot and nonfeedlot beef cattle. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 65, n. 11, p. 1694-1699, 2002.

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

BISS, M. E.; HATHAWAY, S. C. Microbiological and visible contamination of lamb carcasses according to pre-slaughter presentation status: implications for HACCP. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 58, n. 7, p. 776-783, 1995.

BROWN, C. A.; HARMON, B. G.; ZHOA, T.; DOYLE, M. P. Experimental *Escherichia coli* 0157:H7 carriage in calves. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 63, p. 27-32, 1997.

CARDOSO, E. G. **Confinamento de bovinos: suplementação em pasto e confinamento de bovinos**, 2000. Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/naoseriada/cursosuplementacao/confinamento.com.br>>. Acesso em: 8 out. 2002.

CASTILLO, A.; DICKSON, J. S.; CLAYTON, R. P.; LUCIA, L. M.; ACUFF, G. R. Chemical dehairing of bovine skin to reduce pathogenic bacteria and bacteria of fecal origin. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 61, n. 5, p. 623-625, 1998a.

CASTILLO, A.; LUCIA, L. M.; GOODSON, K. J.; SAVELL, J. W.; ACUFF, G. R. Use of hot water for beef carcass decontamination. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 61, n. 1, p. 19-25, 1998b.

CHAPMAN, P. A.; SIDONS, C. A.; CERDAN-MALO, A. T.; HARKIN, M. A. A 1-year study of *Escherichia coli* 0157 in cattle, sheep, pigs and poultry. **Epidemiology and Infection**, Cambridge, v. 119, p. 245-250, 1997.

COLE, N. A.; CAMP, T. H.; ROWE Jr, L. D.; STEVENS, D. G.; HUTCHESON, P. Effect of transport on feeder calves. **Journal Vet. Res.**, v. 49, p. 178-183, 1988.

DARGATZ, D. A.; WELLS, S. J.; THOMAS, L. A.; HANCOCK, D. D.; GARBER, L. P. Factors associated with the presence of *Escherichia coli* O157 in feces of feedlot cattle. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 60, n. 5, p. 466-470, 1997.

DELAZARI, I. **Avaliação de técnicas de lavagem e descontaminação de tecidos cárneos de bovinos, experimentalmente inoculados com *Escherichia coli* O157:H7**. 1998. 99p. Tese (Doutora em Ciências - Microbiologia) – Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

DELAZARI, I. Controle de qualidade nos produtos cárneos. In: SEMINÁRIO E EXPOSIÇÃO DE CARNE EM SÃO PAULO, 1., 1987, São Paulo. **Anais**. São Paulo: Pauliscarne, 1987. p. 29-37.

DICKSON, J. S. Intervention strategies to control food borne disease bacteria on animal carcasses. In: PROCEEDINGS OF A WORKSHOP ENTITLED RESEARCH ON SALMONELLOSIS IN THE FOOD SAFETY CONSIORTIUM, 17., 1996, Arkansas. **Anais**. Arkansas: United States Animal Health Association, 1996.

DORMEDY, E. S.; BRASHEARS, M. M.; CUTTER, C. N.; BURSON, D. E. Validation of acid washes as critical control points in hazard analysis and critical control point systems. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 63, n. 12, p. 1676-1680, 2000.

EDEL, W.; VAN SCHOTHORST, M.; KAMPELMACHER, E. H. Epidemiological studies on *Salmonella* in a certain area (Walcheren Project). 1. The presence of *Salmonella* in man, pigs, insects, seagulls and in food and effluents. **Zentralbl. Bakteriol. Hyg. Abt. I Orig.**, New York, v. A325, p. 476-484, 1976.

ELDER, R. O.; KEEN, J. E.; SIRAGUSA, G. R.; BARKOCY-GALLAGHER, G. A.; KOOMARAIE, M.; LAEGREID, W. W. Correlation of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157 prevalence in feces, hides, and carcasses of beef cattle during process. **Proc. Natl. Acad. Sci.**, v. 97, p. 2999-3003, 2000.

EMPEY, W. A.; SCOTT, W. J. Investigations on chilled beef 1. Microbial contamination acquired in the meatworks. **Counc. for Sci. and Indust. Res.**, Australia, v.126, p.01-71, 1939.

FENLON, D. R. Diet, disease and drug resistance in wild and domesticated birds. In: WOODBINE, M. (Ed.). **Antimicrobials and agriculture**. Butterworths, 1984. p. 243-254.

FOOD SAFETY AND INSPECTION SERVICE- FSIS. **Moving from a plant-based inspection workforce to a farm-to-table consumer safety workforce**. Washington: FSIS U. S. Department of Agriculture, 1998.

\_\_\_\_\_. Pathogen reduction: hazard analysis and critical control point (HACCP) systems: final rule. **Federal Register**, Washington, v. 61, p. 38806-38989, 1996a.

\_\_\_\_\_. United States Department of Agriculture. **Nationwide beef microbiological baseline data collection program: cows and bulls.** Washington: FSIS. Science and Technology, Microbiology Division, 1996b. 33p.

\_\_\_\_\_. United States Department of Agriculture. **Nationwide beef microbiological baseline data collection program: steers and heifers.** Washington: FSIS. Science and Technology, Microbiology Division, 1994. 39p.

FORREST, D. M.; GUSHULAK, B. Emerging pathogens: threat and opportunity. **Perspectives in Biology and Medicine**, Baltimore, v. 40, p. 118-123, 1997.

FOURNAUD, J.; GRAFFINO, G.; ROSSET, R.; JACQUE, R. Contamination microbienne des carcasses a l' abattoir. **Industries Alimentaires et Agricoles**, Paris, v. 95, p. 273-282, 1978.

GENIGEORGIS, C. The risk of transmission of zoonotic and human diseases by meat and meat products. In: SMULDERS, F. J. M. (Ed.). **Elimination of pathogenic organisms from meat and poultry.** Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V., 1987. p. 111-147.

GERATS, G. E.; SNIJDERS, J. M. A.; VAN LOGTESTIJN, J. G. Slaughter techniques and bacterial contamination of pig carcasses. In: PROC. 27<sup>TH</sup> EUROP. MTG. MEAT RES. WORKERS, Vienna, Austria, 1981. p. 198.

GILL, C. O.; BRYANT, J. Assessment of the hygienic performances of two beef carcass cooling processes from product temperature history data or enumeration of bacteria on carcass surfaces. **Food Microbiology**, London, v. 14, p. 593-602, 1997.

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. Assessment of the hygienic characteristics of a process for dressing pasteurizes pig carcasses. **Food Microbiology**, London, v. 14, p. 81-91, 1997.

GILL, C. O.; JONES, T.; BRYANT, J.; BRERETON, D. A. The microbiological conditions of the carcasses of six species after dressing at a small abattoir. **Food Microbiology**, London, v. 17, p. 233-239, 2000.

GILL, C. O.; JONES, T. Microbiological sampling of carcasses by excision or swabbing. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 63, p. 167-173, 2000.



GILL, C. O.; MCGINNIS, J. C.; BADONI, M. Assessment of the hygienic characteristics of a beef carcass dressing process. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 59, n. 2, p. 136-140, 1996a.

GILL, C. O.; MCGINNIS, J. C.; BADONI, M. Use of total or *Escherichia coli* counts to assess the hygienic characteristics of a beef carcass dressing process. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 31, p. 181-196, 1996b.

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. 41, p. 175-184, 1998.

GILL, C. O. **Microbial principles in meat processing**. Hamilton: New Zealand Meat Research Institute, 1983. 44p. Comunicação pessoal.

GRAU, F. Fresh meats: bacterial association. **Arch. Lebensmittelhyg**, v. 30, p. 81, 1979.

GRAU, F. H. Microbial ecology of meat and poultry. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T.R. (Ed.). **Advances in meat research: meat and poultry microbiology**. Westport: AVI Publish, 1986. v. 2, Cap. 1, p. 01-47.

GRAU, F. H. Prevention of microbial in the export beef abattoir. In: SMULDERS, F. J. M. (Ed.). **Elimination of pathogenic organisms from meat and poultry**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V., 1987. p. 221-233.

HARBOURNE, J. F. Salmonellae in waterways in North Yorkshire associated with human and animal effluent. **R. Soc. Health J.**, London, v. 97, p. 106-114, 1977.

HARRIS, J. L.; STILES, M. E. Reability of *Escherichia coli* counts for vacuum packaged ground beef. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 55, p. 266-270, 1992.

HEARD, T. W.; JENNETT, N. E.; LINTON, A. H. Multiplication of *Salmonella* in liquid feed and its influence on the duration of excretion in pigs. **Research in Veterinary Science**, London, v. 11, p. 452-457, 1972.

HESS, E.; LOTT, G. Kontamination des Fleisches während und nach der Schlachtung. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt, v. 50, p. 47, 1970.

HEUVELINK, A. E.; ROESSINK, G. L.; BOSBOOM, K.; BOER, E. de. Zero-tolerance for faecal contamination of carcasses as a tool in the control of O157 VTEC infections. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 66, n. 1/2, p. 13-20, 2001.

HINTON, M.; HEDGES, A. J.; LINTON, A. H. The ecology of *Escherichia coli* in market calves fed a milk-substitute diet. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 58, p. 27-35, 1985.

HINTON, M. H.; HUDSON, W. R.; MEAD, G. C. The bacteriological quality of British beef 1: carcasses sampled prior to chilling. **Meat Science**, Barking, v. 50, n. 2, p. 265-271, 1998.

HOGUE, A. T. et al. Bacterial on beef briskets and ground beef: correlation with slaughter volume and ante-mortem condemnation. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 56, p. 110-113, 119, 1993.

HORSCH, F.; FENSKE, G.; HEIDER, G. Infektiöse Faktorenkrankungen landwirtschaftlicher Nutztiere. **Mh. Vet. Med.**, v. 41, p. 08-11, 1986.

HOWE, K.; LINTON, A. H.; OSBORNE, A. D. An investigation of calf carcass contamination by *Escherichia coli* from the gut contents at slaughter. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 41, p. 37, 1976.

HUDSON, W. R.; MEAD, G. C.; HINTON, M. Assessing abattoir hygiene with a marker organism. **Veterinary Record**, London, v. 142, p. 542-547, 1998.

INGRAM, M.; ROBERTS, T. A. The microbiology of the red meat carcass and the slaughterhouse. **Roy. Soc. Health J.**, London, v. 96, p. 270, 1976.

INGRAM, M.; SIMONSEN, B. Carne y productos cárnicos. In: ICMSF-International Commission on Microbiological Specifications for Foods. **Ecologia microbiana de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1985. V . 2, p. 333-410.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOOD – ICMSF. **APPCC na qualidade e segurança microbiológica de alimentos**: análise de perigos e pontos críticos de controle para garantir a qualidade e a segurança microbiológica de alimentos. São Paulo: Varela, 1997. 377p.

\_\_\_\_\_. **Microbial Ecology of Foods**. New York: Academic Press– Food Commodities, 1980. v. 2.

\_\_\_\_\_. **Microorganisms in foods 6**: Microbial ecology of food commodities. London; New York: Blackie Academic & Professional, 1998. p. 01-74.

JERICO, K. W. F.; BRADLEY, J. A.; GANNON, V. P. J.; KOZUB, G. C. Visual demerit and microbiological evaluation of beef carcasses: methodology. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 56, p. 114-119, 1993.

JERICHO, K. W. F.; HO, J.; KOZUB, G. C. Aerobiology of a high-line speed cattle abattoir. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 63, n. 11, p. 1523-1528, 2000.

JERICHO, K. W. F.; BRADLEY, J. A.; KOZUB, G. C. Pre-wash bacteriological evaluation of groups of beef carcasses at six Alberta abattoirs. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 56, p. 114-119, 1994.

JERICHO, K. W. F.; KOZUB, G. C.; BRADLEY, J. A.; GANNON, V. P.J.; GOLSTEYN-THOMAS, E. J.; GIERUS, M.; NISHIYAMA, B. J.; KING, R. K.; TANAKA, E. E.; D'SOUZA, S.; DIXON-MacDOUGALL, J. M. Microbiological verification of the control of the processes of dressing, cooling and processing of beef carcasses at a high line-speed abattoir. **Food Microbiology**, London, v. 13, p. 291-302, 1996.

JERICHO, K. W. F.; KOZUB, G. C.; GANNON, V. P. J.; GOLSTEYN-THOMAS, E. J.; KING, R. K.; BIGHAM, R. L.; TANAKA, E. E.; DIXON-MacDOUGALL, J. M.; NISHIYAMA, B. J.; KIRBYSON, H.; BRADLEY, J. A. Verification of the level of microbiological control for the slaughter and cooling processes of beef carcass production at a high-line-speed abattoir. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 60, n. 12, p. 1509-1514, 1997.

JERICHO, K. W. F.; LANEY, G. O.; KOZUB, G. C. Verification of the hygienic adequacy of beef carcass cooling processes by microbiological culture and the temperature-function integration technique. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 61, p. 1347-1351, 1998.

JOHNSTON, R. W.; ELLIOTT, R. P. Meat and poultry products. In **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington, DC: American Public Health Association, 1976. p. 540.

KELLY, C. A.; DEMPSTER, J. F.; McLOUGHLIN, A. J. The effects of washing lamb carcasses. In: PROCEEDINGS 20<sup>TH</sup> EUROPEAN MEETING OF MEAT RESEARCH WORKERS, Dublin, 1974.

KRIAA, H.; ARTHAND, J. F.; FOURNAUD, J. Contamination and bacterial retention capacity of carcasses at the abattoir. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 59, p. 23-28, 1985.

LAHR, J. A. Beef carcass microbial contamination: post slaughter numbers of bacteria, sources of contamination and variability of data. In: PROCEEDINGS OF THE RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 49., 1996, Kansas City. **Anais. Mo**: American Meat Science Association, 1996. p. 132-137.

LASTA, J. A.; RODRIGUEZ, R.; ZANELLI, M.; MARGARIA, C. A. Bacterial count from bovine carcasses as a indicator of hygiene at slaughtering places: A proposal for sampling. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 55, n. 4, p. 271-278, 1992.

LEITÃO, M. F. F. Controle Microbiológico da Qualidade no Processamento Industrial de Bovinos. In: ITAL – Centro de Tecnologia de Carne. **Ciência e tecnologia da carne bovina**. Campinas: ITAL, 1995. Cap. 13, p. 89-108.

LINTON, A. H.; HINTON, M. H. Prevention of microbial contamination of red meat in the ante mortem phase: epidemiological aspects. In: SMULDERS, F. J. M. (Ed.). **Elimination of pathogenic organisms from meat and poultry**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V., 1987. p. 09-25.

LINTON, A. H.; TIMONEY, J. F.; HINTON, M. The ecology of chloramphenicol resistance in *Salmonella typhimurium* and *Escherichia coli* in calves with endemic *Salmonella* infection. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 50, p. 115-129, 1981.

LOWMAN, B. G.; SYNGE, B.; CALDOW, G. Production clean slaughter cattle. Edinburgh: Technical Note, T468SAC, West Mains Road, EH9 3JG. 1997.

MACKEY, B. M.; ROBERTS, T. A. Improving slaughtering hygiene using HACCP and monitoring. **Fleischwirtsch International**, Frankfurt, v. 2, p. 40-45, 1993.

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.

MAYR, A.; ROJAHN, A. Infektionsfördernde und infektionshemmende Faktoren bei der Massentierhaltung. **Tierärztl. Umschau**, Konstanz, v. 23, p. 555-565, 1968.

McGRATH, J. F.; PATTERSON, J. T. Meat hygiene: the preslaughter treatment of fatstock. **Vet. Rec.**, London, v. 85, p. 521-524, 1969.

MEER, R. R.; MISER, S. L. Foodnet update: 1997 preliminary foodborne illness data. **Dairy Food Environ. Sanit.**, Ames, v. 18, p. 830-833, 1998.

MULDER, S. J. **Microbacterium thermosphacta**: Spoilage indicator of beef. In: PROC. 24<sup>TH</sup> EUROP. MTG. MEAT RES. WORKERS, 1, Kulmbach, West Germany, B4, 1978.

NARASIMHA RAO, D; RAMESH, B. S. The microbiology of sheep carcasses processed in a modern Indian abattoir. **Meat Science**, Barking, v. 32, p. 425-436, 1992.

NATIONAL ADVISORY COMMITTEE OF MICROBIOLOGICAL CRITERIA FOR FOODS- NACMCF. Generic HACCP for raw beef. **Food Microbiology**, London, v. 10, p. 449-488, 1993.

NEWTON, K. G.; HARRISON, J. C. L.; SMITH, K. M. Coliforms from hides and meat. **Applied and Environ. Microbiology**, v. 33, p. 199-200, 1977.

NEWTON, K. G.; HARRISON, J. C. L.; WAUTERS, A. M. Sources of psychrotrophic bacteria on meat at the abattoir. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 45, p. 75-82, 1978.

NISKANEN, A.; POHJA, M. S. Comparative studies on the sampling and investigation of microbial contamination of surfaces by the contact plate and swab methods. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 42, p. 53-63, 1977.

NORTJÉ, G. L.; NEL, L.; JORDAAN, E.; BADENHORST, K.; GOEDHART, G.; HOLZAPFEL, W. H.; GRIMBEEK, R. J. A quantitative survey of a meat production chain to determine the microbial profile of the final product. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 53, p. 411-417, 1990.

NOTTINGHAM, P.M. Microbiology of carcass meats. In: BROWN, M.H. (Ed.). **Meat microbiology**. London: Appl. Sci. Publ., 1982. p.13-66.

NOTTINGHAM, P. M.; PENNEY, N.; HARRISON, J. C. L. Microbiology of beef processing. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 17, p. 79-83, 1974.

OCKERMAN, H. W.; BORTON, R. J.; CAHILL, V. R.; PARRET, N. A.; HOFFMAN, H. D. Use of acetic and lactic acid to control the quantity of microorganism on lamb carcasses. **Journal of Milk and Food Technology**, Orange, v. 37, p. 203-204, 1974.

PATTERSON, J. T.; GIBBS, P. A. Sources and properties of some organisms isolated in two abattoirs. **Meat Science**, Barking, v. 2, p. 263-273, 1978.

PATTERSON, J. T. Hygiene in meat processing plants 4. Hot water washing of carcasses. **Rec. Agric. Res. Minist. Agric. N. I.**, v. 18, p. 85-87, 1969.

PENNINGTON GROUP. Report on the circumstances leading to the 1996 outbreak of infection with *E. coli* O157 in Central Scotland, the implications for food safety and the lessons to be learned. Edinburgh: The Stationary Office, 1997.

PREUCATIONARY principle. Wingspread Conference Center, Racine, Wis., p. 23-25, jan. 1998. Disponível em <<http://www.wajones.org/wingcons.html>>. Acesso em: 20 nov. 2003.

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

REAGAN, J. O.; ACUFF, G. R.; BUEGE, D. R. Trimming and washing of beef carcasses as a method of improving the microbiological quality of meat. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 59, p. 751-756, 1996.

REED, C. A.; KAPLAN, B. Foodborne illness prevention before slaughter? Yes! **J. Am. Vet. Med. Assoc.**, v. 208, p. 1366, 1996.

REID, C. A.; AVERY, S. M.; HUTCHISON, M. L.; BUNCIC, S. Evaluation of sampling methods to assess the microbiological status of cattle hides. **Food Control**, Guildford, v. 13, p. 405-410, 2002a.

REID, C. A.; SMALL, A.; AVERY, S. M.; BUNCIC, S. Presence of food-borne pathogens on cattle hides. **Food Control**, Guildford, v. 13, p. 411-415, 2002b.

REY, C. R.; KRAFT, A. A.; WALKER, H. W.; PARRISH JR, F. C. Microbial changes in meat during aging at elevated temperature and later refrigerated storage. **Food Technology**, Chicago, v. 24, p. 67-71, 1970.

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

ROBERTS, T. A. Contamination of meat: the effects of slaughter practices on the bacteriology of the red meat carcass. **Royal Soc. Health J**, London, v. 100, p. 3-9, 1980.

ROBERTS, T. A.; HUDSON, W. R.; WHELEHAN, O. P.; SIMONSEN, B.; OLGAARD, K.; LABOTS, H.; SNIJDERS, J. M. A.; VAN HOOFF, J.; DEBEVRE, J.; DEMPSTER, J. F.; DEVEREUX, J.; LEISTER, L.; GEHRA, M.; GLEDEL, J.; FOURNAUD, J. Number and distribution of bacteria on some beef carcasses at selected abattoirs in some member states of the European communities. **Meat Science**, Barking, v. 11, p. 191-205, 1984.

ROÇA, R. O. **Influência do banho de aspersão *ante-mortem* em parâmetros bioquímicos e microbianos da carne bovina**. 1993. 185p. Tese (Doutor em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

ROÇA, R. O.; SERRANO, A. M. Abate de bovinos: alterações microbianas da carcaça. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 9, n. 35, p. 08-13, 1995.

SCHNELL, T. D.; SOFOS, J. N.; LITTLEFIELD, V. G.; MORGAN, J. B.; GORMAN, B. M.; CLAYTON, R. P.; SMITH, G. C. Effects of postexsanguination dehairing on the microbial load and visual cleanliness of beef carcasses. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 58, n. 12, p. 1297-1302, 1995.

SHERIDAN, J. J. Sources of contamination during slaughter and measures for control. **Journal of Food Safety**, Trumbull, v. 18, n. 4, p. 321-339, 1998.

SILVA, N. da. ***Escherichia coli* O157:H7 em alimentos**. 2004. 100p. Tese (Doutora em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

SILVA, N. da.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. Coleta /transporte/ estocagem/preparação/ de amostras para análises. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. Cap. 2, p. 18.

SINELL, H. J. Food infection communicated from animal to man In: HOBBS, B. C.; CHRISTINAN, J. H. B. (Ed.). **The Microbiological Safety of Foods**. London: Academic Press, 1973. p. 229-238.

SIRAGUSA, G. R.; DORSA, W. J.; CUTTER, C. N.; BENNET, G. L.; KEEN, J. E.; KOOMARAIE, 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.

SIRAGUSA, G. R. The effectiveness of carcass descontamination systems for controlling the presence of pathogens on the surface of meat animal carcasses. In: SHERIDAN, J. J.; BUCHANAN, R. L.; MONTEVILLE, T. J. (Eds.). **HACCP: an integrated approach to assuring the microbiological safety of meat and poultry**. Trumbull: Food & Nutrition Press, 1996. p. 89-98.

SMART, J. L.; ROBERTS, T. A.; STINGER, M. F.; SHAH, N. The incidence and serotypes of *Clostridium perfringens* on beef, pork and lamb carcasses. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 46, p. 377, 1979.

SMITH, M. G.; GRAHAM, A. Destruction of *Escherichia coli* and salmonellae on muton carcasses by tratment with hot water. **Meat Science**, Barking, v. 2, p. 119-128, 1978.

SMITH, M. G.; GRAU, F. H. Occurrence of salmonellas on the hides and fleeces of cattle and sheep at slaughter. **Austral. Vet. J.**, v. 49, p. 219, 1973.

SNIJDERS, J. M. A.; VAN LOGTESTIJIN, J. G.; MOSSEL, D. A. A.; SMULDERS, F. J. M. Lactic acid as a descontaminant in slaughter and processing procedures. **Veterinary Quaterly**, v. 7, p.227-282, 1985.

SOFOS, J. N.; KOCHEVAR, S. L.; BELLINGER, 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, n. 2, p. 140-145, 1999a.

SOFOS, J. N.; KOCHEVAR, S. L.; REAGAN, J. O.; SMITH, G. C. Extent of beef contamination with *Escherichia coli* and probabilities of passing U. S. regulatory criteria. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 62, n. 3, p. 234-238, 1999b.

SOFOS, J. N.; KOCHEVAR, S. L.; REAGAN, J. O.; SMITH, G. C. Incidence of *Salmonella* on beef carcasses relating to the U.S. meat and poultry inspection regulations. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 62, n. 5, p. 467-473, 1999c.

SOFOS, J. N. Microbial growth and its control in meat, poultry and fish. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. (Eds.). **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products**. Glasgow: Blackie Academic and Professional, 1994. p. 359-403.

SOFOS, J. N. The HACCP system in meat processing and inspection in the United States. **Meat Focus Int.**, Wallingford, v. 2, n. 5, p. 217-225, 1993.

STEPHAN, R. Sampling methods for microbial investigations in the red meat industry: An overview. In: HINTON, M. H.; ROWLINGS, C. (Eds.). **Factors affecting the microbial quality of meat: Microbial methods for the meat industry**. Bristol: University of Bristol Press, v. 4, p. 03-67, 1997.

STOLLE, F. A. Establishing microbiological surveillance programmes at slaughterlines – a new concept of meat hygiene. **Meat Science**, Barking, v. 22, p. 203-211, 1988.

TELLES, F. J. S.; MARTINS, C. B.; MAIA, G. A.; MONTEIRO, J. C. S. Aspectos bacteriológicos de carcaças bovinas. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 21, n. 5, p. 529-534, 1986.

TEUFEL, P. Prevention of microbial contamination of red meat in the ante mortem phase: factors related to animal husbandry. In: SMULDERS, F. J. M. (Ed.). **Elimination of pathogenic organisms from meat and poultry**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V., 1987. p. 79-94.

TOMPKIN, R. B. HACCP in meat and poultry industry. **Food Control**, Ghildford, v. 5, p. 153-161, 1994.

VAN DONKERSGOED, J.; GRAHAM, T.; GANNON, V. The prevalence of verotoxins, *Escherichia coli* O157, and *Salmonella* in the feces and rumen of cattle at processing. **Can. Vet. J.**, Ottawa, v. 40, p. 332-338, 1999.

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.



ZHAO, T.; DOYLE, M. P.; SHERE, J.; GARBER, L. Prevalence of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in a survey of dairy herds. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 61, p. 1290-1293, 1995.

WILLIAMS, B. M. Environmental considerations in salmonellosis. **Veterinary Record**, London, v. 96, p. 318-321, 1975.

WORLD HEALTH ORGANIZATION- WHO. **Prevention and control of enterohemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC)**: report of a World Health Organization consultation. Geneva: World Health Organization, 6 28 April-1 May, 1997.

YALÇIN, S.; NIZAMLIOĞLU, M.; GÜRBÜZ, Ü. Fecal coliform contamination of beef carcasses during the slaughtering process. **Journal of Food Safety**, Trumbull, v. 21, n. 4, p. 225-231, 2001.

## 7. ANEXOS

TABELA 16. Análise de variância das contagens de aeróbios totais viáveis ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>) na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao diferentes sistemas de alimentação e operações de abate.

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
REGAL	1	2,563236	2,563236	8,226	0,00492
EPOCA	2	68,63602	34,31801	110,135	0,00000
REGAL EPOCA	2	0,5149950	0,2574975	0,826	*****
Resíduo	114	35,52231	0,3115992		
Coef. de Variação	22,759				

REGAL = sistemas de alimentação; EPOCA = operações de abate; G.L = graus de liberdade

TABELA 17. Análise de variância das contagens de coliformes totais ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>) na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao diferentes sistemas de alimentação e operações de abate.

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
REGAL	1	1,867909	1,867909	19,765	0,00002
EPOCA	2	7,341961	3,670980	38,843	0,00000
REGAL EPOCA	2	2,094308	1,047154	11,080	0,00005
Resíduo	114	10,77394	0,09450822		
Coef. de Variação	50,053				

REGAL = sistemas de alimentação; EPOCA = operações de abate; G.L = graus de liberdade

TABELA 18. Análise de variância das contagens de *E. coli* ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>) na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao diferentes sistemas de alimentação e operações de abate.

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
REGAL	1	0,2048741	0,2048741	3,000	0,08598
EPOCA	2	3,249732	1,624866	23,791	0,00000
REGAL EPOCA	2	0,3028445	0,1514223	2,217	0,11360
Resíduo	114	7,785780	0,06829632		
Coef. de Variação	50,236				

REGAL = sistemas de alimentação; EPOCA = operações de abate; G.L = graus de liberdade

TABELA 19. Valores médios de microrganismos indicadores ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>) na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao sistema de alimentação extensiva em pastagem durante as operações de abate (n= 20).

Microrganismos		Operações de abate		
		Pele		Carcaças
		Antes da esfolagem	Após a esfolagem	Após a lavagem
Aeróbios totais viáveis	Média	3,72	1,89	2,19
	Desvio Padrão	± 0,71	± 0,55	± 0,74
	Amplitude	2,70 – 5,21	<1,00 – 2,97	<1,00 – 3,95
Coliformes totais	Média	1,27	0,40	0,55
	Desvio Padrão	± 0,56	± 0,00	± 0,32
	Amplitude	<0,40 – 2,64	<0,40	<0,40 – 1,30
<i>E. coli</i>	Média	0,86	0,40	0,42
	Desvio Padrão	± 0,52	±0,00	±0,11
	Amplitude	<0,40 – 2,12	<0,40	<0,40 - 0,88

TABELA 20. Valores médios de microrganismos indicadores ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>) na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao sistema de alimentação intensiva em confinamento, durante as operações de abate (n= 20).

Microrganismos		Operações de abate		
		Pele	Carcaças	
		Antes da esfolagem	Após a esfolagem	Após a lavagem
Aeróbios totais viáveis	Média	3,31	1,78	1,82
	Desvio	± 0,45	± 0,41	± 0,37
	Padrão			
	Amplitude	2,35 – 3,94	<1,00 – 2,72	1,40 – 2,63
Coliformes totais	Média	0,65	0,40	0,41
	Desvio	± 0,38	± 0,00	± 0,07
	Padrão			
	Amplitude	<0,40 – 1,35	<0,40	<0,40 – 0,70
<i>E. coli</i>	Média	0,64	0,40	0,40
	Desvio	± 0,36	±0,00	±0,00
	Padrão			
	Amplitude	<0,40 – 1,30	<0,40	<0,40

TABELA 21. Contagens médias de microrganismos indicadores ( $\log_{10}$  UFC/cm<sup>2</sup>) na pele e superfície de carcaças de bovinos, submetidos ao sistema de alimentação extensiva em pastagem e engorda intensiva em confinamento durante as operações de abate (n= 120).

Microrganismos	Média	Desvio padrão
Aeróbios totais viáveis	2,45	0,94
Coliformes totais	0,61	0,43
<i>E. coli</i>	0,52	0,31



FIGURA 3. Lotes experimentais de bovino submetidos ao sistema de alimentação intensiva em confinamento.

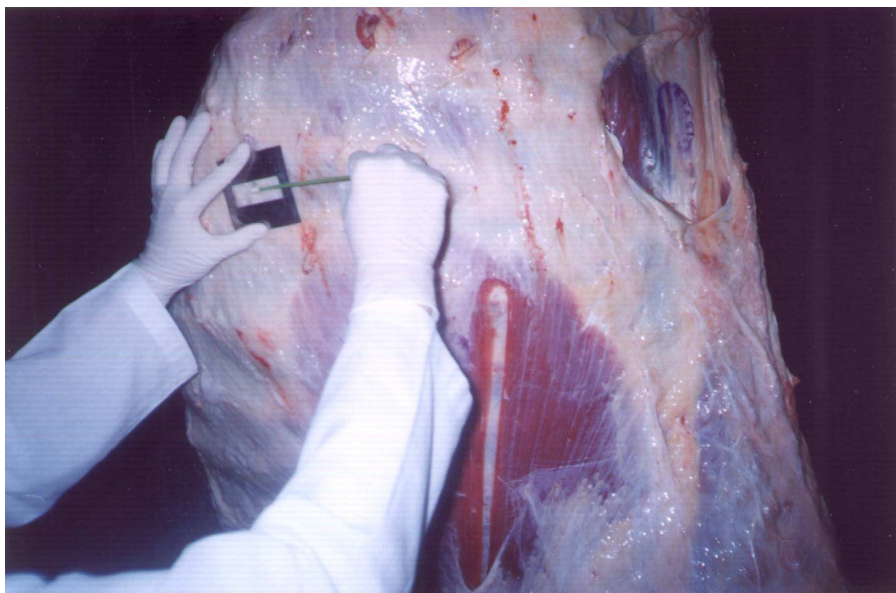


FIGURA 4. Coleta de amostras de suabe na superfície de meia carcaça bovina pela técnica do esfregaço de superfície.



FIGURA 5. Colônias de aeróbios totais viáveis isoladas em placa agar padrão.

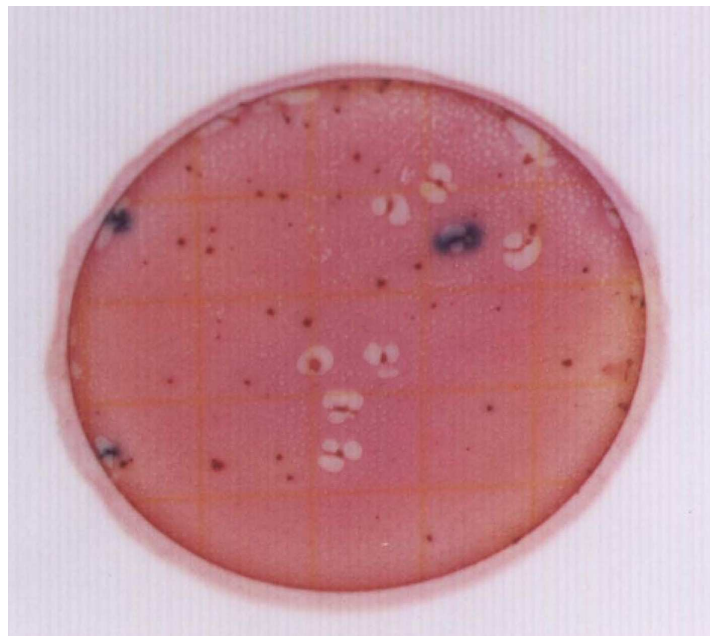


FIGURA 6. Colônias de coliformes totais e *E. coli* isoladas em Petrifilm™ *E. coli* Count Plates (ECC).