

Avaliação de fontes de contaminação
microbiológica em equipamentos de
indústrias de alimentos:
Uma introdução ao “*Design Higiênico*”

Prof. Dr. Eduardo Cesar Tondo
(ICTA/UFRGS)

Objetivo

- Demonstrar alguns aspectos importantes do “Design Higiênico” de equipamentos para indústrias de alimentos.

Introdução

- Indústrias de alimentos têm buscado reduzir a manipulação de alimentos, a fim de diminuir a contaminação microbiológica;
- Em vista disso, a contaminação dos equipamentos assumiu um importante papel no controle da contaminação microbiológica.

- Porque é importante controlar a contaminação microbiológica de alimentos?



Dados Internacionais

- Segundo a OMS, ocorrem 1,8 milhões de mortes anuais devido à ingestão de alimentos e/ou água contaminada (Leitner, 2004).
- 76 milhões de casos estimados por ano nos EUA (323 mil hospitalizações e 5 mil mortes anuais) (Mead et al., 1999).
- Na Inglaterra, 9,4 milhões de casos estimados por ano (Forsythe, 2002).



Doenças Transmitidas por Alimentos - DTA

- **Brasil**
 - Doenças Diarréicas Agudas (MDDA-MS)
 - Quase 2.400.000 casos em 2004.
 - Sistema de Informações Hospitalares (SIH)
 - 1999 a 2004: mais de 3.400.000 internações por DTA, com média de 568.000 casos por ano.
 - 1999 a 2002: 25.281 óbitos (média 6.320/ano).

Doenças Transmitidas por Alimentos no RS

Mais de 3200 surtos notificados de 1987 a 2006 (DVS/RS).

- Principais agentes (1987 a 1998):
 - *Salmonella*: 32,2%
 - *Staphylococcus aureus*: 12,7%
 - Não identificado: 40,4% (DVS/RS).

DTA no RS (Cunha, 2008)

- Pessoas de 20 a 49 anos foram as principais envolvidas;
- **Estabelecimentos envolvidos:**
 - Comércio (43,12%);
 - Salões comunitários (18,8%);
 - Escolas, creches e asilos: (11,5%)

PRINCIPAIS CAUSAS DE DTA NO RS

PRINCIPAIS CAUSAS DE DTA	1997 - 1998	1999	2000
Manutenção em Temperatura Ambiente por mais de 2 horas	16,3 %	20,3%	19,3 %
Manutenção em Refrigeração Inadequada	14,6%	6,9 %	13,8%
Matéria Prima sem Inspeção	12,3	24,7 %	29,9 %
Manipulação Inadequada	11,9 %	9,9%	8,3 %
Contaminação Cruzada	4,4%	5,4%	5,5%
Higiene Deficiente de Equipamentos e Utensílios	7,7%	8,4%	9,7%

Surtos com *L. monocytogenes*

- 2007, Massachusetts, surto com 5 vítimas de *L. monocytogenes*. Mesmo perfil genético de cepas em ralo e nos produtos lácteos pasteurizados (FDA, 2008). **Provável contaminação: equipamentos.**
- 2008, Toronto, Canadá, 57 casos confirmados, 22 mortes por *L. monocytogenes*. **Provável causa: fatiador de carne mal higienizado** (Canadian Food Inspection Agency, 17 de abril de 2009).

- Outras fontes de contaminação em indústrias de alimentos!





Ambiente



Foto: L. F. Medina



Organização dentro da indústria



Manipuladores

Fonte: Marcelo Páscoa



Controle Higiênico Sanitário



Foto: A. Muller

➤ Banheiros e vestiários

Foto: A. Muller

Placas de corte

Animais

Foto: A. Muller

Matéria-prima

Fotos: DVS/RS



Pragas





Pragas



Equipamentos!



Equipamentos!





Forno
de
pizza

Fonte: Fernanda Stoduto

Embaixo de bancadas

Lâminas sujas

Prof. Dr. Eduardo Cesar Tondo - Microbiologia de Alimentos - ICTA/UFRGS



Equipamentos



O que é “*Design* Higiênico”?

- Projeto de um equipamento que permita reduzir ou eliminar os riscos de contaminação dos alimentos por ele processado;
- Perigos a serem controlados:
 - **Biológicos** (bactérias, fungos, vírus, etc.);
 - **Químicos** (desinfetantes, lubrificantes, etc.);
 - **Físicos** (partes de máquinas, soldas, etc.).

"*Design Higiênico*" no RS

Projeto "*Design Higiênico* para Máquinas, Equipamentos e Instalações da Indústria de Alimentos e Bebidas".

iniciativa de:

- Centro de Excelência em Tecnologias Avançadas – SENAI/CETA (RS),
- SENAI - Chapecó (SC),
- SENAI Visconde de Mauá (RS),
- Instituto FRAUNHOFER, Stuttgart – Alemanha,
- Sulmaq equipamentos,
- ICTA/UFRGS.

Algumas normas internacionais

- ISO 12100-1:2003, *Safety of machinery — Basic concepts and general principles for design — Part 1: Basic terminology and methodology;*
- ISO 12100-2:2003, *Safety of machinery — Basic concepts and general principles for design — Part 2: Technical principles;*
- ISO 14159:2002, *Safety of Machinery – Hygiene requirements for the Design of Machinery.*

Tradução da Norma

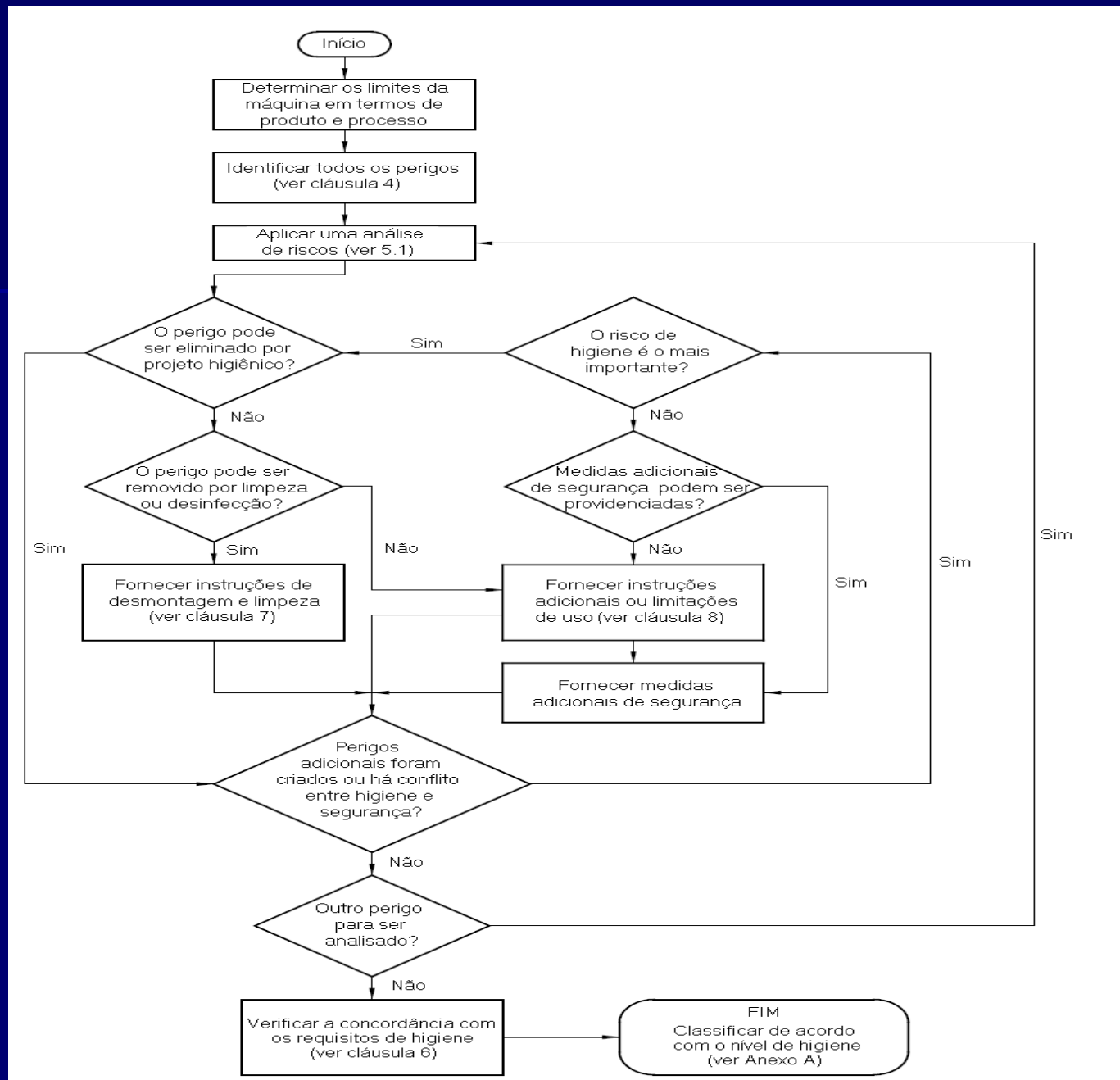
- *ISO 14159:2002, Safety of Machinery – Hygiene requirements for the design of Machinery.*
- Aprovação na ABNT nos próximos dias (11/2009)!

Projeto ISO 14159
Segurança das máquinas – Requisitos de
higiene para o projeto de máquinas

Onde ela é aplicável?

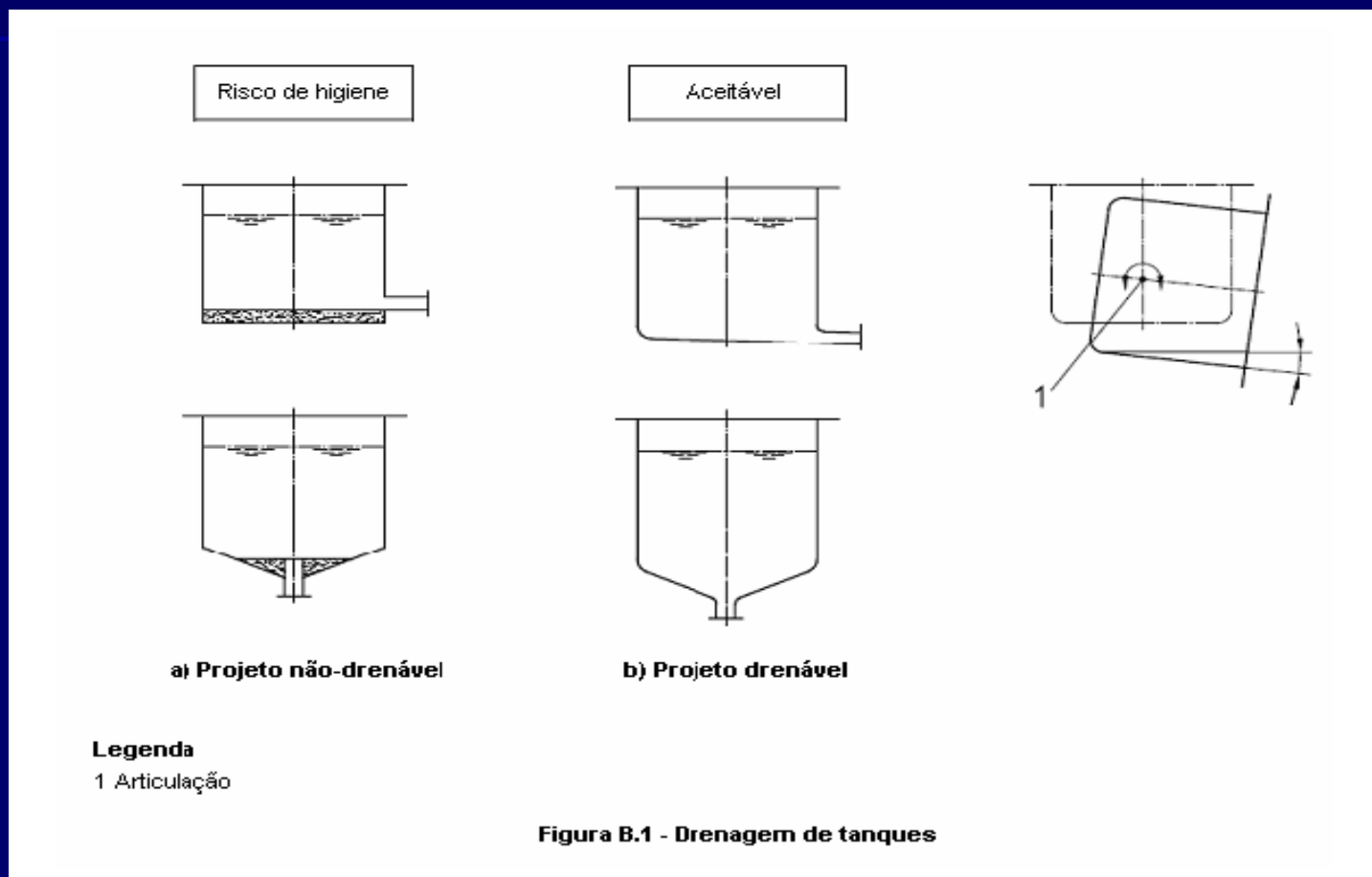
- **Escopo**
- Requisitos de higiene para o projeto de máquinas e seu uso pretendido pelo fabricante.
- Norma a ser aplicada a todos os tipos de máquinas e equipamentos para produção de alimentos.

A Norma
descreve um
método de
análise para os
equipamentos

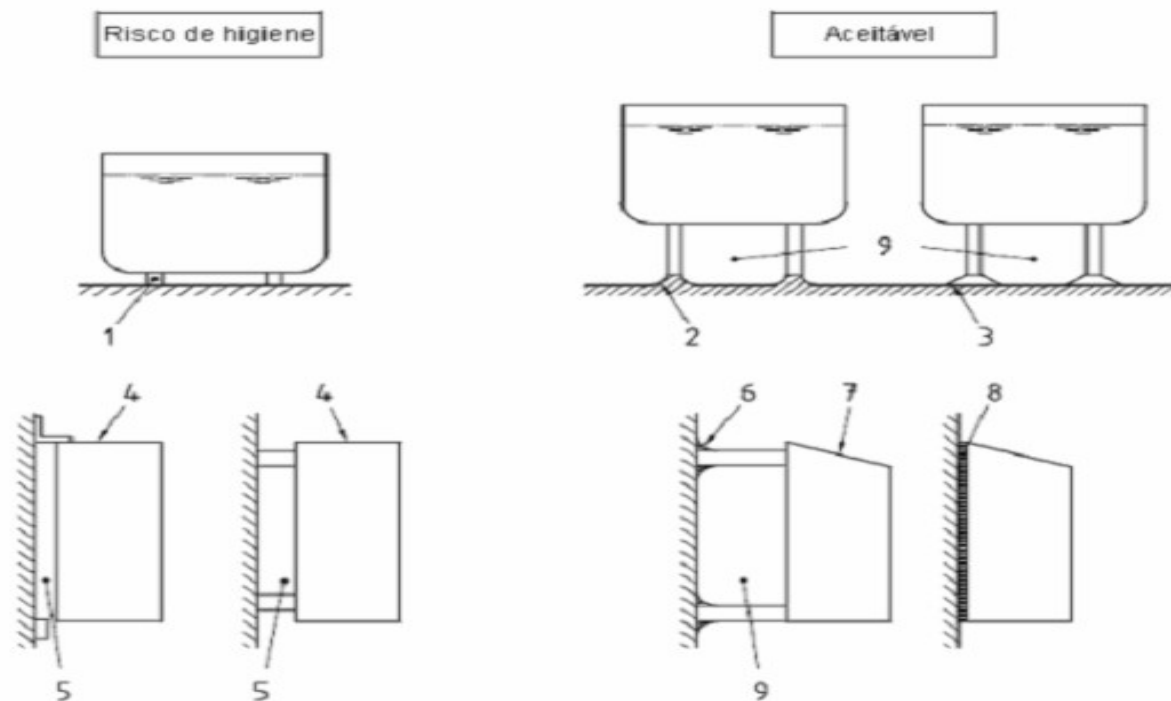


Alguns itens da Norma

Drenagem
de tanques



Montagem de equipamentos no piso ou na parede



Legenda

- 1 Suporte com pequeno espaçamento sem curvatura e vedação
- 2 Pedestal arredondado
- 3 Vedado ao piso
- 4 Sujidade, poeira
- 5 Pouco espaçamento

Ângulos e cantos internos

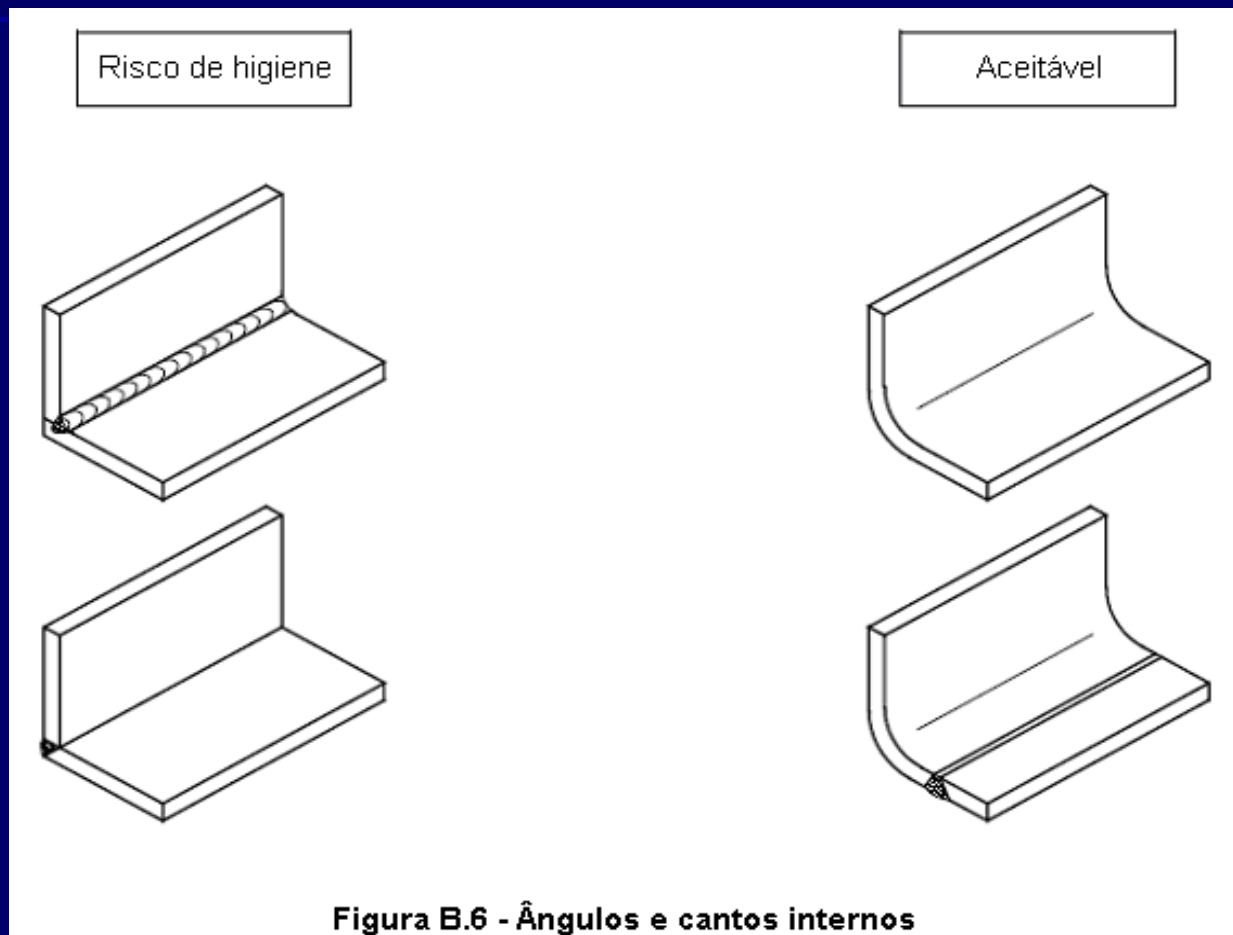
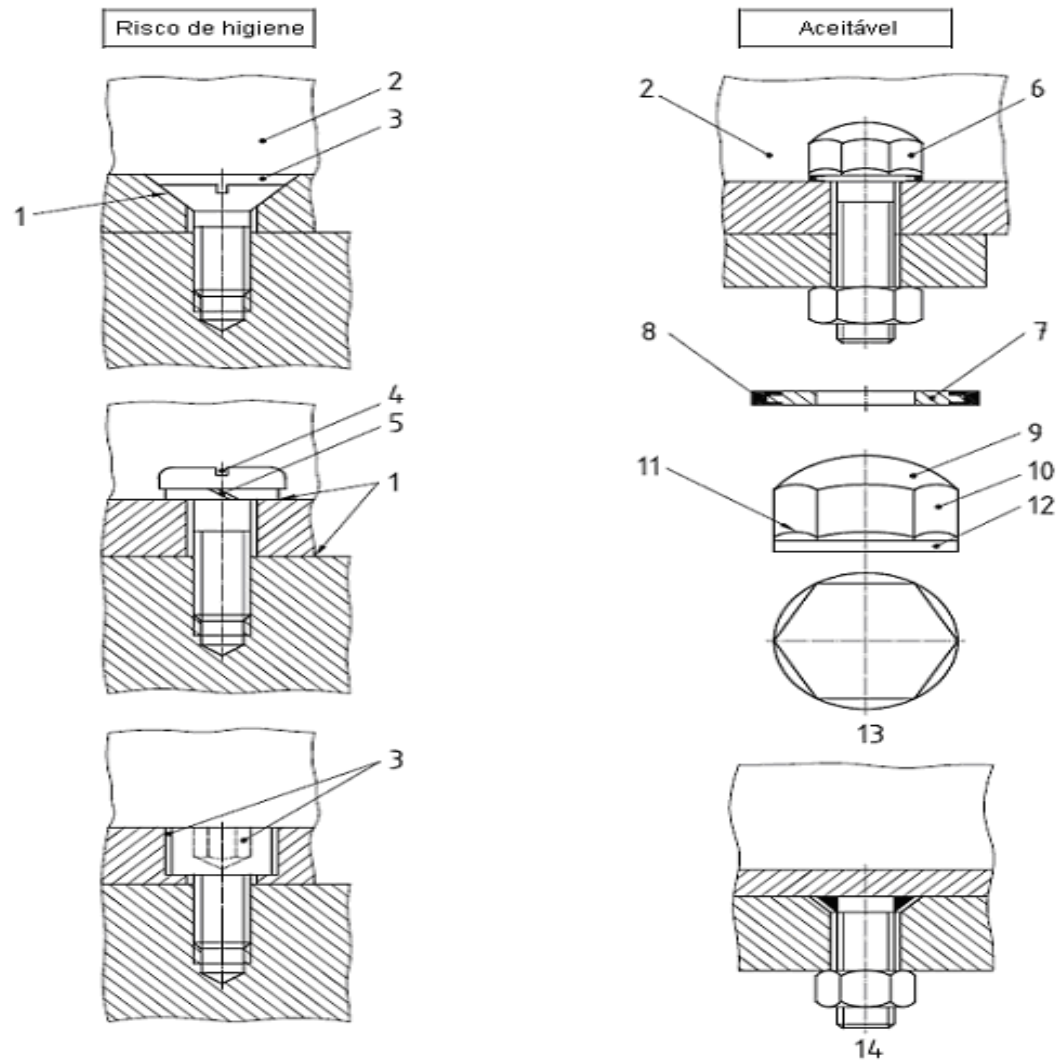


Figura B.6 - Ângulos e cantos internos

Parafusos



Legenda

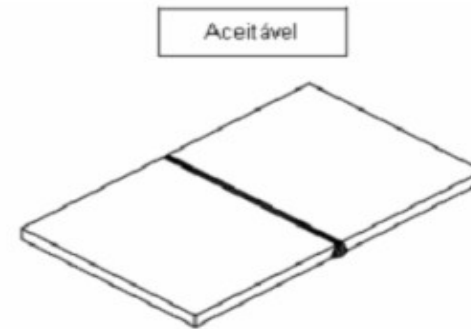
- | | |
|---------------------------|---|
| 1 Contato metal com metal | 8 Elastômero |
| 2 Área de produto | 9 Abaulado |
| 3 Área morta | 10 Hexágono |
| 4 Vão | 11 Inclinação |
| 5 Fenda | 12 Anel circular |
| 6 Cabeça abaulada | 13 Rosca ou cabeça de parafuso bem projetada |
| 7 Metal | 14 Parafuso soldado (prisioneiro) na área oposta à do produto |

Figura B.8 - Projeto de elementos de fixação

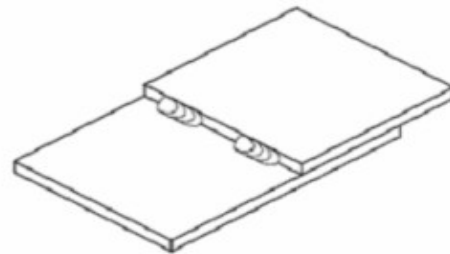
Soldas



Junta sobreposta soldada de forma contínua



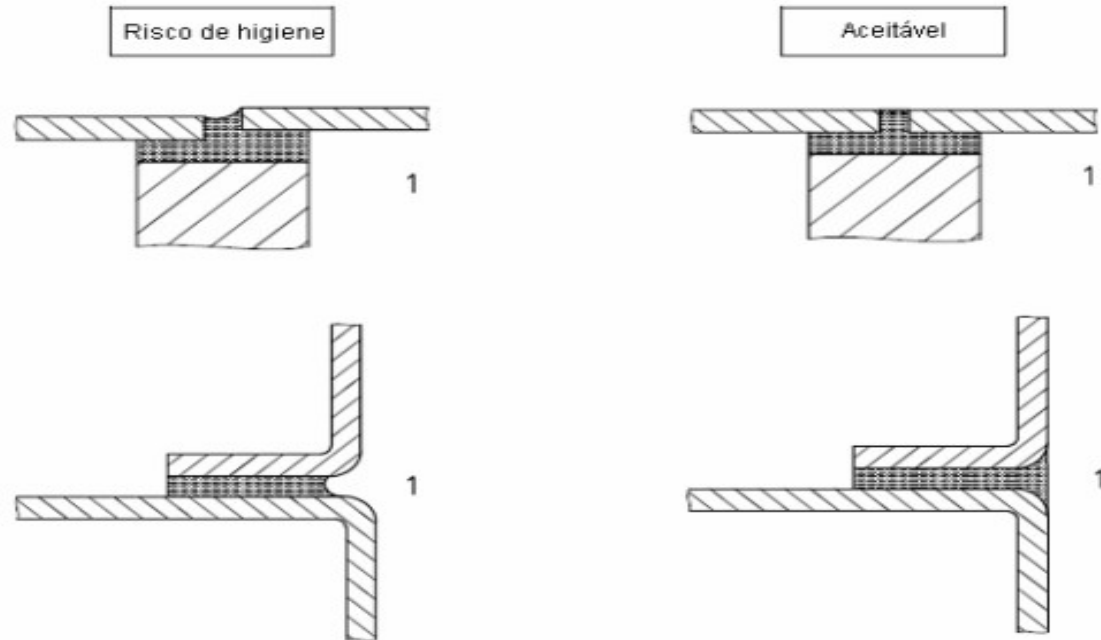
Junta de topo soldada de forma contínua



Junta sobreposta soldada de forma intermitente

a) Juntas soldadas

Soldas

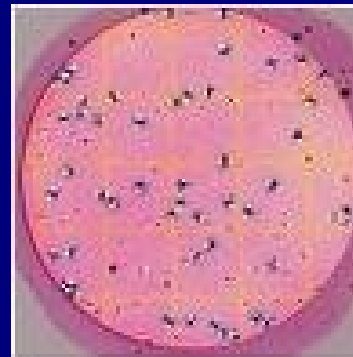


b) Juntas coladas

Legenda
1 Produto

Figura B.4 - Juntas permanentes

- Alguns exemplos de Projetos de Pesquisa desenvolvidos pelo ICTA/UFRGS e Indústrias de alimentos ou serviços de alimentação.



Implantação de APPCC em Laticínio (1997 a 2004)

Características do estabelecimento:

- Grande diversidade de produtos;
- Cerca de 3200 produtores;
- Condições boas, porém não ideais de produção e BPF.

Análises realizadas

Avaliação do leite cru (n=100)



Avaliação do leite cru resfriado (n=100)



Análises ambientais relativas à eficiência da limpeza e sanificação de **equipamentos e utensílios**



Isolamento de *S. aureus*

- Leite cru de caminhões (n=21)
- Nasofaringe de manipuladores (n=51)
- Superfície de equipamentos e utensílios (n=145)
- Produtos finais (n>3200)



Extração de DNA cromossomal dos
S. aureus isolados



Diferenciação genotípica por PFGE

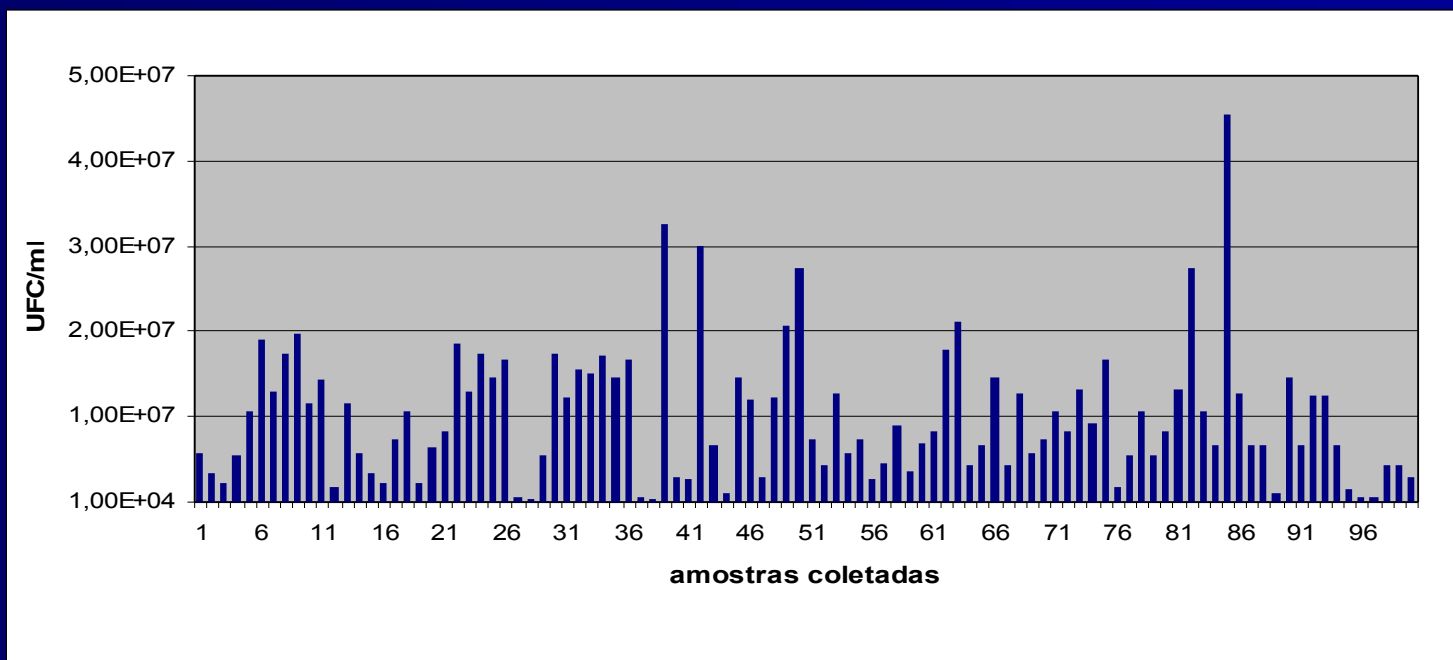


Identificação das prováveis fontes
de contaminação de produtos
finais por
S. aureus



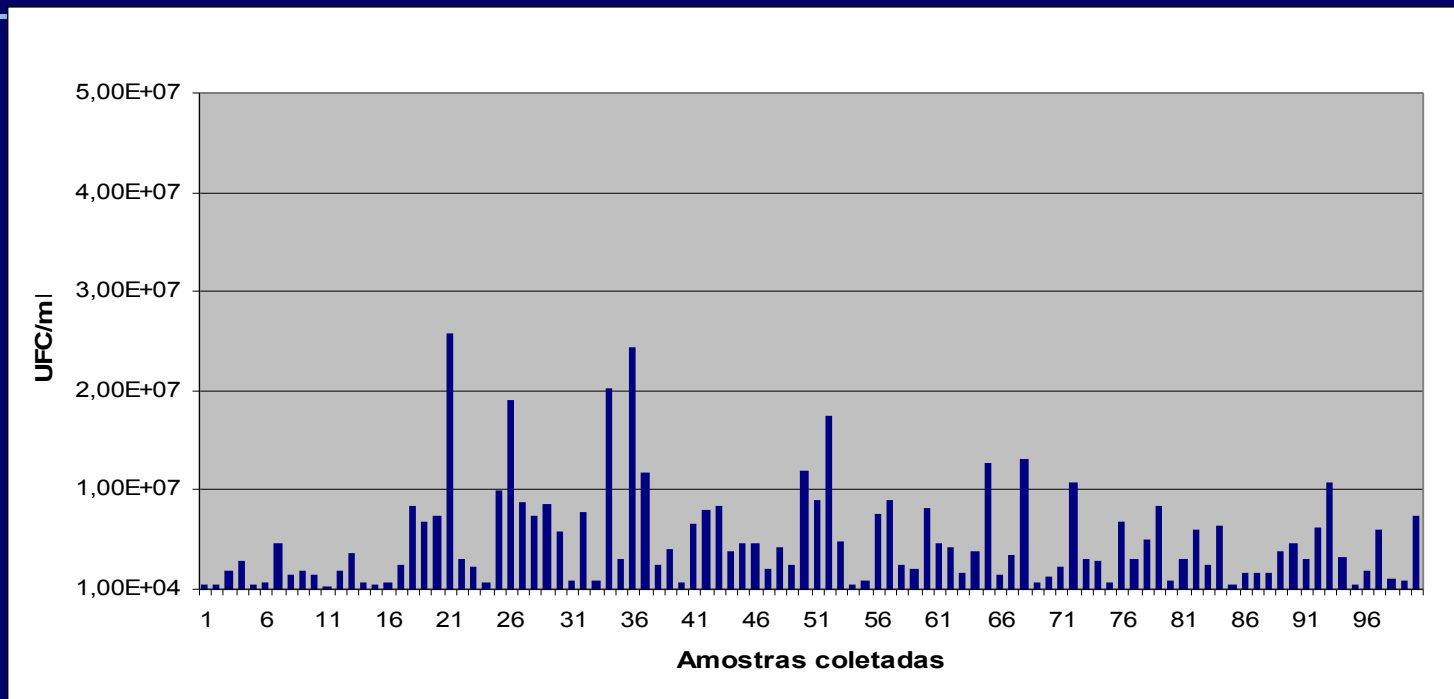
Correção dos problemas

Contaminação do leite cru por mesófilos totais



*Média de $9,89 \times 10^6$ UFC/mL.

Contaminação por mesófilos totais no leite cru resfriado



* Média de $4,76 \times 10^6$ UFC/mL.

Investigação da origem de contaminação do leite cru em propriedades produtoras

	Produtor	Controle* totais(UFC/mL)	Mesófilos totais (UFC/mL)				Psicrotróficos	
			A	B	C	D	E	F
1		$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$	$>1,0 \times 10^5$	$1,9 \times 10^5$	<1	ND	$2,6 \times 10^5$
2		$1,9 \times 10^3$	$4,0 \times 10^3$	$>1,0 \times 10^5$	$1,1 \times 10^6$	<1	$1,9 \times 10^3$	$6,4 \times 10^5$
3		$1,2 \times 10^3$	$1,6 \times 10^3$	$>1,0 \times 10^5$	$4,2 \times 10^5$	<1	$4,7 \times 10^2$	$3,4 \times 10^5$
4		$2,2 \times 10^3$	$5,5 \times 10^3$	$>1,0 \times 10^5$	$5,6 \times 10^5$	<1	$2,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^5$
5		$3,4 \times 10^3$	$6,9 \times 10^3$	$>1,0 \times 10^5$	$3,3 \times 10^5$	<1	$6,1 \times 10^1$	$1,2 \times 10^4$
6		$1,2 \times 10^3$	$9,6 \times 10^3$	$7,0 \times 10^4$	$1,4 \times 10^5$	<1	$5,6 \times 10^1$	$3,7 \times 10^5$

A e D: Leite antes de ordenha deira;

B e E: Leite após ordenha deira;

C e F: Leite dentro de resfriador ;

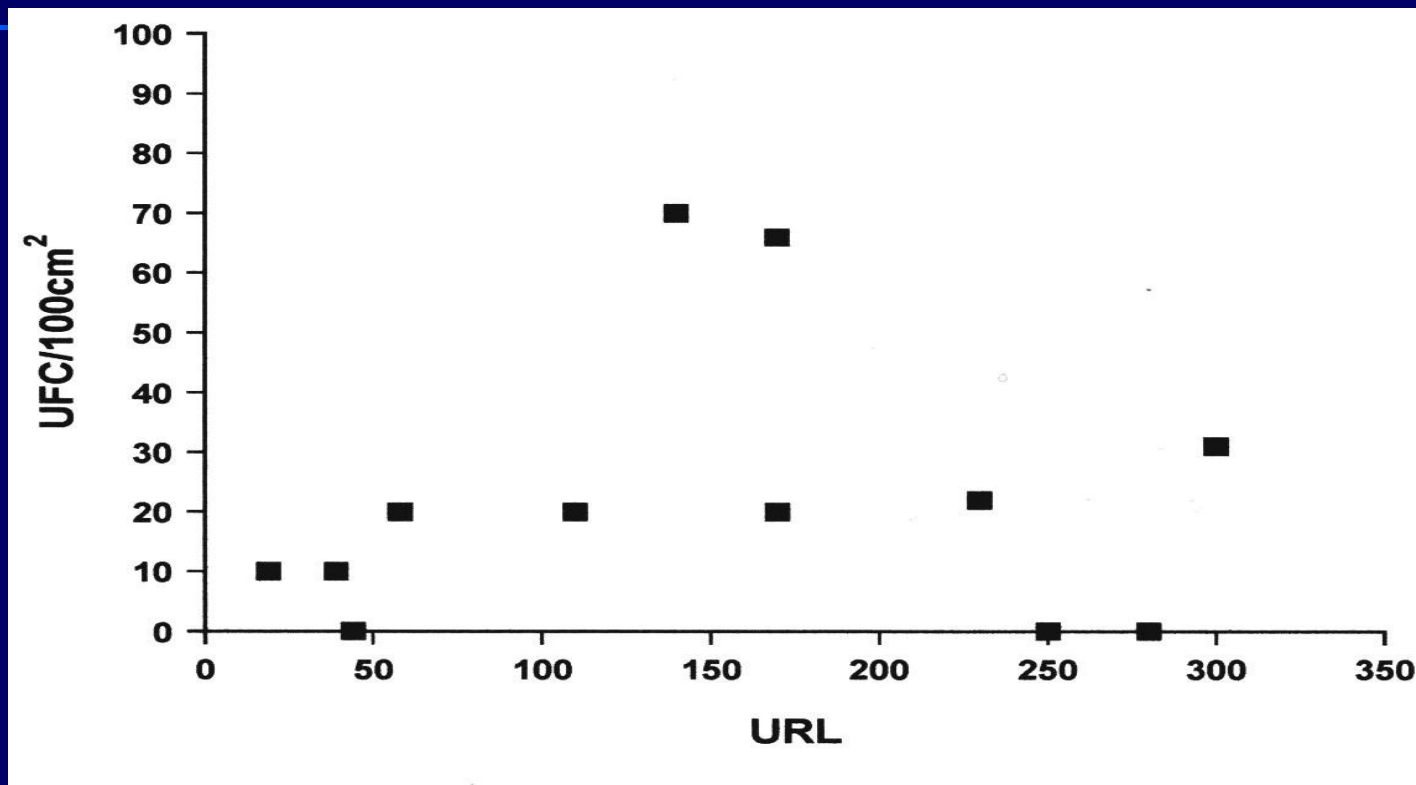
Os dados sugerem os equipamentos e utensílios utilizados na coleta do leite como os responsáveis pela contaminação

Ordenhadeira e resfriadores

O problema não era de “*Design* higiênico”, mas sim de frequência de limpeza e desinfecção.

Medida corretiva: aumentar a frequência de higienização

Verificação de eficiência de higienização de equipamentos e utensílios através de bioluminescência



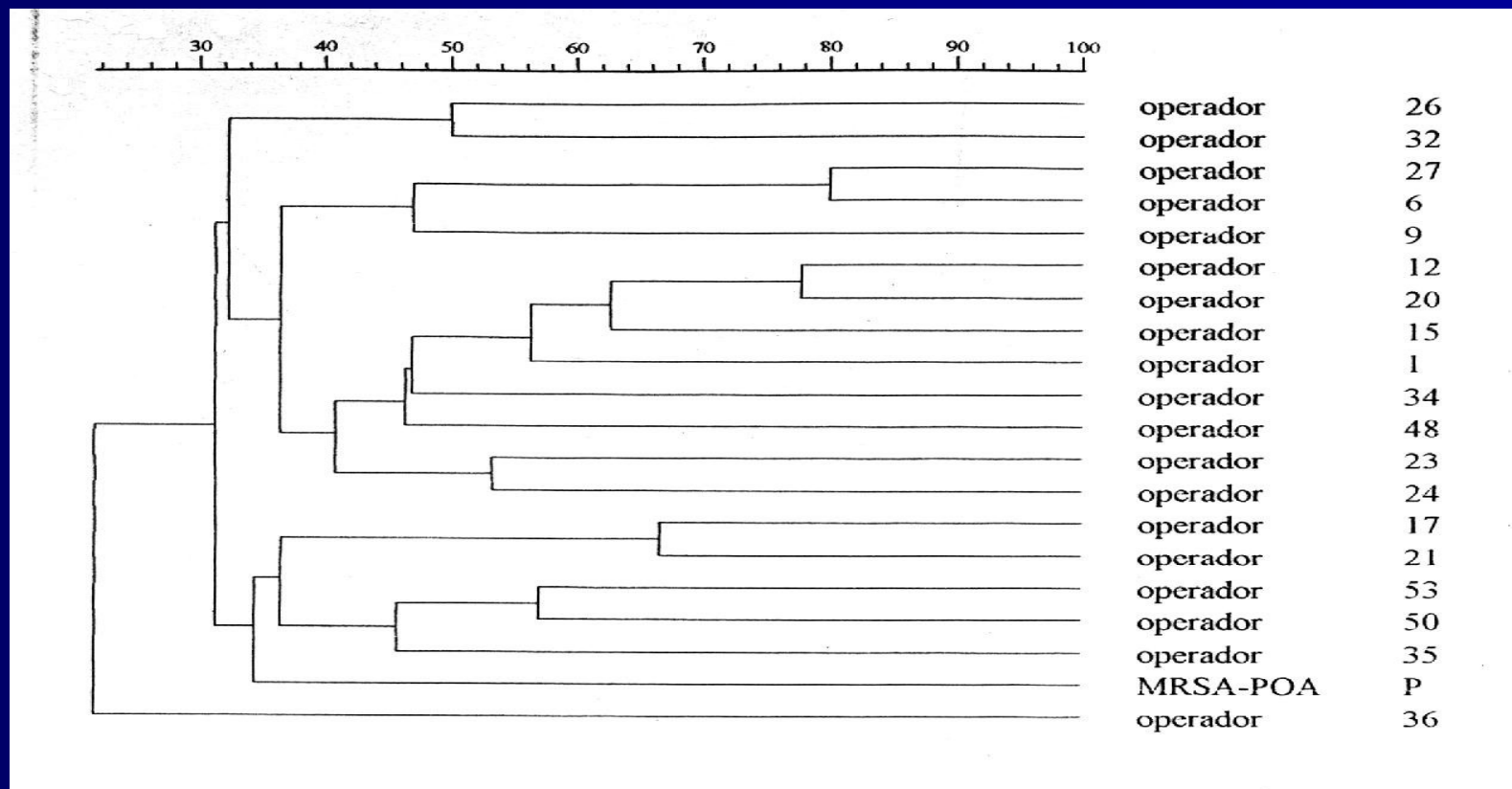
Pode haver matéria orgânica após limpeza, sugerindo a necessidade de sanificação de superfícies antes do contato direto com o alimento.

Isolamento de *S. aureus*

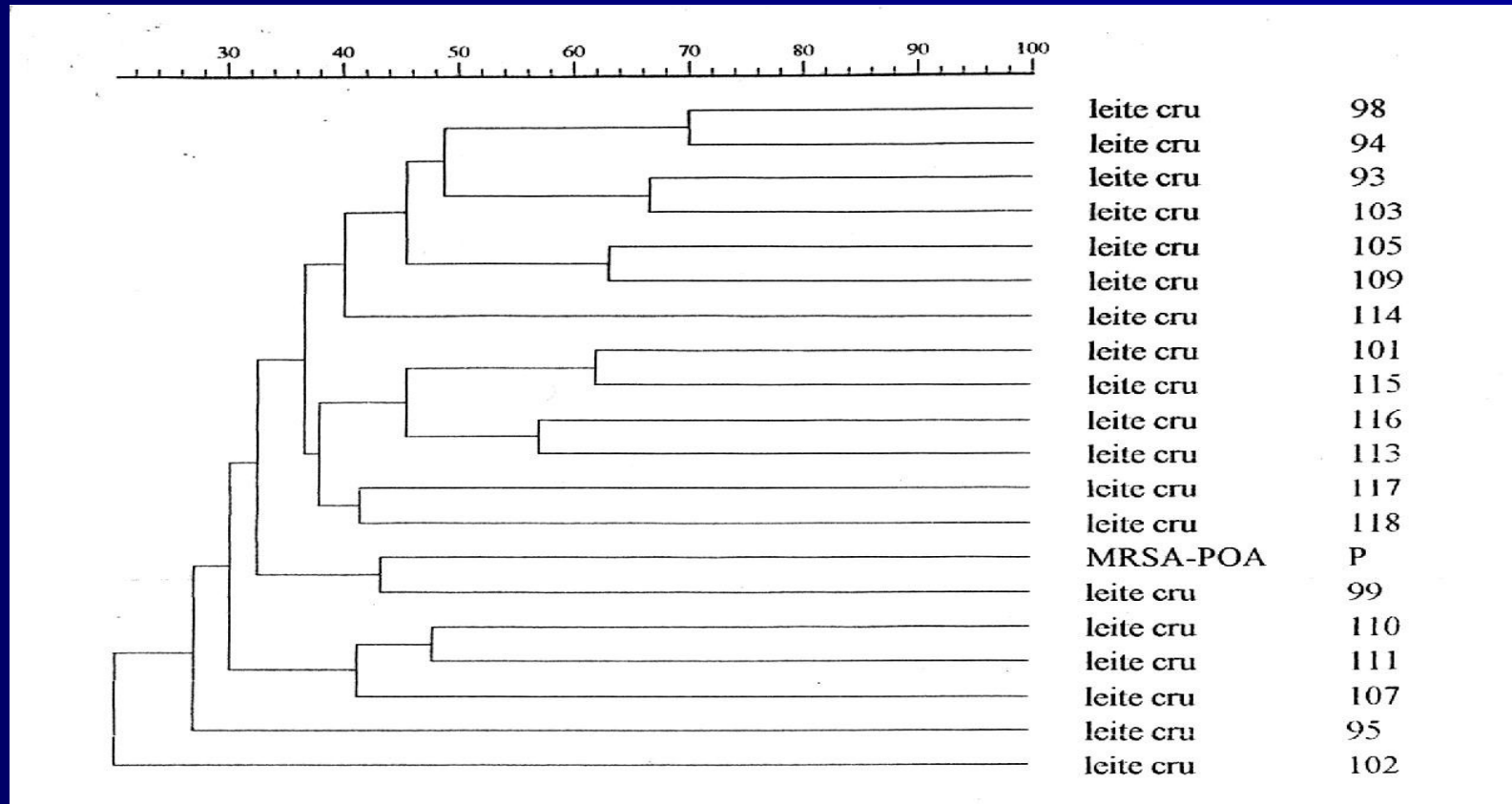
Origem (Nº de amostras)	<i>S. aureus</i> (%)	Média (UFC/mL ou g)
Manipuladores (51)	19 (35,29)	ND
Leite cru (21)	19 (90,48)	$3,56 \times 10^3$
Ambiente de produção (145)	0	0
Produto final (>3 200 ^a)	10 (< 0,31)	$6,1 \times 10^1$

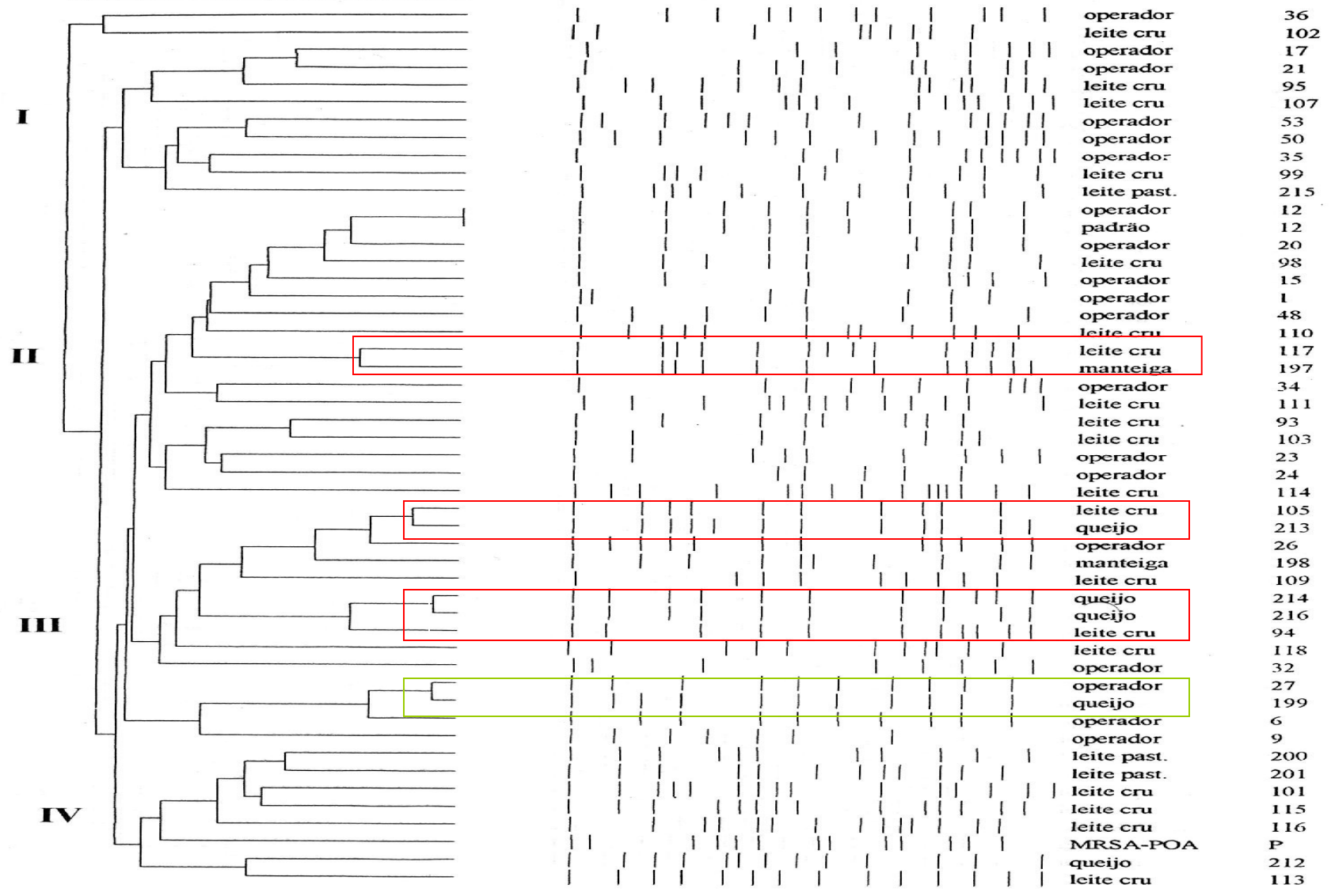
a: mais de 2,5 anos de amostragem. ND: não determinado

Manipuladores de alimentos



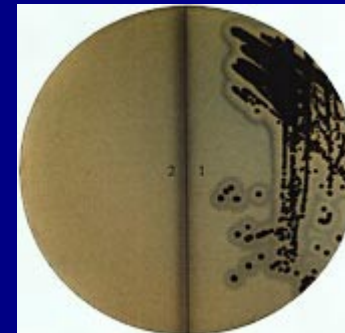
Leite cru





Conclusões

- A maioria das amostras de produtos final identificadas foi contaminada por *S. aureus* da matéria-prima (contaminação cruzada);
- Praticamente cada operador tinha um *S. aureus* específico.



Assessing and analysing contamination of dairy products processing plant by *Staphylococcus aureus* using antibiotic resistance and PFGE

Tondo, E. C.; Guimarães, M. C. M.; Henriques, J. A. P.; Ayub, M. A. Z. *Canadian Journal of Microbiology*, v 46, p 1108-1114, 2000.



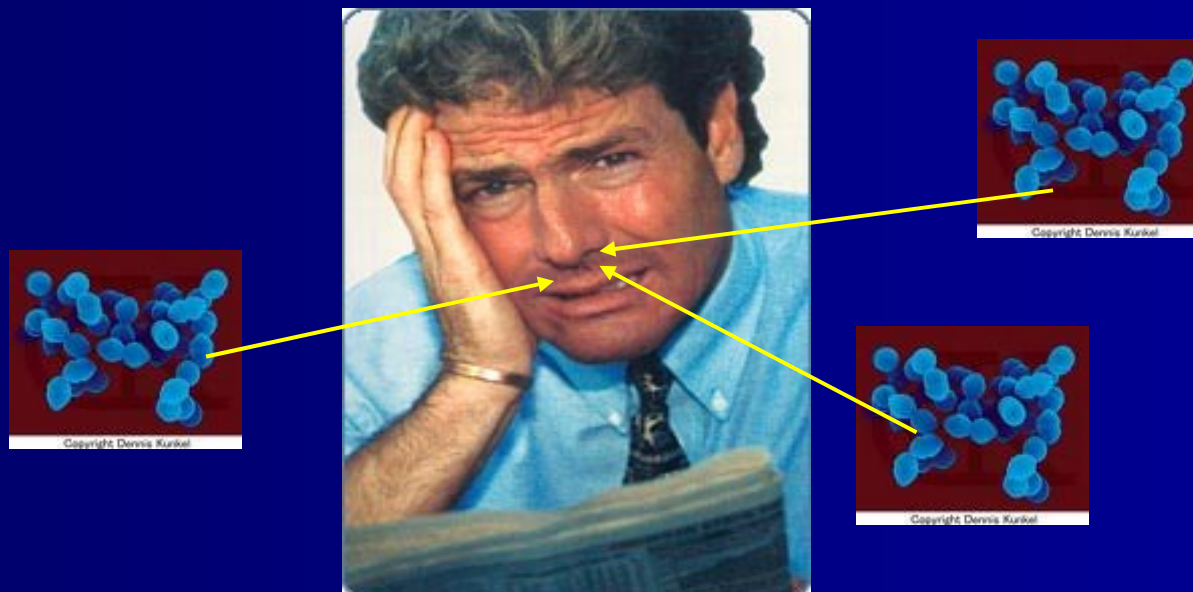
Identification of multiple strains of *Staphylococcus aureus* colonizing nasal mucosa of food handlers

M. Acco^a, F.S. Ferreira^b, J.A.P. Henriques^a, E.C. Tondo^{b,*}

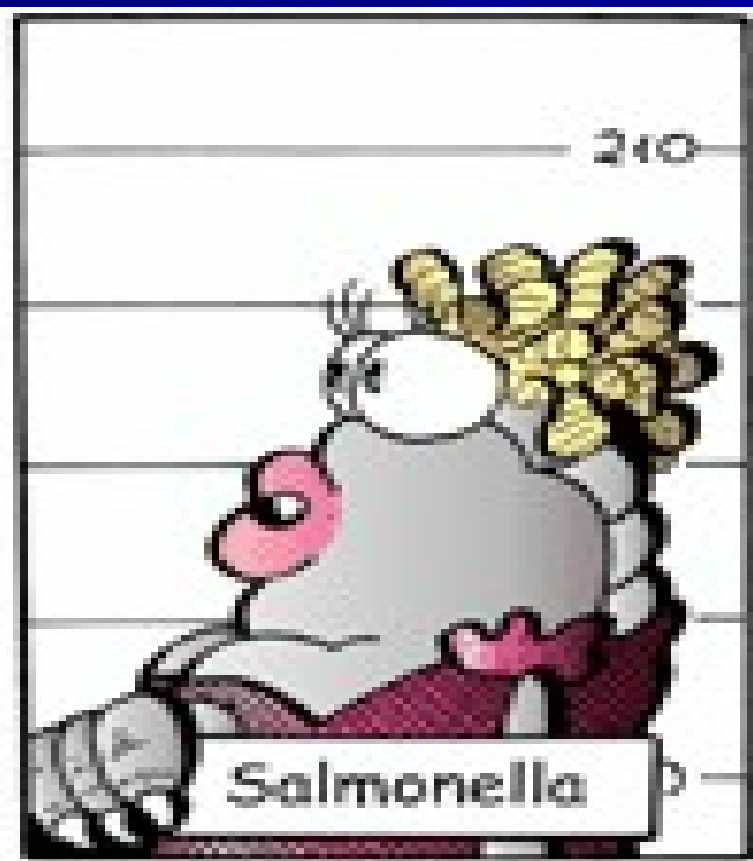
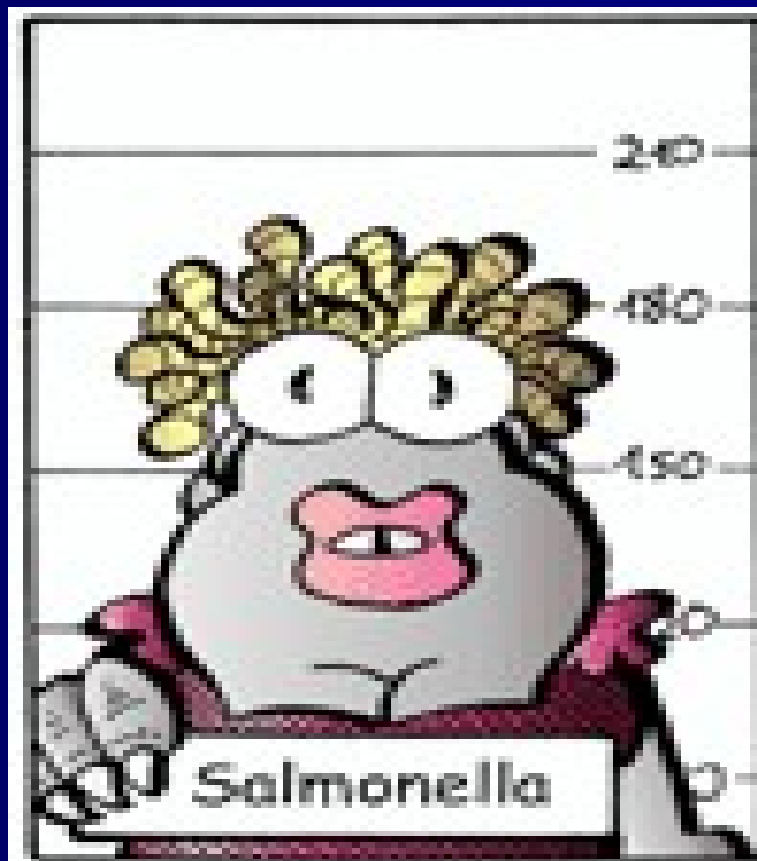
^a Faculty of Pharmacy, UFRGS, Brazil

^b Institute of Food Science and Technology ICTA/UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500 Prédio 43212, Campus do Vale, Agronomia, Porto Alegre, Caixa Postal 15090, CEP 91505-970, RS, Brazil

Received 25 September 2002; accepted 5 May 2003



Salmonella, um problema brasileiro



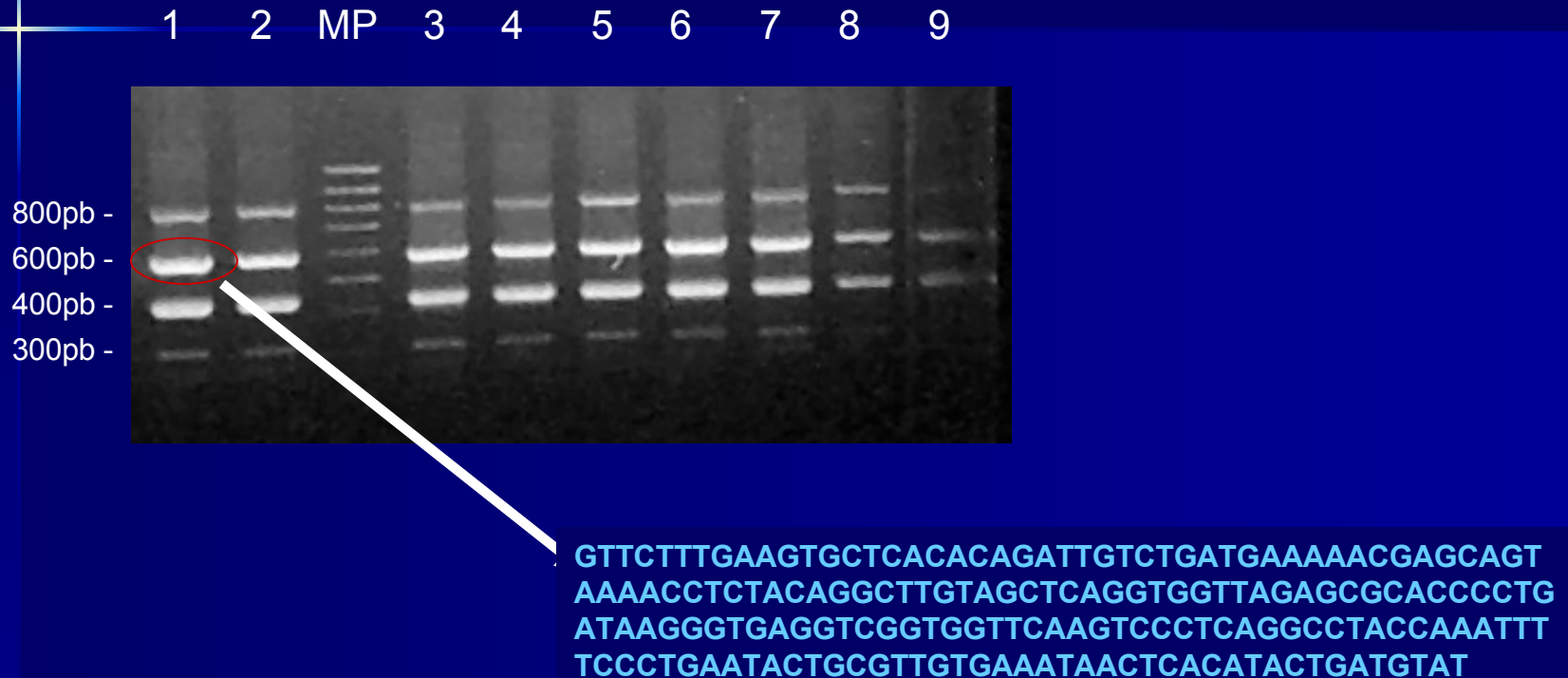
- Rio Grande do Sul

- *Salmonella* como principal causador de DTA, desde 1993 (DVS/RS);

- De 1997 a 2001: *Salmonella* principalmente transmitida por maionese caseira (35,7%) (Costalunga e Tondo, 2002; Silveira e Tondo, 2006).

- Mais de 90% das cepas que causaram salmoneloses alimentares no RS, de de 1999 a 2008, foram sorotipificadas como *S. Enteritidis*.

PCR-ribotipificação e Seqüenciamento de DNA (Geimba et al., 2004)



- Predomínio de uma linhagem ou linhagens fortemente relacionadas em surtos de Salmonelose no RS.

A *S. Enteritidis* do RS

ACID AND THERMAL RESISTANCE OF A *SALMONELLA* *ENTERITIDIS* STRAIN INVOLVED IN SEVERAL FOODBORNE OUTBREAKS

P.S. MALHEIROS, A. BRANDELLI¹, C.P.Z. NOREÑA and E.C. TONDO

*Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
91501-970 Porto Alegre, Brazil*

Accepted for Publication January 30, 2008

- **Maior capacidade de adaptação ao ácido e resistência térmica** (Malheiros et al., 2008 J. Food Safety);

Cinética de crescimento de *Salmonella* Enteritidis envolvida em surtos alimentares no RS: uma comparação com linhagens de outros sorovares
Growth kinetics of Salmonella Enteritidis involved in outbreaks of foodborne illness in Rio Grande do Sul, southern Brazil: a comparison with other serovar strains

Patrícia da Silva MALHEIROS¹, Cheila Minéia Daniel DE PAULA¹, Eduardo Cesar TONDO^{1*}

***S. Enteritidis* do RS se multiplica mais rápido que outras *Salmonella* nas 6 primeiras horas de cultivo, em maionese.**

Ciênc. Tecnol. de Alimentos, 2007

Higienização ambiental

Será que a *S. Enteritidis* do RS forma biofilme em aço inox e polietileno e resiste a sanificantes utilizados em frigoríficos?



Biofilmes de *Salmonella* (UFC/cm²)

⊕ **TABELA 2.** Aderência (log UFC/cm²) das três linhagens de *Salmonella* no aço inoxidável em 15, 30 e 60 minutos de contato.

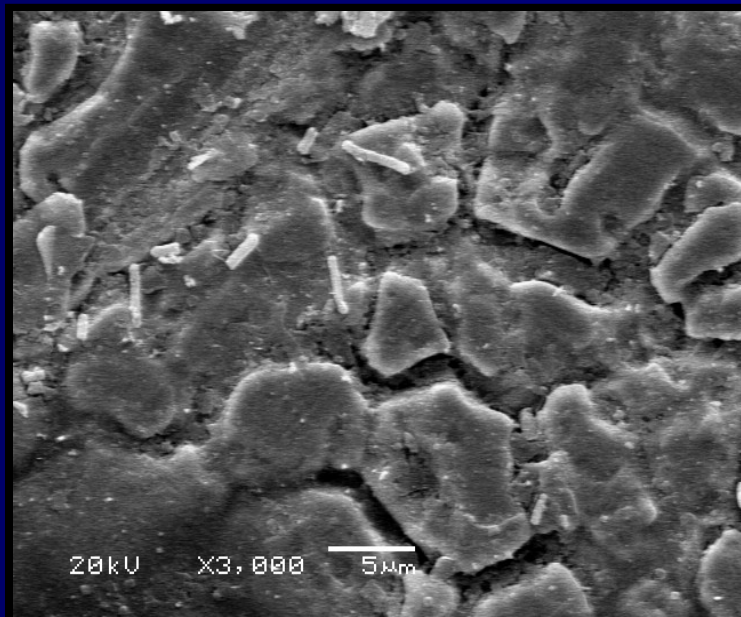
Tempo (min)	<i>S. Bredeney</i> ± SD	<i>S. Typhimurium</i> ± SD	<i>S. Enteritidis</i> ± SD
15	5,63 ± 0,34	5,68 ± 0,10	5,27 ± 0,17
30	5,77 ± 0,55	5,66 ± 0,54	5,53 ± 0,15
60	5,75 ± 0,51	5,89 ± 0,15	5,43 ± 0,20

TABELA 3. Aderência (log UFC/cm²) das três linhagens de *Salmonella* no polietileno em 15, 30 e 60 minutos de contato.

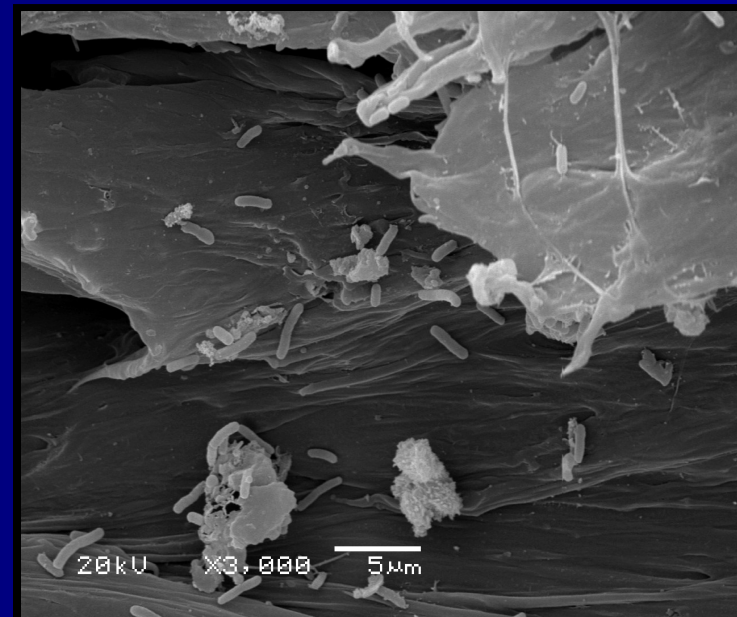
Tempo (min)	<i>S. Bredeney</i> ± SD	<i>S. Typhimurium</i> ± SD	<i>S. Enteritidis</i> ± SD
15	6,22 ± 0,15	5,30 ± 0,01	4,80 ± 0,41
30	6,39 ± 0,08	5,46 ± 0,15	5,17 ± 0,12
60	6,45 ± 0,01	5,64 ± 0,04	5,19 ± 0,21

Todas aderiram em quantidades semelhantes, contudo a *S. Bredeney* aderiu mais ao polietileno, mas não formou grumos como a *S. Enteritidis* (ver adiante).

S. Bredeney



Aço inoxidável

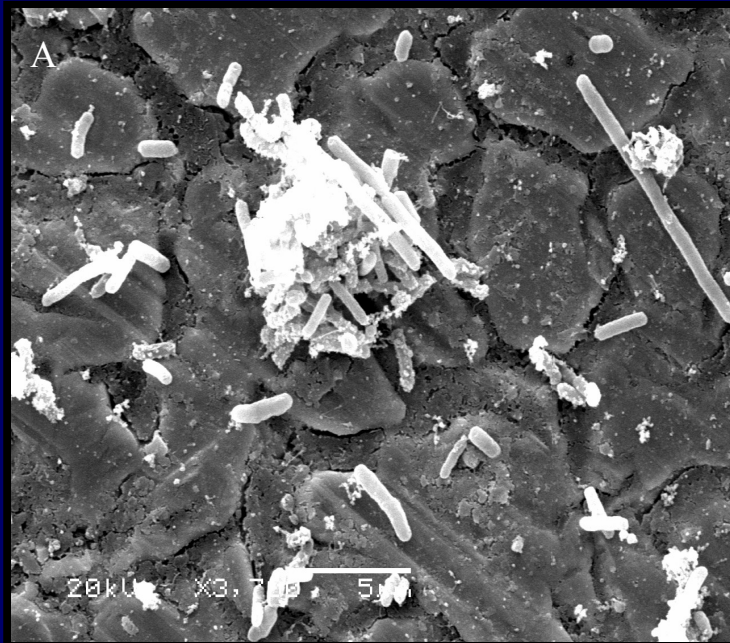


Polietileno

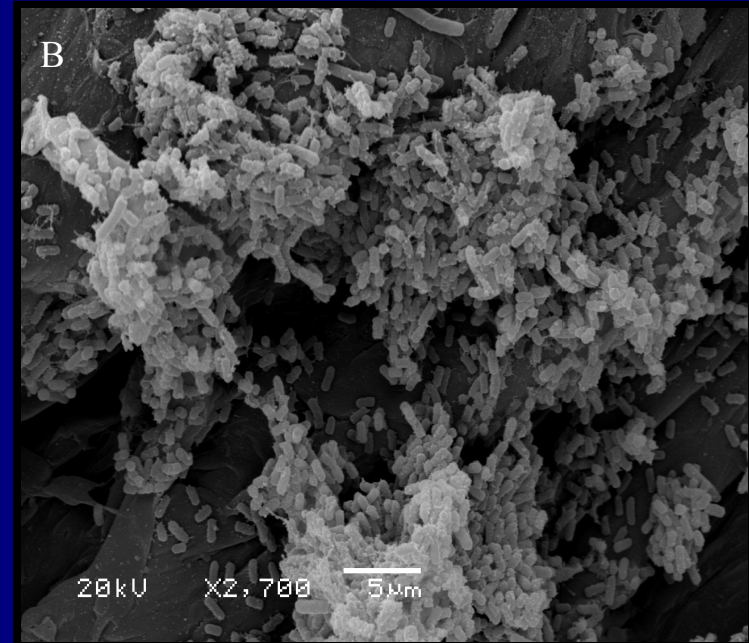
Fonte: Marcon e Tondo, 2007

S. Enteritidis do RS

Formação de grumos



Aço inoxidável



Polietileno

Fonte: Marcon e Tondo, 2007

Resistência a desinfetantes

- Todas as *Salmonella* foram sensíveis ao Ácido Peracético, QUAT e Hipoclorito de Sódio nas concentrações recomendadas pelos fabricantes (concentrações elevadas), porém:
- A *S. Enteritidis* foi mais resistente que as demais ao hipoclorito de sódio 200ppm, (resistência até 5 minutos) (Marcon e Tondo, 2007)

E o *Staphylococcus aureus*, será que forma biofilme em frigorífico?



Food Control xxx (2009) xxx–xxx



Contents lists available at ScienceDirect

Food Control

journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodcont



Evaluation of growth and transfer of *Staphylococcus aureus* from poultry meat to surfaces of stainless steel and polyethylene and their disinfection

Patrícia da Silva Malheiros, Cátia Tavares dos Passos, Letícia Sopeña Casarin, Leandro Serraglio, Eduardo Cesar Tondo *

Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9500/43212, 91501-970 Porto Alegre, Brazil

Food Control, 2009

Materiais e Métodos

Staphylococcus aureus



Cubos de carne de frango



Contato dos cubos com aço inoxidável e polietileno por 1 e 10 minutos



Desinfecção com clorhexidina 0,5% por 1 e 10 minutos

Resultados

- Cubos com 7log/g de *S. aureus* transferiram aproximadamente 4log/cm² para ambos materiais.
- Os *S. aureus* não cresceram nas superfícies com temperaturas de até 15 °C, por mais de 8h.
- A clorhexidina 0,5% foi capaz de eliminar as células após 10 minutos de contato, mas não em 1 minuto.

Design Higiênico de Equipamentos para indústrias de alimentos

O projeto

Tradução de Normas Técnicas internacionais
(SENAI-Mauá, Porto Alegre/RS)



Avaliação de equipamentos fabricados no RS
(ICTA/UFRGS, SENAI/RS, Indústrias de equipamentos)



Melhoria de equipamentos



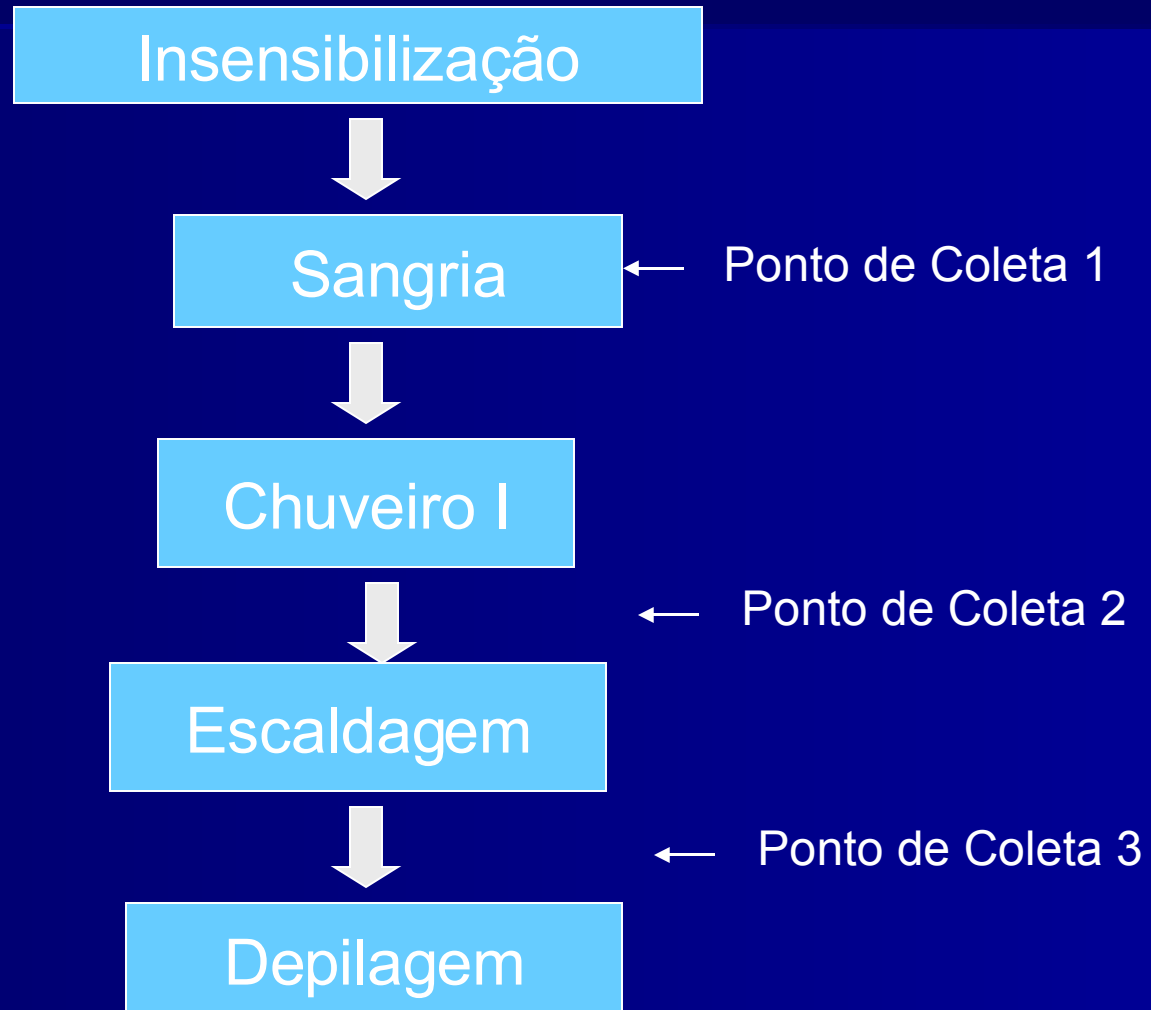
Redução da contaminação dos alimentos

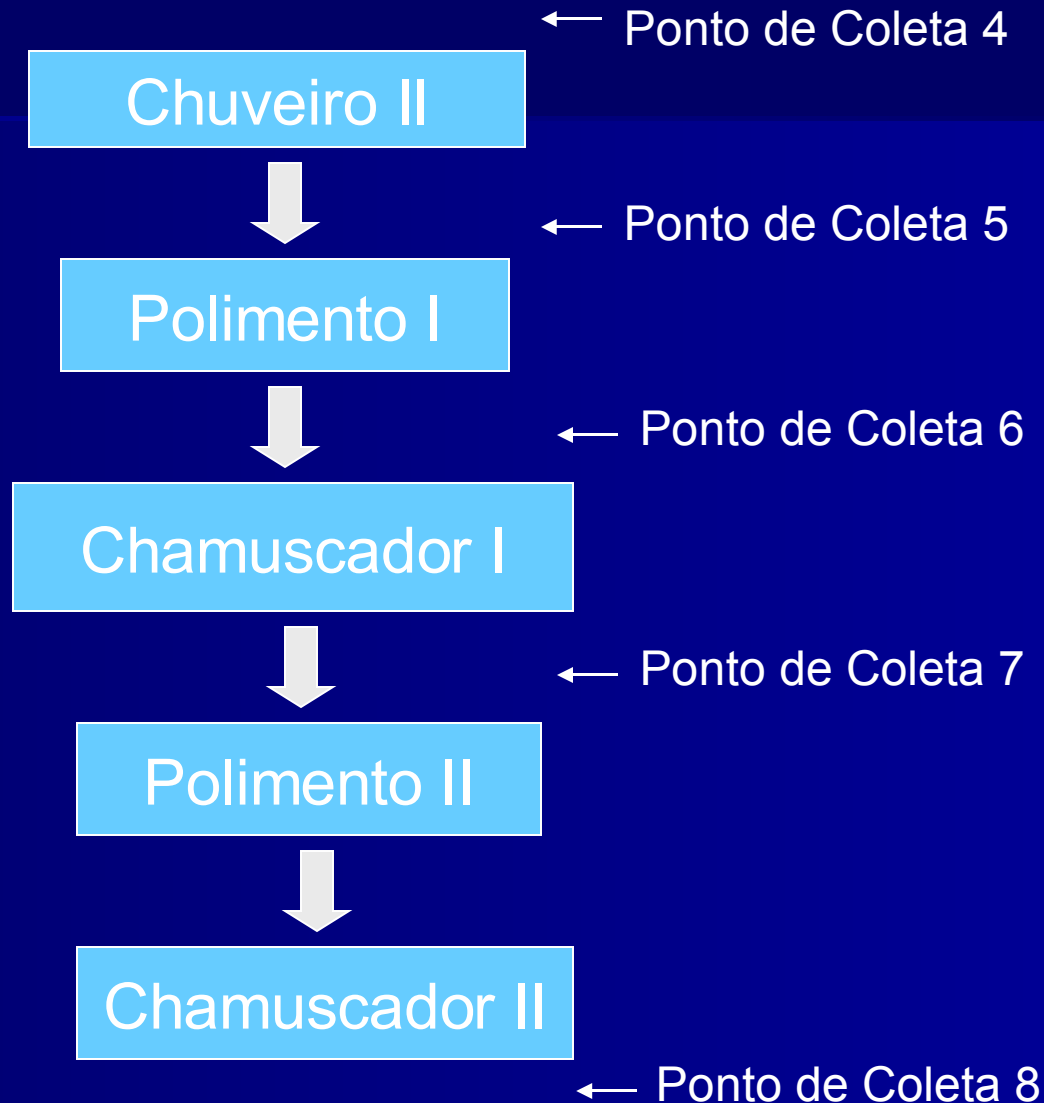
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos – ICTA
PPGMAA/UFRGS

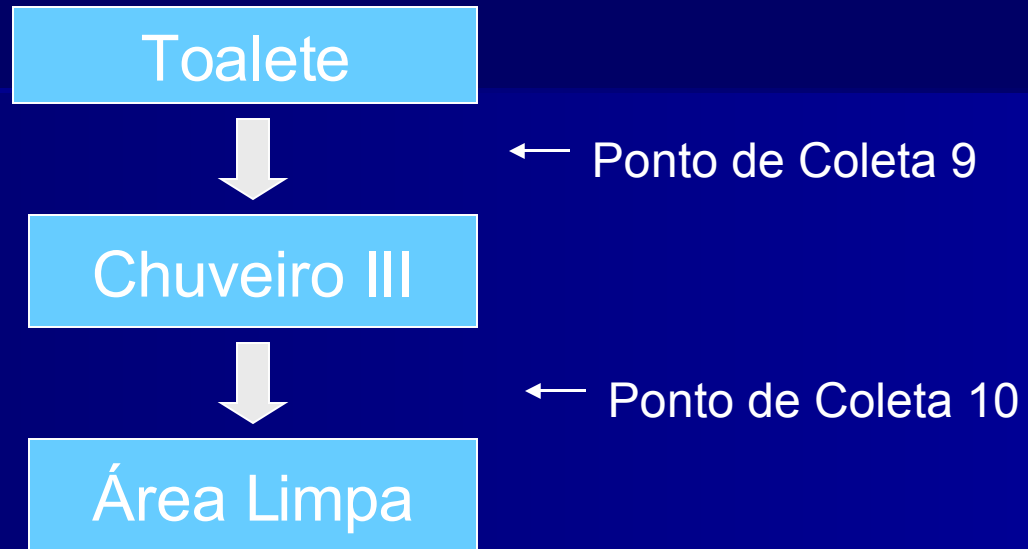
Investigação microbiológica em diferentes pontos da “área suja” de processamento de carcaças suínas

Eng. De Alim. Roberta F. Mariot
Prof. Dr. Eduardo Cesar Tondo

Fluxograma de Abate Suíno









➤ Coletas



Carcaças suínas avaliadas: 470

Análises:

Contagem Total de Mesófilos;

Salmonella spp.

(Métodos preconizado pela Circular nº 62, MAPA).

Resultados compilados



Resultados e Conclusões

- Eficiência da escaldagem e chamuscadores na redução de CMT e na eliminação de *Salmonella* spp.;
- Incremento da CMT e presença de *Salmonella*, após a **depiladeira e polidoras**;
- ↓
- **Melhora do *Design* Higiênico de equipamentos e higienização dos mesmos.**
-

Perspectivas

- Avaliar a formação de biofilmes e higienização de “chicotes” das polidoras e das soldas MIG e TIG utilizadas em equipamentos para frigoríficos.

Obrigado,

Prof. Dr. Eduardo Cesar Tondo

tondo@ufrgs.br

www.microbiologiadealimentos.com.br