



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**VERIFICAÇÃO DO PROCESSO DE HIGIENIZAÇÃO
PRÉ-OPERACIONAL DE UM ABATEDOURO DE AVES**

Vanessa Kraszczuk

**Porto Alegre – RS
Dezembro/2010**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

VERIFICAÇÃO DO PROCESSO DE HIGIENIZAÇÃO PRÉ-OPERACIONAL DE UM ABATEDOURO DE AVES

Vanessa Kraszczuk

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao programa de Graduação em Engenharia de
Alimentos como requisito para obtenção do
Título de Engenheiro de Alimentos.

**Orientador: Profº Pascual Isoldi Pinkoski
Co - orientadora: Profª Erna Vogt de Jong**

**Porto Alegre – RS
Dezembro/2010**

RESUMO

Os alimentos podem ser contaminados durante o crescimento e/ou colheita das matérias-primas, durante seu armazenamento e transporte para a fábrica e ainda ao longo da sua transformação em produtos acabados. Qualquer meio para evitar a contaminação e descontaminar o alimento são considerados como parte do conceito de higiene. Vários fatores são contributivos, como a higiene pessoal e o *design* das instalações, equipamentos, etc., bem como as atividades relativas à limpeza e desinfecção das instalações (higienização) e a eliminação adequada de resíduos (saneamento). O objetivo deste trabalho foi verificar, por meio da coleta de amostras das superfícies de equipamentos e da água utilizada durante a limpeza, o processo de higienização pré-operacional em três setores de um abatedouro de aves, escolhidos com base nos dados históricos da empresa. Os setores escolhidos foram a evisceração, a sala de moelas e o setor de pré-resfriamento. Nos setores foram escolhidos alguns equipamentos: extratora de coaccla, máquina de corte abdominal, eventradora, máquina desengorduradora, máquina removadora da cutículas, esteira de moelas, pás do pré-chiller e do chiller e a esteira na saída do chiller. No total foram 36 amostras da superfície dos equipamentos e 12 amostras de água. As amostras das superfícies foram analisadas quanto a contagem total padrão (TPC) seguindo o método descrito pela ABNT (ABNT-11/91 MB-3462) e os resultados devem estar de acordo com a Directiva 2001/471/CE. As análises físico-químicas realizadas na água foram: pH, cloro residual livre, dureza e turbidez. Os resultados devem estar de acordo com a Portaria nº518 (2004) para o pH, o cloro e a turbidez e com o RIISPOA Lei nº1283 (1950) para dureza. Quanto as análises microbiológicas foram realizadas a contagem total padrão a 22°C e a 37°C e a ausência/presença de *Enterococcus*, *Clostridium perfringens*, *E.Coli* e coliformes totais. As quatro primeiras análises devem estar de acordo com os padrões da Directiva 1998/83/CE e as duas últimas, de acordo com a Portaria nº518 (2004). Somente 3 das 36 análises das superfícies (3/36) apresentaram-se fora dos parâmetros exigidos pela União Européia. Quanto a água usada durante a etapa de limpeza, 2 das 6 amostras coletadas apresentaram coliformes totais e TPC/37°C em quantidades acima das permitidas pelas legislações pertinentes. A dificuldade de higienizar os equipamentos parece ser um dos motivos para as não-conformidades observadas. A qualidade da água não pode ser indicada como uma possível causa, uma vez que foram coletadas poucas amostras e que se a água fosse realmente o problema, mais análises das superfícies dos equipamentos teriam apresentados resultados fora dos parâmetros legais, indicando que o processo de higienização e a qualidade final de todos os produtos estaria comprometida. Porém, de maneira geral, os processo de higienização nos setores parece estar sob controle.

Palavras-chave: higienização; superfície dos equipamentos; qualidade da água.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Sintomas de doenças causadas por bactérias encontradas em produtos cárneo.....	13
Tabela 2: Modo de ação de alvo de diferentes grupos de desinfetantes.....	24
Tabela 3: Remoção de diferentes tipos de sujidades na indústria de carnes.....	26
Tabela 4: Equipamentos mais problemáticos das indústrias de alimentos.....	33
Tabela 5: Principais causas de dificuldades na limpeza dos equipamentos.....	34
Tabela 6: Algumas causas correntes para higienização incorreta.....	40
Tabela 7: Ponto de coleta da amostra de superfície dos equipamentos.....	47
Tabela 8: Parâmetros legais para análise de superfícies.....	48
Tabela 9: Parâmetros microbiológicos para a água.....	52
Tabela 10: Parâmetros físico-químicos para a água.....	53

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Etapas de formação de um biofilme.....	15
Figura 2: Número de surtos de DTA, de 1999 a 2008, por agente etiológico.....	18
Figura 3: Número de surtos de DTA, de 1999 a 2008, tipo de alimento.....	19
Figura 4: Número de surtos de DTA, de 1999 a 2008, por fator causal.....	19
Figura 5: Etapas do processo de higienização.....	27
Figura 6: Porcentagem de não-conformidades por setor em abril / 2010.....	44
Figura 7: Porcentagem de não-conformidades por setor em maio / 2010.....	45
Figura 8: Porcentagem de não-conformidades por setor em junho / 2010.....	45
Figura 9: Porcentagem de não-conformidades por setor em julho / 2010.....	46
Figura 10: Porcentagem de não-conformidades por setor em agosto / 2010.....	46
Figura 11: Porcentagem de não-conformidades por setor em setembro / 2010.....	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Parâmetros microbiológicos para a água potável.....	30
Quadro 2: Parâmetros físico-químicos para a água potável.....	30
Quadro 3: Parâmetros para análise de turbidez da água.....	31
Quadro 4: Cronograma de coleta de análises	43
Quadro 5: Resultados obtidos das amostras de superfície.....	48
Quadro 6: Resultados obtidos dos da análise microbiológica da água.....	54
Quadro 7: Resultados obtidos dos da análise físico-químicas da água.....	54

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	08
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1 Contaminantes físicos, químicos e biológicos.....	10
2.1.1 Contaminação física.....	11
2.1.2 Contaminação química.....	12
2.1.3 Contaminação biológica.....	12
2.1.3.1 Possíveis fontes de contaminação biológica no abate de aves.....	13
2.1.3.2 Biofilmes.....	15
2.1.3.3 Doenças Transmitidas por Alimentos – DTA.....	17
2.2 Higienização.....	20
2.2.1 Agentes de limpeza.....	20
2.2.1.1 Detergentes.....	21
2.2.1.2 Desinfetantes.....	22
2.2.2 Fatores que influenciam na eficiência da higienização.....	24
2.2.3 Fases da higienização.....	26
2.2.4 Métodos de higienização.....	27
2.3 Qualidade da água.....	29
2.4 Layout e design higiênico dos equipamentos.....	32
2.5 Procedimentos Padrão de Higiene Operacional – PPHO.....	34
2.5.1 Verificação do processo de higienização.....	37
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	41
3.1 Escolha do setores e dos equipamentos.....	41
3.2 Coleta das amostras.....	42
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
4.1 Superfícies dos equipamentos.....	47
4.2 Qualidade da água.....	52
5. CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	58
ANEXO A.....	63
ANEXO B.....	64
ANEXO C.....	65

1. INTRODUÇÃO

Hoje as indústrias de alimentos investem uma parte considerável de seus recursos para garantir a qualidade dos seus produtos, principalmente no que diz respeito à higiene. Isto se deve as grandes perdas econômicas que ocorrem como consequência da deterioração microbiológica de alimentos, bem como o aparecimento de doenças de origem alimentar nos consumidores (TSOLAA, 2008).

Quando o cliente compra um produto, ele confia na empresa que o está vendendo, que ela utiliza as boas práticas de fabricação para obtê-lo e que o alimento não lhe fará mal para a saúde. Para a indústria conseguir criar uma reputação no mercado leva muito tempo, mas para perder a mesma é questão de segundos (TETRA PAK, 1995).

Regulamentos que visam aumentar os padrões de segurança dos alimentos foram inicialmente estabelecidas nos países desenvolvidos e se espalharam rapidamente para os países em desenvolvimento. As indústrias que exportam alimentos frescos para os países desenvolvidos têm feito esforços substanciais para cumprir as normas de segurança estabelecidas pelos países importadores. Outro incentivo para indústrias de alimentos dos países em desenvolvimento aumentarem os seus padrões de qualidade é manter a sua quota no mercado interno, uma vez que este estão sempre disposto a negociações (GÓMEZ, 2002)

A adoção de práticas aprimoradas de limpeza e sanitização na indústria de alimentos permitem a obtenção de produtos de boa qualidade do ponto de vista de saúde pública, atendendo exigências de padrões microbiológicos e permitindo obter produtos com uma vida de prateleira mais longa. Além destes cuidados, somente o resfriamento e a aplicação de tratamento térmico pelo uso de calor, em determinado tempo, asseguram um efeito controlador sobre o crescimento microbiano nos alimentos (SÁ & MORETTO, 2010).

A Indústria de carnes ocupa um lugar de relevante destaque na produção de alimentos prontos para o consumo ou semipreparados. Daí, a responsabilidade deve ser atribuída a manutenção da higiene nos estabelecimentos transformadores ou beneficiadores de produtos de origem animal que, no geral, são os que mais preocupam as autoridades sanitárias, dado a perecibilidade do alimento e os riscos que podem oferecer aos consumidores (PARDI *et al.*, 2001).

A posição brasileira de líder mundial como fornecedor de carnes aumenta a

responsabilidade do país com a segurança dos alimentos. A produção de carne de frango do Brasil, em 2007, representava 13,6% do mercado mundial, sendo terceiro maior produtor e o maior exportador deste tipo de produto. Segundo informações da União Brasileira de Avicultura - UBABEF, as exportações brasileiras desse produto em 2010 devem ultrapassar a marca dos 3,8 milhões de toneladas e definir um novo recorde para o setor. Se comparado com 2009, o volume representa um crescimento superior a 5% (WORLD BUSINESS, 2010). Esta expansão se deveu a diversos fatores, dentre eles o desenvolvimento tecnológico e a eficiência do setor produtivo e da própria indústria de carnes, incluindo alguns elementos de sistemas da qualidade, como controle sanitário, implementação de boas práticas de fabricação e aperfeiçoamento do sistema oficial de regulamentação (CHAVES, 2006 e BARRETO, 2009 *apud* FAO-USDA-ABEF).

Todo pessoal que trabalha direta ou indiretamente na obtenção, preparação, processamento, embalagem, armazenagem, embarque e transporte de produtos cárneos, as superfícies que entram em contato com o alimento e as embalagens devem ser objetos de práticas higiênicas que evitem a alteração dos produtos (BRASIL, 2005a).

O objetivo deste trabalho foi verificar, por meio de coleta de amostras das superfícies de equipamentos e da água utilizada durante a limpeza, o processo de higienização pré-operacional em três setores de um abatedouro de carne de aves, escolhidos com base nos dados históricos da empresa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Contaminantes físicos, químicos e biológicos

Durante o processo de fabricação de alimentos, verifica-se o acúmulo de um conjunto de materiais indesejáveis, entre os quais restos de alimentos, corpos estranhos, substâncias químicas do processo e microrganismos. Esta situação pode resultar do processo de produção normal, como é o caso da adesão de restos de alimentos às superfícies de trabalho ou de anomalias no processo, como por exemplo, as resultantes de contaminação por deficiente manutenção dos equipamentos ou de contaminação ambiental. Estes materiais indesejáveis, são habitualmente designados de “resíduos” ou “sujidade” (MANUAL DE HIGIENIZAÇÃO INDÚSTRIA ALIMENTAR, 2010).

BRASIL (1998) é ainda mais abrangente, definido “*estes materiais indesejáveis*” como perigo. Genericamente, o perigo é qualquer uma das seguintes situações:

- presença inaceitável de contaminantes biológicos, químicos ou físicos na matéria-prima ou nos produtos semi-acabados ou acabados;
- crescimento ou sobrevivência inaceitável de microrganismos patogênicos e a formação inaceitável de substâncias químicas em produtos acabados ou semi-acabados, na linha de produção ou no ambiente;
- contaminação ou recontaminação inaceitável de produtos semi-acabados ou acabados por microrganismos, substâncias químicas ou materiais estranhos;
- não conformidade com o Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) ou Regulamento Técnico estabelecido para cada produto.

Alguns exemplos de perigos são citados por BRASIL (1998):

a) para a saúde pública:

- microrganismos patogênicos ou produtores de toxinas (*Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus*, *E. coli*, *Listeria* sp., *Clostridium* sp., etc.);
- materiais estranhas (vidro, metais, madeira, plástico, ossos, etc.);
- resíduos orgânicos e inorgânicos: antibióticos, metais pesados, praguicidas,

agentes de limpeza, restos de alimentos, etc.

b) para a perda da qualidade:

- deterioração, rancidez, partículas queimadas.

Os alimentos podem ser contaminados durante o crescimento e/ou colheita das matérias-primas, durante seu armazenamento e transporte para a fábrica e ainda ao longo da sua transformação em produtos acabados. O produto final pode ainda ser (re)contaminado durante o armazenamento e transporte para o comércio e durante a preparação por parte do consumidor. As principais fontes de contaminação são o meio ambiente, animais e pessoas. As principais vias de transmissão (vetores) da contaminação são as superfícies contaminadas, ar, água, pessoas e pragas. As estruturas fabris, as embalagens, os equipamentos e os veículos de transporte também podem atuar como vetores (NOTERMANS & POWELL, 2005).

Do ponto de vista do consumidor, é motivo de preocupação o fato de saber acerca da presença de qualquer contaminante em seu alimento. Embora seja óbvia a impossibilidade de garantir 100% de ausência de contaminação na produção de alimentos, a indústria precisa se dedicar ainda mais para atingir esta meta impossível. Não é desejo de ninguém na indústria a ocorrência de surtos de envenenamento alimentar em razão de produtos elaborados ou processados de forma negligente ou inadequada. Isto é um mau negócio, uma vez que o medo do consumidor de determinado alimento ou marca de alimento custa a ela muito dinheiro e também a perda de futuros negócios, estas, evidentemente, quase sempre não percebidas (CHAVES, 2006b).

2.1.1 Contaminação física

A contaminação por microrganismos patogênicos é, sem dúvida, um grande perigo na linha de produção. Entretanto, a contaminação física é outro problema que pode levar ao recolhimento de produtos, paradas na linha de produção e provocar grandes perdas de produtos e de trabalho (CHAVES, 2006a).

Contaminantes físicas podem ser resultantes da própria matéria-prima, de práticas de higiene inadequadas, das pessoas e de instalações, equipamentos e processamento defeituosos (FUNG *et al.*, 2001).

Os detectores de metal, já por algum tempo, fazem parte normal de linhas de processamento de alimentos, normalmente na etapa final do processo, antes da

embalagem e expedição. Mas, ultimamente eles têm sido utilizados com maior frequência, em intervalos regulares ao longo da linha de produção, detectando os problemas mais próximos de seus locais de ocorrência (CHAVES, 2006a).

Outro equipamento que vem ganhando espaço é o raio X, especialmente no processamento de aves para detecção de fragmentos de ossos. A tecnologia de raio X é considerada de maior eficiência na detecção de contaminantes físicos pois opera medindo a densidade em lugar de condutividade, assim pode identificar uma ampla faixa de materiais estranhos. Os sistemas atuais de detecção por raio X são equipados com *softwares* de processamento de imagem para melhor atender a estas novas exigências (CHAVES, 2006a).

2.1.2 Contaminação química

Alguns antibióticos são administrados aos animais em doses subterapêuticas, pois aumentam a eficiência alimentar, ou seja, auxiliam no ganho de peso. Todas as drogas são regulamentadas para que apenas traços sejam encontrados no músculo, geralmente em uma escala abaixo do ppm (parte por milhão). Os medicamentos devem ser retirados dos animais por um período definido antes de serem levados ao mercado. O uso de antibióticos na alimentação animal e/ou tratamentos pode contribuir para a geração de cepas bacterianas resistentes aos antibióticos (FUNG *et al.*, 2001).

A contaminação química pode também resultar do contato com superfícies que não foram devidamente enxaguadas após a limpeza e desinfecção. Lubrificantes, muitas vezes inevitáveis em equipamentos com partes móveis, podem também contribuir para esse tipo de contaminação (NOTERMANS & POWELL, 2005).

2.1.3 Contaminação biológica

Para se compreender completamente os princípios da higienização, deve-se entender as bases biológicas e o papel dos microrganismos na deterioração e doenças transmitidas por alimentos (CONTRERAS *et al.*, 2003).

A grande maioria dos surtos alimentares está mais relacionada com os alimentos contaminados por patógenos do que por contaminantes químicos ou físicos (NOTERMANS & POWELL, 2005).

2.1.3.1 Possíveis fontes de contaminação biológica no abate de aves

A contaminação da carne de aves de microrganismos é um grande desafio para as indústrias em vários países. Algumas das bactéria patogênica que pode ser encontradas na carne de aves são capazes de causar doenças no homem. As mais importantes delas são: *Salmonella* sp., *Campylobacter* sp., *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes* e *Escherichia coli*. Além disso, um grande número de microrganismos são capazes de causar a deterioração da carne, como as bactérias do gênero *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Corynebacterium*. Recentemente, o foco está na melhoria do controle de higiene durante o abate, com a incorporação do sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC (TSOLAA, 2008).

A Tabela 01 apresenta alguns sintomas característicos de doenças causadas por bactérias encontradas em produtos cárneos.

Tabela 01: Sintomas de doenças causadas por bactérias encontradas em produtos cárneos

Microrganismo	Tempo entre a ingestão e o início dos sintomas	Reserva	Sintomas característicos
<i>Salmonella</i>	8-72 horas	Trato intestinal de animais	Dor abdominal; diarréia; náusea; febre
<i>Staphylococcus</i>	Geralmente 2-4 horas	Pele, nariz e cortes, de animais e do homem	Dor abdominal; diarréia; náusea; salivação; vômito; temperatura abaixo do normal
<i>Enterococcus</i> <i>C. perfringens</i> <i>S. faecalis</i>	2-18 horas	Trato intestinal de animais	Caibra abdominal; diarréia, sem febre
<i>C. botulinum</i>	Geralmente 12-24 horas	Solo	Dificuldades de engolir, visão dupla, sem febre, paralisia respiratória

Fonte: LAWRIE & LEDWARD, 2006

Todos os seres vivos interagem com o ambiente que eles habitam. Assim, os microrganismos nos animais vivos e no produto final são influenciados pelo ambiente em que se encontram. Um local sujo, com terra, barro, fezes, urina, água parada e pragas irá influenciar na carga microbiana das áreas expostas do animal. O bom saneamento do ambiente irá ajudar a reduzir a contaminação inicial na superfície do animal antes do transporte até o abatedouro (FUNG *et al.*, 2001).

O animal em si possui uma população microbiana natural no trato gastrointestinal e nos órgãos (FUNG *et al.*, 2001). Só ocasionalmente os animais

apresentam sintomas de uma infecção bacteriana, porém, a maioria, são portadores sadios de patógenos. Como normalmente esses microrganismos não são excluídos nos criadouros, os animais poderão estar contaminados ao chegarem para o abate (BOLDER, 1998).

Na área de fabril, a limpeza das instalações também influencia na carga microbiana da carne após o abate e durante o processamento (FUNG *et al.*, 2001).

A pendura, a sangria e a escaldagem poderão espalhar microrganismos sobre os vários tecidos (FUNG *et al.*, 2001).

O material fecal pode estar presente na superfície do animal após a etapa de evisceração e irá espalhar potenciais microrganismos patogênicos na carne durante o processamento. A lavagem das carcaças apresentam significativo resultado na remoção de materiais estranhos e na redução de alguns microrganismos do produto. Em geral, a água quente é mais eficaz que a fria na redução da carga microbiana, mas cuidados devem ser tomados para evitar a descoloração da carne. As reduções na contagem bactérias podem variar de zero a 1 ou 2 log (FUNG *et al.*, 2001).

Refrigeração, armazenamento, embalagem, transporte e distribuição podem ainda contribuir para posteriores contaminações quando realizados de maneira inadequada (FUNG *et al.*, 2001).

Medidas corretivas incluem resfriamento correto das carcaças, a incorporação de cloro na água dos chillers, a higienização de facas e utensílios e uma boa limpeza do ambiente da área de abate (FUNG *et al.*, 2001).

O ambiente utilizado para a preparação da carne crua para venda, tais como, a sala de cortes, pode aumentar o nível de contaminação devido a excesso de manipulação (FUNG *et al.*, 2001).

Embora o cozimento completo elimine a maioria das bactérias, os produtos cárneos, ao longo da cadeia produtiva, podem ser manuseados por muitas pessoas antes do cozimento, e as bactérias se espalham por outros alimentos que não são necessariamente cozidos para consumo (CHAVES, 2006b).

Durante o processamento das aves, os níveis de contaminação podem ser controlados, mas não completamente erradicados, através de medidas higiênicas baseadas no princípio do APPCC, para evitar a contaminação cruzada, tanto entre produtos como entre o equipamento e o produto (BOLDER, 1998).

2.1.3.2 Biofilmes

A orientação para a higienização é que a desinfecção só será eficaz quando os equipamentos ou estruturas forem devidamente limpos antes da desinfecção. Isso pode ser explicado pelo fato de a matéria orgânica inativar a ação do desinfetante e conseqüentemente os microrganismos não serão afetados. Uma segunda razão é que os compostos orgânicos agem como uma camada protetora para os microrganismos. Com isso algumas bactérias podem formar biofilmes, implicando uma mudança em suas características de crescimento, o que pode resultar também em uma resistência contra desinfetantes. Estes efeitos podem ser considerados como uma pseudo-resistência pois o efeito protetor vai terminar se o biofilme for removido (ASSELT & GIFFEL, 2005).

Microrganismos são atraídos para superfícies ricas em nutrientes, que são suficientes para assegurar sua viabilidade e crescimento. Eles são inicialmente depositados nas superfícies e depois se aderem, crescem e se multiplicam ativamente para formar uma colônia de células. Neste contexto, a formação de polímeros orgânicos são essenciais para ajudar no processo de colonização. Essas massas de células ainda se tornam grandes o suficiente para aderir os resíduos orgânicos e inorgânicos, nutrientes e outros microrganismos, levando à formação de um biofilme microbiano. O biofilme refere-se a matriz biologicamente ativa de células e as substâncias extracelulares em associação com uma superfície sólida (KUMAR & ANAND, 1998).

A Figura 01 demonstra as etapas de formação de um biofilme de uma maneira mais ilustrativa.



Figura 01: Etapas de formação de um biofilme

Fonte: SILVA, 2010

A composição dos biofilmes pode ser heterogênea devido à colonização de

diferentes microrganismos que possuem necessidades nutricionais variadas. O aumento do tamanho do biofilme ocorre pela deposição ou adesão de outras partículas, orgânicas e inorgânicas. As espécies colonizadoras iniciais podem também contribuir para a colonização de espécies que são fisiologicamente compatível, enquanto inibe a colonização de outras. O biofilme formado pelas comunidades microbianas ou seja, os biofilmes com espécies mistas são muitas vezes mais grosso e estável que os biofilmes com uma única espécie (KUMAR & ANAND, 1998).

Os biofilmes são muito difíceis de serem removidos durante as operações de limpeza. Os microrganismos que parecem ser mais difíceis de remover por causa da formação de biofilmes incluem os patógenos *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes*. Assim como outras causas de incrustações, os biofilmes irão afetar a transferência térmica em trocadores de calor. Reduzir a eficácia do tratamento térmico pode contribuir para estimular ainda mais o crescimento bacteriano. Se o procedimento de limpeza utilizado não for capaz de remover o biofilme completamente, a descontaminação da superfície por calor ou substâncias químicas pode falhar uma vez que biofilme aumenta drasticamente a resistência dos organismos nele associados (NOTERMANS & POWELL, 2005).

Segundo CID LINES (2006), o cloro (que é neutralizado por matéria orgânica) não irá remover e nem mesmo penetrar no biofilme. A remoção deste só é possível por oxidação, assim por exemplo, o peróxido de hidrogênio seria recomendado para o trabalho.

Biofilmes de uma cepa selvagem de *Escherichia coli* foram cultivadas em 316 lâminas de aço inoxidável polido em um meio com reduzidos nutrientes. Os biofilmes aumentaram de tamanho entre 6 e 24 h. Um biofilme antigo de 3-6 h foi encontrado na superfície de aço inoxidável polido mesmo quando 200 ppm de hipoclorito de sódio foram aplicados (LOMANDER *et al.*, 2004).

IBUSQUIZAA *et al.* (*In Press*, 2010) estudou aumento da resistência à aplicação de cloreto de benzalcônio (BAC), ácido peracético (PA) e da nisina durante a formação de um biofilme a 25°C por três cepas de *Listeria monocytogenes* (CECT 911, CECT 4032, CECT 5873 e BAC-adaptado CECT 5873). A resistência após 4 e 11 dias de formação de biofilme foi quantificada em termos de valores de dose letal 90% (L_{D90}). Os piores casos ocorreram pela estirpe 4032 (em aço inoxidável e polipropileno), cujo biofilme mostrou um complexo "tipo nuvem", estrutura correlacionada com a maior resistência desta cepa contra os três biocidas utilizados.

O PA pareceu ser o mais eficaz dos três desinfetantes porque, segundo os autores, ele possui uma alta capacidade de oxidação e um tamanho molecular pequeno, podendo penetrar melhor no interior do biofilme. Os autores também demonstraram que a matéria orgânica pode neutralizar com os biocidas, indicando a importância de melhorar os protocolos de limpeza.

MARRIOTT (2006) sugere que o tratamento térmico é mais eficaz que a aplicação de desinfetantes químicos na eliminação de biofilmes e que no *teflon* ele é mais facilmente removido que no aço inoxidável.

A remoção do biofilme é uma tarefa muito difícil e cara, assim limpar e desinfetar adequada e constantemente os setores pode poupar trabalho e custos desnecessários. O projeto do equipamento (*design* e material utilizado) também é importante para conseguir evitar a formação do biofilme, facilitar a sua remoção e permitir uma limpeza adequada das superfícies (KUMAR & ANAND, 1998).

2.1.3.3 Doenças transmitidas por alimentos – DTA

No mundo todo, milhões de pessoas sofrem de alguma doença de origem alimentar causadas pelos mais diversos agentes e com graus de severidade variados. A contaminação do alimento pode causar desde uma leve indisposição até uma doença crônica e a morte, colocando a vida humana em perigo (DUCROQUET, 2010).

De acordo com a BRASIL (2001), uma doença transmitida por alimento é causada pela ingestão de um alimento contaminado por um agente infeccioso específico, ou pela toxina por ele produzida.

Os microrganismos patogênicos causam enfermidades a partir de 3 tipos de mecanismos: a infecção, a toxinose e a toxiinfecção. A infecção ocorre quando há ingestão de células viáveis dos microrganismos, seguida da colonização e multiplicação dentro do trato intestinal, como ocorre nos casos de salmonelose e listeriose. A toxinose decorre da ingestão de toxinas pré-formadas nos alimentos, decorrentes da multiplicação de bactérias toxinogênicas nos alimentos, não havendo a necessidade da ingestão de células viáveis. Um exemplo clássico de toxinose é o botulismo, causado pela ingestão da toxina botulínica. Por sua vez, a toxiinfecção ocorre quando há colonização dos microrganismos patogênicos, e a formação das toxinas ocorre dentro do trato intestinal, como nas doenças causadas por *Clostridium perfringens* (GUERREIRO, 2006).

Segundo SILVA (2010), apenas 1% das bactérias são patogênicas. A capacidade de uma bactéria causar alguma doença depende principalmente:

- presença de fatores de virulência;
- ingestão da dose infecciosa mínima;
- superação de diversos obstáculos no organismo infectado.

Um levantamento realizado pelo WHO (1995) na Europa indicou que quase 25% dos surtos de origem alimentar pode ser rastreada até a fonte. Os fatores mais importantes que contribuíram para a presença de patógenos em alimentos preparados foram: higienização insuficientes (1,6%), contaminação cruzada (3,6%), processamento ou armazenamento em locais inadequados (4,2%), equipamentos contaminados (5,7%) e contaminação durante a manipulação (9,2%).

No Brasil, de 1999 até o primeiro semestre de 2008, foram notificados 6.062 surtos de DTA, sendo que em 3.088 dos casos não foram identificados o agente etiológico. No total foram 117.330 de pessoas doentes e 64 óbitos (SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE, 2008).

A Figura 02 abaixo apresenta o número de surtos por agente etiológico, de 1999 a 2008 e logo abaixo, na Figura 03, por tipo de alimento envolvido.

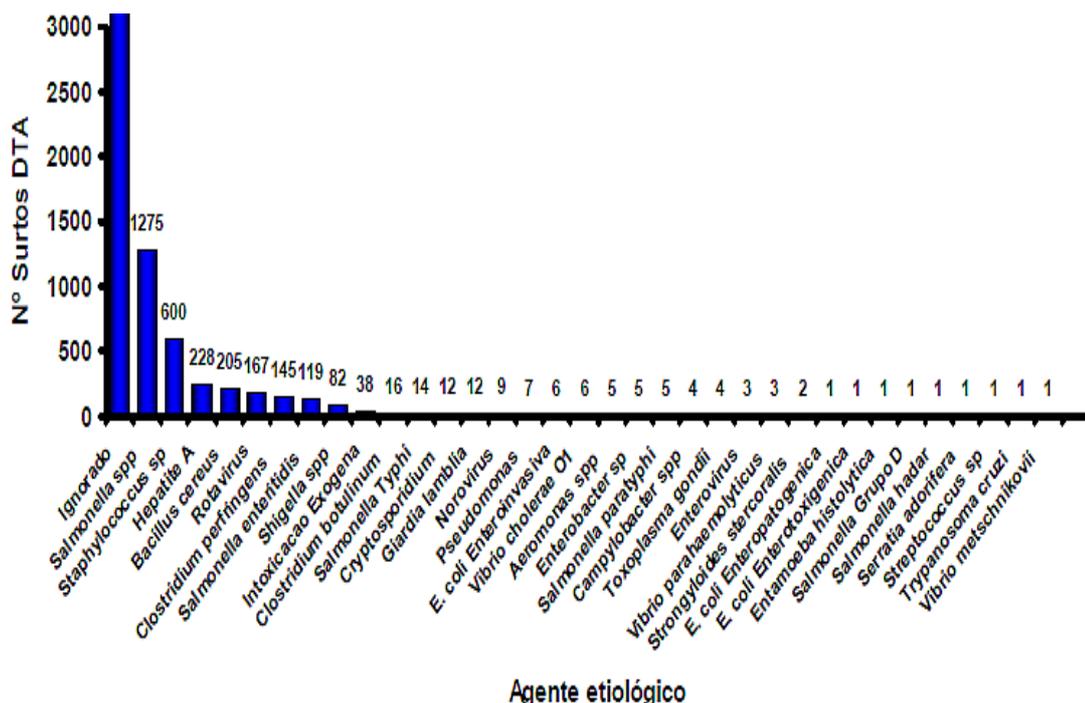


Figura 02: Número de surtos de DTA, de 1999 a 2008, por agente etiológico

Fonte: SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE, 2008

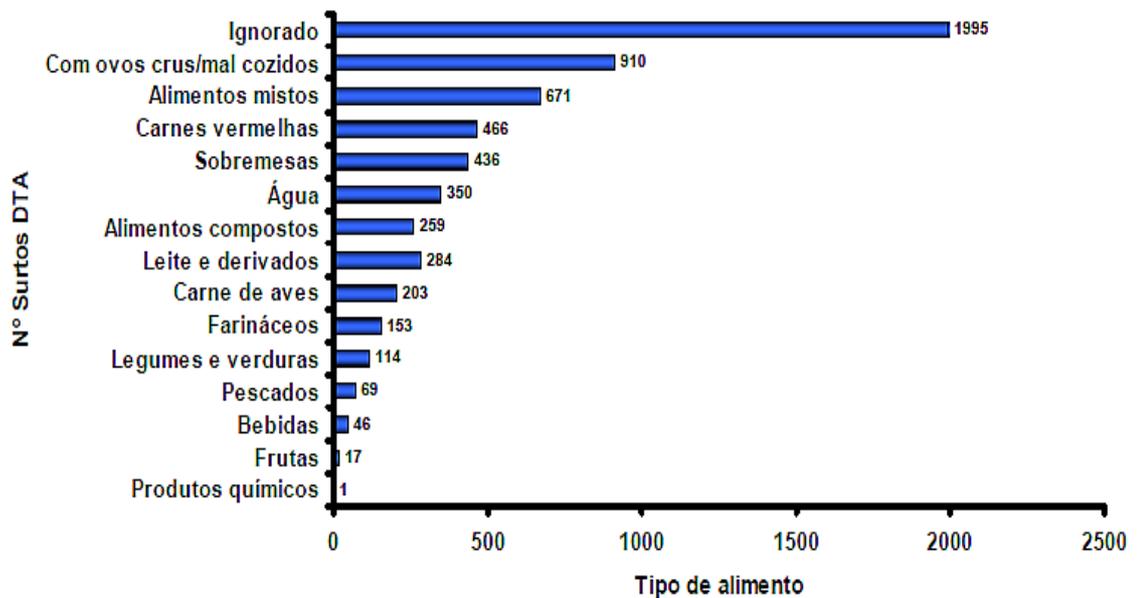


Figura 03: Número de surtos de DTA, de 1999 a 2008, por tipo de alimento

Fonte: SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE, 2008

A Figura 04 apresenta os fatores causais de surtos no Rio Grande do Sul, de 1999 a 2008. Por meio dela é possível se visualizar que a má higienização dos equipamentos é a sexta principal causa de surtos no estado, com cerca de 200 casos.

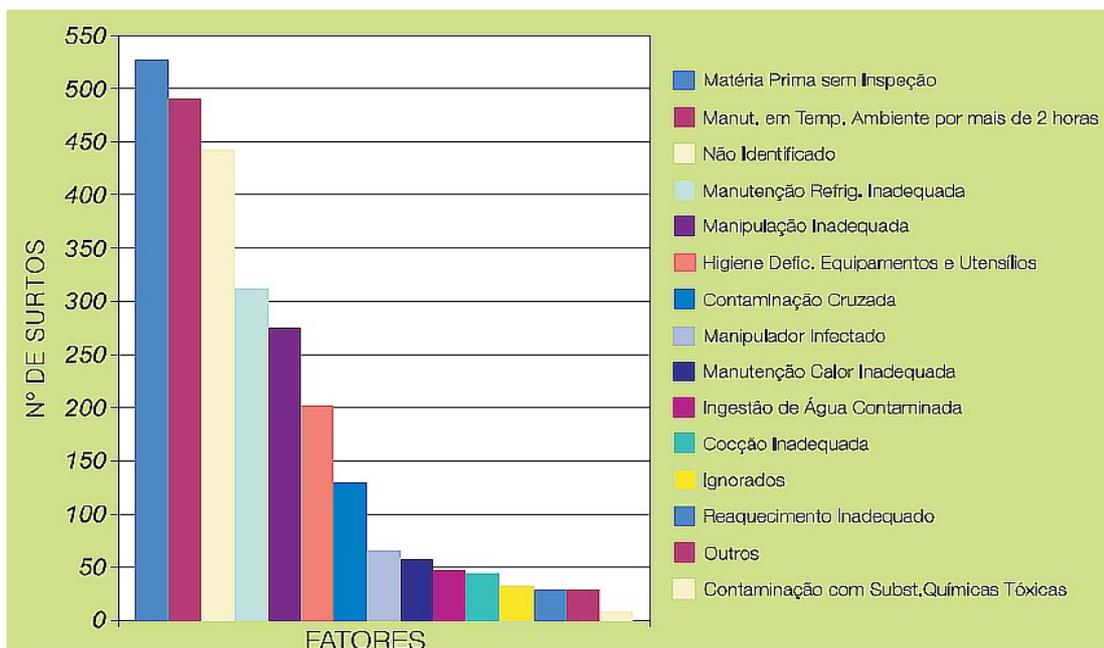


Figura 04: Número de surtos alimentares, de 1999 a 2008, por fator causal

Fonte: SILVA, 2010

Avaliação e manutenção das melhores condições higiênicas das pessoas,

equipamentos, utensílios, instrumentos, ambientes, matérias-primas e insumos são essenciais para a garantia de que um ambiente seguro para a produção do alimento (CHAVES, 2006b).

2.2 Higienização

Nos tempos antigos, ficou claro que as doenças poderiam ser superadas, ou por meio da cura (*Asclepius*) ou através do poder da limpeza (*Hygeia*). Curar doenças, com o uso de medicamentos, tornou-se parte da medicina. Já a prevenção das mesmas, o foco da higiene. As primeiras definições de "higiene" são derivadas do trabalho da deusa *Hygeia* (NOTERMANS & POWELL, 2005):

- “Cura através da limpeza”;
- “Ciência que lida com a preservação e promoção da saúde”.

Qualquer meio para evitar a contaminação e descontaminar o alimento (como o cozimento e a pasteurização) são considerados como parte do conceito de higiene. Vários fatores são contributivos, como a higiene pessoal e o *design* das instalações, equipamentos, etc., bem como as atividades relativas à limpeza e desinfecção das instalações (higienização) e a eliminação adequada de resíduos (saneamento) (NOTERMANS & POWELL, 2005).

O processo de limpeza consiste essencialmente na eliminação de restos de alimentos e outras partículas que ficam sobre as superfícies enquanto que a desinfecção consiste na destruição ou remoção dos microrganismos (MANUAL DE HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA ALIMENTAR, 2010).

Desinfecção não é o mesmo que esterilização, aonde microrganismos viáveis não podem mais ser detectados. Um equipamento desinfectado não está estéril (ASSELT & GIFFEL, 2005). Para a microbiologia, higienizar é definido como um processo de limpeza e desinfecção que resulta na redução de 99% a 99,9% no número de bactérias vegetativas presentes (NOTERMANS & POWELL, 2005).

2.2.1 Agentes de limpeza

2.2.1.1 Detergente

A capacidade de um detergente de remover a sujeira de uma superfície é atribuída a parte hidrofóbica da sua molécula. A concentração de um detergente em que se inicia a formação de micelas é chamada de concentração micelar crítica (CMC) e varia de acordo com o detergente. A concentração de um detergente é usado acima do seu nível CMC, geralmente em torno de 800-900 ppm, mas pode ser de 1000-3000 ppm, se não ocorrer o contato com a pele, ou quando uma limpeza mais pesadas é necessária. Para aumentar a eficiência de limpeza, detergentes são utilizados com água. Além disso, alguma forma de energia, tais como a pulverização, a pressão e o fluxo turbulento, pode ser usada para um melhor resultado (RAY, 2004).

Detergentes alcalinos

Os detergentes alcalinos têm bom poder emulsificante, dispersante, peptizante e umectante. Logo saponificam a gordura, solubilizam proteína e neutralizam os resíduos ácidos, evitando que os equipamentos sofram corrosão. (FOSCHIERA, 2004 e DUCROQUET, 2010).

Os detergentes altamente alcalinos como a soda cáustica e os silicatos, são recomendados para a remoção de impurezas incrustadas ou queimadas, mas são extremamente corrosivos para muitos materiais e em contato com a pele podem provocar queimaduras muito graves. Já os moderadamente alcalinos, como carbonato de sódio, são eficientes na remoção de gorduras mas não na remoção de resíduos minerais. Os detergentes alcalinos suaves, como o bicarbonato de sódio, são eficazes em água sem calcário, mas não removem os resíduos minerais (MANUAL DE HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA ALIMENTAR, 2010).

Detergentes ácidos

Os ácidos são utilizados quando existe a possibilidade de formação de incrustações minerais. Estas incrustações podem ocorrer em função do tipo de alimento (depósitos calcários) e da qualidade química da água industrial (água dura). Também são eficazes na remoção dos depósitos minerais formados pelos agentes de limpeza alcalinos. Quando a água é aquecida a temperaturas superiores a 80°C,

alguns dos minerais depositam-se e aderem às superfícies metálicas (MANUAL DE HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA ALIMENTAR, 2010).

Os agentes ácidos são usados mais para situações específicas do que para uso geral. Estes agentes são menos eficazes que os alcalinos na remoção de sujidades causadas por gorduras, óleos e proteínas (MANUAL DE HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA ALIMENTAR, 2010).

Em termos de ação química, os ácidos orgânicos fracos e inorgânicos reagem com os sais insolúveis na água para torná-los solúveis, facilitando a remoção (FOSCHIERA, 2004).

Agentes sequestrantes e tensoativos

Os agentes sequestrantes são frequentemente se incluídos nas fórmulas dos detergentes para quelar cálcio e magnésio, que sofrem precipitação. Os mais utilizados são os polifosfatos, entre eles o trifosfato de sódio e compostos complexos de fosfato (TETRA PAK, 1995).

Os agentes tensoativos ou surfactantes, por serem miscíveis com água e óleo, são usados para reduzir a tensão superficial e facilitar o contato entre o detergente e superfície a ser limpa. Podem ser divididos em três grupos: os catiônicos (amônio quaternário), os aniônicos (sulfonatos de alquila e arila) e não iônicos (ésteres) (FOSCHIERA, 2004 e DUCROQUET, 2010).

2.2.1.2 Desinfetantes

De acordo com BRASIL (2007), um desinfetante é produto que mata todos os microrganismos patogênicos mas não necessariamente todas as formas microbianas esporuladas em objetos e superfícies inanimadas, enquanto o sanificante é produto que reduz o número de bactérias à níveis seguros de acordo com as normas de saúde.

Os fatores importantes para a eficiência antimicrobiana são o tempo de exposição, a temperatura, as concentrações utilizadas, o pH, a carga inicial e o tipo de microrganismo, a adesão microbiana à superfície e dureza da água (RAY, 2004 e FOSCHIERA, 2004).

A desinfecção pode ser realizada por meios físicos (vapor, radiação ultravioleta) ou métodos químicos. Em geral, os métodos físicos são preferidos

porque são muito confiáveis e não deixam resíduos. Entretanto, eles nem sempre podem ser aplicados devido a restrições, como a temperatura, a segurança e *design* do equipamento. Nestes casos, são utilizados desinfetantes químicos (ASSELT & GIFFEL, 2005).

Desinfecção por métodos físicos

Desinfecção por intermédio do calor é um bom método pois não é corrosivo e destrói praticamente todos os tipos de microrganismos. No entanto, apresenta limitação por não poder ser utilizada em superfícies sensíveis ao calor e ser relativamente cara. Este tipo de desinfecção é eficaz se assegurarmos que a temperatura atinja toda a superfície a desinfetar e durante o tempo necessário para a destruição dos microrganismos (MANUAL DE HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA ALIMENTAR, 2010).

A desinfecção por radiação é um processo mais usado em hospitais e laboratórios do que na indústria alimentar. Os restos de alimentos e outras sujidades absorvem a radiação tendo um efeito protetor sobre os microrganismos (MANUAL DE HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA ALIMENTAR, 2010).

Desinfecção por agentes químicos

Uma ampla variedade de desinfetantes estão disponíveis no mercado e podem ser divididos de acordo com os grupos abaixo. Cada um dos grupos possuem suas próprias aplicações e restrições na indústria alimentar. É importante perceber que o alvo de um desinfetante é um organismo vivo, o qual pode apresentar algum mecanismos de proteção. A Tabela 02, apresenta o modo de ação e o alvo de alguns desinfetantes químicos.

Tabela 02: Modo de ação e alvo de diferentes grupos de desinfetantes

Biocida	Modo de ação	Alvo
Halogênios	Halogenação / oxidação	Ácidos nucleicos e proteínas
Quaternário de amônio (QAC)	Interação eletrotática	Superfície celular, enzimas e proteínas
Peróxidos	Oxidação	Lipídios, proteínas e DNA
Alcoóis	Desnaturação protéica	Membrana plasmática
Aldeídos	Reação de alquilação	Parede celular
Bifenóis	Penetração / rompimento da camada fosfolipídica	Camada fosfolipídica
Biguanina	Interação eletrotática	Membrana citoplasmática

Fonte: ASSELT & GIFFEL, 2005

2.2.2 Fatores que influenciam na eficiência da higienização

Fatores importantes para a aplicação dos agentes de limpeza e desinfecção são (ASSELT & GIFFEL, 2005):

- uso do produto apropriado;
- aplicação do produto nas condições corretas;
- influência de componentes neutralizantes.

Utilização do produto adequado

A aplicação do produto correto é importante para se alcançar o efeito químico desejado. Com relação aos desinfetantes, é necessário que o produto com um espectro adequado seja escolhido. Por exemplo, para inativar os esporos, a aplicação de álcoois ou quaternários de amônio - QACs é inútil pois esses agentes não são esporicidas. Outro ponto é que algumas soluções (por exemplo, soluções de cloro) agem de forma muito agressiva sobre as superfícies metálicas e vedações plásticas. Isso resulta em corrosão dos materiais proporcionando às bactérias lugares aonde podem sobreviver a higienização (ASSELT & GIFFEL, 2005).

Aplicação do produto nas condições corretas

A combinação de concentração, ação mecânica, tempo e temperatura é de grande importância para uma eficiente limpeza e desinfecção (ASSELT & GIFFEL, 2005).

A concentração empregada não deve ser maior ou menor do que a concentração recomendada pelo fabricante. Concentrações mais altas podem levar a insolubilidade e aumento da corrosividade. Quanto incrustações de proteínas, sabe-se que concentrações muito elevadas de álcali (>0,5%) resultam na polimerização da proteína, que obstruem e impedem a penetração dos agentes de limpeza e desinfecção, resultando em uma diminuição da taxa de remoção da incrustação (ASSELT & GIFFEL, 2005).

O aumento da temperatura resulta em maior eficiência, porém limpar em temperaturas acima de 80°C resulta em um maior consumo de energia sem no entanto aumentar os benefícios da limpeza. Além disso pode levar a danos no equipamento (corrosão). A temperatura ideal de trabalho é em torno de 70°C (ASSELT & GIFFEL, 2005).

O tempo de contato é o terceiro parâmetro importante dos processos de desinfecção. Quanto maior o tempo de contato, maior o número de microrganismos inativados (ASSELT & GIFFEL, 2005).

O pH é um fator importante, pois pode modificar a aplicação prática do desinfetante utilizado. Por exemplo, para o cloro o pH deve estar na faixa entre 5 e 8 para ser eficaz como o ácido hipocloroso. Quando o pH está abaixo de 5, o gás cloro é produzido e no pH acima de 8, íons ClO⁻ são produzidos, inativando o cloro como desinfetante (ASSELT & GIFFEL, 2005).

Influência de componentes neutralizantes

Antes da desinfecção, o equipamento ou superfície a ser higienizada não deve conter quaisquer componentes que possam inativar o desinfetante. Os resíduos orgânicos são bem conhecidos por seu efeito neutralizante. Em geral, eles reagem com o biocida reduzindo a concentração de agente antimicrobiano para o ataque aos microrganismos (ASSELT & GIFFEL, 2005).

Tem sido especulado que o uso crescente de desinfetantes químicos, em particular de compostos de amônio quaternário, poderia impor uma pressão seletiva e contribuir para o surgimento de microrganismos resistentes ao desinfetante (PEYRATA *et al.*, 2008). Além disso, a recirculação do produto químico no processo (o re-trabalho) implica no risco de que os microrganismos remanescentes após a higienização sejam expostos pela segunda vez aos agentes de limpeza e desinfecção. Isso pode auxiliar no desenvolvimento de linhagens de microrganismos

resistentes aos compostos antimicrobianos (ASSELT & GIFFEL, 2005).

Na Tabela 03 são apresentados os tipos de resíduos encontrados na indústria de carnes e o grau de dificuldade na remoção dos mesmos.

Tabela 03: Remoção de diferentes tipos de sujidades na indústria de carnes

Sujidade	Solubilidade	Facilidade de remoção	Evitar
Gorduras	Insolúveis em água e em soluções alcalinas ou ácidas	Fácil na presença de tensoativos e com a ajuda da temperatura (40°C a 60°C)	Polimerização pela ação da temperatura elevada e oxidação
Proteínas	Pouco solúveis em água e ligeiramente solúveis em soluções alcalinas	Relativamente fácil	Precipitação, coagulação e carbonização
Carboidratos	Solúveis em água	Fácil	Caramelização

Fonte: MANUAL DE HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA ALIMENTAR, 2010

2.2.3 Fases de higienização

É imperativo que as superfícies que entrem em contato com o produto sejam bem limpas antes da desinfecção. KRYSINSKI *et al.* (1992) estudaram os efeitos de uma variedade de agentes de limpeza e desinfecção sobre a *L. monocytogenes*, que se proliferou no aço inoxidável e em um polímero, ambos materiais utilizados em correias transportadoras, ao longo de um período de 24 horas. Eles descobriram que o desinfetante sozinho teve pouco efeito sobre o biofilme formado pela *Listéria*, mesmo quando o tempo de exposição foi aumentado para 10 minutos. Quando o biofilme foi exposto primeiramente ao processo de limpeza antes da desinfecção, as bactérias eram rapidamente inativadas.

Segundo CONTRERAS *et al.* (2003), as fases da higienização seriam:

- Remoção dos resíduos sólidos: esse procedimento facilita a limpeza e reduz o gasto com água;
- Pré-enxágue com água: se realizado corretamente obedecendo a temperatura e pressão adequadas da água, irá trazer uma economia significativa de detergente;
- Aplicação do detergente: Essa aplicação poderá ser executada por processo manual, por espuma, imersão, pulverizadores ou bombas e outros. A escolha adequada do detergente e da forma de aplicação são fatores primordiais para uma boa higienização;

- Enxágue com água: É necessário um enxágue com água até que se remova totalmente os resíduos de detergente;
- Sanitização: Procedimento para aplicação do sanificante que será responsável pela remoção da contaminação microbiológica remanescente;
- Enxágue com água: Dependendo do agente sanificante e do produto que será manipulado na superfície, esse procedimento torna-se desnecessário de ser realizado logo em seguida à sua aplicação, ou seja, pode ser somente enxaguado no dia seguinte, antes do início das operações nessa superfície.

A Figura 05 representa esses passos de uma forma ilustrativa.



Figura 05: Etapas do processo de higienização

Fonte: MANUAL DE HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA ALIMENTAR, 2010.

2.2.4 Métodos de higienização

Manual

Este tipo de limpeza, pouco sofisticada, necessita de muita mão-de-obra e atenção pois pode levar a resultados variáveis. Os principais materiais requeridos, segundo MANUAL DE HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA ALIMENTAR (2010) são:

- Escovas: as cerdas/pêlos devem ser tão ásperas/duras quanto possível sem prejudicar a superfície. As escovas de *nylon* têm fibras fortes, flexíveis, uniformes, duradouras e não absorvem a água. Escovas feitas com

cerdas/pêlos absorventes não são higiênicas e devem ser evitadas.

- Raspadores: podem ser usados na limpeza de resíduos de produto quando a operação apresenta uma dimensão reduzida que não justifica usar limpeza mecanizada.
- Mangueiras / pistolas de água: devem ser suficientemente longas para chegar a todas as áreas que precisam de ser limpas, mas não demasiado devido às quedas de pressão. Uma escova com uma cabeça de pressão ajuda a limpar e a escovar ao mesmo tempo. A utilização de pistolas de água, requer alguns cuidados para não “espalhar” a sujidade .
- Lavagem com água quente: é um método de limpeza muito usado. Tal como todos os equipamentos que usam água, este método tem um custo elevado de energia e causa condensação.

Imersão

A imersão pode realizar-se com ou sem agitação. É utilizada para a lavagem de pequenas peças de equipamento desmontáveis: formas, caixas e outros utensílios. Este método de limpeza geralmente utiliza água quente e/ou detergente (MANUAL DE HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA ALIMENTAR, 2010).

Alta Pressão

As bombas de água de alta pressão podem ser portáteis ou fixas dependendo do volume e necessidade da operação. As unidades portáteis são normalmente menores, bombeiam de 40 a 75 litros por minuto a uma pressão de 41,5 kg/cm² e têm um compartimento que mistura os componentes de limpeza. As unidades fixas bombeiam de 55 a 475 litros por minuto. Podem possuir um acessório (pistola de vapor) que mistura vapor com água e/ou componentes de limpeza. Requer muita energia e pode não ser seguro porque causa nevoeiro. Este nevoeiro condensa e pode promover o crescimento de bolores e bactérias nas paredes e tetos (MANUAL DE HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA ALIMENTAR, 2010).

Espuma e Gel

Este método permite evitar a ação mecânica. Consiste em pulverizar a

espuma ou gel sobre a superfície do equipamento e deixar atuar durante um determinado período de contato. Este método é bastante interessante em termos de custos de mão de obra (MANUAL DE HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA ALIMENTAR, 2010).

Pulverização

- Nebulizantes e fumigantes: utilizados para a desinfecção de superfícies abertas (nebulizantes) ou superfícies fechadas (fumigantes). A desinfecção de superfícies por via aérea consiste na emissão do produto desinfectante em forma de névoa com partículas de diâmetros muito reduzido. Permite o acesso a superfícies escondidas. O reduzido tamanho das partículas permite prolongar a sua permanência no ar (MANUAL DE HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA ALIMENTAR, 2010).
- Aspersão: pode utilizar-se para limpar grandes superfícies como é o caso do interior e exterior dos depósitos. Com estes dispositivos pode-se utilizar soluções frias ou quentes, incluindo vapor de água (MANUAL DE HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA ALIMENTAR, 2010).

Limpeza em circuitos fechados – sistema CIP

Este método de limpeza, designado a maioria das vezes, de limpeza CIP, iniciais da designação inglesa “*Cleaning In Place*”, consiste numa instalação específica para higienização em circuito fechado. Nestes sistemas, tem lugar uma circulação, distribuição, aspersão e armazenamento de produtos de higienização e água sobre as superfícies a higienizar. Porém estes sistemas apresentam um custo de instalação muito elevado e só se justificam para empresas de grandes dimensões (MANUAL DE HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA ALIMENTAR, 2010).

2.3 Qualidade da água

A água é usada na indústria alimentícia como ingrediente, auxiliar de processamento e para as etapas de higienização. Seu uso como ingrediente ou auxiliar de processamento pode levar tanto a uma contaminação microbiológica quanto química, por isso é importante a utilização de água de alta qualidade

(DAWSON, 2000).

As agroindústrias do setor de carne, consomem grandes quantidades de água não somente devido à necessidade de frequentes limpezas e higienização, como também nos processos de pré-resfriamento e escaldagem, entre outros. O suprimento de água de boa qualidade passa a ser uma das maiores preocupações de toda unidade de produção deste setor (DUCROQUET, 2010).

Segundo BRASIL (2004), a água é considerada própria para consumo humano quando parâmetros microbiológicos e físico-químicos atendem ao padrão de potabilidade e não oferecem riscos à saúde. Os Quadros 01 e 02 apresentam os parâmetros microbiológicos e físico-químicos da água potável.

PARÂMETRO	VMP ⁽¹⁾
Água para consumo humano ⁽²⁾	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes ⁽³⁾	Ausência em 100ml
Água na saída do tratamento	
Coliformes totais	Ausência em 100ml
Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes ⁽³⁾	Ausência em 100ml
Coliformes totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100ml em 95% das amostras examinadas no mês; Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100ml

Quadro 01: Parâmetros microbiológicos para a água potável

Fonte: BRASIL, 2004

PARÂMETRO	Unidade	VMP ⁽¹⁾
Alumínio	mg/L	0,2
Amônia (como NH ₃)	mg/L	1,5
Cloreto	mg/L	250
Cor Aparente	uH ⁽²⁾	15
Dureza	mg/L	500
Etilbenzeno	mg/L	0,2
Ferro	mg/L	0,3
Manganês	mg/L	0,1
Monoclorobenzeno	mg/L	0,12
Odor	-	Não objetável ⁽³⁾
Gosto	-	Não objetável ⁽³⁾
Sódio	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	1.000
Sulfato	mg/L	250
Sulfeto de Hidrogênio	mg/L	0,05
Surfactantes	mg/L	0,5
Tolueno	mg/L	0,17
Turbidez	UT ⁽⁴⁾	5
Zinco	mg/L	5
Xileno	mg/L	0,3

Quadro 02: Parâmetros físico-químicos para a água potável

Fonte: BRASIL, 2004

Em condições normais, uma água com cloro residual livre, pH e turbidez normais não deve apresentar resultado de análise microbiológica fora dos padrões oficiais estabelecidos (BRASIL, 2005a).

O objetivo do controle de rotina é fornecer, regularmente, informações sobre a qualidade organoléptica e microbiológica da água destinada ao consumo humano, bem como informações sobre a eficácia dos tratamentos de água potável (especialmente a desinfecção), tendo em vista determinar se a água destinada ao consumo humano está em conformidade com os correspondentes valores paramétricos legais (UNIÃO EUROPEIA, 1998).

BRASIL (2004) recomenda que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 e o teor máximo de cloro residual livre, em qualquer ponto do sistema de abastecimento, seja de 2,0 mg/L. De acordo com BRASIL, 2005a), o sistema de cloração deve ser automático e dotado de um dispositivo que alerte o responsável pelo tratamento. O cloro livre e pH deve ser monitorado diariamente nos pontos previamente definidos e mapeados pela empresa.

A turbidez é a medida de resistência da água à passagem de luz. Decorre da presença de ácidos orgânicos e inorgânicos na água. A lama e areia da superfície, quando arrastadas pela água, tornam-na indesejável inclusive por carregarem resíduos orgânicos (PARDI *et al.*, 2001). Por isso, de acordo com BRASIL (2005a), o teste de turbidez é usado como indicador da eficiência do tratamento da água. O Quadro 03 apresenta o valor máximo permitido (VMP) de turbidez para a água pós-filtração ou pré-desinfecção, expresso em unidade de turbidez (UT).

TRATAMENTO DA ÁGUA	VMP ⁽¹⁾
Desinfecção (água subterrânea)	1,0 UT ⁽²⁾ em 95% das amostras
Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)	1,0 UT ⁽²⁾
Filtração lenta	2,0 UT ⁽²⁾ em 95% das amostras

Quadro 03: Parâmetros para a análise da turbidez da água

Fonte: BRASIL, 2004

As características de natureza química da água, independentemente do grau de dureza, promovidas, em particular, pelos carbonatos de cálcio e de magnésio, são representados pela presença de sais dissolvidos (PARDI *et al.*, 2001). Uma água com dureza excessiva reduz a eficácia de alguns detergentes e desinfetantes e contribui para a formação de incrustações na superfície do equipamento durante a evaporação (MANUAL DE HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA ALIMENTAR, 2010).

2.4 Layout e design higiênico dos equipamentos

O *design* higiênico das estruturas e equipamentos voltados para a indústria de alimentos é um dos fatores mais importante para garantir alimentos são seguros e saudáveis. Deficiências de projeto podem resultar em perdas de produto devido à contaminação/deterioração, ao aumento dos custos de limpeza e ao menor tempo de produção. A higiene da produção de alimentos, portanto, depende de uma combinação de procedimentos durante o processamento do alimento e do *design* higiênico das instalações e equipamentos, em plena conformidade com a legislação (NOTERMANS & POWELL, 2005).

A natureza da superfície de equipamentos e instalações apresenta uma importante influência na ação dos agentes de limpeza e desinfecção, facilitando ou dificultando a higienização. Os equipamentos devem ser projetados e orientados para serem acessíveis, facilitar a limpeza e a redução da contaminação, assim os finais das superfícies precisam ser lisos, livres de fendas e arranhões, construídos de materiais não tóxicos, à prova de danos, resistentes à corrosão, não absorventes e incapazes de migrar para os produtos alimentícios (MARRIOTT, 2006).

Os microrganismos são particularmente atraídos por superfícies que lhes ofereçam um ambiente estável para a sobrevivência e crescimento. As superfícies expostas ao ar são sempre vulneráveis ao menos que sejam frequente e eficientemente higienizadas. No entanto, as superfícies de equipamentos fechados também podem ser vulneráveis. Normalmente existem lugares, mesmo quando corretamente concebidos, aonde alguns resíduos de produtos (alimentos, produtos de limpeza, etc.) podem permanecer mais tempo do que o desejável. Os microrganismos podem residir nessas superfícies tempo o suficiente para se multiplicarem e contaminarem o alimento produzido. Problemas ainda maiores são causados quando eles se aderem à superfície e formam biofilmes (NOTERMANS & POWELL, 2005 e AARNISALO *et al.*, 2006).

AARNISALO *et al.* (2006) investigou as práticas higiênicas referentes à manutenção e higienização dos equipamentos na indústria de alimentos, através de questionários. Alguns dos resultados desta pesquisa são mostrados nas Tabelas 04 e 05.

Tabela 04: Equipamentos mais problemáticos das indústria de alimentos

Equipamentos mais problemáticos^a	Total (n=44)	Carne e aves (n=14)	Panificação (n=11)	Pesca (n=8)	Laticínios (n=6)	Outros (n=5)
Embaladora	20	7	4	5	3	1
Correia transportadora	17	7	6	1	3	- ^b
Equipamento de distribuição	15	4	8	2	1	-
Fatiadora	15	9	3	3	-	-
Equipamento de refrigeração	9	6	2	-	1	-
Estocagem	6	-	6	-	-	-
Tanque de salmoura	5	3	-	2	-	-
Pasteurizador	5	-	1	-	4	-
Equipamento para maceração	5	5	-	-	-	-
Misturadora/batedeira	5	1	1	1	-	2
Câmara de resfriamento	4	3	-	1	-	-
Caldeira	4	1	-	1	2	-
Despolpadeira	4	1	-	-	3	-
Forno	4	2	1	-	1	-
Equipamento para carregamento	4	1	3	-	-	-
Bombas	4	1	3	-	-	-
Filetadora	3	-	-	3	-	-
Moedor	3	2	-	1	-	-
Equipamento para rechear	3	1	1	-	-	1
Ralador	3	2	1	-	-	-
Triturador	3	3	-	-	-	-

a = equipamento foi mencionado ao menos três vezes pelos entrevistados

b = sem resposta

n = número de entrevistados

Fonte: AARNISALO *et al.*, 2006

Tabela 05: Principais causas de dificuldade na limpeza dos equipamentos

Razão	Embaladora	Correia transportadora	Equipamento de distribuição	Fatiadora	Equipamento de refrigeração
Construção pobre (todos os pontos não podem ser limpos ou são difíceis de se limpar)	15	13	11	11	7
Material ou superfície inadequada	5	6	3	4	1
Mal localizado na produção	-	6	2	-	3
Outros ^{a,b,c,d,e}	5 ^a	4 ^b	2 ^c	2 ^d	2 ^e

Os entrevistados puderam indicar mais de uma razão

a = muitos componentes não toleram água (n=3), equipamento aberto, equipamento velho

b = equipamento aberto, parte interna da correia e locais difíceis de limpar

c = dificuldade de desmontar para limpar

d = muitas partes pequenas

e = juntas e encanamentos mal limpos durante a limpeza CIP

Fonte: AARNISALO *et al.*, 2006

2.5 Procedimentos Padrão de Higiene Operacional - PPHO

A contaminação de um alimento pode ser atribuída à incapacidade de aplicar eficientemente medidas de intervenção capazes de reduzir ou eliminar os patógenos na cadeia de produção da carne de aves (SAMPERS *et al.*, 2010).

A higienização de equipamentos e utensílios é fundamental para garantia da segurança dos alimentos, seja para o mercado externo ou interno, pois entram em contato direto com o produto. A indústria precisa estar consciente na escolha e na utilização dos produtos de limpeza e sanitização. Só deverão ser utilizados produtos aprovados e autorizados pelos órgãos do Ministério da Agricultura. Esta tem que ser uma atitude da indústria. As sujidades a serem removidas das superfícies de equipamentos, tubulações, utensílios e dos pisos são ricas em gorduras, proteínas e carboidratos. A diferentes temperaturas, estes materiais têm grande aderência nas superfícies. Os produtos e os processos de limpeza precisam remover todos estes resíduos, sejam macro ou microscópicos, a níveis compatíveis com a segurança dos alimentos, atendendo e ultrapassando os limites das exigências regulamentares da inspeção sanitária do Ministério da Agricultura. Os procedimentos de limpeza e higienização precisam seguir os princípios do plano APPCC, que inclui os Procedimentos Padrão de Higiene Operacional (PPHO) e as Boas Práticas de

Fabricação (BPF) como pré-requisitos e realizados por profissionais adequadamente treinados (CHAVES, 2006a).

As Circulares nº175 e nº176, do Departamento de Produtos de Origem Animal – DIPOA, referem-se aos programas de autocontroles para a indústria de alimentos, incluindo os PPHO e aos procedimentos de verificação deste programa, respectivamente. As modernas legislações dirigidas ao controle sanitário de alimentos tratam os programas de autocontrole como requisitos básicos para a garantia da inocuidade dos produtos. No DIPOA, esses programas incluem o Programa de Procedimentos Padrão de Higiene Operacional – PPHO (PPHO), o Programa de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle – APPCC (HACCP) e, em um contexto mais amplo, as Boas Práticas de Fabricação – BPF (GMP) (BRASIL, 2005a).

Os Procedimentos Padrão de Higiene Operacional (PPHO) são procedimentos específicos escritos necessariamente para assegurar as condições sanitárias na indústria de alimentos. Eles incluem os passos para a limpeza e desinfecção de forma a evitar a adulteração do produto e são específicos para cada unidade produtora, mas algumas similaridades aparecem entre as indústrias (KEENER, 2007).

Segundo BRASIL (2003), tanto os procedimentos pré-operacionais quanto os operacionais devem conter:

- Data e assinatura do indivíduo com maior autoridade no estabelecimento, garantindo a implementação do programa PPHO;
- Nome ou função do responsável pelos procedimentos executados em cada seção;
- Procedimentos de limpeza e sanitização das instalações e equipamentos;
- Procedimentos de monitoria;
- Ações corretivas;
- Medidas preventivas;
- Registros.

São considerados pré-requisitos dos PPHO: as condições físicas das instalações e equipamentos de processo e suas prováveis implicações na manutenção das desejáveis condições higiênico-sanitárias; o fluxograma

operacional e as medidas preventivas de contaminação cruzada; a qualidade da água de abastecimento e sua implicação nos procedimentos de limpeza; o programa de combate a insetos e roedores e as condições de saúde dos manipuladores e seus hábitos higiênicos (BRASIL, 2005b).

O programa PPHO deve contemplar intervenções programadas pelo estabelecimento visando a limpeza e sanitização dos equipamentos e utensílios nos intervalos do turno de trabalho, portanto em horários pré-fixados. As mesmas intervenções previstas para serem executadas durante as operações, como a troca de facas, o ato de esterelizá-las entre outros fazem parte dos Procedimentos Sanitários Operacionais (PSO) (BRASIL, 2005b). Os PSO visam (entre outras coisas) identificar falhas e/ou imperfeições operacionais que possam comprometer as condições higiênico-sanitárias do produto (BRASIL, 2005a).

A elaboração de um programa de limpeza e sanificação envolve múltiplos fatores relacionados não só com as instalações e equipamentos, mas também com o tipo de resíduo a ser removido, com as especificações e propriedades dos agentes de limpeza e sanificação, a frequência de aplicação e critérios utilizados na avaliação deste plano. Deve constar do plano a relação dos produtos empregados com as respectivas autorizações de uso pelo DIPOA e, ainda, métodos de controle de limpeza de superfície (BRASIL, 1998).

Os estabelecimentos devem especificar os métodos, a frequência e os registros associados com os procedimentos de monitoria. A monitoria dos procedimentos pré-operacionais deve contemplar, no mínimo, a avaliação e registro da limpeza efetiva de todas as instalações, equipamentos e utensílios que tem contato direto com os alimentos e que serão utilizados ao início da produção. Deve ser realizada com antecedência suficiente ao início da produção, para que haja tempo para a execução das ações corretivas e para a verificação pela Inspeção Federal (BRASIL, 2003).

A verificação oficial do programa é conduzida através da observação direta das Unidades de Inspeção (UI's), as quais são definidas com base nos equipamentos e no tempo necessário (= 1 minuto) à execução da inspeção visual. Durante essa inspeção leva-se em conta o espaço tridimensional em que está inserido o equipamento de forma que sejam observadas também as estruturas superiores (teto/forro, tubulações, vigas, etc.), paredes, pisos, enfim, todos os aspectos, que de uma forma ou de outra possam comprometer a inocuidade do produto que será processado (BRASIL, 2005a).

A medida que se constata uma deficiência na execução dos PPHO, quer seja por problema de registros, quer no que se refere aos procedimentos, é lícito supor que produtos contaminados ou alterados podem estar sendo oferecidos ao consumidor. Após a verificação, o SIF analisa os achados e os compara com os registros da empresa para identificar eventuais falhas de execução do programa. No caso de incompatibilidade entre os registros da empresa e os encontrados pela inspeção ou outras falhas, o SIF primeiramente deve se assegurar de que as deficiências identificadas estão perfeitamente caracterizadas antes de registrá-las no formulário próprio e adotar as medidas oficiais adequadas (BRASIL, 2005b). A constatação de deficiências pode exigir do SIF local:

- interdição do equipamento, utensílio ou setor;
- apreensão do produto produzidos no turno de trabalho correspondente a verificação com problemas;
- condenação do produto.

Em qualquer uma dessas situações, o SIF comunicará a direção da empresa o resultado da verificação e a ação adotada por meio do preenchimento do Registro de Não Conformidades – RNC (BRASIL, 2005b).

Para as empresas processadoras de carne e de aves, os PPHO são a base para outros programas de segurança dos alimentos. Criar e cumprir os PPHO pode ser um desafio para as empresas de pequeno porte (KEENER, 2007).

2.5.1 Avaliação do processo de higienização

A eficiência da aplicação dos procedimentos de limpeza e sanitização (descritos no PPHO) pode ser avaliada através dos seguintes métodos, de acordo com BRASIL (2003):

- Organoléptico (sensorial, por exemplo, visão, tato, olfato);
- Químico (ex: verificação do nível de cloro da água de enxágue);
- Microbiológico (*swab* e cultura de superfícies de contato com alimentos de equipamentos e utensílios).

Inspeções periódicas das superfícies de contato ajudam a manter baixo o risco de multiplicação bacteriana. Os testes microbiológicos não evitam a entrada de bactérias na indústria, mas permitem manter a vigilância sobre perigos bacterianos e alertam as áreas de produção quanto à manutenção da limpeza. Em médio prazo, os testes laboratoriais para patógenos nos equipamentos e nos produtos melhoram a eficiência da produção, reduzem o custo da mão-de-obra, aumentando a produtividade e a confiabilidade (CHAVES, 2006a).

Testes para verificações da eficiência da limpeza de desinfecção se concentram em um número relativamente limitado de bactérias indicadoras: *Listeria monocytogenes*, na carne e das indústrias de peixe; *Salmonella* sp. na indústria avícola; esporos de *Bacillus* e *Streptococcus termofílico* na indústria de laticínios, *Pseudomonas* sp. ou *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* em muitos procedimentos como indicadores de higiene (VERRAN, 2005).

Algumas técnicas para verificação da higienização são abordadas abaixo:

- Zaragatoa: É a técnica muito usada. Começa-se por mergulhar a extremidade da zaragatoa – de algodão ou alginato de cálcio – num tubo com água ou solução de diluição estéril, retira-se e esfrega-se na superfície a analisar. Coloca-se novamente a zaragatoa no tubo, agita-se para que os microrganismos passem para o líquido e faz-se a sua enumeração utilizando um método de contagem em placa. Pode utilizar-se uma grande variedade de meios de cultura selectivos e diferenciais para investigar concretamente determinados grupos de microrganismos (MANUAL DE HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA ALIMENTAR, 2010).
- Contato direto: Neste método são utilizadas as placas de contato (RODAC – Replicate Organism Direct Agar Contact). Estas placas contêm um meio de cultura que entra em contato com a superfície a analisar (tipo carimbo). Fecham-se as placas, incubam-se e contam-se as colónias formadas. Podem ainda ser utilizadas lâminas de contato cujo modo de utilização é semelhante ao das placas de contato (MANUAL DE HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA ALIMENTAR, 2010).
- Métodos alternativos para o Rodac: O método de contagem de células viáveis convencional é demorado em termos de operação e coleta de dados. Os métodos alternativos que têm sido bem testados nos últimos 10 anos são o plaqueamento Espiral, ISOGRID, 3M Petrifilm e Redigel. Todos estes métodos

têm se mostrado aceitáveis na obtenção de contagens de células viáveis de alimentos. Além disso eles se mostram menos dispendiosas quando utilizados rotineiramente (FUNG *et al.*, 2001).

- Raios-X de microscopia de fotoelétrons (X-ray photoelectron microscopy - XPS): Fornece informações sobre a distribuição dos elementos em uma superfície. O pico do nitrogênio é usado para monitorar a remoção de microrganismos da superfície (BOYD *et al.*, 2001).
- Monitoramento de adenosina trifosfato (ATP): A adenosina trifosfato (ATP) está presente em todos os tipos de materiais orgânicos (comida, bactérias, fluidos corporais), e sua detecção, através de bioluminescência, fornece uma indicação da contaminação total da superfície (isto é, microbiana e não microbiana). A capacidade de obter resultados em tempo real faz com que a técnica seja de grande valia para a indústria alimentar, onde pode fornecer dados sobre as tendências dos níveis de higiene. Resultados rápidos também significam que as falhas podem ser mais facilmente detectadas e corrigidas (MOORE *et al.*, 2010).

Se o monitoramento da higiene mostrar valores microbiológicos acima do permitido pela lei, o pessoal de limpeza tem que ser informado e os procedimentos de higienização revistos. O EUROPEAN POULTRYMEAT INDUSTRY GUIDE (2009) cita como possíveis ações corretivas:

- Checar a higienização pré-operacional (sem sujeira antes da desinfecção);
- Verifica os procedimentos de limpeza (tempos e concentração de detergentes e desinfetantes);
- Verifica se os detergentes e desinfetantes usados são os mais indicados para a sujidade e equipamento a ser limpo;
- Mudanças estruturais na construção, no *layout* e nos equipamentos para permitir fácil limpeza;
- Treinamento do pessoal da limpeza.

Algumas razões para a má higienização, bem como formas de controle são apresentadas na Tabela 06.

Tabela 06: Algumas causas correntes para higienização incorreta

Causa	Efeito	Deteção	Controlo
Água:			
- Demasiado quente, T > 60°C	Coagulação de proteínas	Visual	Disponer de água à temperatura adequada, realizar lavagem com ácido.
- T < 60°C	Redução da eficácia de remoção da gordura		
- Dura	Depósitos calcários		Usar água branda
Intervalos demasiados longos entre limpezas	Acumulação de sujidade, ficando mais difícil a sua eliminação	Visual. Análise microbiológica	Intervalos mais curtos, intensificar a limpeza
Enxaguamento incorrecto	Sujidade residual	Visual. Análise microbiológica	Enxaguar bem
Tempo de contacto demasiado curto do desinfectante	Diminui a eficácia do desinfectante	Análise microbiológica das superfícies	Comprovar o procedimento
Desinfectante demasiado diluído	Diminui a eficácia do desinfectante	Análise microbiológica das superfícies	Elaborar instruções claras para a preparação de soluções e comprovar que são seguidas
Desinfectante inadequado	Eficácia insuficiente do desinfectante	Análise microbiológica do equipamento	Seleccionar desinfectantes adequados
Humidade residual	Multiplicação de microrganismos, especialmente se persistirem restos de alimentos	Visual. Análise microbiológica	Realizar secagem. Assegurar drenagem dos equipamentos e instalações

Fonte: MANUAL DE HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA ALIMENTAR, 2010.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Escolha dos setores e dos equipamentos

A verificação do processo de higienização pré-operacional foi realizada em um abatedouro de aves, localizado na região do Vale do Taquari (Rio Grande do Sul, Brasil) com capacidade de abate de 500.000 aves por dia.

Três setores da empresa foram escolhidos para a verificação com base nos resultados mensais do monitoramento da higienização pré-operacional, coletados entre abril e setembro de 2010, durante o terceiro turno (após o término das atividades do dia e antes do início do abate do dia seguinte). Estes setores apresentaram as maiores porcentagens de não-conformidades após a higienização e por isso podem ser considerados setores de risco.

Os produtos utilizados na higienização pré-operacional, bem como os procedimentos adotados para realização da mesma nos setores escolhidos constam nos Anexos A e B, respectivamente.

O monitoramento foi realizado logo após o término dos procedimentos de higienização da empresa. Os monitores do controle de qualidade circulam pelo setor, verificando, de forma visual, se a higienização foi ou não bem realizada pelos colaboradores da limpeza. Caso seja detectada alguma irregularidade, como por exemplo resíduos de frango, detergente, entre outros em algum equipamento ou estrutura, a não-conformidade é anotada na planilha de monitoramento do PPHO Pré-Operacional, no Anexo C (somente para os setores avaliados neste trabalho). O colaborador da limpeza então remove o resíduo, aplicando novamente água e/ou detergente e/ou desinfetante, conforme a necessidade.

Os setores escolhidos foram a evisceração, a sala de moelas e o setor de pré-resfriamento. Pelo fato do setor da evisceração ser muito grande, escolheu-se algumas das máquinas da evisceração como pontos para a verificação.

Após a determinação dos setores foi realizada a escolha dos equipamentos para coleta das amostras. As máquinas de evisceração escolhidas foram a extratora de coacla, a de corte abdominal e a eventradora, todas da linha 3; na sala de moelas, a máquina desengorduradora, a removadora da cutícula e a esteira; e no setor de pré-resfriamento, os pontos avaliados foram as pás do pré-chiller e do chiller e a esteira na saída do chiller, todos da linha 3.

Um ponto de cada equipamento foi escolhido como ponto de coleta. Todos entram em contato com as carcaças e são aparentemente locais de difícil higienização.

3.2 Coleta das amostras

Amostras para análise microbiológica da superfície de cada equipamento foram coletadas cerca de 15 minutos após a higienização completa do mesmo. No momento da coleta não haviam sujidades visíveis nos pontos escolhidos. Foram utilizadas placas de *Petrifilm* 3M®, oriundas do laboratório de análises da empresa. Os *petrifilms* foram hidratados um dia antes da amostragem com 1 mL de soro fisiológico, de acordo com as instruções do fabricante e mantidas sob refrigeração. No momento da coleta, levantou-se a parte superior do *petrifilm*, expondo o meio de cultura, que foi encostado na superfície avaliada por aproximadamente 10 segundos. Imediatamente após voltou-se a parte superior ao seu devido lugar.

As amostras foram então identificadas para posterior registro no sistema SAP/R3 (Sistema de Intregalização de Dados). A empresa utiliza esse sistema para registrar as amostras físico-químicas e microbiológicas de seus produtos bem como para visualização dos laudos oficiais dos mesmos.

As amostras de superfície foram encaminhadas para o laboratório de análises microbiológicas da empresa em caixas de isopor mantidas a 4°C e analisados quanto a contagem total padrão (TPC) seguindo o método descrito pela ABNT (ABNT-11/91 MB-3462). Os *petrifilms* para análise de contagem total padrão utilizam um indicador de tetrazólio para facilitar a contagem de colônias. Os laudos foram emitidos pelo sistema SAP/R3 e os resultados devem estar de acordo com a Directiva 2001/471/CE (UNIÃO EUROPÉIA, 2001).

Com o objetivo de se verificar a qualidade da água foram coletadas, em cada setor, duas amostras da água utilizada durante a etapa de limpeza. Para isso foram utilizados frascos de 250 mL, estéreis, fornecidos pelo laboratório de microbiologia. No momento da coleta, o colaborador da limpeza cortava o fluxo da água da mangueira, o local (bico da mangueira) era flambado com um isqueiro e então o fluxo era reaberto com intensidade bem reduzida para permitir a coleta da água nos frascos. As amostras foram identificada, registradas e enviadas aos laboratórios de análises físico-químicas e microbiológicas da própria empresa em caixas de isopor mantidas a 4°C.

As análises físico-químicas realizadas foram: pH, cloro residual livre, dureza e turbidez. Os resultados devem estar de acordo com a Portaria nº 518 (BRASIL,2004) para o pH, o cloro e a turbidez e com o RIISPOA Lei nº1283 (BRASIL,1950) para dureza.

As análise microbiológicas realizadas foram: contagem total padrão a 22°C e a 37°C e ausência/presença de *Enterococcus*, *Clostridium perfringens*, *E. Coli* e coliformes totais. As quatro primeiras análises devem estar de acordo com os padrões da Directiva 1998/83/CE (UNIÃO EUROPÉIA, 1998) e as duas últimas, de acordo com a Portaria nº 518 (BRASIL, 2004).

Todas amostras foram coletadas durante o mês de outubro de 2010, conforme o cronograma apresentado no Quadro 04. No total foram 36 amostras de superfície (4 de cada equipamento) e 12 amostras de água (6 para as análises físico-químicas e 6 para as microbiológicas).

CRONOGRAMA DE COLETA DOS SWAB'S - OUTUBRO / 2010							
Local	Descrição do Local	Setor	1ª SEMANA (06/10)	2ª SEMANA (13/10)	3ª SEMANA (18/10)	4ª SEMANA (28/10)	TOTAL (MÊS)
SWAB ME 01	Máquina extratora da cloaca L3	Evisceração	1	1	1	1	4
SWAB ME 02	Máquina de corte abdominal L3		1	1	1	1	4
SWAB ME 03	Máquina Eventradora L3		1	1	1	1	4
SWAB PR 01	Pré - Chiller L3	Pré-resfriamento	1	1	1	1	4
SWAB PR 02	Chillers L3		1	1	1	1	4
SWAB PR 03	Esteira L3		1	1	1	1	4
SWAB SM 01	Máquina desengorduradora	Sala de Moelas	1	1	1	1	4
SWAB SM 02	Máquina removedora da cutícula		1	1	1	1	4
SWAB SM 03	Esteira de moelas		1	1	1	1	4
CRONOGRAMA DE COLETA DE ÁGUA PARA ANÁLISE MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA - OUTUBRO / 2010							
Local	Descrição do Local	Setor	1ª SEMANA (06/10)	2ª SEMANA (13/10)	3ª SEMANA (18/10)	4ª SEMANA (28/10)	TOTAL (MÊS)
PTO ME	Máquina extratora da cloaca L3	Evisceração	2			2	4
	Máquina de corte abdominal L3						
	Máquina Eventradora L3						
PTO PR	Pré - Chiller L3	Pré-resfriamento	2			2	4
	Esteira L3						
	Chillers L3						
PTO SM	Máquina desengorduradora	Sala de Moelas → mesma água da evisceração	2			2	4
	Máquina removedora da cutícula						
	Esteira de moelas						

Quadro 04: Cronograma de coletas de amostras

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 06 a 11 apresentam as porcentagens de não-conformidades encontradas em cada setor monitorado pela empresa. É possível se perceber claramente que os pontos em questão são os mais problemáticos. Em seis meses de análise, as máquinas da evisceração ficaram seis vezes entre os três locais mais críticos (6/6), seguidos da sala de moela e do pré-resfriamento que aparecem cinco vezes cada (5/6 e 5/6). A escaldagem e depenagem também apareceu entre os piores (2/6) mas não foi contemplada no presente trabalho.

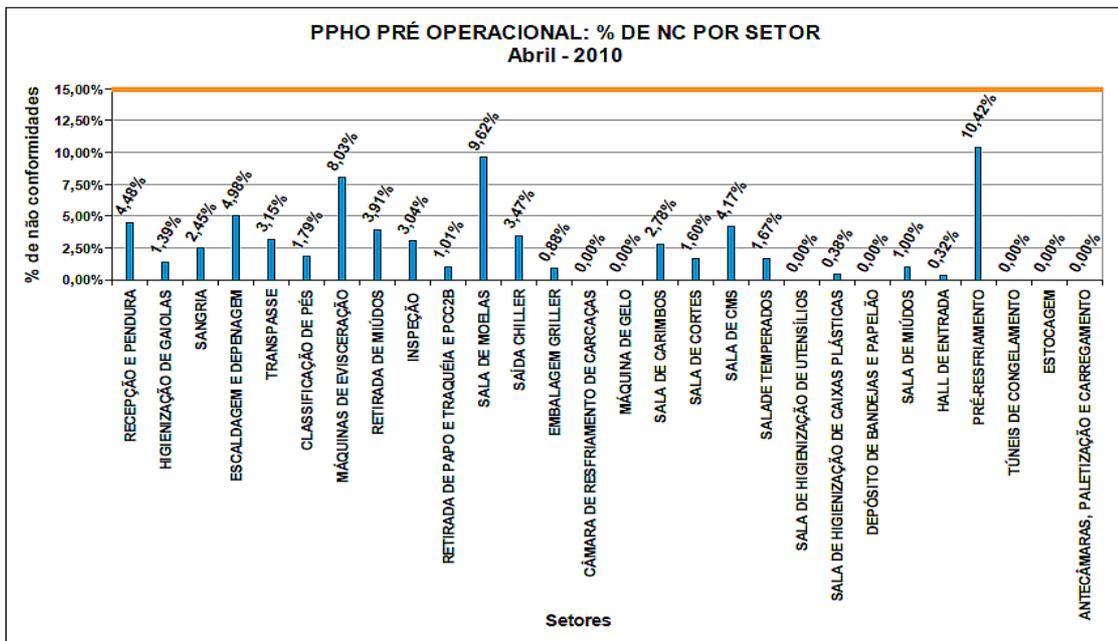


Figura 06: Porcentagem de não-conformidades por setor em abril / 2010

Fonte: Abatedouro em estudo

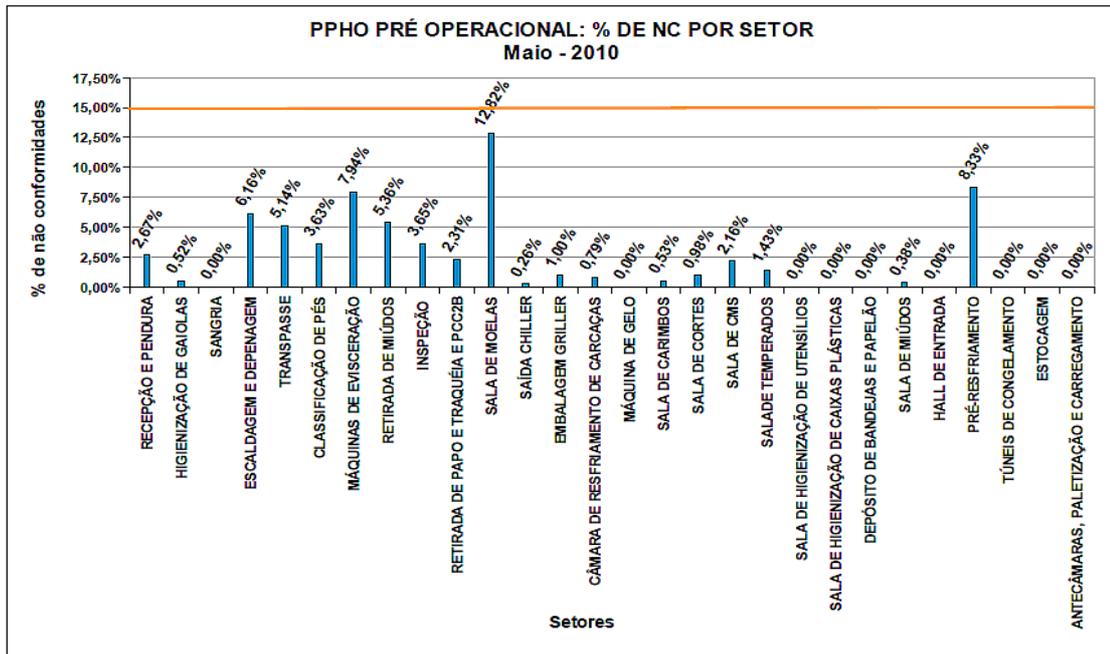


Figura 07: Porcentagem de não-conformidades por setor em maio / 2010

Fonte: Abatedouro em estudo

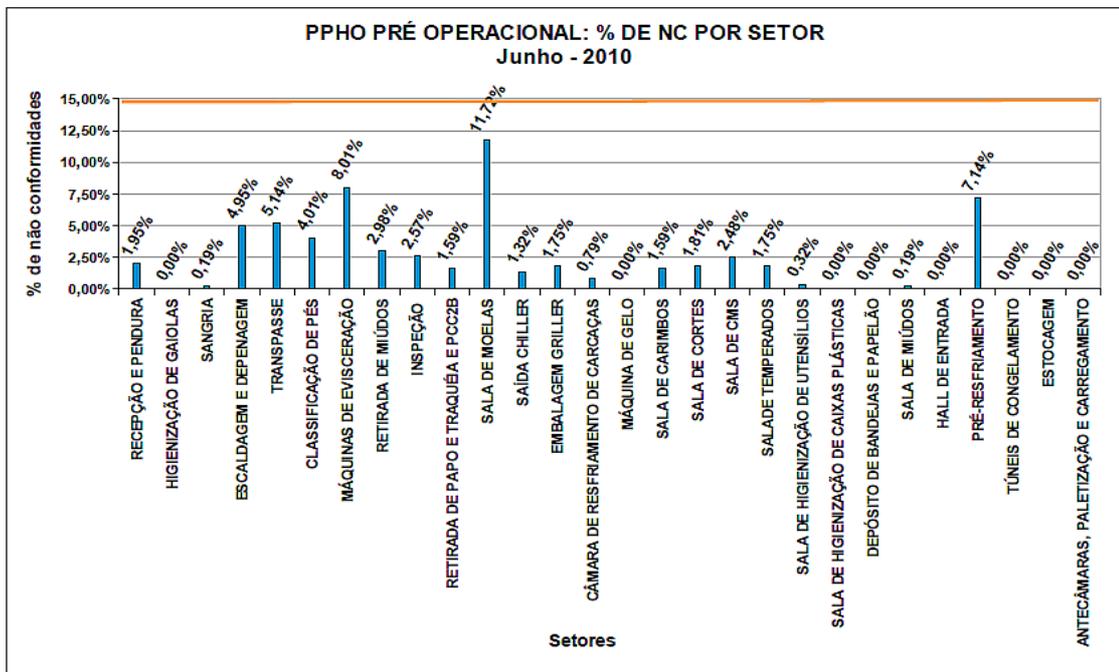


Figura 08: Porcentagem de não-conformidades por setor em junho / 2010

Fonte: Abatedouro em estudo

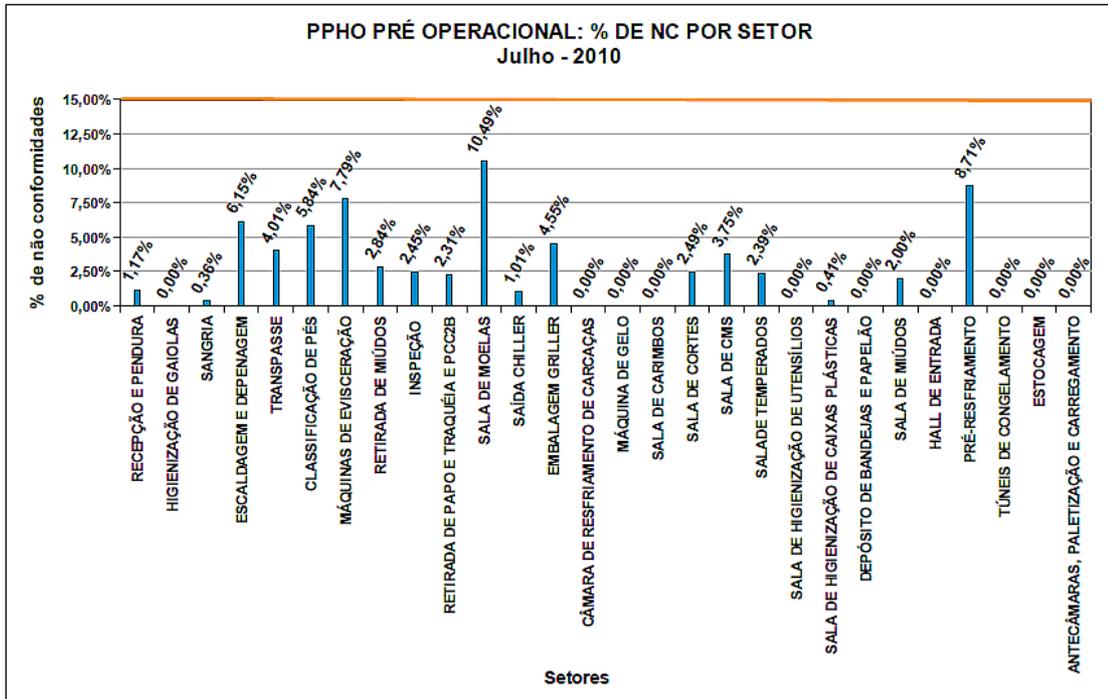


Figura 09: Porcentagem de não-conformidades por setor em julho / 2010

Fonte: Abatedouro em estudo

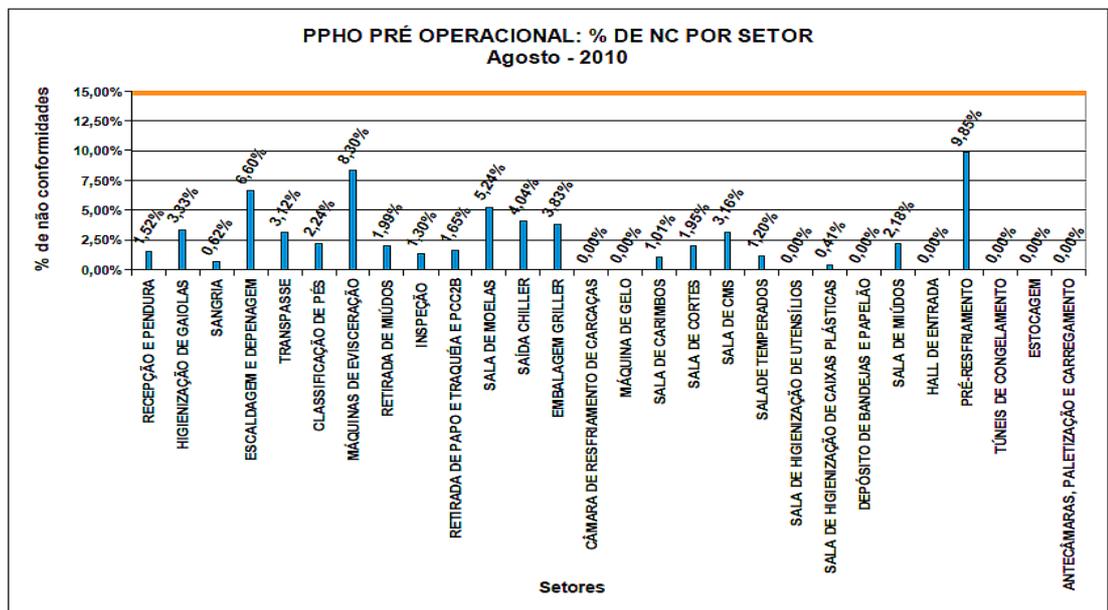


Figura 10: Porcentagem de não-conformidades por setor em agosto / 2010

Fonte: Abatedouro em estudo

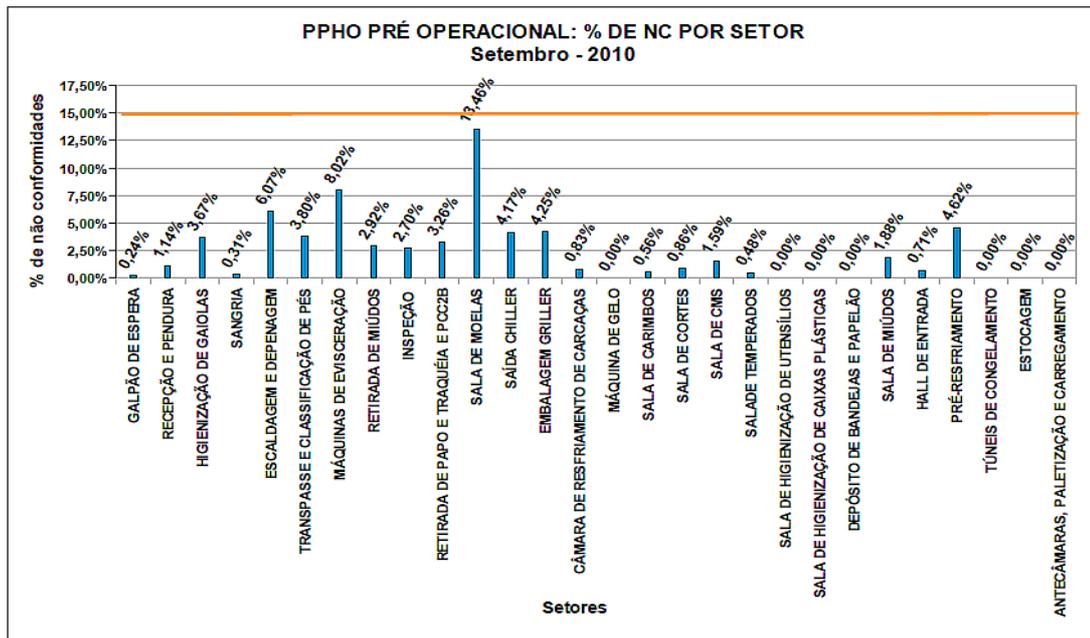


Figura 11: Porcentagem de não-conformidades por setor em setembro / 2010

Fonte: Abatedouro em estudo

Os pontos de coleta da superfície de cada equipamento são mostrados na Tabela 07.

Tabela 07: Ponto de coleta da amostra de superfície nos equipamentos

Equipamentos	Ponto de coleta no equipamento
Extratora de coacla	Lâmina de corte
Máquina de corte abdominal	Lâmina de corte
Eventradora	Haste
Pré-chiller	Uma das pás
Chiller	Uma das pás
Esteira	Centro da esteira
Máquina desengorduradora	“Dedos” de borracha
Removedora de cutícula	Rolete
Esteira de moelas	Centro da esteira

4.1 Amostras da superfície dos equipamentos

A Tabela 08 indica os padrões microbiológico exigidos pela Directiva 2001/471/CE (UNIÃO EUROPÉIA, 2001) para análises de superfícies. A legislação europeia é usada como parâmetro pois a Comunidade Europeia é um dos principais clientes da empresa.

No presente trabalho não foram realizadas contagens de *Enterobactérias* uma vez que elas só são exigidas para setores que manipulam o produto final, como a embalagem, a sala de cortes e miúdos.

Tabela 08: Parâmetros legais para análise de superfície

Análise	Padrão Mín.	Padrão Máx.	Unidade	Metodologia	Legislação
TPC	0	10	UFC/cm ²	ABNT-11/91-MB-3462 FDA/AOAC-990.12	Regulamento CE/471/2001
ENTEROBACTÉRIAS	0	1	UFC/cm ²	AFNOR Certificate Number 3M 01/6-09/97	Regulamento CE/471/2001

Fonte: Adaptado de UNIÃO EUROPÉIA, 2001

A contagem total padrão de microrganismos aeróbios têm sido recomendados como uma ferramenta útil na avaliação microbiológica visando a segurança dos alimentos. Altas contagens de mesófilos (25-37°C) podem indicar uma desinfecção insatisfatórias ou a utilização de matérias-primas contaminadas (WHYTE *et al.*, 2004)

No Quadro 05 são apresentados os resultados obtidos após as análises, expressos em UFC/cm². Os valores em vermelho estão acima do permitido pela lei e os campos em laranja e violeta demonstram as contagens máximas e mínimas obtidas para cada equipamento.

As ações imediatas após a identificação da análise de superfície com resultados acima do padrão foram retrainar os colaboradores e intensificar a higienização. A próxima coleta é usada como uma forma de se averiguar a eficiência das ações tomadas.

DATA	ANÁLISE	Máquina extratora da cloaca L3	Máquina de corte abdominal L3	Máquina eventradora L3	Pré-chiller L3	Chiller L3	Esteira L3	Máquina desengorduradora	Máquina removedora de cutícula	Esteira de moelas
		SWAB ME 01	SWAB ME 02	SWAB ME 03	SWAB PR 01	SWAB PR 02	SWAB PR 03	SWAB SM 01	SWAB SM 02	SWAB SM 03
		Após a higienização(AS)	Após a higienização(AS)	Após a higienização(AS)	Após a higienização(AS)	Após a higienização(AS)	Após a higienização(AS)	Após a higienização(AS)	Após a higienização(AS)	Após a higienização(AS)
06.10.11	TPC	5	3	7	2	2	1	9	3	2
13.10.10	TPC	5	1	11	2	3	0	6	4	1
18.10.10	TPC	8	2	12	3	5	2	11	1	0
28.10.10	TPC	3	2	5	1	2	1	4	1	1

Quadro 05: Resultados obtidos das amostras de superfície

De maneira geral, os processo de higienização nos diferentes setores parece estar sob controle, apesar de as máquinas da evisceração, a sala de moelas e o pré-resfriamento frequentemente apontarem falhas em termos da higienização pré-operacional. Somente 3 das 36 análises realizadas (3/36) apresentaram-se fora dos parâmetros legais. Resultados bem mais insatisfatórios foram obtido por MAROUANI-GADRIA *et al.* (2009). O autor estudou os efeitos da limpeza e desinfecção sobre biofilmes isolados em um abatedouro. As amostras foram obtidas por *swabs* da superfície de equipamento ou pisos, em áreas que variaram de 315-3200 cm², na sala de abate, na sala de cortes e na sala de desossa e analisadas quanto a contagem total padrão de microrganismos aeróbios. As superfícies analisadas, apesar de visualmente limpa, ainda abrigavam bactérias após a limpeza e desinfecção. O número de bactérias recuperadas a partir dessas superfícies variaram de <1 a 10⁵ UFC/cm². Quanto ao tipo de bactéria, 92 da 110 amostras analisadas no total (84%) eram gram-positivas. Os gêneros dominantes na planta de carne foram *Staphylococcus* e *Bacillus*, ambos isolados em 34% das amostras da área de abate e em 14% e 4% das amostras da sala de cortes. A sala de desossa parece ser a mais limpa, 5 das 6 amostras continham menos de 1 UFC/cm² (MAROUANI-GADRIA *et al.*, 2009).

Apesar de não terem sido coletadas amostras que indicassem o nível de contaminação inicial dos equipamentos, pode-se ter uma certa idéia por meio dos parâmetros utilizados pela empresa para carcaças de frango, com base em seu histórico, na saída da escaldagem (portanto antes de entrar no setor da evisceração) e na entrada do chiller. O histórico é utilizado pois não existem padrões legais para o nível de contaminação dos frangos no meio das etapas de processamento, apenas para os produtos finais. Em ambos os casos, as carcaças devem apresentar preferencialmente uma contagem total padrão menor que 10⁶ UFC/g, sendo aceitável até 10⁷ UFC/g. Segundo KUSUMANINGRUM *et al.* (2004), a taxa de transferência de microrganismos do frango para o aço inoxidável pode variar de 0% a 10%. Utilizando esses parâmetros, a contaminação inicial da superfície das máquinas da evisceração, da sala de moelas e dos equipamentos do pré-resfriamento poderia estar ser de até 10⁶ UFC para cada grama de frango (10% de 10⁷) que tocasse o equipamento.

Pelos resultados observa-se que os equipamentos que apresentaram problemas foram a máquina eventradora (2/4) e a máquina desengorduradora (1/4) e que a extratora da coacla, apesar de não ter apresentado contagens acima do

limite, mostrou resultados mais elevados que as outras superfícies.

Uma possível explicação pode estar na dificuldade de higienização dos mesmos. Comparado por exemplo com as esteiras, que possuem espaços mais visíveis e fáceis de se alcançar, essas máquinas possuem muitas fendas/juntas e cantos quadrados aonde os resíduos orgânicos e/ou restos de detergentes podem ficar retidos sem mesmo serem notados. Da mesma forma, microrganismos podem se alojar, se proliferar e até formar biofilmes, aumentando as chances de contaminação cruzada e dificultado ainda mais o processo de higienização.

AARNISALO *et al.* (2006) investigou as práticas higiênicas referentes à manutenção e higienização dos equipamentos na indústria de alimentos, através de questionários e pesquisas microbiológicas. Segundo as respostas obtidas pela autora das indústrias, entre elas as de produtos cárneos e aves, uma causa comum de problemas de higiene em equipamentos se refere as partes mal projetadas em termos de facilidade de limpeza e desinfecção. Se o *design* é pobre, a limpeza deverá ser mais frequente e/ou os produtos químicos mais agressivos, e mesmo isso não pode garantir que o produto está realmente seguro. Um fator importante mencionado no questionário, foi de que o equipamento deve ser fácil de abrir e desmontar. Equipamentos são muitas vezes complexos e difíceis para limpar, pois requer uma desmontagem muito laboriosa. Depois de limpo, ele também deve ser fácil de montar. A construção deve ser a mais simples, sempre que possível, mas levando em conta os aspectos técnicos para elaboração do alimento final e a segurança. Resultados semelhantes foram encontrados por KEERATIPIBUL *et al.* (2010). O autor investigou a prevalência de *E. coli* e *Enterococos* em produtos de frango no ambiente fabril e após o cozimento e identificou as fontes de contaminação. Uma das conclusões foi que a contaminação foi encontrada principalmente nos nichos de superfícies que são difíceis de se alcançar e higienizar.

O *layout* da planta também trás algumas dificuldades na hora da higienização. Por exemplo, para chegar até a linha 3 da evisceração, os colaboradores têm que passar por baixo de várias calhas e circular sobre um piso que fica bastante escorregadio após um dia de trabalho. Isso pode ser um pouco incomodo principalmente quando se está com os equipamentos/produtos químicos para a higienização. No setor do pré-resfriamento, o acesso é facilitado por meio de plataformas entre os equipamentos, que ajudam ainda na vistoria final após os procedimentos de higienização pois permitem uma visualização geral da parte interna dos pré-chillers e dos chillers.

Vale lembrar também que a extratora da coacla e a eventradora estão constantemente em contato direto com algumas das partes mais naturalmente contaminadas do frango, a coacla e as vísceras. A etapa de evisceração é particularmente crítica, pois o conteúdo intestinal de frangos, que pode conter *Campylobacter* e outros microrganismos patogênicos, pode contaminar a carne, especialmente se intestinos estão danificados. O *C. jejuni* coloniza o intestino das aves a um número muito elevado e é a principal fonte de contaminação da carne de frango durante o processo de abate (KUDIRKIENÈA et al., *in Press*, 2010). Um estudo foi realizado por HUE et al. (2010) para estimar a prevalência e identificar os fatores de risco para a contaminação de carcaças de frango por *Campylobacter* sp. durante o processo de abate. Dez coaclas e uma carcaça foram coletadas de 425 lotes de frangos de corte abatidos em 58 matadouros franceses. O *Campylobacter* sp. foi isolados em 77,2% das coaclas e em 87,5% das carcaças. No abatedouro, evisceração parece ser a operação que mais contribui para a propagação da contaminação. Soluções de gestão de riscos que poderiam incluir a lavagem externa sistemática das carcaças após a evisceração e a execução de programações de abate de acordo com a contaminação dos lotes pela bactéria. PEYRATA et al. (2008) encontrou cepas de *Campylobacter* nos quatros abatedouros estudados antes da higienização e em três após a realização da mesma. *Campylobacter* foi isolado em 80% (36/45) das amostras de superfície (*swabs*) antes e em 18% (10/56) das amostras coletadas após a higienização. As amostras coletadas foram dedos de borracha da máquina de depenagem, as máquinas de evisceração e as correias transportadoras.

A máquina extratora da coacla é dotada de uma lâmina de corte, a qual por vácuo succiona a cloaca e secciona os tecidos ao seu redor e a eventradora possui um braço que se ajusta e fixa o peito do frango, permitindo a penetração da uma haste, cuja função é retirar e expor as vísceras. Por mais eficientes que sejam não é incomum ocorrer o rompimento de alguma dessas partes durante o processo de retirada. O produto contaminado com resíduos fecais, biliares e/ou gástricos provavelmente será removido da linha ao longo das etapas de processamento, porém uma parte da contaminação permanecerá no equipamento. Mesmo apresentando jatos de água para autolavagem, o problema só será realmente resolvido após a completa higienização, que ocorrerá várias horas depois.

A máquina desengorduradora, além de ser um equipamento bastante fechado, está constantemente na presença de gordura que, aos poucos, vai

facilitando a deposição de sujidades (geralmente resíduos remanescentes de ração no papo) e permitindo o desenvolvimento de microrganismos. Se a etapa de limpeza não for bem executada, a gordura poderá acabar tendo um efeito protetor sobre os microrganismos, protegendo-os inclusive do sanificante.

Todas as amostras das pás do pré-chillers e dos chiller encontram-se dentro dos limites estipulados pela lei. Vale lembrar que a água desses equipamentos é hiperclorada (2 a 5 ppm) o que pode ter contribuído para diminuir a carga microbiana na superfície dos frangos e também do equipamento. Além disso é mais provável que os microrganismos (se presentes) tenham passado da carcaça para a água. A água dos pré-resfriadores é retirada diariamente antes do início da higienização pré-operacional e recolocada (uma nova água), após a desinfecção, antes do início do abate.

Pelos resultados obtidos é possível se perceber que grande parte das amostras com as maiores quantidades de unidades formadoras de colônia por cm² em cada superfície avaliada (campos em laranja) encontram-se na terceira semana. Foram 6 das 9 amostras coletadas naquele período. Uma possível explicação pode estar relacionada com a qualidade da água, conforme será comentado na próxima seção.

4.2 Qualidade da água

Nas Tabelas 09 e 10 são apresentados os padrões microbiológicos e físico-químicos para a água de rede, respectivamente, bem como as legislações pertinentes para cada caso.

Tabela 09: Parâmetros microbiológicos para água

Análise	Padrão Mín.	Padrão Máx.	Unidade	Legislação
TPC 22°C	0	100	UFC/ ml	Directiva 98/83/CE de 03/11/1998
ENTEROCOCCUS	Ausente		aus/100ml	Directiva 98/83/CE de 03/11/1998
CLOSTRIDIUM PERFRINGENS	Ausente		aus/100ml	Directiva 98/83/CE de 03/11/1998
E. COLI	Ausente		aus/100ml	Portaria 518 MS, 25/03/2004
COLIFORMES TOTAIS	Ausente		aus/100ml	Portaria 518 MS, 25/03/2004
TPC 37°C	0	20	UFC/ ml	Directiva 98/83/CE de 03/11/1998

Fonte: Adaptado de UNIÃO EUROPÉIA (1998) e de BRASIL (2004)

Tabela 10: Parâmetros físico-químicos para água

Análise	Padrão Mín.	Padrão Máx.	Unidade	Legislação
pH	6	9,5	s/ unid	Portaria nº 518 de 25/03/1998 MS
Cloro	0,2	2	ppm	Portaria nº 518 de 25/03/1998 MS
Turbidez	0	1	UT	Portaria nº 518 de 25/03/1998 MS
Dureza total	0	200	mg/l	RIISPOA Art. 62 Lei 1283 de 1950 MAPA

Fonte: Adaptado de BRASIL (2004) e BRASIL (1950)

A água de abastecimento do frigorífico de aves é oriunda de 24 poços artesianos nas quais 16 estão ativados e 8 desativados. Toda água é captada por meio de bombas e tubulações, sendo depositada no reservatório geral, com capacidade de 1 milhão de litros. Na saída do reservatório geral é realizada a cloração da água (0,2 a 2,0 ppm de cloro livre) com uma bomba dosadora automática, que é acionada automaticamente no momento que as bombas são ligadas, possibilitando desta forma, o tempo necessário para a atuação do cloro de aproximadamente 30 minutos no reservatório superior, permitindo assim uma cloração constante, 24 horas por dia. O produto utilizado na cloração da rede geral é o hipoclorito de sódio 10% - 12%. Daí a água é bombeada para o reservatório superior do abatedouro, cuja capacidade é de 100 mil litros, e distribuída por gravidade para os pontos de consumo. A higienização do reservatório geral é realizada anualmente e a do reservatório superior semestralmente por uma empresa terceirizada.

Os resultados obtidos com as análises da água coletada nos diferentes setores são apresentados abaixo. O Quadro 06 refere-se as análises microbiológicas e o Quadro 07, as físico-químicas. Os pontos em vermelho estão acima dos parâmetros permitidos pela respectiva legislação.

		Máquinas da Evisceração L3	Pré-Resfriamento	Sala de moelas
		PTO ME	PTO PR	PTO SM
DATA	ANÁLISE	Durante a Limpeza (D _L)	Durante a Limpeza (D _L)	Durante a Limpeza (D _L)
06.10.11	TPC 22°C	33	49	35
	ENTEROCOCCUS	aus	aus	aus
	CLOSTRIDIUM PERFRINGENS	aus	aus	aus
	E. COLI	aus	aus	aus
	COLIFORMES TOTAIS	aus	aus	pres
	TPC 37°C	23	11	17
28.10.10	TPC 22°C	62	47	34
	ENTEROCOCCUS	aus	aus	aus
	CLOSTRIDIUM PERFRINGENS	aus	aus	aus
	E. COLI	aus	aus	aus
	COLIFORMES TOTAIS	aus	aus	aus
	TPC 37°C	14	11	11

Quadro 06: Resultados obtidos da análise microbiológica da água

		Máquinas da Evisceração L3	Pré-Resfriamento	Sala de moelas
		PTO ME	PTO PR	PTO SM
DATA	ANÁLISE	Durante a Limpeza (D _L)	Durante a Limpeza (D _L)	Durante a Limpeza (D _L)
06.10.11	pH	7,18	7,75	7,12
	COLOR RESIDUAL LIVRE	0,85	1,31	0,74
	TURBIDEZ	0,75	0,64	0,73
	DUREZA TOTAL	85,00	84,00	60,00
28.10.10	pH	6,36	7,60	7,01
	COLOR RESIDUAL LIVRE	0,43	0,97	0,37
	TURBIDEZ	0,80	0,70	0,77
	DUREZA TOTAL	78,00	91,00	76,00

Quadro 07: Resultados obtidos da análise físico-químicas da água

Apenas os resultados das análises microbiológicas apresentaram valores acima do padrão legal, todas coletadas na primeira semana, na sala de moelas (coliformes totais) e na evisceração (TPC/37°C). A razão pode estar na qualidade da água do reservatório geral do abatedouro.

Apesar de não terem sido realizadas coletas no reservatório geral, o último laudo da própria empresa (não apresentado), referente ao dia 22 de setembro de 2010, portanto duas semanas antes do início dos testes, indicaram a presença de coliformes totais e TPC/37°C. Na semana anterior as análises já haviam apontado a presença de coliformes totais.

Vale lembrar que pela legislação brasileira (Portaria nº518, de 2004, MS) a quantidade de TPC/37°C encontrada estaria dentro dos padrões aceitáveis (até 500 UFC/mL) e que em amostras individuais procedentes de poços, fontes e nascentes e outras formas de abastecimento sem distribuição canalizada, tolera-se a presença de coliformes totais desde que haja ausência de *Escherichia coli* e/ou coliformes termotolerantes.

A maioria das bactérias do grupo coliforme totais pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo. Essas bactérias encontram-se espalhados pelos mais diversos ambientes e são utilizadas como indicativo das condições higiênicas. Porém somente a presença/ausência de *Escherichia coli* é considerada especificamente um indicativo de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos (BRASIL, 2004).

Coincidentemente, durante o período dos testes foi realizada a higienização do reservatório geral por uma empresa terceirizada. Esse procedimento já estava programado, de acordo com o cronograma de higienização dos reservatórios da empresa e ocorreu no dia 24 de outubro, entre a terceira e quarta semana de coletas das amostras de superfície e de água. Os resultados da água coletados dos setores no dia 28 já se mostraram dentro dos indicados pela legislação e o mesmo ocorreu com o laudo referente ao reservatório geral (não apresentado).

Observando-se novamente o Quadro 05 (equipamentos) fica claro que a melhora da qualidade microbiológica da água também afetou positivamente os resultados das amostras de superfície dos equipamentos da quarta semana. Grande parte das amostras com as menores quantidades de unidades formadoras de colônia por cm² em cada superfície avaliada (campos em violeta) encontram-se nessa semana. Foram 6 das 9 amostras coletadas no período.

5. CONCLUSÃO

A carne de aves, assim como a maioria dos alimentos é um produto frágil, susceptível as mais diversas contaminações provenientes do próprio processamento e do ambiente em que está sendo produzido ou manipulado.

Garantir a qualidade e a segurança do produto final é essencial para sobrevivência de qualquer empresa. Nesse sentido, manter o ambiente fabril, os equipamentos e utensílios sempre limpos e desinfetados auxilia na redução e/ou prevenção de contaminações, especialmente as de origem microbiológicas. Tão importante quanto a higienização da planta, é assegurar que os funcionários compreendem e seguem os procedimentos de boas práticas de fabricação.

Pelos resultados obtidos, o *design* dos equipamentos poderia ser uma das razões para as não-conformidades observadas. Como a substituição dos equipamentos seria algo totalmente inviável, adaptações nos equipamentos ou nos procedimentos de limpeza poderiam auxiliar a manter os níveis de contaminação baixos. Por exemplo, as placas aonde estão fixados os roletes e os “dedos” de borracha da máquina removadora de cutícula e da desengorduradora, respectivamente, poderiam ser erguidas durante a higienização pré-operacional, facilitando a remoção das sujidades e a penetração do desinfetante. Em geral elas só são movidas quando procedimentos de manutenção são necessários como a substituição de algum dos roletes e “dedos” danificados.

A qualidade da água não pode ser citada como uma possível causa para as não-conformidades observadas pois muito poucas amostras foram coletadas, sendo insuficiente para julgar de forma completa a qualidade da água, e principalmente porque se a água fosse o problema, mais amostras da superfície dos equipamentos teriam apresentado resultados acima dos parâmetros legais exigidos, indicando que o processo de higienização e a qualidade final de todos os produtos estaria comprometida. E não foi o observado durante a verificação da higienização, uma vez que somente 3 das 36 amostras de superfície apresentaram uma quantidade de unidades formadoras de colônia por cm² acima dos parâmetros legais. Os resultados microbiológicos da água obtidos poderiam ser considerados aceitáveis tendo em vista o tamanho do reservatório em relação a quantidade de amostras coletas, que os microrganismos mais indicativos como a *E. coli*, *C. perfringens*, etc. não foram detectados e que pela legislação brasileira (Portaria nº518, de 2004, MS) a

quantidade de TPC/37°C e a presença de coliformes estariam dentro dos padrões aceitáveis servido apenas como um sinal de alerta para intensificação do monitoramento da qualidade da água.

Monitorar constantemente as etapas de limpeza e desinfecção ajuda a ter uma visão ampla de como anda a qualidade do processo em termos de segurança do alimento e a corrigir falhas antes que problemas maiores ocorram. Uma higienização adequada evita desconfortos, principalmente os financeiros, e melhora a imagem da empresa perante os clientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas MB-3462: contagem padrão em placas**. Rio de Janeiro, 1991.

ASSELT, A.J.van & GIFFEL, M.C.te. **Handbook of Hygiene Control in the Food Industry: chapter 04**. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, First published, 2005.

BARRETO, A.M. de Q.A. da S. **Dripping test em carcaças congeladas de frango comercializadas no município de Recife**. Universidade Federal Rural do Semi-árido – UFERSA, Recife, 2009. *apud* FAO-USDA-ABEF.

BOLDER, N.M. **The Microbiology of Meat and Poultry: chapter 05**. Thomson Science, First edition, 1998.

BOYD, R.; VERRAN, J. H.; UNDERHILL, C.; HIBBERT, S. & WEST, R. **The cleanability of stainless steel as determined by X-ray photoelectron. Spectroscopy**, Appl Surf Sci, volume 172, páginas 135 143, 2001.

BRASIL. **RIISPOA Lei nº1283, de 18 dezembro de 1950 aprovado pelo Decreto nº30.691, de 29 de março de 1952**. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA, 1950.

BRASIL. **Portaria nº46, de 10 de fevereiro de 1998**. Manual genérico de procedimentos para APPCC em indústrias de produtos de origem animal. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, Brasília, DF, 1998.

BRASIL. **Resolução RDC nº12, de 2 de janeiro de 2001**. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, Brasília, DF, 2001.

BRASIL. **Circular nº369, de 02 de junho de 2003**. Instruções para elaboração e implantação dos sistemas PPHO e APPCC nos estabelecimentos habilitados à exportação de carnes. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal – DIPOA, Brasília, DF, 2003.

BRASIL. **Portaria nº518, de 25 de março de 2004**. Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano. Ministério da Saúde – MS, Brasília, DF, 2004.

BRASIL. **Circular nº175, de 16 de maio de 2005**. Procedimentos de verificação dos programas de autocontrole. Departamento de Produtos de Origem Animal – DIPOA, MAPA, Brasília, DF, 2005a.

BRASIL. **Circular nº176, de 16 de maio de 2005**. Modificação das instruções para verificação do PPHO. Departamento de Produtos de Origem Animal – DIPOA, MAPA, Brasília, DF, 2005b.

BRASIL. **Resolução RDC nº14, de 28 de fevereiro de 2007**. Regulamento técnico para produtos com ação antimicrobiana. Agência Nacional de Vigilância Sanitária –

ANVISA, Brasília, DF, 2007.

CHAVES, J. B. P. **Contaminação de alimentos : O melhor é preveni-la.** 2006a. Disponível em: <<http://www.dta.ufv.br/artigos/contal.htm>> Acesso em: outubro/2010.

CHAVES, J. B. P. **Entender a segurança para produzir e fornecer alimentos seguros.** 2006b. Disponível em: <<http://www.dta.ufv.br/artigos/seguranca.htm>> Acesso em: outubro/2010.

CID LINES. **Poultry House Hygiene: Products and Procedures.** 2006. Disponível em <www.thepoultrysite.com> Acesso em: setembro/2010

CONTRERAS, C. J. ; BROMBERG, R. ; CIPOLLI, K. M. V. A. B. & MIYAGUSKU, L. **Higiene e Sanitização na indústria de carnes e derivados.** São Paulo: Varela, 2003.

DAWSON, D. **Water Quality for the Food Industry: management and microbiological issues.** Campden & Chorleywood Food Research Association, Chipping Campden, 2000.

DUCROQUET, J.P. **Controle de qualidade na indústria de carnes.** Monografia apresentada para a conclusão do Curso de Especialização *Latu Sensu* em Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal, Curitiba, 2010.

EUROPEAN POULTRYMEAT INDUSTRY GUIDE – EPIG. **Guide of Good Hygiene Practice for the Prevention and Control of Microbiological Infections focussed on Salmonella control of Chickens reared for meat at slaughterhouses.** 2009. Disponível em <www.adiverter.com/ftp/articles/A1310709> Acesso em : outubro/2010.

FUNG *et al.* **Meat Science and Applications: chapter 8.** Marcel Dekker Inc, New York, 2001.

GANESH KUMAR, C.G. & ANAND, S.K. **Significance of microbial biofilms in food industry: a review.** International Journal of Food Microbiology, volume 42, edição 1-2, Pages 9-27, junho/2008.

GUERREIRO, L. **Dossiê Técnico: Boas Práticas de Fabricação em serviços de alimentação.** Serviço Brasileiro de respostas Técnicas, Rio de Janeiro, 2006.

HUE, O. *et al.* **Prevalence of and risk factors for Campylobacter sp. contamination of broiler chicken carcasses at the slaughterhouse.** Food Microbiology, volume 27, edição 8, páginaa 992-999, dezembro/2010.

IBUSQUIZA, P.S.; HERRERA , J.J.R. & CABO, M.L. **Resistance to benzalkonium chloride, peracetic acid and nisin during formation of mature biofilms by Listeria monocytogenes.** Food Microbiology, In Press, disponível on line em 20 outubro 2010. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com>> Acesso em: novembro/2010.

KAARINA AARNISALO, K.; TALLAVAARA, K.; WIRTANEN, G., MAIJALA, R. & RAASKA, L. **The hygienic working practices of maintenance personnel and**

equipment hygiene in the Finnish food industry. Food Control, volume 17, edição 12, páginas, dezembro/2006.

KEENER, K. **Sanitation Standard Operating Procedures and Good Manufacturing Practices: Safe food guidelines for small meat and poultry processors.** Purdue University:1-888-EXT-INFO-New 9/07, 2007. Disponível em <www.ces.purdue.edu/new> Acesso em: outubro/2010.

KEERATIPIBUL, S.; MEETHONG, S.; TECHARUWICHIT, P. & THEPHUTTEE, N. **Prevalence of Escherichia coli and enterococci in a Thai frozen cooked chicken plant, and modeling of the cleaning and sanitizing procedure.** Food Control, volume 21, edição 8, páginas 1104-1112, agosto/2010.

KRYSINSKI, E.P., BROWN, L.J. & MARCHISELLO, T.J. **Effect of cleaners and sanitizers on Listeria monocytogenes attached to product contact surfaces.** Journal Food Protect, volume 55, páginas 246-251, 1992.

KUDIRKIENĖ, E.; BUNEVIČIENĖ, J.; BRØNDSTED, L.; INGMER, H.; ELMERDAHL, J.O. & MALAKAUSKAS, M. **Evidence of broiler meat contamination with post-disinfection strains of Campylobacter jejuni from slaughterhouse.** International Journal of Food Microbiology, *In Press*, 2010. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com>> Acesso em: dezembro/2010.

KUSUMANINGRUM, H.D.; RIBOLDI, G.; HAZELEGER, W.C. & BEUMER, R.R. **Survival of foodborne pathogens on stainless steel surfaces and cross-contamination to foods.** International Journal of Food Microbiology, volume 85, edição 3, páginas 227-236, agosto/2004.

LAWRIE, R.A. & LEDWARD, D.A. **Lawrie's meat science: chapter 06.** Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, Seventh english edition, 2006.

LOMANDER, A; SCHREUDERS, P.; RUSSEK-COHEN, E. & ALI, L. **Evaluation of chlorines' impact on biofilms on scratched stainless steel surfaces.** Bioresource Technology, volume 94, edição 3, páginas 275-283, setembro/2004.

LUNDÉN, J.; MARKKULA, A; HELLSTRÖM, A. & KORKEAL, H. **Adaptive and cross-adaptive responses of persistent and non-persistent Listeria monocytogenes strains to disinfectants.** International Journal of Food Microbiology, volume 82, edição 3, páginas 265-272, maio/2003.

MANUAL DE HIGIENIZAÇÃO INDÚSTRIA ALIMENTAR. Disponível em <www.esac.pt/noronha/manuais/Manual_higienizacao_aesbuc.pdf> Acesso em : setembro/2010.

MAROUANI-GADRIA, N.; AUGIER, G. & CARPENTIER, B. **Characterization of bacterial strains isolated from a beef-processing plant following cleaning and disinfection — Influence of isolated strains on biofilm formation by Sakaï and EDL 933 E. coli O157:H7.** International Journal of Food Microbiology, volume 133, edição 1-2, páginas 62-67, julho/2009.

MARRIOTT, N.G. **Principles of food sanitation: chapter 16.** Springer, 5th ed. New York: 2006.

MIGUEL I. GÓMEZ, M.I.; MARÍA, A.P.C. & TORRES, J.A. **Private initiatives on food safety: the case of the Colombian poultry industry.** Food Control, volume 13, edição 2, páginas 83-86, março/2002.

MOKGATLA, R. M., GOUWS, P. A. & BROZEL, V. S. **Mechanisms contributing to hypochlorous acid resistance of a Salmonella isolate from a poultry-processing plant.** Journal of Applied Microbiology, volume 92, páginas 566-573, 2002.

MOORE, G.; SMYTH, D.; SINGLETON, J. & WILSON, P. **The use of adenosine triphosphate bioluminescence to assess the efficacy of a modified cleaning program implemented within an intensive care setting.** American Journal of Infection Control, volume 38, edição 8, páginas 617-622, outubro/2010.

NOTERMANS, S. & POWELL, S.C., **Handbook of Hygiene Control in the Food Industry: chapter 01.** Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, First published, 2005.

PARDI, M. C. ; DOS SANTOS, I. F. ; DE SOUZA, E. R. & PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne.** Editora da UFG, Goiânia, GO. Vol I. 2º Edição, 2001.

PEYRATA, M.B.; SOUMET, C.; MARISA , P. & SANDERS, P. **Phenotypes and genotypes of campylobacter strains isolated after cleaning and disinfection in poultry slaughterhouses.** Veterinary Microbiology, volume 128, edição 3-4, páginas 313-326, abril/2004.

RAY, B. **Fundamental food microbiology: chapters 03 and 30.** CRC Press LLC, 3rd ed., 2004.

SÁ, E.M.F. de & MORETTO, E. **O uso de detergentes e sanificantes nas operações de limpeza de indústrias de leite e derivados.** Leite e Derivados. Consultado em: maio/2010

SAMPERS, I.; JACXSENS, L.; LINING, P.A.; MARCELIS, W.J.; DUMOULIN, A. & UYTENDAELE, M. **Performance of food safety management systems in poultry meat preparation processing plants in relation to Campylobacter sp. contamination.** Journal of Food Protection, volume 73, edição 8, páginas 1447-1457, agosto/2010.

SHAAYA, E. *et al.* **Handbook of Hygiene Control in the Food Industry: chapter 04.** Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, First published, 2005.

SILVA, W.P. da. **Segurança alimentar.** In. XV Encontro Nacional sobre Metodologias e Gestão de Laboratórios da Embrapa, 2010.

TETRA PAK. **Dairy Processing Handbook: chapter 21.** 1995.

TSOLAA, E.; DROSINOS, E.H. & ZOIPOULOS P. **Impact of poultry slaughter house modernisation and updating of food safety management systems on the microbiological quality and safety of products.** Food Control, volume 19, edição

4, páginas 423-431 abril/2008.

UNIÃO EUROPÉIA. **Directiva 1998/83/CE, de 3 de Novembro de 1998.** Qualidade da Água Destinada ao Consumo Humano. Comissão das Comunidades Europeias, Europa, 1998.

UNIÃO EUROPÉIA. **Directiva 2001/471/CE, de 21 de junho de 2001.** Regras para os controlos regulares aplicados à higiene geral dos estabelecimentos. Comissão das Comunidades Europeias, Europa, 2001.

VERRAN, J. **Handbook of Hygiene Control in the Food Industry: chapter 34.** Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, First published, 2005.

WHYTE, P.; MCGILL, A.K.; MONAHAN, C. & COLLINS, J.C. **The effect of sampling time on the levels of microorganisms recovered from broiler carcasses in a commercial slaughter plant.** Food Microbiology, volume 21, edição 1, páginas 59-65, fevereiro/2004.

WORLD BUSINESS. **Brasil terá exportação recorde de carne de frango este ano.** Novembro/2010. Disponível em <<http://www.worldbusinessbr.com/news.php?news=1376>> Acesso em: novembro/2010.

WORLD HEALTH ORGANISATION - WHO. **Surveillance programme for Control of Foodborne Infections and Intoxications in Europe.** Sixth Report, 1990-1992. Berlin: Federal Institute for Health Protection of Consumers and Veterinary Medicine, 1995.

ZWIETERING, M.H & ASSELT, E.D. van. **Handbook of Hygiene Control in the Food Industry: chapter 02.** Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, First published, 2005.

ANEXO A

Detergentes utilizados no PPHO pré-operacional e operacional

Produto Nome comercial	Classificação	Concentração Recomendada pelo Fabricante	Aplicação	Tempo de Contato
Supersol	Detergente Neutro	20%	Limpeza de mãos e luvas	N.A
Masterclean	Detergente Alcalino para Espuma	3 a 5%	Limpeza de Equipamentos em Geral	10 a 15 minutos
Divostar Quatro	Detergente Alcalino	1 a 2%	1 a 2% Limpeza de Tubulações, Chutes, etc.	20 a 30 minutos
Dicopan L	Detergente Alcalino para espuma	2 a 5%	Limpeza de peças e materiais macios	10 a 15 minutos
EasyFoam	Detergente Alcalino Clorado para espuma	3 a 10%	Limpeza de Equipamentos em Geral	10 a 15 minutos
PowerFoam	Detergente Alcalino para Espuma	2 a 3%	Limpeza de Equipamentos em Geral	10 a 15 minutos
Descale	Ácido Fosfórico	20 a 30%	Desincrustação e desinfecção de peças e utensílios	20 minutos
Acifoam	Detergente Ácido para espuma	3 a 10%	Limpeza de equipamentos com incrustação inorgânica	10 minutos

Fonte: Abatedouro em estudo

Desinfetantes utilizados no PPHO pré-operacional e operacional

Produto Nome comercial	Classificação	Concentração Recomendada pelo Fabricante	Aplicação	Tempo de Contato
Divosan Divosept 350	Desinfetante à base de Biguanida	1%	Sanitização de mãos e superfícies	10 minutos
Divoquat Forte	Desinfetante à base de Quaternário de Amônio	1%	Desinfecção de ralos, calhas câmaras de resfriamento, caminhões e gaiolas de frango.	10 minutos
Divosan Forte	Desinfetante à base de Ácido peracético	0,5 a 2%	Desinfecção de tubulações, chutes e equipamentos em geral.	10 minutos
Cloro	Solução Sanitizante à base de Cloro	19 a 21%	Sanitização de Equipamentos em geral	10 minutos
Álcool Gel	Sanitizante à base de Álcool Etilico a 70%	Concentrado	Sanitização de mãos	Não se aplica

Fonte: Abatedouro em estudo

ANEXO B

Descrição dos PPHO dos equipamentos avaliados

Item	Quando	Como
Máquina extratora da cloaca	Diária, no final do expediente	<ul style="list-style-type: none"> - Com a máquina ligada, aplicar jatos d'água quente para remoção de resíduos sólidos. - Aplicar detergente por meio de gerador de espuma. - Com a máquina desligada, esfregar com auxílio fibra sintética. - Ligar a máquina e remover detergente com água quente sob pressão. - Aplicar sanitizante por meio de aspersão e enxaguar (se necessário).
Máquina de corte abdominal	Diária, no final do expediente	<ul style="list-style-type: none"> - Com a máquina ligada, aplicar jatos d'água quente para remoção de resíduos sólidos. - Aplicar detergente por meio de gerador de espuma. - Com a máquina desligada, esfregar com auxílio fibra sintética. - Ligar a máquina e remover detergente com água quente sob pressão. - Aplicar sanitizante por meio de aspersão e enxaguar (se necessário).
Máquina Eventradora	Diária, no final do expediente	<ul style="list-style-type: none"> - Com a máquina ligada, aplicar jatos d'água quente para remoção de resíduos sólidos. - Aplicar detergente por meio de gerador de espuma. - Com a máquina desligada, esfregar com auxílio fibra sintética. - Ligar a máquina e remover detergente com água quente sob pressão. - Aplicar sanitizante por meio de aspersão e enxaguar (se necessário).
Chillers	Diária, no final do expediente	<ul style="list-style-type: none"> - Remover resíduos sólidos utilizando mangueiras com água quente sob pressão. - Aplicar detergente por meio de gerador de espuma, esfregar com auxílio de fibra sintética. - Remover detergente utilizando mangueiras com água quente sob pressão. - Aplicar sanitizante por meio de aspersão e enxaguar (se necessário).
Pré-chillers	Diária, no final do expediente	<ul style="list-style-type: none"> - Remover resíduos sólidos utilizando mangueiras com água quente sob pressão. - Aplicar detergente por meio de gerador de espuma, esfregar com auxílio de fibra sintética. - Remover detergente utilizando mangueiras com água quente sob pressão. - Aplicar sanitizante por meio de aspersão e enxaguar (se necessário).
Desengordurador de moela	Diária, no final do expediente	<ul style="list-style-type: none"> - Abrir as tampas laterais das máquinas; - Remover resíduos sólidos utilizando mangueiras com água quente sob pressão. - Aplicar detergente por meio de gerador de espuma, esfregar com auxílio de fibra sintética. - Remover detergente utilizando mangueiras com água quente sob pressão. - Aplicar sanitizante por meio de aspersão e enxaguar (se necessário).
Máquina removedora de cutícula	Diária, no final do expediente	<ul style="list-style-type: none"> - Abrir as tampas das máquinas; - Remover resíduos sólidos utilizando mangueiras com água quente sob pressão. - Aplicar detergente por meio de gerador de espuma, esfregar com auxílio de fibra sintética. - Remover detergente utilizando mangueiras com água quente sob pressão. - Aplicar sanitizante por meio de aspersão e enxaguar (se necessário).
Esteiras	Diária, no final do expediente	<ul style="list-style-type: none"> - Com a esteira ligada, aplicar jatos d'água quente para remoção de resíduos sólidos. - Aplicar detergente por meio de gerador de espuma. - Com a esteira desligada, esfregar com auxílio fibra sintética. - Ligar a máquina e remover detergente com água quente sob pressão. - Aplicar sanitizante por meio de aspersão e enxaguar (se necessário).

Fonte: Abatedouro em estudo

ANEXO C

Planilha de monitoramento do PPHO pré-operacional dos setores avaliados

	UNIDADE INDUSTRIAL - AVES CHECK LIST DE HIGIENIZAÇÃO PRÉ - OPERACIONAL												LJD FML 005		
Frequência: diária															
Legenda: Conforme(C): utilizar caneta azul/preta Não Conforme(NC): utilizar caneta vermelha NA: Não Aplicável															
EVICERAÇÃO Máquinas de Eviceração	DATA:			DATA:			DATA:			DATA:			DATA:		
	LINHA 1	LINHA 2	LINHA 3	LINHA 1	LINHA 2	LINHA 3	LINHA 1	LINHA 2	LINHA 3	LINHA 1	LINHA 2	LINHA 3	LINHA 1	LINHA 2	LINHA 3
	HORA:	HORA:	HORA:	HORA:	HORA:	HORA:	HORA:	HORA:	HORA:	HORA:	HORA:	HORA:	HORA:	HORA:	HORA:
Calhas															
Estrados															
Estrutura metálica aérea															
Guia da nória/nórea															
Janelas/telas															
Luminárias															
Lavador Algemas															
Máquina extratora da cloaca															
Máquina corte abdominal															
Máquina e ventradora															
Motores elétricos															
Paredes/pilares/rodapés															
Pias/saboneteiras/papeleiras															
Piso															
Plataformas															
Ralos/grades															
Teto/forros															
Tubulações															
Utensílios (ganchos, rodos e pás)															
Ventiladores e exaustores															
MONITOR:															

(continua na próxima página)

(continuação do Anexo C)

		UNIDADE INDUSTRIAL - AVES CHECK LIST DE HIGIENIZAÇÃO PRÉ - OPERACIONAL			LJD FML 005	
Frequência: diária						
Legenda: Conforme(C): utilizar caneta azul/preta Não Conforme(NC): utilizar caneta vermelha NA: Não Aplicável						
DATA:						
SALA DE MOELAS		HORA:	HORA:	HORA:	HORA:	HORA:
Calha						
Chutes						
Desengordurador de moela						
Esteiras						
Luminárias						
Máquina separadora vísceras e moelas						
Mesas e cadeiras						
Motores elétricos						
Paredes/pilares/rodapés						
Piso						
Portas						
Ralos/Grades						
Rolete extrator de cutícula / mesa						
Teto/Forros						
MONITOR:						
PRÉ - RESFRIAMENTO		HORA:	HORA:	HORA:	HORA:	HORA:
Britador de gelo						
Chiller do corte						
Chillers						
Desenganchador de carcaças						
Esteira						
Estrutura metálica aérea						
Lavador de algemas						
Luminárias						
Plataformas entre os chillers						
Pré - Chillers						
Teto/forros						
Tubulação de gelo (superfície externa)						
Tubulações						
MONITOR:						
Ralos/grades						
Teto/forros						
Utensílios (ganchos, rodos, pás e peneiras)						
MONITOR:						

Fonte: Abatedouro em estudo