

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**ESCOLA DE VETERINÁRIA**

**COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO**

**UTILIZAÇÃO E CONSUMO DE ÁGUA EM UM ABATEDOURO  
FRIGORÍFICO DE BOVINOS E AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA  
CARÇA**

**CLAUDIA FERREIRA VIANA**

**BELO HORIZONTE**

**2018**

**Claudia Ferreira Viana**

**UTILIZAÇÃO E CONSUMO DE ÁGUA EM UM ABATEDOURO  
FRIGORÍFICO DE BOVINOS E AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA  
CARÇA**

Dissertação apresentada à  
Escola de Veterinária da  
Universidade Federal de Minas  
Gerais –UFMG, como requisito  
para obtenção do grau de  
Mestre em Ciência Animal.

Área de Concentração:  
Tecnologia e Inspeção de  
Produtos de Origem Animal

Orientador: Leorges Moraes da  
Fonseca

Co-orientadora: Cléia Batista  
Dias Ornelas

**BELO HORIZONTE-MG**

**2018**

V614u

Viana, Claudia Ferreira, 1992-

Utilização e consumo de água em um abatedouro frigorífico de bovinos e avaliação microbiológica da carcaça / Claudia Ferreira Viana. – 2018.

58 p. : il.

Orientador: Leorges Moraes da Fonseca

Co-orientadora: Cléia Batista Dias Ornelas

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária

Inclui bibliografia

1. Bovino – Carcaças – Qualidade – Teses. 2. Bovino – Carcaças – Microbiologia – Teses. 3. Abatedouros – Teses. 4. Água – Consumo – Teses. 5. Água – Uso – Teses. I. Fonseca, Leorges Moraes da. II. Ornelas, Cléia Batista Dias. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. IV. Título.

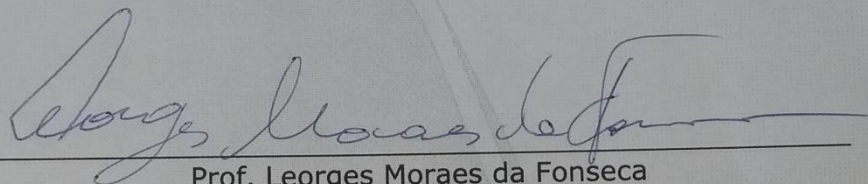
CDD – 664.9

## FOLHA DE APROVAÇÃO

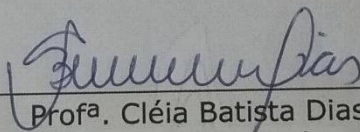
**CLAUDIA FERREIRA VIANA**

Dissertação submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL, como requisito para obtenção do grau de MESTRE em CIÊNCIA ANIMAL, área de concentração TECNOLOGIA E INSPEÇÃO DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL.

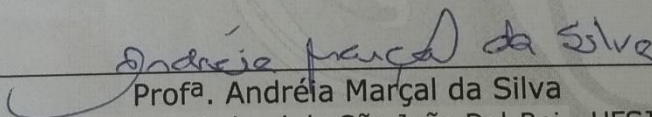
Aprovada em 08 de Fevereiro de 2018, pela banca constituída pelos membros:



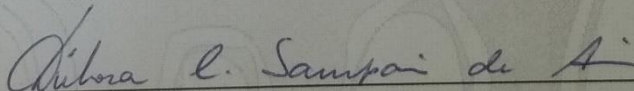
Prof. Leorges Moraes da Fonseca  
Presidente - Orientador



Prof<sup>a</sup>. Cléia Batista Dias Ornellas  
Escola de Veterinária - UFMG



Prof<sup>a</sup>. Andréia Marçal da Silva  
Universidade Federal de São João Del-Rei - UFSJ



Prof<sup>a</sup>. Débora Cristina Sampaio de Assis  
Escola de Veterinária - UFMG



## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida e por ter sido meu sustento e conforto em todas as etapas.

Aos meus pais, Claudio e Sônia agradeço por todo amor incondicional, dedicação e por todo apoio em todos os momentos. Vocês são e sempre serão meus maiores exemplos e meu maior orgulho. Obrigada por sempre acreditarem em mim e me ensinarem que eu posso ser tudo o que eu quiser ser.

Ao meu irmão Caio por todo apoio mesmo distante, mas que sempre foi uma inspiração pra me motivar a ir mais longe. Obrigada por todo o carinho.

Ao meu orientador Leorges Moraes da Fonseca, agradeço pelos ensinamentos e toda paciência. Por ter me recebido tão calorosamente na UFMG que sem dúvida fez toda a diferença em todo processo de adaptação. Obrigada pela oportunidade de ter sido sua orientada.

À Professora Débora Cristina Sampaio de Assis, agradeço pela amizade e apoio em todos os momentos de desespero. Muito obrigada pelo ombro amigo, conselhos, palavras de carinho e apoio durante a execução do projeto.

Aos professores Cléia Batista Dias Ornellas e Wagner Moreira dos Santos pela idealização, incentivo e confiança na execução do projeto e por acreditarem em mim.

À Fernanda por toda a colaboração desde o início. Sem você isso não seria possível.

À Mariana por todo o apoio todos os dias, todo o divã e o companheirismo de todas as horas. Obrigada por todas as risadas, todas as frases de apoio e todo o incentivo que me motiva a ser melhor a cada dia.

Aos professores do DTIPOA, por todo conhecimento e amizade e aos técnicos por toda a colaboração.

Aos amigos de turma por todo o aprendizado e conhecimento compartilhado.

À Sabrina, Sarah, Érika, Caroline, Iara e Júlia por toda amizade e parceria nesses anos. Obrigada pelas palavras amigas e risadas juntas. À Eliane e Viviane por toda a representatividade nessa etapa final.

À Escola de Veterinária da UFMG, por ter me acolhido tão calorosamente e por permitir a realização desse sonho.

À banca examinadora, pelas sugestões e críticas.

À FAPEMIG pelo apoio financeiro do projeto **APQ 02667-14** e a CAPES pela concessão da bolsa.

*“A flor que desabrocha na adversidade é a mais rara e bela de todas”*

*Mulan*

---

## SUMÁRIO

---

	<b>RESUMO</b>	
	<b>ABSTRACT</b>	
<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	10
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS</b>	10
2.1	Objetivo geral	10
2.2	Objetivos específicos	10
<b>3.</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	11
3.1	Situação hídrica mundial atual	11
3.2	Uso Racional de Água	12
3.3	Reuso e Reciclagem de água	16
3.4	Utilização de água em indústrias de alimentos e de obtenção de matéria prima	18
3.5	Rebanho bovino brasileiro e indústria frigorífica	19
3.6	Utilização de água em abatedouros frigoríficos	21
3.7	Microbiota de carcaças bovinas	23
3.7.1	Micro-organismos Psicotróficos.	26
3.7.2	Enterobactérias	26
3.7.3	Mesófilos Aeróbios	27
3.7.4	<i>Salmonella</i> ssp	27
3.7.5	Outros patógenos de importância em alimentos	29
	<i>Enterobacter</i> ssp.	29
	<i>Klebsiella</i> ssp.	29
	<i>Serratia</i> ssp.	29
3.8	Espectrometria de Massas por MALDI-TOF	30
<b>4.</b>	<b>MATERIAS E MÉTODOS</b>	32
4.1	Avaliação Técnica Preliminar	32
4.1.1	Análise Documental	32
4.2	Análise " <i>in loco</i> "	33
4.3	Análise Microbiológica	33
4.3.1	Análise de <i>Salmonella</i>	34
4.3.1.1	Análise Proteômica por Espectrometria de massas MALDI-TOF	34
4.3.2	Análise de Mesófilos Aeróbios totais	35
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	35
5.1	Resultados da análise " <i>in loco</i> "	35
5.1.1	Água do estabelecimento	35
5.1.2	Estrutura do Estabelecimento	36
5.1.3	Utilização de água no setor de abate	36
5.1.4	Sala de Abate e Setores Adjacentes - Diagnóstico de Desperdício	36



5.2	Análise Microbiológica das Carcaças	40
5.2.1	Contagem de Mesófilos Aeróbios	40
5.2.2	Análise de <i>Salmonella</i>	40
5.3	Análise Documental	42
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>43</b>
<b>7.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>43</b>
<b>8.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>44</b>
<b>9.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>53</b>
9.1	Anexo 1: Legislação europeia em relação ao reuso de água	53
9.2	Anexo 2: Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo	54

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar e caracterizar a utilização e consumo de água em um abatedouro-frigorífico de bovinos no Estado de Minas Gerais sob Inspeção Federal e analisar a qualidade microbiológica da carcaça bovina ao final do processamento industrial. Foram feitas mensurações do gasto hídrico na sala de abate e setores adjacentes para comparação com o gasto total utilizado no abate. A média de consumo de água no estabelecimento foi 1060 litros/bovino abatido sendo este superior ao volume de 800L/bovino recomendado pela legislação. Verificou-se a existência diversos pontos de vazamentos na sala de abate e dependências adjacentes. A mensuração do fluxo de água nestes locais indicou uma vazão de 24 litros por hora, evidenciando significativa perda de recursos hídricos. Por outro lado, constatou-se que a indústria faz o reuso de água de condensação da câmara de resfriamento para lavagem de estruturas externas demonstrando preocupação com gasto hídrico. Foram feitas análises de mesófilos aeróbios e *Salmonella* ssp. A análise microbiológica das carcaças na câmara fria revelou a presença de uma amostra positiva para *Salmonella* ssp., confirmada por análise proteômica por espectrometria de massas MALDI-TOF. Além desses micro-organismos, foi detectada a presença de micro-organismos psicrotróficos como *Pseudomonas aeruginosa* e indicadores como *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella pneumoniae* e *Serratia marcescens*. A contagem de mesófilos apresentou contagem média de  $7,63 \times 10^2$  indicando funcionamento adequado da câmara de resfriamento inibindo grande parte dos micro-organismos mesófilos que poderiam se desenvolver na carcaça. Dentre as estratégias para a redução do consumo de água na indústria podem-se citar a instalação de temporizadores e redutores de vazão nas torneiras de maior consumo e a realização da abertura do rúmen a seco com transporte do material por meio de rosca sem fim.

**Palavras-chave:** Água, Bovino, Uso Racional, Qualidade Microbiológica da Carcaça

## ABSTRACT

The aim of the present paper was to evaluate and characterize the use and consumption of water in a slaughterhouse in the state of Minas Gerais under Federal inspection and to analyse the microbiological quality of the bovine carcass at the end of the industrial processing. Measurements of water consumption were made in the slaughter room and adjacent sectors for comparison with the total consumption for slaughtering. The average water consumption in the establishment was 1060 litres/slaughtered bovine higher than the legal recommendation, which is 800 litres/bovine. There were several points of leakage in the slaughter room and adjacent dependencies, which amounted to 24 liters/hour. On the other hand, the industry reused the condensation water from the cooling chamber to wash the external structures showing concern with water expenditure. The microbiological analysis of the carcass in the cold chamber revealed the presence of psychrotrophic microorganisms such as *Pseudomonas aeruginosa* and indicators such as *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella pneumoniae* and *Serratia marcescens*. In addition to these microorganisms, a positive sample for *Salmonella* ssp. was detected and confirmed using proteomics analysis by MALDI-TOF mass spectrometry. Mesophilic microorganisms countings averaged  $7,63 \times 10^2$  which indicates the proper functioning of the cooling chamber inhibiting much of the mesophilic microorganisms that could develop in the carcass. Among the strategies for reducing water consumption in the industry are the installation of timers and flow reducers in the taps of greater consumption and rumen opening using industrial auger instead of water.

Keywords: Water, Bovine, Rational Use, Carcass Quality

---

### LISTA DE TABELAS

---

Tabela 1	Efetivo rebanho de bovinos por Estados – IBGE 2015	19
Tabela 2	Consumo de água por bovino abatido em países do mundo	22
Tabela 3	Volume de água desperdiçado em decorrência de vazamentos em torneiras na sala de abate.	37
Tabela 4	Vazão do chuveiro de lavagem de vísceras comestíveis	39
Tabela 5	Contagem de mesófilos aeróbios na superfície da carcaça bovina	40
Tabela 6	Identificação de micro-organismos Gram-negativos isolados das carcaças bovinas em ágar Rambach pós MALDI-TOF	41
Tabela 7	Análises microbiológicas da água utilizada no Abatedouro-Frigorífico no ano de 2017	42

---

### LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1	Diagrama de blocos para indicação dos fluxos de água e efluentes em uma unidade industrial	15
Figura 2	Concentração do rebanho de bovinos por cabeças no Estado de Minas Gerais.	20
Figura 3	Exemplos de locais de amostragens em bovinos	34
Figura 4	Mensuração do vazamento apresentado por torneira de lavagem de mãos na sala de abate	38
Figura 5	Desperdício de água no setor de vísceras comestíveis. Chuveiro utilizado na lavagem permanece aberto mesmo sem utilização	39

---

### LISTA DE QUADROS

---

Quadro 1	Exemplo da distribuição de água por setor de uso	16
Quadro 2	Possíveis espécies de <i>Salmonella</i> relacionadas à amostra nº4	41

---

---

## LISTA DE ANEXOS

---

Anexo I	Legislação europeia em relação ao reuso de água	53
Anexo II	Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano	54

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente o crescimento da demanda mundial por água de boa qualidade, à uma taxa superior à da renovação do ciclo hidrológico vem constantemente sendo objeto de estudos científicos. A eficiência do uso da água, qualitativa e quantitativamente, é tema de grande preocupação entre órgãos competentes de todo o país, com finalidade de estudos de variação da disponibilidade hídrica. Dentre os diversos setores da sociedade, o industrial é um dos que mais desperta a preocupação em relação ao problema da escassez de água, tanto pelo alto consumo quanto pela poluição resultante de seus resíduos (Mierswa, 2002). No Brasil, fatores ambientais associados ao setor industrial e ao rápido crescimento urbano, no contexto do desenvolvimento das regiões metropolitanas, apontam para cenários futuros de escassez hídrica (CIESP/FIESP, 2004). O desenvolvimento sustentável é um termo cunhado para se pensar que as necessidades da atual geração não podem comprometer a capacidade de que as futuras gerações terão para prover sua existência. Isso implica em questionamentos quanto aos modelos de desenvolvimento que na atualidade têm consumido os recursos naturais existentes no planeta com risco de tornar as fontes de recursos renováveis em não renováveis em detrimento do ritmo que o consumo tem imposto à natureza. Hoje, a produção sustentável é parte essencial da preocupação da sociedade moderna que pretende estar na linha de frente do combate ao desperdício e no desenvolvimento de políticas de preservação e conservação dos recursos naturais renováveis do planeta (Silva e Lima, 2010).

Neste contexto, torna-se necessário e imprescindível uma avaliação, dentro de um cenário real de produção contínua de um abatedouro-frigorífico, da demanda do consumo de água do gasto efetivo e o planejamento para um possível gasto racional, tendo como referência as normas sanitárias vigentes. Estes parâmetros serviram de base para a execução desse trabalho, enriquecendo a reduzida produção técnico-científica que avalia a utilização e consumo de água de abastecimento nas diversas seções e setores dos abatedouros-frigoríficos de bovinos sem prejudicar a qualidade do produto, sob o ponto de vista Higiênico-Sanitário e Tecnológico (HST).

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Avaliar o consumo, utilização e disponibilidade de água de um Abatedouro-Frigorífico de bovinos no Estado de Minas Gerais e a qualidade microbiológica das carcaças obtidas após processamento industrial.

### 2.2 Objetivos específicos

1 – Avaliar a utilização e o consumo de água em pontos que apresentaram maior desperdício entre operações de abate e salas adjacentes.

2- Avaliar a qualidade microbiológica das carcaças bovinas produzidas no estabelecimento por meio de análises de mesófilos aeróbios totais e *Salmonella* ssp.

3- Sugerir adequações durante o processamento tecnológico para adaptar o consumo da água de forma racional.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 – Situação hídrica mundial atual

As estimativas atuais indicam que a cada ano, a população mundial tem aumento de cerca de 83 milhões de pessoas. Mesmo supondo que os níveis de fertilidade diminuam, a população deverá atingir 8,6 bilhões em 2030, 9,8 bilhões em 2050 e 11,2 bilhões em 2100, de acordo com a projeção de variante média (UN DESA, 2017). Além disso, estima-se que a população das áreas urbanas irá praticamente dobrar, subindo de 3,6 bilhões em 2011, para 6,3 bilhões, em 2050 aumentando, conseqüentemente, a demanda por recursos hídricos (UN DESA, 2011). Esse cenário é, portanto, favorável à escassez de água, que pode ser resumida como o resultado da combinação da variabilidade hidrológica e do elevado uso humano (Alexandratos e Bruinsma, 2012). Em geral, a indústria – incluindo o setor energético – é responsável por cerca de 19% do consumo total de água (FAO, 2014). O estudo realizado pela Agência Nacional de Águas - ANA a respeito do uso de água na indústria apontou um crescimento expressivo da demanda hídrica industrial nos últimos anos, acompanhando a conjuntura econômica do País. As vazões de retirada estimadas em 2013, pico do período analisado com 207,1 m<sup>3</sup>/s, foram 70% superiores às vazões de 2002. A queda na atividade industrial brasileira em 2014 e 2015, porém, foi refletida na redução da demanda hídrica, quando as vazões de retirada totais foram de 192,41 m<sup>3</sup>/s, queda de 7,1% em relação ao ano de 2013. A vazão consumida foi estimada em 104,92 m<sup>3</sup>/s, equivalente a aproximadamente 55% do total retirado. As maiores demandas estão localizadas no Sudeste e, juntas, as regiões Sudeste, Sul e Nordeste foram responsáveis por 85% da demanda de água do setor no Brasil. As maiores demandas para retirada estão em São Paulo (59,71 m<sup>3</sup>/s), Minas Gerais (17,95 m<sup>3</sup>/s), Paraná (16,45 m<sup>3</sup>/s), Alagoas (10,89 m<sup>3</sup>/s), Pernambuco (10,32 m<sup>3</sup>/s) e Rio Grande do Sul (10,05 m<sup>3</sup>/s) (ANA, 2017).

Mundialmente, o valor da água está cada vez maior devido à diminuição da sua oferta e aos altos custos ambientais de sua captação e distribuição. A água vem, portanto, tornando-se uma mercadoria cada vez mais valiosa e a avaliação do seu uso é muito importante. Dessa forma, a regulação jurídica das águas vem sendo progressivamente reformada para responder às evidências cada vez mais alarmantes no que se refere a esse recurso natural (UNEP, 2000; Aith e Rothbarth, 2015). A limitação de reservas de água doce no planeta, o aumento da demanda de água para atender, principalmente, o consumo humano, agrícola e industrial, a prioridade de utilização dos recursos hídricos disponíveis para abastecimento público e as restrições que vêm sendo impostas em relação ao lançamento de efluentes no meio ambiente pelo CONAMA, tornam necessária a adoção de estratégias que visem racionalizar a utilização dos recursos hídricos e mitigar os impactos negativos relativos à geração de efluentes pelas indústrias (CIESP/FIESP, 2004). No Brasil, a Lei Federal N° 9.433, de 08.01.1997 (Brasil, 1997a), relacionada à Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelece instrumentos de Gestão das Águas como a outorga e a cobrança pela captação, pelo lançamento de efluentes líquidos nos corpos receptores, que visam estimular a conservação e o seu reuso pelas indústrias. Vinte anos após a legislação ser implantada, muitos programas de reuso de água foram implantados em diversos locais do país. Um dos objetivos desta Política é a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável. Oliveira *et al.* (2013) destacaram

que não só os rios, lagos e lagoas estão sendo poluídos, mas também as fontes de água subterrâneas estão sendo fortemente afetadas por esgotos e fontes de poluição difusas. Essa questão exige uma reflexão sobre hábitos de consumo, fazendo-se necessária a adoção de novos valores acerca do modo de vida do ser humano para utilizar medidas de minimização do consumo, reuso e reciclagem dos efluentes líquidos gerados pelos processos industriais e domésticos.

### 3.2 Uso Racional de Água

Qualquer atividade humana que altere as condições naturais das águas é considerada um tipo de uso. Cada tipo de uso pode ser classificado como uso **consuntivo ou não consuntivo**. Os usos consuntivos são aqueles que retiram água do manancial para sua destinação, como a irrigação, a utilização na indústria e o abastecimento humano. Já os usos não consuntivos não envolvem o consumo direto da água - a geração de energia hidrelétrica, o lazer, a pesca e a navegação, são alguns exemplos, pois aproveitam o curso da água sem consumi-la (ANA, 2018).

Para que haja disponibilidade para o consumo humano e processamento industrial a água deve ser utilizada de forma consciente diante da escassez presenciada no cenário atual. A situação hídrica do Brasil comparada a outros países é bastante favorável em relação à disponibilidade dos recursos, mas isso não significa a ausência de problemas de consumo. A disponibilidade hídrica total brasileira corresponde a 78.600m<sup>3</sup>/s e apresenta grande divergência quanto à distribuição. Enquanto na Região Norte (amazônica) há grande disponibilidade hídrica com 65.617m<sup>3</sup>/s na Região Hidrográfica Amazônica, correspondendo a mais de 80% (ANA, 2017), na Região Nordeste do País existem graves problemas em decorrência do consumo por conta do crescimento da população e indústrias utilizando cada vez mais água (Costa e Estender, 2015). A disponibilidade hídrica no Nordeste corresponde a 2.086m<sup>3</sup>/s, o que representa menos de 3% da quantidade total brasileira.

Dentro desse conceito, Companhias de Abastecimento, como a CETESB de São Paulo, estão preocupadas em elaborar Programas de Boas Práticas de Produção mais Limpa (P+L). A evolução do conceito de P+L é a representação da produção sustentável, pois incorpora, ao longo de todo ciclo de vida de bens e serviços, as melhores alternativas possíveis para minimizar custos ambientais e sociais (FEAM, 2012).

Esse programa sugere uma série de medidas para a redução do consumo e, conseqüentemente, de efluentes industriais, utilizando inclusive outras normas como os Procedimentos Operacionais Padronizados (POP) (SENAI, 2003). As seguintes ações ilustram essa preocupação: mudança na dosagem e na concentração de produtos; maximização da utilização da capacidade do processo produtivo; reorganização dos intervalos de limpeza e de manutenção em busca da otimização; eliminação de perdas devido à evaporação e a vazamentos; elaboração de manuais de boas práticas operacionais, treinamento e capacitação de pessoal envolvido no programa de P+L; alteração dos fluxos de material, pequenos ajustes de "layout"; aumento da logística associada a resíduos e melhoria do sistema de informação.

Apesar das modificações nos processos industriais por meio de boas práticas operacionais, baseadas num programa de P+L, serem medidas economicamente interessantes é imprescindível a avaliação de cada etapa de obtenção de produtos sob o ponto de vista da Inspeção Higiênico-Sanitária e Tecnológica/HST. A Sanidade dos produtos de origem animal deve ser mantida, pois esses produtos não podem conter riscos e perigos para a saúde humana e animal. Em síntese, o



foco não pode ser apenas a produção mais limpa, mas sim a sanidade e identidade do produto de origem animal de acordo com a exigência da inspeção veterinária (SENAI, 2003).

A Conservação de Água pode ser compreendida como as práticas, técnicas e tecnologias que aperfeiçoam a eficiência do uso da água, podendo ainda ser definida como qualquer ação que:

- Reduz a quantidade de água extraída das fontes de suprimento;
- Reduz o consumo de água;
- Reduz o desperdício de água;
- Reduz as perdas de água;
- Aumenta a eficiência do uso da água;
- Aumenta a reciclagem e o reuso da água;
- Evita a poluição da água (CIESP/FIESP, 2004).

O programa de produção mais limpa tem o objetivo de identificar oportunidades para eliminar ou reduzir a geração de efluentes, resíduos e emissões, além de racionalizar a utilização de matérias-primas e insumos. Este programa deve catalisar os esforços da empresa para atingir uma melhoria ambiental contínua nas operações em planta. É implantado utilizando uma metodologia que busca solucionar problemas de ordem técnica e ambiental sem aumento de custos para a Empresa (SENAI, 2003). As técnicas para implementação de Produção Mais Limpa incluem a melhoria das práticas de limpeza, otimização de processos, a substituição de matérias-primas, nova tecnologia ou modificação no *design* do processo. Previne o uso ineficiente dos recursos, evitando a geração desnecessária de resíduos, proporcionando a redução dos custos operacionais de uma indústria, redução do desperdício, tratamento e eliminação de custos e responsabilidade reduzida, gerando benefícios financeiros e ambientais (UNEP, 2000).

Seguindo a mesma linha, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo-SABESP, criou em 1996 o Programa de Uso Racional de Água (PURA) que visa o combate ao desperdício por meio da adoção de uma política de incentivo ao uso racional da água com ações tecnológicas e mudanças culturais. Dentre as soluções propostas estão detecção e reparo de vazamentos, troca de equipamentos convencionais por equipamentos economizadores de água, estudos para reaproveitamento da água e palestras educativas. O programa consiste em 3 etapas:

### *1. Diagnóstico Técnico*

Consiste na elaboração do levantamento de todo o processo de consumo e utilização de água, para que se possa detectar os pontos críticos e definir a margem de economia possível na empresa ou ambiente avaliado.

### *2. Projeto Técnico*

Com base no levantamento dos processos identificados na etapa anterior é possível estabelecer ações, investimento, prazo necessário para a execução de obras, treinamento de pessoal e mudança dos processos.

### *3. Suporte Operacional*

A última etapa consiste na execução das obras necessárias e na manutenção dos sistemas críticos, aplicando a tecnologia selecionada. Ao mesmo tempo podem-se realizar palestras de

conscientização para funcionários, buscando a mudança da cultura e dos hábitos de utilização da água.

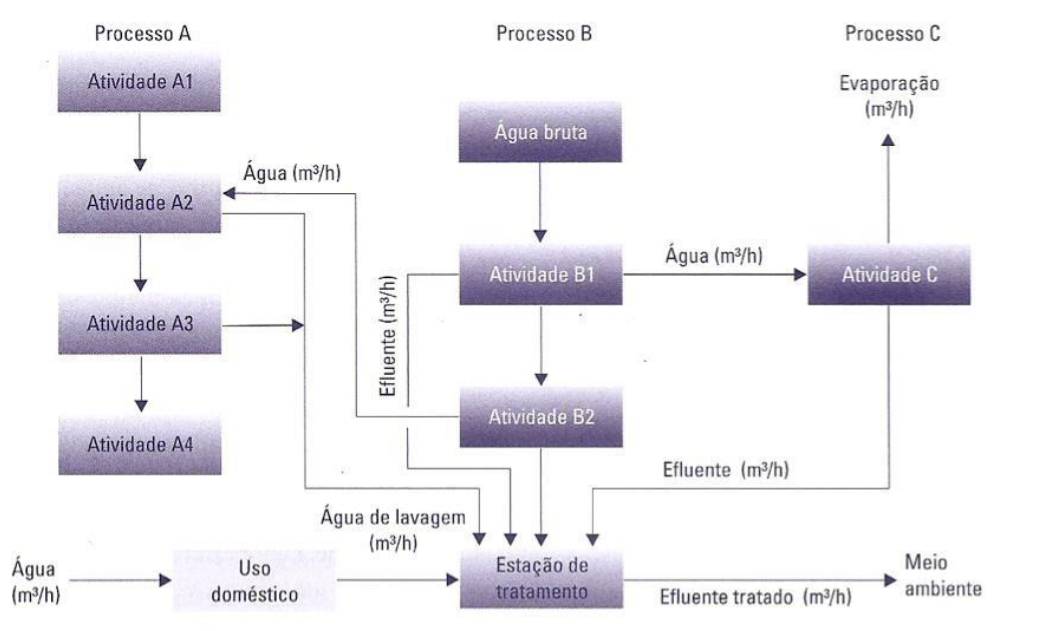
Uma escola que adotou os procedimentos da PURA no Estado de São Paulo obteve uma economia de 57,81% de água de 2010 para 2013, passando dos **4,351 milhões de litros gastos para 1,836 milhão** de litros consumidos. Juntamente com outras unidades que adotaram o programa, a preservação atingiu quase 16 milhões de litros de água nos últimos três anos. Essa ação evidencia a importância do reuso e da economia como forma de conservação dos recursos hídricos (SABESP, 2013).

Na Europa, há pressões significativas sobre os recursos hídricos. Um indicador útil que é usado para medir a pressão sobre os recursos de água doce é o índice de exploração da água (IEA), que representa a proporção da captação total de água doce de um país para o seu recurso médio de água doce a longo prazo. Um IEA acima de 20% implica que um recurso hídrico está sob estresse e valores acima de 40% indicam estresse hídrico grave e uso claramente insustentável do recurso hídrico. Conforme informado pela Agência Europeia do Ambiente (AEA) em 2012, as questões do estresse hídrico ocorrem principalmente nos países do Sul da Europa, como Chipre (IEA de 45%) e regiões do leste e sudeste da Espanha (IEA > 40%). No entanto, o estresse hídrico nas bacias dos rios da Europa Central e do Norte, localizadas na Bélgica, no Reino Unido e no oeste da França, é extremamente acentuado, não só devido às mudanças climáticas, mas também devido à alta densidade populacional e ao desenvolvimento da indústria. Embora a reutilização de água já tenha sido praticada em um grande número de países europeus com a maioria das aplicações no setor agrícola, houve a necessidade de desenvolver estratégias que incentivem o uso de fontes alternativas de água para ajudar a equilibrar oferta e demanda de água, e promover o gerenciamento sustentável da água. Apesar dos benefícios óbvios associados à reutilização da água, vários desafios regulatórios, sociais e econômicos continuam a ser abordados antes que uma implementação mais ampla dos esquemas de reutilização da água na Europa seja possível. Por exemplo, enquanto alguns países europeus, como a Espanha, desenvolveram seus próprios regulamentos para a reutilização da água, que estimulam a implantação de esquemas, muitos países europeus ainda não possuem essa regulamentação favorável (WRE, 2017). No Brasil, apesar da abundância, cerca de 80% das reservas encontram-se na região Amazônica, onde a densidade populacional corresponde a 4,12 habitantes/km<sup>2</sup> e conseqüentemente possui menor demanda hídrica. Estima-se que a disponibilidade hídrica superficial no Brasil seja em torno de 78.600m<sup>3</sup>/s, sendo que 65.617m<sup>3</sup>/s correspondem à contribuição da bacia amazônica. Na região Sudeste, a densidade populacional é maior em relação à região norte, o que acarreta em uma maior demanda e menor distribuição por habitante. Segundo o IBGE (2010), a densidade populacional da região sudeste corresponde a 82,92 habitantes/km<sup>2</sup> e a concentração dos recursos hídricos do país na região é de apenas 6% (ANA, 2010). Além das águas superficiais, as águas subterrâneas desempenham importante papel como fonte de água para os diversos usos. Segundo o mapeamento das reservas da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), o Estado de Minas Gerais está localizado sobre quatro regiões: Atlântico Leste, Atlântico Sudeste, Paraná e São Francisco, que somadas representam uma Reserva Potencial **Explotável** de 2.098 m<sup>3</sup>/s, isto é, reserva subterrânea capaz de ser **explotada** de forma sustentável.

No Brasil a Política Nacional de Recursos Hídricos, regulamentada pela Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro 1997 do Ministério do Meio Ambiente, é a legislação que regulamenta a utilização da água de forma que as futuras gerações tenham acesso à água em padrões adequados aos respectivos usos. Essa política outorga a utilização e a cobrança dos recursos hídricos, além de

promover metas de racionalização, medidas a serem tomadas em casos de escassez, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados para atendimento das metas previstas (Brasil, 1997a).

Também são necessários esforços adicionais para explicar melhor os benefícios da reutilização de água, a fim de estimular o entusiasmo público, comercial e governamental para a reutilização da água. Isto não só favorecerá a implantação de novos projetos, mas também apoiará o desenvolvimento de incentivos financeiros para esquemas de reutilização. De fato, modelos de negócios efetivos são elementos críticos de projetos bem-sucedidos de reutilização de água. Após o estágio de avaliação da quantidade e qualidade de água utilizada, torna-se necessária a compilação dos dados obtidos. A maneira mais simples de se organizar os levantamentos é através de diagramas de blocos como representado na Figura 1. Além do diagrama de blocos, outra estratégia de agrupar os dados de forma eficiente é a divisão por categorias de uso por setor. Essa divisão permite que as categorias sejam subdivididas, o que possibilita uma avaliação mais precisa de toda a unidade auxiliando a identificação de oportunidades para a redução do consumo e reuso de água. Esse procedimento está exemplificado no Quadro 1. Finalmente, embora muitas tecnologias de tratamento inovadoras para reutilização de água tenham sido desenvolvidas e implantadas em todo o mundo, são necessários métodos consistentes para selecionar tecnologias adaptadas a aplicações de reutilização específicas (CIS, 2016).



**Figura 1:** Diagrama de blocos para indicação dos fluxos de água e efluentes em uma unidade industrial.

Fonte: Mierswa e Hespanhol (2005)

**Quadro 1:** Exemplo da distribuição do consumo de água por categoria de uso

<b>Categoria de uso</b>	<b>Demanda (volume/tempo)</b>
Matéria-prima	Demanda 1
Uso doméstico	Demanda 2
Lavagem de Equipamentos	Demanda 3
Irrigação de áreas verdes	Demanda 4
Geração de vapor	Demanda 5
Sistemas de resfriamento	Demanda 6
Produção de água desmineralizada	Demanda 7
<b>Total</b>	<b>Demanda</b>

Fonte: Mierswa e Hespanhol (2005)

Em um contexto industrial, a água pode ser utilizada como parte do produto (por exemplo, em alimentos) sendo um elemento importante do processamento de materiais. Além disso, outros usos tais como limpeza, resfriamento e alimentação da caldeira podem ser realizados com uso de águas residuais devidamente tratadas. Apesar dos processos industriais serem frequentemente complexos e de qualidade crítica, a reutilização da água tem sido realizada em muitas indústrias nas últimas décadas, tipicamente conduzida pelo imperativo da "produção mais limpa" e pelo aumento do custo de entrega de água e de desenvolvimento de novos estoques. O grau de reutilização da água na indústria difere significativamente em todos os setores industriais e é fortemente dependente da natureza do processo industrial e circunstâncias locais, e da proximidade da indústria com o abastecimento de água. É importante notar que a reutilização industrial da água é determinada pelas necessidades do processo industrial individual e/ou produto, bem como os custos de produção água da qualidade requerida em comparação com outras fontes. Na reutilização industrial deve-se considerar tanto o benefício ecológico quanto o econômico geral das diferentes opções de reutilização, incluindo aquelas que não se concentram na própria água como elemento, mas, por exemplo, o calor que pode ser carreado por ela, por exemplo, em sistemas de aquecimento (CIS, 2016).

Dentre as principais dificuldades desse setor podem-se citar os perigos para a saúde humana e o meio ambiente. É importante considerar todos os tipos de perigo (não simplesmente aqueles que podem ser quantificados e modelados). O perigo para a saúde humana pode ser definido como qualquer agente biológico, químico, etc., que possa causar danos aos seres humanos com exposição ou dose suficiente, o que chama a atenção para a qualidade do tratamento dos efluentes utilizados para o reuso (Sperber, 2001).

### **3.3 - Reuso e Reciclagem de água**

A reutilização ou reuso de água ou ainda em outra forma de expressão o uso de águas residuais, não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo há muitos anos. Entretanto, a demanda crescente por água tem feito do seu reuso planejado um tema atual e de grande importância (Mierzwa, 2000). O reuso de água reduz o consumo dos mananciais e os impactos no meio ambiente, preservando e melhorando a reutilização desse recurso. Dessa

forma vem ganhando espaço no âmbito industrial visto que atualmente o mercado consumidor passa a analisar os estabelecimentos não somente por produtos eficazes, mas também como organizações que possuem preocupação em relação ao meio ambiente, sociedade e gerações futuras (Costa e Estender, 2015).

Neste sentido, deve-se considerar o reuso de água como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional e eficiente deste bem, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios e a minimização da produção de resíduos e do consumo de água (Hespanhol, 1997). Tendo em vista que a escassez dos recursos hídricos em algumas regiões do Brasil poderá ser uma realidade considerando a baixa disponibilidade, a adoção de estratégias relacionadas ao reuso da água vem ganhando cada vez mais destaque entre os diversos setores, objetivando a economia de água em setores que utilizam deste recurso tão imprescindível (Mierzwa, 2000).

O reuso da água reduz a demanda sobre seus mananciais devido à substituição da água potável por uma água de qualidade inferior. Esta prática, atualmente muito utilizada em alguns países é baseada no conceito de substituição de mananciais. Tal substituição é possível em função da qualidade requerida para um uso específico. Desta forma, grandes volumes de água potável podem ser poupados pelo reuso quando se utiliza água de qualidade inferior para atendimento das finalidades que podem prescindir de água dentro dos padrões de potabilidade. Segundo a Resolução N° 357 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) que dispõe sobre a classificação de corpos de água, as águas doces são classificadas em cinco classes. As águas que possuem melhor qualidade ocupam categorias mais elevadas e à medida que passam por tratamentos conseqüentemente são destinadas a classes inferiores. Segundo essa classificação as águas que possuem melhor qualidade após o tratamento, podem ser aproveitadas em usos menos exigentes como abastecimento e caldeira, desde que este não prejudique a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes (Brasil, 2005).

Outros projetos que visam o reuso de água já foram relatados em diversas partes do mundo, e a regularização desse reuso está demonstrada no Anexo I. Experiências de grandes projetos de reutilização na Austrália serviram de inspiração para grandes investimentos iniciais em *marketing* e conscientização de campanhas como fatores-chave de sucesso. Em Adelaide, por exemplo, o projeto do *pipeline* de Virginia foi apoiado por um extenso programa de educação durante três anos, incluindo um estudo de mercado, exibição de reutilização de água em reuniões públicas e apoio contínuo da autoridade local de saúde, resultando em uma clara mudança de percepções públicas ao longo do período. Neste caso, o capital inicial de investimento foi alto, mais de 16 milhões de euros, mas este investimento foi rapidamente recuperado pelos benefícios econômicos da produção (Lazarova, 2013). A disponibilidade de água adicional não só permitiu um aumento da produção agrícola, mas também uma duplicação do valor da terra de 12.000 € / ha para 24.000 €/ha (Stevens e Anderson, 2013). Isso sugere que mesmo programas educacionais relativamente extensos possam ser comercialmente viáveis, se estes resultarem em maior demanda ou vontade de reutilizar a água. Um exemplo de campanha bem-sucedida de conscientização pública é o programa NEWater em Cingapura, que resultou em uma taxa de aceitação de 98% para esquemas de reutilização de água entre o público. Essa campanha abrangente de educação pública foi direcionada para uma ampla gama de partes interessadas - incluindo políticos, líderes de opinião, especialistas em água, líderes de base, estudantes e público em geral - para ganhar confiança, explicando a tecnologia avançada, mostrando sua qualidade comprovada e abordando os equívocos em torno da reutilização de água (UNESCO, 2015).

### 3.4 Utilização de água em indústrias de alimentos e de obtenção de matéria-prima

De modo geral, a quantidade e a qualidade da água utilizada pela indústria varia de acordo com o ramo de atividade e a capacidade de produção. O tipo de atividade da indústria determina o grau de qualidade da água a ser utilizada, ressaltando-se que em uma mesma indústria podem ser utilizados vários tipos de água, com diferentes níveis de qualidade. Estes níveis de qualidade são definidos em função das características físicas, químicas, biológicas e sensoriais que a água apresenta. Por outro lado, o porte da indústria que está relacionado com a capacidade de produção, irá definir qual a necessidade de água para cada uso (Fronza, 2004). A água na indústria de alimentos e de obtenção de matéria prima é fundamental, devido às várias funções que desempenha. Sendo assim, ela deve apresentar dois requisitos importantes: qualidade e quantidade. A quantidade deve ser suficiente para desempenhar todas as atividades na indústria e a qualidade faz referência à sua carga microbiológica e às características químicas, físicas e sensoriais, influenciando diretamente na qualidade higiênico-sanitária do produto final. Assim, o controle da água em seus aspectos químicos, físicos, microbiológicos e sensoriais é fundamental para racionalizar seu uso nas indústrias alimentícias (Otenio *et al.*, 2005).

Os tipos de água deverão apresentar características que variam segundo sua aplicação conforme a necessidade dos processos, podendo ser denominadas em água para uso geral e água de processo, segundo Baruffaldi e Oliveira(1998).

a. A água de uso geral é empregada em limpeza, lavagem e higienização de equipamentos, operações unitárias de aquecimento e resfriamento, e nos serviços auxiliares como também, operações de lavagens dos cortes de carnes e vegetais. Deve ser limpa, potável, clara, incolor, insípida, inodora e isenta de íons tóxicos e aceitável microbiologicamente, conforme descrito na legislação vigente.

b. As características da água para processo para a fabricação de alimentos e produtos cárneos industrializados ou não, ou seja, quando usada diretamente na forma de ingrediente agregado ao produto final, deve ser potável e isenta de sais que promovem a dureza. Minerais como o cálcio e o magnésio influenciam na dureza da água, provocando danos em equipamentos e utensílios além de afetarem a ação dos detergentes na limpeza tornando-os insolúveis, aumentando o custo da produção. Além disso essas substâncias podem precipitar nas paredes de tubos e equipamentos e obstruir a tubulação ou o próprio equipamento, principalmente se aquecidas, ou podem ainda causar problemas mais graves como no caso da caldeira para a geração de vapor (Mierzwa & Hespanhol, 2005).

Para evitar tais problemas/ situações é necessário abrandar a água. O abrandamento é o processo que se destina a separar os sais solúveis. De modo geral, pode-se dizer que existem três técnicas para abrandamento: processo de abrandamento pela cal (carbonato de cálcio), o processo por troca iônica e o processo por separação por membranas, cada um indicado para uma faixa de dureza. A cal é indicada para tratamento de água com uma dureza superior a 80mg/L e a troca iônica e a separação por membranas para níveis relativamente baixos, menores ou iguais a 80mg/L (Mierzwa e Hespanhol, 2005).

O controle de qualidade da água deve ser regulado, garantindo a redução de efeitos indesejáveis nas instalações da organização, como corrosão e incrustações de partículas

sedimentares, que possibilitam riscos de contaminação expondo a saúde do consumidor (Roloff, 2006). A água é considerada potável quando atende aos padrões físico-químicos, microbiológicos e organolépticos conforme a legislação vigente, Portaria de Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017 (Brasil, 2017). Os padrões determinados pela Portaria se encontram no Anexo II. Desta forma, o controle da qualidade da água deve ser estabelecido na indústria de alimentos, acatando aos critérios da regulamentação vigente, com avaliação recorrente de suas características, assegurando que os produtos alimentícios proporcionem excelência em qualidade físico-química, sensorial e microbiológica (Galletti *et al.*, 2010).

### 3.5. Rebanho bovino brasileiro e indústria frigorífica

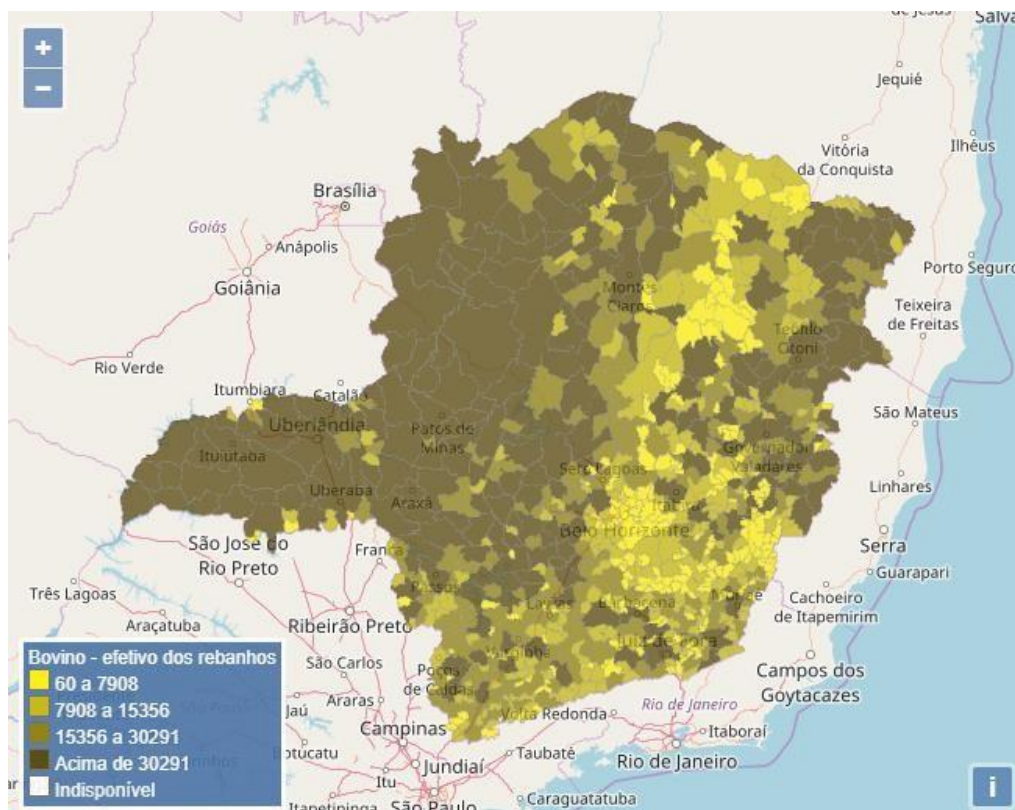
Dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos - USDA apontam o Brasil como o detentor do segundo maior efetivo de bovinos do mundo, sendo responsável por 22,2% do rebanho mundial, atrás apenas da Índia (USDA, 2017). Em 2016, o efetivo brasileiro de bovinos foi de 218,23 milhões de cabeças, representando um aumento de 1,4% em comparação com o ano anterior. O país foi também o segundo maior produtor de carne bovina, responsável por 15,4% da produção global. Os Estados Unidos (maior produtor mundial), o Brasil e a União Europeia, juntos, representaram quase metade de toda a carne produzida no mundo em 2016 (IBGE, 2016).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016), no cenário nacional, destaca-se a região Centro Oeste, onde se concentra o maior rebanho bovino do Brasil destinado à pecuária de corte, favorecida tanto pelo relevo, com extensas áreas planas, quanto pela vegetação, com predominância de campo. O Estado de Minas Gerais possui o segundo maior plantel bovino do Brasil com 11% de participação na produção nacional, ficando atrás apenas do Estado do Mato Grosso (Tabela 1). O número de bovinos apresentou crescimento de 1,6 milhões de cabeças em relação ao último censo em 2006, totalizando aproximadamente 23,8 milhões de cabeças no Estado em 2015. A maior concentração do rebanho ocorre na região do Triângulo Mineiro seguida pela Região Noroeste, como representado pela Figura 1.

**Tabela 1:** Efetivo rebanho de bovinos por Estados – IBGE 2015

Ranking	Estados	Rebanho (cabeças)	Participação (%)
1º	Mato Grosso	29.364.042	13,6
2º	<b>Minas Gerais</b>	<b>23.768.959</b>	11,0
3º	Goiás	21.887.720	10,2
4º	Mato Grosso do Sul	21.357.398	9,9
5º	Pará	20.271.618	9,4
6º	Rio Grande do Sul	13.737.316	6,4
7º	Rondônia	13.397.970	6,2
8º	Bahia	10.758.372	5,0
9º	São Paulo	10.468.135	4,9
	Demais Estados	50.187.958	23,3
	<b>Rebanho Total</b>	<b>215.199.488</b>	<b>100</b>

Fonte: IBGE (2016)



**Figura 2:** Concentração do rebanho de bovinos no Estado de Minas Gerais. Fonte: IBGE (2016)

Em relação ao gado de corte, em 2016 foram abatidas 2,5 milhões de cabeças de gado no Estado, o que representou 8,3% da produção nacional. Desse montante, 92 mil toneladas de carne bovina foram exportadas, o que reverencia a importância desse setor no cenário nacional e internacional (MDIC, 2016).

Existem no Brasil 250 estabelecimentos de abate registrados no Sistema de Inspeção Federal - SIF. Destes, 33 se encontram no Estado de Minas Gerais, tendo 13,2% de representatividade no cenário nacional (MAPA, 2018).

Os principais destinos da carne brasileira *in natura* são Hong Kong, China, Irã, Egito, Rússia, Chile, Arábia Saudita e Holanda. Já a carne industrializada, é comercializada principalmente para EUA, Reino Unido, Bélgica, Itália, Holanda e Canadá (ABIEC, 2017). Entretanto, para consolidação da exportação brasileira de carne bovina *in natura* e seus derivados a outros mercados, é fundamental que o produto tenha vida útil adequada e segurança microbiológica aceitável. O nível de contaminação e a presença tanto de bactérias deteriorantes como patogênicas nas carcaças e cortes bovinos são fatores primários que afetam o mercado importador da carne bovina brasileira. Esse fator pode ter relação com a qualidade da água utilizada no abatedouro-frigorífico e indústrias de processamento de matéria-prima. Águas de baixa qualidade podem carregar patógenos para a matéria-prima prejudicando a qualidade do produto final. Na carne, a presença desses micro-organismos podem ocasionar alterações bioquímicas e organolépticas importantes que afetam a qualidade do produto. Dentre essas alterações podem-se citar a limosidade superficial, alteração na cor dos pigmentos da carne



(hemepigmentos), rancificação, fosforescência, alterações na cor e odores e sabores estranhos (Franco & Langgraf, 2008).

### 3.6 Utilização de água em abatedouros frigoríficos

Os principais usos de água nos frigoríficos são para:

- Consumo animal e banhos dos animais;
- Lavagem dos caminhões transportadores de animais e produtos acabados;
- Lavagem de carcaças, vísceras e intestinos;
- Movimentação de subprodutos e resíduos no abatedouro;
- Limpeza e esterilização de facas e equipamentos;
- Limpeza de pisos, paredes, equipamentos e bancadas;
- Geração de vapor;
- Resfriamento de compressores (CETESB, 2006).

O principal fator que afeta o volume de água consumido são as práticas de limpeza. Padrões de higiene estabelecidos pela inspeção veterinária em áreas críticas dos abatedouros resultam no uso de grande quantidade de água.

Tal como acontece com muitas indústrias alimentares de transformação, as principais questões ambientais associadas às operações de abate são o alto consumo de água, a grande geração de efluentes, o alto consumo de energia e geração de subprodutos (UNEP, 2000). A necessidade do controle da quantidade de água utilizada torna-se, portanto, um fator limitante do desenvolvimento, principalmente em regiões áridas e semiáridas. A geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos são medidas de implementação viável para melhoria do desempenho ambiental dessa tipologia industrial (SISEMA, 2009). O consumo de água varia bastante de unidade para unidade, em função de vários aspectos como: tipo de unidade (só abate, abate e industrialização da carne, com/sem graxaria, etc.), tipos de equipamentos e tecnologias em uso, *-layout* da planta e de equipamentos, procedimentos operacionais, entre outros (CETESB, 2006). Um dos grandes benefícios dos indicadores de consumo de água para a indústria é a possibilidade de se avaliar sua eficiência quanto ao uso, possibilitando a melhoria dos processos que utilizam a água, minimizando os impactos gerados, seja pelo aspecto qualitativo, bem como, pelo quantitativo (CIESP/FIESP, 2004). Verificação do consumo e da qualidade da água nem sempre é uma tarefa fácil de ser realizada, pois a planta industrial geralmente é bastante complexa. Portanto, é necessário identificar o consumo de água por setores que possuam os parâmetros de consumo e de qualidade de água característicos. Isto é possível a partir do momento que se conhece a rede hidráulica, os processos envolvidos, os equipamentos utilizados, assim como as características do setor de utilidades (vapor, refrigeração) (Martins, 2006).

No Brasil, As Normas de Inspeção de Carnes pelo DIPOA (Brasil, 1971), referência para Abatedouros-Frigoríficos de Bovinos, determinam o índice de 800 litros/bovino abatido. A quantidade de água utilizada em outros países apresenta algumas divergências como representado na Tabela 2. Essas normas, ainda determinam a importância de um controle volumétrico do gasto de água na sala de abate e dependências anexas, com a instalação de hidrômetros em pontos adequados, visando evitar o desperdício de água e prevenindo a carência da mesma. No entanto, o volume de água utilizado pode variar entre as diferentes indústrias, de acordo com a capacidade de abate. Considerando o volume total de bovinos abatidos em Minas

Gerais de acordo com o IBGE (2016) e o volume de água recomendado para abate de bovinos, pode-se estimar o gasto máximo de 2 bilhões de litros utilizados no ano de 2016. Como normalmente o gasto hídrico é difícil de ser mensurado devido à complexidade da planta da indústria frigorífica e à dificuldade de identificação e mensuração de perdas internas, o valor real do consumo no Estado de Minas Gerais não pode ser calculado com precisão. Martins *et al.*(2006) ao analisarem um abatedouro-frigorífico encontraram um gasto de 1250 litros por bovino abatido sendo parte do gasto atribuído a perda física de água por vazamentos. Uma estimativa de economia de 2% foi relatada no estudo somente com manutenção preventiva da rede hidráulica. Da mesma forma que o gasto pode ser maior em relação ao determinado pela legislação, pode ser menor em empresas que realizam o reuso de água e utilizam equipamentos e tecnologias que possibilitam realizar as funções com um menor volume utilizado. Krieger (2007), por exemplo, após identificar etapas do processo produtivo do abate de suínos nas quais o consumo de água foi mais crítico e adotar procedimentos e tecnologias de produção mais limpa conseguiu reduzir o volume utilizado. A quantidade de água utilizada no estabelecimento foi reduzida a 480L/suíno, contra 850L/suíno como limite máximo recomendado pela legislação, levando a um processo econômico e sustentável ambientalmente.

**Tabela 2:** Consumo de água por bovino abatido em países do mundo.

País	Consumo (L.cab <sup>-1</sup> )	Tipo de estabelecimento	Referência
<b>Brasil</b>	800	Abatedouro -Frigorifico	Brasil (1971)
	1.250	Frigorífico	Martins, Astorga e Silveira (2006)
	1.000 - 3.000	Frigorífico	CETESB (2006)
	1.000	Abatedouro	CETESB (2006)
	3.864	Frigorífico + Graxaria	CETESB (2006)
<b>Dinamarca</b>	1.000	Frigorífico	UNEP/EPA (2000)
<b>Canadá</b>	800 - 1.700	Frigorífico	UNEP/EPA (2000)
<b>Bolívia</b>	973 - 2.800	Frigorífico	CPTS (2009a) CPTS (2009b)
<b>Bósnia e Herzegovina</b>	700	Frigorífico	Kupusovic et al. (2007)
<b>União Européia</b>	1.623 - 9.000	Abatedouro	EUROPEAN COMMISSION (2003)
<b>Reino Unido</b>	700 - 1.000	Abatedouro	UNITED KINGDOM/ENVIROMENT AGENCY (2009)
<b>África do Sul</b>	900	Abatedouro	REPUBLIC OF SOUTH AFRICA (2009)

Fransen *et al.* (1996) abordaram a importância da qualidade da água em indústrias de alimentos, ressaltando que, durante as operações de abate e demais operações, a água é utilizada em grandes quantidades, e caso não seja bem tratada pode agir como um agente disseminador de contaminantes. A qualidade da água utilizada nas inúmeras operações unitárias desde a esfolagem até a lavagem final deve ser continuamente controlada. Se houver descuido no tratamento, certamente haverá repercussão direta na qualidade microbiológica das carcaças (França Filho, 2006).

#### *Efluentes Líquidos*

Os efluentes gerados pela indústria de abate possuem teores de sólidos em suspensão e de nitrogênio orgânico relativamente altos e a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) é calculada de 800 a 32.000 mg/litro. Devido à sua constituição, estes despejos são altamente putrescíveis, começando a decompor-se em poucas horas, com cheiro nauseabundo, que torna irrespirável o ambiente nos arredores de tais estabelecimentos. Indiscutivelmente, o efluente de

abatedouros é responsável pela pior imagem que o público tem desses estabelecimentos e as autoridades sanitárias nele veem o grande poluidor dos mananciais das águas de abastecimento. Uma das alternativas para tratamento dos efluentes antes de serem devolvidos ao meio ambiente são as lagoas aeradas, que são conhecidas pela introdução de oxigênio no meio de aeradores, o que proporciona uma condição essencialmente aeróbia (Scarassati, 2003).

Os aeradores podem ser tubulares ou mecânicos. Os tubulares são instalados no fundo do tanque, distribuídos igualmente por toda a extensão. São mais eficientes, pois distribuem melhor o oxigênio no meio, porém são mais caros que os mecânicos. Estes ficam na superfície, possuem uma leve semelhança com um ventilador virado para baixo, o qual agita a água, oxigenando a mesma. Um sistema de aeração por ar difuso é composto por difusores submersos no líquido, tubulações para distribuir o ar, tubulações para transportar o ar, sopradores e outros componentes, o ar é introduzido no fundo do tanque e o oxigênio é transferido ao meio líquido na medida em que a bolha sobe a superfície. Geralmente, quanto menor o tamanho da bolha de ar, maior será a área superficial total disponível para a transferência de gases, ou seja, mais eficiente será o sistema (Sperling, 1996).

Aerando a lagoa, o oxigênio necessário para os micro-organismos realizarem as reações metabólicas é fornecido artificialmente. As lagoas aeradas são divididas em dois tipos:

1. Lagoa aerada facultativa: As lagoas facultativas têm uma zona aeróbia na superfície, uma zona facultativa no meio e uma zona anaeróbia no fundo. Nela o processo de oxidação bacteriana converte a matéria orgânica em dióxido de carbono, amônia e fosfatos. A existência de nutrientes ( $\text{NH}_4^+$  e  $\text{PO}_4^{3-}$ ) proporciona um ambiente favorável para que se desenvolvam populações de algas e através da fotossíntese gera-se grande quantidade de oxigênio dissolvido. O tempo de detenção típico em uma lagoa aerada facultativa varia entre 5 a 10 dias (König, 2000).

2. Lagoa aerada de mistura completa: As lagoas aeradas de mistura completa são essencialmente aeróbias. Os aeradores servem não só para garantir a oxigenação do meio através da alta turbulência, mas também para manter os sólidos em suspensão (biomassa) dispersos no meio líquido, ou seja, a lagoa funciona em regime de mistura completa. O tempo de detenção típico em uma lagoa aerada de mistura completa é da ordem de 2 a 4 dias (Scarassati, 2003).

### **3.7 Microbiota de carcaças bovinas**

É de conhecimento geral que a determinação da contagem da carga microbiana e a prevalência de micro-organismos patogênicos em carcaças são essenciais para o monitoramento e análise de risco em sistemas de garantia de higiene em abatedouros, principalmente aqueles que aplicam princípios de análise de perigo e pontos críticos de controle (APPCC ou HACCP da sigla em inglês) (ISO 17604:2003). Essa avaliação tem sido realizada através de ensaios microbiológicos que sinalizam a exposição do alimento a micro-organismos perigosos e/ou que permite a multiplicação de espécies infecciosas ou toxigênicas. Os grupos ou espécies utilizadas para esta finalidade denominam-se micro-organismos indicadores. O principal objetivo de se utilizar bactérias como indicadores, é revelar as não conformidades durante o processamento do alimento, podendo causar um perigo em potencial (ICMSF, 2000, Jay, 2000).

O ICMSF (2000) referencia os indicadores microbiológicos em alimentos, em dois grupos:

A – Grupos de micro-organismos que não oferecem risco direto à saúde pública: mesófilos, psicrófilos, psicrotróficos, termófilos e leveduras;

B - Grupos de micro-organismos que oferecem baixo risco ou risco indireto à saúde pública: coliformes totais, coliformes termotolerantes, enterococos, enterobactérias e *Escherichia coli*.

Para a padronização devem-se levar em conta os micro-organismos mais importantes para a análise visto que o isolamento de todos torna a prática inviável. No entanto, a presença de micro-organismos em alimentos não significa necessariamente um perigo para o consumidor ou qualidade inferior destes produtos. O potencial de risco exacerba-se após violação de princípios de higiene; sob estas condições, haverá multiplicação de micro-organismos patogênicos e toxigênicos. Sendo assim, há a necessidade de quantificação de alguns micro-organismos que sinalizam se determinado alimento foi obtido durante seu processamento em condições sanitárias satisfatórias. Se os alimentos têm estado sujeitos a condições que puderam permitir a entrada e/ou multiplicação de agentes infecciosos ou toxigênicos, podem se constituir em veículo de transmissão de enfermidades (ICMSF, 2000, Jay, 2000).

As principais fontes e rotas de contaminação da carcaça e posteriormente da carne descritas por Jay (2005) são:

a) A faca de sangria que não sendo esterilizada antes de cada abate pode carrear micro-organismos contaminantes.

b) A pele do animal que pode ser um contaminante da faca de sangria ou contaminar as carcaças em locais esfolados ou espalhar micro-organismos pelo ar.

c) O trato gastrointestinal que possui uma enorme e variada microbiota e, se perfurado, pode contaminar toda a carcaça.

d) As mãos dos manipuladores que se configuram como uma das mais importantes fontes de contaminação cruzada.

e) Os recipientes de guarda da carne que não sendo esterilizados carregam micro-organismos contaminantes.

f) O ambiente de manuseio e armazenamento que pode permitir a contaminação pelo ar ou nas bancadas de apoio.

g) Os nódulos linfáticos que, assim como o trato gastrointestinal, podem ser perfurados e contaminar a carne ao seu redor.

Além desses pontos, o transporte e suas etapas posteriores tais como a inadequação dos processos de refrigeração, a subdivisão das peças, condições e técnicas higiênicas inadequadas, embalagem e armazenamento são importantes fontes contaminantes da carne (Evangalista, 2005).

A análise de micro-organismos indicadores é de fundamental importância para a determinação da qualidade da carne *in natura*. A presença de micro-organismos não significa necessariamente um risco para o consumidor ou uma qualidade inferior desses produtos. Na realidade, excetuando-se o reduzido número de produtos submetidos à esterilização comercial, os alimentos podem conter leveduras inócuas, mofo, bactérias e outros micro-organismos. A

maior parte torna-se potencialmente perigosa para o consumidor somente após terem sido violados os princípios de higiene, limpeza e desinfecção. Se os alimentos têm estado sujeitos a condições que possam permitir a entrada e/ou multiplicação de agentes infecciosos ou toxigênicos, podem se constituir em veículo de transmissão de enfermidades (ICMSF, 2000).

No mundo existem atualmente muitos padrões para carnes e podem-se perceber as variações nos micro-organismos ou grupo de micro-organismos escolhidos, bem como nos limites estabelecidos. Há também os casos de muitos padrões dentro de um mesmo país, como na França, com 81 padrões, e a Espanha, com 61. Em outros países, como na Inglaterra, existe apenas um padrão (Todd, 2002). O Brasil, entretanto, ainda não possui padrões microbiológicos para a carne refrigerada, excetuando-se para *Salmonella* spp. em carnes refrigeradas ou congeladas *in natura* de bovinos, carcaças bovinas inteiras ou fracionadas, quartos ou cortes, estabelecido pela Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 12 da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) (Brasil, 2001), devendo estar ausente em 25 g. Com isso, não se pode avaliar a qualidade do produto refrigerado, por comparação com padrões específicos. Outra questão relevante está relacionada às exportações, uma vez que, sem padrões microbiológicos, a carne nacional corre o risco de ser recusada, por estar em desacordo com os padrões de países importadores, ainda que faça parte de uma cadeia tão importante e promissora. O Regulamento (CE nº 853/2004) fixa regras específicas de higiene para os gêneros alimentícios de origem animal a serem respeitados pelos operadores do setor alimentar. Este regulamento constitui uma parte fundamental do regulamento de higiene de 2004 da União Europeia no âmbito da legislação relativa à higiene dos gêneros alimentícios. Este regulamento visa garantir um elevado nível de segurança em matéria de gêneros alimentícios e de saúde pública (UE, 2004). A exigência por parte dos países importadores do produto brasileiro aumenta ainda mais a fiscalização e a exigência de um produto de melhor qualidade

A estimativa da contagem de bactérias viáveis baseia-se no número de colônias que se desenvolvem nas placas com ágar nutritivo, que foram previamente inoculadas com quantidades conhecidas de amostra diluída do alimento e incubadas sob condições previamente determinadas, principalmente de temperatura e tempo. Cada tipo de estimativa de micro-organismos viáveis é potencialmente útil para finalidades específicas, como a estimativa de termófilos ou de proteolíticos, mas a contagem total de bactérias mesófilas aeróbias e facultativas viáveis (CBT ou -TVCl) é a análise mais frequentemente utilizada para avaliar a qualidade sanitária dos alimentos indicando se a limpeza, a desinfecção e o controle da temperatura durante os processos de tratamento industrial foram realizados de forma adequada (ICMSF, 2000). Todos os patógenos de origem alimentar são mesófilos. Portanto uma alta contagem de mesófilos, que crescem à mesma temperatura do corpo humano, indica que houve condições para que essas bactérias se multiplicassem (Franco e Landgraf, 2004)

Além desses micro-organismos, muitos membros da família Enterobacteriaceae, como os gêneros *Serratia*, *Enterobacter*, *Pantoea*, *Proteus* e *Hafnia*, frequentemente contribuem para a deterioração da carne (Borch *et al.*, 1996; Labadie, 1999; Nychas *et al.*, 1999; Gram *et al.*, 2002; Jay *et al.*, 2003). De acordo com Kotula e Kotula (2000) as bactérias mais comuns na deterioração da carne incluem: *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Aeromonas*, *Alteromonas putrefaciens*, *Lactobacillus* e *Brochothrix thermosphacta*. As bactérias patogênicas mais comuns incluem; *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, *Aeromonas hydrophila* e *Bacillus cereus*.

Em contrapartida, alguns fatores podem colaborar na redução dos micro-organismos contaminantes, por exemplo, Dickison (1988) conclui que a lavagem pode reduzir a carga microbiana superficial da carcaça, dependendo da temperatura, pressão, volume de água e presença de sanitizantes, embora a prática não seja permitida no Brasil. Por outro lado, Madden *et al.* (2004) demonstraram que, por consequência de cuidados inadequados nas práticas de produção, a lavagem pode distribuir os micro-organismos da parte posterior para a anterior das meias carcaças. Além disso, é importante salientar a necessidade do controle de qualidade da água utilizada para que não atue como fonte de contaminação das carcaças prejudicando a qualidade do produto final.

### 3.7.1 - Micro-organismos psicrotróficos

Além dos mesófilos, outro grupo exerce extrema importância na avaliação da qualidade e da perspectiva da vida comercial de carnes armazenadas e comercializadas sob refrigeração sendo representado pelos micro-organismos psicrotróficos (Gil, 2002). Bourgeois *et al.* (1988) conceituaram os psicrotróficos como micro-organismos adaptados ao frio que se desenvolvem a 0°C, crescendo bem em temperaturas abaixo de 15°C, porém ainda apresentam crescimento até 20°C. Segundo os autores, os psicrotróficos mais conhecidos são capazes de se adaptar e se desenvolver a temperaturas próximas a 0°C, mas têm o seu crescimento ótimo entre 25 e 35°C, o que os aproxima dos mesófilos. As atividades enzimáticas dos micro-organismos psicrotróficos e, presumivelmente, de psicrotróficos, aumentam quando as células se desenvolvem a baixas temperaturas. De acordo com Garcia-Lopes *et al.* (1998), a rapidez de decomposição das carcaças depende da sua quantidade de micro-organismos psicrotróficos, da temperatura de armazenamento e da atividade de água superficial. A deterioração da carne tem seu início quando a população de psicrotróficos está na faixa de 10<sup>6</sup> UFC/g, resultando em defeitos físicos como a descoloração da superfície; entre 10<sup>7</sup> e 10<sup>8</sup> UFC/g surgem odores estranhos e em contagens por volta de 10<sup>9</sup> UFC/g aparece o limo superficial (Roça; Serrano, 1995).

As bactérias *Pseudomonas* são bastonetes Gram-negativos, aeróbios, móveis, não fermentadores de carboidratos, produtoras de pigmentos hidrossolúveis e quase sempre encontradas na microbiota normal intestinal e cutânea humana (Tavares, 2002). Em temperaturas de resfriamento sob condições aeróbias, esse micro-organismo domina a microbiota deteriorante da carne (Lawrie, 2005). Utilizam preferencialmente a glicose disponível, e quando exaurida, os organismos iniciam o catabolismo do aminoácido. Enquanto os produtos do metabolismo da glicose são inofensivos, aqueles do catabolismo de aminoácidos, tais como amônia, aminas e sulfetos orgânicos, resultam em odores e sabores questionáveis, mesmo quando em pequenas quantidades (Holley & Gill, 2005). Os micro-organismos gram-negativos que ocorrem na putrefação superficial da carne são particularmente sensíveis à diminuição da atividade de água, especialmente as *Pseudomonas* (Bandeira, 2004).

### 3.7.2 - Enterobactérias

São características dos membros da família Enterobacteriaceae se apresentarem em forma de bacilos Gram-negativos, medindo em geral 0,3-1,8µm. Estes micro-organismos podem ser imóveis ou móveis. Deste último são por meio de flagelos peritríquios, ou são imóveis. São anaeróbios facultativos e quimio-organotróficos, tendo tanto o metabolismo aeróbico como o fermentativo. A maioria das espécies se desenvolve bem a temperatura de 37°C, entretanto algumas têm temperatura ótima entre 25 e 30°C e são frequentemente mais ativas metabolicamente a estas temperaturas. Existem gêneros psicrotróficos frequentemente encontrados no solo, água e trato gastrointestinal dos seres humanos e animais (ICMSF, 2000).

Dentro dessa família pode se citar as bactérias coliformes que são um grupo amplo que engloba espécies típicas do trato intestinal de animais quanto de bactérias não entéricas o que faz de sua contagem um representativo de contaminação geral (Rizzo-Benato, 2004).

As enterobactérias catabolizam D-glicose e outros carboidratos com produção de ácido, muitas espécies com produção de gás também. São oxidase negativo e catalase positivo, exceto *Shigella dysenteriae* O Grupo 1 e espécies de *Xenorhabdus*. São amplamente distribuídas podendo também ser encontradas no solo, água, frutas, vegetais, animais e nos seres humano. Muitas destas espécies assim como as que causam doenças diarréicas podem causar uma variedade de infecções extraintestinais incluindo bacteremia, meningite, feridas e infecções do trato respiratório e urinário. As enterobactérias são responsáveis por 50% de infecções nosocomiais, mais frequentemente causadas por *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Providencia* e *Serratia*. (Holt et al. 1994).

Certas espécies de enterobactérias psicrotróficas comumente ocorrem na carne refrigerada. Estes micro-organismos, são capazes de se multiplicar aerobiamente no tecido adiposo e tecido muscular com pH maior que 6.0. Em temperaturas acima de 5° C, a contagem de enterobactérias geralmente predomina sobre a contagem de *Pseudomonas* spp. e são responsáveis pela deterioração.

### 3.7.3 - Mesófilos Aeróbios

Micro-organismos aeróbios mesófilos são todos aqueles capazes de se multiplicar em temperaturas entre 5 e 45°C com temperatura ótima de crescimento na faixa entre 35 e 37°C em condições de aerobiose. Segundo a ICMSF a enumeração de micro-organismos aeróbios mesófilos em um alimento tem sido um dos indicativos microbiológicos de qualidade sanitária em alimentos mais comumente utilizados (ICMSF, 2005).

Mesmo que os patógenos estejam ausentes e que não tenham ocorrido alterações nas condições sensoriais do alimento, um número elevado de micro-organismos mesófilos aeróbios indica que este alimento é insalubre e que este resultado não deve ser subestimado. Uma das principais justificativas é que praticamente todas as bactérias patogênicas de origem alimentar são mesófilas, portanto, uma alta contagem de mesófilos, significa condições favoráveis para multiplicação de micro-organismos potencialmente patogênicos como *Salmonella* spp. e *E. coli* O157:H7 (Franco e Landgraf, 2004; Mello, 2007). A enumeração de mesófilos aeróbios totais pode indicar se a limpeza, a sanitização, transporte e armazenamento foram realizados de forma higiênica adequada. Esta determinação permite também obter informações referentes à alteração dos alimentos e sua provável vida útil, além do controle de possíveis desvios na temperatura durante o congelamento e refrigeração, principalmente no abate e processamento de produtos de origem animal (Cunha e Silva, 2006).

### 3.7.4 – *Salmonella* ssp.

Salmonelas pertencem à família Enterobacteriaceae. Morfologicamente são bastonetes Gram negativos, geralmente móveis, capazes de formar ácido e, na maioria das vezes, gás a partir da glicose, com exceção de *S. Typhi*, *S. Pullorum* e *S. Gallinarum* ( $\leq 5\%$  produzem gás). (Brasil, 2011).

O habitat natural das salmonelas pode ser dividido em três categorias, com base na especificidade do hospedeiro e padrão clínico por ele determinado (Brasil, 2011):

1- Altamente adaptadas ao homem, incluindo *S. Typhi* e *S. Paratyphi* A, B e C, agentes da febre entérica (febres tifoide e paratifoide);

2- Altamente adaptadas aos animais, representadas por *S. Dublin* (bovinos), *S. Choleraesuis* e *S. Typhisuis* (suínos), *S. Abortusequi* (equinos), *S. Pullorum* e *S. Gallinarum* (aves), responsáveis pelo paratifo dos animais. Entretanto, em determinadas situações (idade jovem, pacientes com doenças crônicas, idosos, imunocomprometidos), os sorovares *S. Dublin* e *S. Choleraesuis* podem determinar no homem um quadro septicêmico, isto é, mais grave do que o causado por *S. Typhi*.

3- Inclui a maioria dos sorovares que atingem indiferentemente o homem e os animais, as quais são responsáveis por quadro de gastroenterite (enterocolite) ou por doenças de transmissão alimentar. Sua distribuição é mundial, sendo os alimentos os principais veículos de sua transmissão. São responsáveis por significantes índices de morbidade e mortalidade, tanto nos países emergentes quanto nos desenvolvidos, determinando pequenos e grandes surtos, envolvendo, principalmente, o consumo de alimentos de origem animal, como ovos, aves, carnes e produtos lácteos (Brasil, 2011).

O habitat primário da *Salmonella* é o trato intestinal de animais como pássaros, répteis, animais domésticos, homem e ocasionalmente insetos. Alguns alimentos, especialmente os de origem animal como carnes cruas, ovos, aves, leite e produtos lácteos, peixe, camarão, pernas de rã e aqueles que estão expostos à contaminação por águas residuais, têm sido identificados como veículos para a transmissão aos seres humanos, disseminando para os ambientes de elaboração de alimentos e cozinhas. Fermento, molhos e saladas, misturas para bolos, cremes de doces e coberturas, gelatina, manteiga de amendoim, cacau e chocolate também estão associados às Salmonelas (ICMSF, 1998; FDA, 2009). A contaminação de origem fecal é geralmente a fonte para os produtos agrícolas, pela exposição à água contaminada; para o leite e os ovos, por meio da exposição direta; e para a carne, usualmente durante as operações de abate. Em comparação com outros bastonetes Gram negativos, as salmonelas são relativamente resistentes a vários fatores ambientais. A adaptabilidade fisiológica de *Salmonella* é demonstrada por sua habilidade para proliferar em diversas faixas de pH. O pH ótimo para a multiplicação das Salmonelas fica próximo de 7,0, sendo que valores superiores a 9,0 e inferiores a 4,0 são bactericidas. Dependendo da natureza do ácido utilizado para a acidificação, o pH mínimo pode subir para 5,5. São adaptáveis a temperatura de 35°C a 43°C (extremos 5°C a 46°C) e uma atividade hídrica (> 0,94), ocorrendo variações entre sorovares e/ou cepas. Nos produtos secos, como o chocolate, o cacau em pó, as especiarias ou o leite em pó, e em produtos congelados, como os sorvetes, o normal é a sobrevivência por períodos de tempo prolongados (ICMSF, 1998; Franco & Landgraf, 2008, Brasil, 2011)

A *Salmonella* é sensível ao calor, não sobrevivendo à temperatura superior a 70°C. No entanto, a termorresistência pode incrementar-se com menor coeficiente de atividade de água. A inativação ocorre rapidamente em temperatura de pasteurização em alimentos com atividade de água  $\geq 0,95$  a qual, quando inferior, aumenta a termorresistência. Certos processos como salmoura ( $\geq 9,0\%$ ) e defumação têm efeito limitado na sobrevivência das salmonelas, pois elas podem sobreviver por vários meses na salmoura com cerca de 20% de sal e em produtos de elevados teores proteicos ou de gordura. O nitrito é inibitório e seu efeito é acentuado pelo pH ácido. Como exemplos, podem ser citados a carne seca defumada e o pescado, nos quais as salmonelas apresentam capacidade de sobrevivência de várias semanas a meses. A relativa resistência que esses micro-organismos apresentam à dessecação, congelamento, salmoura e defumação, explica por que sobrevivem em muitas classes de alimentos. O efeito bactericida



das condições ácidas varia de acordo com a natureza do ácido utilizado no processo, sendo que os ácidos acético e propiônico, são mais inibitórios que os ácidos láctico e cítrico (ICMSF, 1998; Franco & Landgraf, 2008, Brasil, 2011).

A Salmonelose é uma das doenças transmitidas por alimentos mais frequentemente relatadas ao redor do mundo. A cada ano, estima-se que 1,4 milhões de pessoas, nos EUA, desenvolvam a doença, com aproximadamente 14.800 hospitalizações e 415 mortes (CDC, 2012).

### 3.7.5 – Outros patógenos de importância em alimentos

#### *Escherichia coli*

Reconhecida como patógeno de origem alimentar em 1971 (Jay, 2005) a *E. coli* é uma bactéria Gram-negativa, anaeróbia facultativa, não esporulada, da família Enterobacteriaceae faz parte da microbiota natural dos animais de sangue quente. Por se tratar de uma bactéria de origem intestinal, sua presença no alimento reflete contaminação fecal, o que remete a falhas nas condições higiênico-sanitárias (Franco e Landgraf, 2004).

*E. coli* e algumas cepas de *Klebsiella* e *Enterobacter* apresentam esta característica de termotolerância. *Klebsiella* e *Enterobacter* podem ser encontrados em outros ambientes, como vegetais e solo, onde persistem por tempo superior ao das bactérias patogênicas de origem intestinal. A pesquisa de *E. coli* ou de coliformes termotolerantes nos alimentos fornece, com maior segurança, informações sobre as condições higiênico-sanitárias do produto e melhor indicação da eventual presença de enteropatógenos (Landgraf, 2008). Quantidades substanciais de *E. coli* nos alimentos podem sugerir falta de limpeza, além de manejo e armazenamento inadequados, embora sua presença não constitua uma conotação direta da presença de um patógeno, mas pode indicar certo risco de que possa estar presente. Em outras palavras, a presença de *E. coli* nos alimentos nem sempre mantém estreita correlação com a presença de Salmonelas ou outros micro-organismos patogênicos (ICMSF, 2000).

A RDC nº 12 da ANVISA não estabelece limite máximo para contagens de *E. coli* (Brasil, 2011). Portanto, as amostras de alimentos e carne *in natura* são consideradas impróprias para consumo, devido a possível contaminação fecal, pela contagem de coliformes a 45°C.

#### *Enterobacter*

*Enterobacter* são bactérias Gram-negativas que são classificadas como anaeróbios facultativos. (Rogers, 2017). São espécies amplamente distribuídas na natureza, ocorrendo em água doce, solo, esgoto, plantas, vegetais, animais e fezes de seres humanos. Várias espécies, mais notavelmente *E. cloacae*, *E. sakazakii*, *E. aerogenes*, *E. agglomerans* e *E. gergoviae* são patógenos oportunistas de queimaduras e feridas, causam também infecções do trato urinário e ocasionalmente septicemias e meningite (Holt *et al.*, 1994).

#### *Klebsiella*

O gênero *Klebsiella* foi definido por sequenciamento do ácido desoxirribonucléico (DNA) e permitiu a identificação de cinco espécies: *K. oxytoca*; *K. planticola*; *K. terrigena*, *K. mobilis* e *K. pneumoniae*. (Podschn e Ullmann, 1998; Martínez *et al.*, 2004). *K. pneumoniae* é um bastonete Gram-negativo aeróbio facultativo, mas com melhor crescimento em condições aeróbias. Ocorrem nas fezes de seres humanos, solo, água, grãos, frutas e vegetais. *K.*

*pneumoniae*, *K. oxytoca* e ocasionalmente outras espécies são patógenos oportunistas que podem causar bacteremia, pneumonia, infecções do trato urinário e outras infecções ao homem. (Holt *et al.*, 1994).

### ***Serratia* ssp.**

*Serratia* é um gênero de bactéria Gram-negativa, anaeróbia facultativa que pode ocorrer em espécimes clínicas do ser humano, solo, água, superfícies de plantas e outros ambientes, trato digestivo de ratos e insetos. *S. marcescens* é um proeminente patógeno oportunista hospitalar, causa septicemia e doenças do trato urinário. A espécie destaca-se também por apresentar elevado nível de resistência intrínseca a antimicrobianos. Várias outras espécies podem estar envolvidas em bacteremias e podem ser isoladas de escarros sem significado clínico. (Holt *et al.*, 1994; Koneman *et al.*, 2008).

## **3.8 Espectrometria de massas por MALDI-TOF**

Espectrometria de massas (MS) é uma técnica analítica extremamente valiosa em que moléculas em uma amostra são convertidas em íons em fase gasosa, que são subsequentemente separados no espectrômetro de massas de acordo com sua razão massa (m) sobre a carga (z), m/z (Wilson & Walker, 2010)

É composta basicamente por três unidades funcionais: uma fonte de íons que ioniza e transfere as moléculas até a fase de gás, um analisador de massa que separa os íons tendo em conta a razão de m/z, e um detector de íons separados. São vários os métodos de ionização desenvolvidos, incluindo: bombardeamento atômico rápido (FAB), ionização química (CI), pressão atmosférica (CI), eletrospray (ESI), dessorção por laser (LD) e ionização/dessorção a laser assistida por matriz (MALDI). O método de ionização é determinado tendo em conta a natureza da amostra e o objetivo da análise MS, sendo que, a ESI e o MALDI são técnicas de ionização suaves, que permitem a ionização e vaporização de grandes biomoléculas não voláteis, tais como proteínas intactas. Em contraste com o ESI, o MALDI gera íons carregados isoladamente e, por isso, os espectros de MALDI incluem um grande número de proteínas. Em relação a ionização do analito, o MALDI provou ser a melhor ferramenta para a análise de grandes componentes. A preparação da amostra é simples e mostra maior tolerância a sais e detergentes. O MALDI também mostrou ser uma técnica mais sensível, sendo que o feixe de laser foca apenas uma porção da matriz, permitindo uma eficiente transferência energética, dessa forma prevenindo a destruição da amostra (Clark *et al.*, 2013)

A análise MALDI consiste em dois passos: preparação da amostra e análise de espectros de massa. As amostras são preparadas numa razão de concentração 1:10<sup>4</sup> de analito. A matriz serve como um solvente para as moléculas em análise, separando-as umas das outras, reduzindo as fortes forças intermoleculares e minimizando a formação de aglomerados de analito. A composição da matriz varia, também, de acordo com a biomolécula estudada e o tipo de laser usado. Os micro-organismos intactos podem ser diretamente processados por MALDI-TOF (tempo de voo), sem qualquer pré-tratamento, pois a maioria das bactérias entra em lise após exposição à água, solvente orgânico e/ou um ácido forte na matriz MALDI (Croxatto *et al.*, 2012). A matriz é essencial para a ionização bem sucedida da amostra pois fornece os prótons para o material em análise. A mistura cristalizada da amostra mais a matriz, colocada na placa de metal, é irradiada por um feixe de laser UV (usualmente um laser N2 com um comprimento

de onda de 337nm). A irradiação ocorre por um curto período para evitar danos ou degradação, que pode ocorrer devido a passagem excessiva de energia para a mistura. A quantidade de material removido, a cada pulso de laser é, aproximadamente, entre 10-100  $\mu\text{m}$  em diâmetro e umas poucas centenas de nanômetros de profundidade. A interação entre os fótons do laser e as moléculas da matriz leva à sublimação da matriz para uma fase de gás, que é seguida de ionização da amostra presente na matriz. Essa nuvem de gás densa é formada e expande-se a uma velocidade elevada, até ao vácuo. A ionização do analito ocorre durante a expansão da nuvem, como resultado direto das colisões entre os analito neutros, os íons da matriz excitados, prótons e cátions, tais como sódio e prata (Clark *et al.*, 2013).

O mecanismo de ionização não se encontra totalmente explicado, porém supõem-se que ocorram dois eventos separados: o primeiro passo envolve a ionização com multifotons das moléculas da matriz para produzir radicais catiônicos, os fótons do laser bombardeiam a mistura matriz com amostra, removendo um elétron das moléculas da matriz e criando um radical catiônico da matriz. O segundo passo envolve a transferência de prótons da molécula da matriz excitada para a amostra, resultando na ionização das moléculas microbianas (Clark *et al.*, 2013).

Os espectros de massa obtidos por MALDI são, habitualmente, adquiridos, utilizando técnicas TOF MS, que determinam a massa por carga, medindo os tempos de deriva dos íons entre os pontos de formação e detecção (Wu e Odom, 1998) O tempo de voo está sustentado no princípio de que, a aplicação de um campo eletrostático a um material ionizado, gera um íon com carga ( $z$ ) e com aceleração. Os íons movem-se no tubo de vácuo em que o único fator que interfere no movimento é a energia cinética do passo da aceleração (Clark *et al.*, 2013). Os íons são acelerados através de um campo eletrostático, passando para um tubo de voo em metal a um vácuo, até alcançar um detector. O tempo de voo requerido para chegar ao detector é dependente da massa ( $m$ ) e carga ( $z$ ) do analito e é proporcional à raiz quadrada  $m/z$ . Dessa forma, os bioanalitos com  $m/z$  diferentes que compõem a amostra complexa são separados, tendo em conta o seu TOF, criando um espectro de massa caracterizado pelo o  $m/z$  e a intensidade dos íons. Normalmente, o MALDI produz íons com carga única ( $z=1$ ) e o  $m/z$  de um analito corresponde ao valor da sua massa (Croxatto *et al.*, 2012).

Para um micro-organismo ser identificado por qualquer método é sempre necessário conseguir extrair suficiente material do organismo para a análise. Em relação à análise microbiológica, a identificação envolve a passagem por placa de ágar, da amostra por um período compatível com o crescimento das colônias isoladas de forma que ela esteja recente no momento da análise. (Drake *et al.*, 2011).

Esta metodologia apresenta inúmeras vantagens, como o baixo custo, necessita de quantidades muito pequenas de material biológico e pode ser aplicada em larga escala. Estudos de comparação mostraram que o custo, levando em conta material consumível, salários e depreciação do aparato em cinco anos, pode ser 25% quando comparado a outras metodologias e o custo de análise, sem considerar custo equipamento e mão de obra, sai na ordem de centavos (Seng *et al.*, 2009; Cherkaoui *et al.*, 2010). Além desses fatores, os espectrômetros de massa necessitam somente de instalação elétrica e hoje, com as exigências ambientais e a sustentabilidade, não gera nenhum tipo de resíduo propiciando assim uma fácil implementação nos laboratórios.

Uma das desvantagens desta tecnologia, é que a análise é dependente de bancos de dados que são disponíveis somente comercialmente e as entradas atuais são essencialmente de isolados

clínicos o que dificulta a análise de isolados ambientais. No entanto, há a possibilidade da criação de bancos próprios com a variedade infinita de isolados sem a necessidade da licença destes bancos. Outra desvantagem é quanto à dificuldade de análise de micro-organismos com parede espessa como no caso de alguns fungos filamentosos e micobactérias e por fim, quanto a testes de resistência, pois os resultados mostram os micro-organismos, mas ainda não permitem obter o perfil de resistência aos antibióticos (Assis *et al.*, 2011).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

O estabelecimento escolhido para a realização do experimento se classifica como Abatedouro-Frigorífico de bovinos e está localizado no estado de Minas Gerais. Conta com Sistema Inspeção Federal e possui capacidade nominal máxima de abate de 250 bovinos/dia e velocidade de 60 bovinos/hora, de produção própria. O estabelecimento iniciou o funcionamento na década de 1970 e conta com grande parte dos equipamentos e maquinários instalados na época. A indústria conta com um total de 92 funcionários, sendo 59 vinculados ao setor de abate. O expediente ocorre em um único turno que se inicia às 7:00 da manhã com abate de bovinos e posterior abate de suínos, sendo encerrado após o final do abate e higienização das dependências. A média de horas trabalhadas por dia é 8 horas de segunda a sexta-feira e 4 horas aos sábados. Normalmente o abate ocorre somente de segunda à sexta-feira, sendo o sábado apenas para a expedição das carcaças abatidas na sexta-feira. Além da utilização da água no setor de abate, há o uso na lavanderia, refeitório e sanitários. A limpeza das dependências externas ocorre com água de reuso. Os dados foram obtidos através de entrevistas com responsáveis técnicos da empresa e responsáveis pelos setores analisados. O período de análise foi durante o ano de 2017. Além disso, foram analisados documentos disponíveis na empresa a respeito do histórico higiênico-sanitário e estrutural do estabelecimento. O estudo foi realizado no período de 12 meses, no qual foi analisado o consumo de água do processo de abate e realizadas análises microbiológicas das carcaças bovinas.

### **4.1 Avaliação Técnica Preliminar**

O levantamento dos dados e informações que envolvem o uso da água na indústria desde o fornecimento, foi realizado através da análise de relatórios oficiais do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA. Os documentos utilizados no levantamento eram acerca dos perfis físico-químicos e microbiológicos da água utilizada no estabelecimento no período de janeiro a outubro de 2017. Os documentos referentes aos meses de novembro e dezembro ainda não haviam sido liberados pelo ministério da agricultura até o início da análise de dados.

#### **4.1.1 Análise Documental**

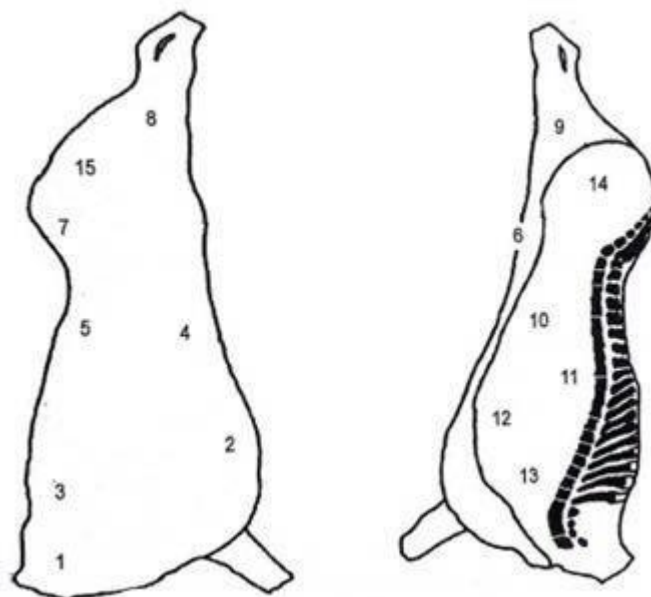
Foi realizada a análise e mapeamento das plantas baixas, fluxogramas de processos de abate, fontes hídricas e legislação a ser atendida no estabelecimento, relacionando os resultados ao consumo e utilização de água na indústria.

## 4.2 Análise "in loco"

Foi realizada a análise "in loco" dos diversos usos da água no frigorífico e aferição dos dados obtidos na análise documental. Após a identificação dos pontos de disponibilização da água foi realizada a aferição de consumo naqueles locais em que se observava alta vazão ou que era sugestivo de desperdício (torneiras e chuveiros na sala de abate e adjacências). A mensuração foi realizada utilizando-se balão volumétrico com volume de 1 litro e avaliando o tempo necessário para atingir o volume total do balão, multiplicado pelas horas de funcionamento. Dessa forma os gastos e desperdícios no interior da sala de abate puderam ser estimados. Foram realizados registros fotográficos e videográficos dos pontos com maior consumo de água, pontos de uso inadequado e vazamentos. Para a aferição do volume total utilizado nos processos de abate, foi instalado um hidrômetro industrial no encanamento que abastece a sala de abate e sala adjacente (setor de processamento de vísceras).

## 4.3 Coleta de Suabes de Carcaças

Para avaliação da qualidade microbiológica foram realizados suabes (esponjas secas para coleta microbiológica feitas de celulose – 3M<sup>®</sup>) de 30 carcaças de bovinos de 6 lotes distintos escolhidos ao acaso (considerando lote o dia de produção) após refrigeração em câmara fria a 7°C por no mínimo 12 horas. A coleta foi realizada no interior da câmara fria, em uma área de 100cm<sup>2</sup> por carcaça, utilizando gabarito descartável com dimensão 10 por 10 cm de papel kraft estéril para delimitação da superfície. As áreas escolhidas para coleta foram as regiões de peito, vazio e membro posterior, representados respectivamente pelos números 2, 4 e 15 na Figura 3. O procedimento é regulamentado pela normativa ISO 17604:2003. As esponjas estéreis foram umedecidas em 10 mL de solução de água peptonada 1% estéril e pressionadas contra a carcaça na área demarcada pelo gabarito, com uma angulação de 45°, exercendo o máximo de pressão possível (Figura 3). Foi utilizada a mesma esponja para todos pontos da coleta obtendo um *pool* representativo para a carcaça. Após a coleta, a esponja foi armazenada na própria embalagem que possui sistema de fecho com arame. As embalagens devidamente identificadas foram acondicionadas em caixa de isopor com gelo reciclável e encaminhadas para análise imediata no Laboratório de Microbiologia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. O tempo de transporte das amostras não foi superior a 20 minutos em todos os dias de coleta, garantindo a refrigeração das embalagens até o momento em que foram processadas.



**Figura 3:** Exemplos de locais de amostragens em bovinos. (ISO 17604:2003(E)).

Os sacos contendo as amostras foram acondicionados em caixas térmicas de isopor com gelo e encaminhados à análise. O processamento das amostras foi realizado no Laboratório de Microbiologia do Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. As análises foram feitas de acordo com as normas ISO 6579:2017, para análises de *Salmonella* e ISO 4833-1:2013 para mesófilos aeróbios em um período máximo de 1 hora após a coleta.

Antes das análises, a superfície externa das embalagens das esponjas foram sanitizadas com álcool 70% a fim de evitar a contaminação cruzada. As amostras foram homogeneizadas manualmente e em seguida, as esponjas foram pressionadas pelo lado externo da embalagem e encaminhadas para análise.

#### **4.3.1 Análise de *Salmonella***

Foi realizado o pré-enriquecimento da amostra em 10 mL de água peptonada tamponada 1% durante 24h em estufa a  $35 \pm 1^\circ\text{C}$  utilizando o mesmo saco estéril da coleta das amostras. Após essa etapa foi realizada a transferência 100  $\mu\text{L}$  da solução para 10mL de caldo Rappaport Vassiliadis (HiMedia®) para enriquecimento seletivo durante 24h em banho-maria a  $41,5 \pm 1^\circ\text{C}$ . A solução enriquecida foi estriada em ágar Rambach (Merk®) seletivo para *Salmonella* spp. As colônias que apresentaram características morfológicas de bastonetes Gram-negativos foram isoladas e enviadas para confirmação utilizando a técnica de MALDI-TOF. A técnica permite confirmar e identificar com maior precisão a presença do micro-organismo. Para a análise proteômica as colônias suspeitas foram estriadas em ágar *Salmonella-Shigella*(HiMedia®) e McConkey (HiMedia®) e enviadas para a análise após 24h.

##### **4.3.1.1 Análise Proteômica por Espectrometria de massas MALDI-TOF**

Para a análise proteômica, uma colônia de cada uma das 18 placas foi alocada utilizando palito de dente em uma placa de aço. Para cada colônia foi adicionado 1 $\mu\text{L}$  de ácido fórmico (70%) e

1µL de matriz MALDI-TOF MS, consistindo numa solução saturada de a-ciano-4-hidroxycinamina ácido (HCCA) (Bruker Daltonics, Bremen, Alemanha), e deixado secar à temperatura ambiente. Os espectros foram adquiridos utilizando o espectrômetro de massa FlexControl MicroFlex LT (Bruker Daltonics) com um laser de nitrogênio de 60 Hz, no qual até 240 tiros a laser são disparados em movimentos espirais para coletar 40 tiros para cada ponto de análise. A detecção de alcance foi definida para permitir a identificação de 1,960 a 20,137 m/z, onde a fonte de íon 1 v era 19,99 kv, a tensão da fonte 2 foi de 18,24 kv e a tensão da lente foi de 6,0 kv para aquisição de dados. Antes das medições, a calibração foi realizada com um padrão de teste bacteriano (*E. coli* DH5 alfa; Bruker Daltonics).

Os critérios utilizados para a identificação em tempo real foram os recomendados pelo fabricante: pontuação  $\geq 2.000$  indica uma identificação de nível de espécie, pontuação  $\geq 1.700$  e  $< 2.000$  indica uma identificação de nível de gênero, e resultado  $< 1.700$  não indica identificação confiável (Bruker Daltonics, 2018)

### **4.3.2 Análise de Mesófilos Aeróbios totais**

Foi realizada a contagem dos Mesófilos Aeróbios totais através do plaqueamento em pour-plate (ISO 4833-1). Oito amostras foram selecionadas ao acaso divididas durante todos os dias de coleta de forma que pelo menos uma amostra fosse selecionada por dia. Foram realizadas 3 diluições a partir da solução transporte ( $10^0$ ) formando as diluições  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ , e 1mL de cada solução foi transferido para placas de petri estéreis descartáveis e adicionado o ágar *Plate Count Agar- PCA* (HiMedia®). As placas foram incubadas em estufa a  $35 \pm 1^\circ\text{C}$  por 24h e foi feita a contagem bacteriana total. O resultado foi expresso por UFC/cm<sup>2</sup>.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Resultados das análises "in loco"**

#### **5.1.1 Água do estabelecimento**

Segundo o Memorial Econômico Sanitário do estabelecimento utilizado no estudo, a água para abastecimento industrial é captada diretamente de poço artesiano, é adicionado cal e passa para a estação de tratamento de água para ser clorada com solução de hipoclorito de sódio afim de garantir a qualidade microbiológica. O sistema ainda conta com alarme sonoro para ausência de cloro. Após essa etapa, a água é armazenada em caixa d'água elevada com capacidade para 12.000 litros. O estabelecimento conta com 6 reservatórios de água: dois com capacidade para 12.000, dois para 18.000, um para 420.000 e um para 390.000 litros. No entanto, o abate é abastecido apenas por um dos reservatórios de 12.000 litros. À medida que esse reservatório abaixa o nível de reserva, a água dos outros reservatórios faz o abastecimento dessa caixa. Toda a água utilizada no estabelecimento obedece à característica de potabilidade especificada na Portaria de Consolidação nº5 de 2017 do Ministério da Saúde (Brasil, 2017). A rede de abastecimento é em sua totalidade composta por canos metálicos e distribuída por todos os setores da indústria. Como a captação não é realizada por sistemas públicos de abastecimento de água, não existem contas relativas ao uso industrial não havendo, portanto, uma mensuração da utilização e do consumo. A cobrança é feita apenas pelo uso da rede de esgoto utilizando uma estimativa do volume de efluente. Os pontos de utilização de água no abate envolvem principalmente as pias, esterilizadores de facas, mangueiras e pontos de higienização. Na sala de

abate há um total de 31 pias, 28 pontos de vapor e 3 mangueiras. Ocorre o reuso da água de condensação das câmaras frias, que é armazenado em um reservatório distinto de 420.000 litros e utilizado para a limpeza de áreas externas e currais mostrando a preocupação ambiental existente na indústria.

### **5.1.2 Estrutura do Estabelecimento**

A estrutura da sala de abate e os setores de vísceras e bucharia, foram implantadas quando a indústria foi inaugurada na década de 1970 e sofreu mudanças ao longo dos anos. Muitas dessas mudanças não estão devidamente registradas em plantas baixas. O último memorial descritivo aprovado da indústria é datado do ano de 2003, enquanto o mais atual, datado de 2012, ainda aguarda aprovação no MAPA e não contempla todas as mudanças realizadas na empresa.

### **5.1.3 Utilização de água no setor de abate**

Após a instalação do hidrômetro foi calculado o gasto hídrico médio por bovino abatido mensurando imediatamente antes ao abate e após o término do abate, incluindo a limpeza da sala de abate. A média obtida do gasto diário foi 1060 litros *per capita*, o que está acima do determinado pela legislação (Brasil, 1971), que aponta um total de 800 litros por bovino. O valor encontrado no estabelecimento foi menor quando comparado ao encontrado por Souza e Orrico (2016) que relataram um gasto *per capita* mínimo em abatedouros de pequeno porte de 1200 litros. A indústria de grande porte avaliada pelos pesquisadores teve um gasto menor ao encontrado no experimento, registrando um total de 1000 litros por bovino abatido. Martins *et al* (2006) relataram o gasto *per capita* de 1.250 litros/bovino abatido. Destes, 600 litros por bovino eram utilizados nas operações de abate, enquanto 650 litros eram utilizados nas limpezas das dependências e currais. Considerando somente a água utilizada no setor de abate, o gasto relatado por Martins *et al* (2006) foi 56,60% inferior ao calculado na indústria do estudo, porém não foi feita um acompanhamento da qualidade higiênico-sanitária das carcaças produzidas no local.

A principal importância da avaliação do volume utilizada em uma indústria de abate se dá pela aprovação do licenciamento ambiental dos estabelecimentos, que levam em consideração a fonte de água. Os estabelecimentos precisam comprovar a fonte de abastecimento da indústria e a qualidade da água através de análises físico-químicas e microbiológicas. Além disso, o licenciamento considera a área em que o estabelecimento está instalado, o memorial descritivo do processo industrial e se outras unidades utilizam essa mesma fonte de abastecimento de água (Brasil, 1997b).

O valor registrado pela empresa é 32,5% acima do determinado pela legislação (Brasil, 1971). Além da questão ambiental por gasto excessivo, esse valor representa perda financeira em virtude da aquisição de água quando necessário e maior gasto com tratamento de efluentes, pois o tratamento de um efluente diluído apresenta maior gasto de produtos químicos. E ainda, os resíduos de abatedouros sem tratamento quando são lançados em rios depositam substâncias como: sangue, gordura, excrementos, fragmentos de tecidos ou conteúdo intestinal, sendo caracterizados como efluentes de alta quantidade de matéria orgânica (Tavares e Weber, 2012).

### **5.1.4 Salas de Abate e Processamento de Vísceras - Diagnóstico de Desperdício**

A utilização de água na sala de abate ocorre durante o expediente. Antes e após a utilização do setor, o registro de água se mantém fechado cortando o abastecimento. A sala de abate apresenta



diversos pontos de utilização de água nos quais são possíveis observar desperdício durante as operações de abate. Foi observado na sala de abate que quatro pias de lavagem de mãos apresentam vazamento aparente mesmo quando fechadas, desde a área suja até o fim da área limpa como representado na Figura 4. Essas torneiras foram mensuradas para uma possível estimativa do volume perdido por dia de trabalho, considerando o expediente com 8 horas/dia. Os resultados estão expressos na Tabela 3.

**Tabela 3:** Volume de água desperdiçado em decorrência de vazamentos em torneiras na sala de abate.

<b>Repetições</b>	<b>Torneira 1</b>	<b>Torneira 2</b>	<b>Torneira 3</b>	<b>Torneira 4</b>
<b>1</b>	00:04:41	00:20:10	00:13:14	00:13:11
<b>2</b>	00:04:39	00:22:15	00:12:48	00:12:15
<b>3</b>	00:04:40	00:25:12	00:14:45	00:13:35
<b>4</b>	00:04:35	00:23:40	00:13:45	00:13:45
<b>5</b>	00:04:42	00:24:35	00:13:28	00:11:25
Média	<b>00:04:39</b>	<b>00:22:49</b>	<b>00:13:36</b>	<b>00:12:50</b>
<b>Total (L/hora)</b>	12,88	2,63	4,41	4,67
<b>Total (L/expediente)</b>	<b>103,08</b>	<b>21,03</b>	<b>35,29</b>	<b>37,39</b>

De acordo com a vazão mensurada dos vazamentos na sala de abate foi possível obter uma estimativa do uso desnecessário de água da empresa acarretando em maior gasto de recursos hídricos e conseqüentemente maior perda econômica no tratamento dos efluentes. A perda por vazamentos diários representa um total estimado de 196,79 litros nas quatro torneiras, o que representa 18,56% do total gasto pelo estabelecimento para abater um bovino. Em períodos em que a demanda de abate está alta e ocorrem abates diários em todos os dias de expediente (segunda-feira a sábado), essa perda pode alcançar aproximadamente 4.920 litros de água. Ressalta-se que esse valor pode ser subestimado uma vez que a planta do estabelecimento de abate é complexa e outros locais podem apresentar vazamentos sem que sejam facilmente detectados.



**Figura 4:** Mensuração do vazamento apresentado por torneira de lavagem de mãos na sala de abate.

Fonte: Arquivo Pessoal

Em relação à área de processamento de vísceras, esta é composta por chuveiros que permanecem abertos sobre as mesas mesmo quando não há produção ou quando a linha de abate está parada por problemas mecânicos, intervalos ou determinação do SIF, como mostrado na Figura 5.

A vazão do chuveiro do setor de vísceras comestíveis foi mensurada para que se tivesse uma estimativa do gasto diário desse ponto do setor, considerando o expediente de 8 horas. Os valores foram registrados e estão representados na Tabela 4.

**Tabela 4:** Vazão do chuveiro de lavagem de vísceras comestíveis

<b>Chuveiro (Setor de Vísceras Comestíveis)</b>	
<b>1</b>	00:00:03
<b>2</b>	00:00:04
<b>3</b>	00:00:02
<b>4</b>	00:00:03
<b>5</b>	00:00:04
<b>Média</b>	<b>00:00:03</b>
<b>Total (L/hora)</b>	<b>1125,00</b>
<b>Total (L/expediente)</b>	<b>9000,00</b>

Considerando a capacidade nominal de abate, a perda de 9000 litros diários representa 3,4% do gasto total utilizado pela empresa considerando o volume por bovino abatido no estabelecimento. Esse volume perdido equivale ainda a 36 litros por animal. No período de estudo a média de animais abatidos era 45 bovinos/dia, o seja, 200 litros de água desperdiçada por animal. Algumas atitudes podem ser tomadas para minimizar o problema com o desperdício no setor. A instalação de sensores de movimento, mecanismos de redução de vazão ou temporizadores nas torneiras são alternativas viáveis que podem reduzir drasticamente o consumo visto que esse ponto permanece aberto durante toda a etapa de abate.



**Figura 5:** Desperdício de água no setor de vísceras comestíveis.  
Fonte: Arquivo Pessoal

## 5.2 - Análise Microbiológica das Carcaças

### 5.2.1 Contagem de Mesófilos Aeróbios

Os resultados da contagem de mesófilos estão expressos na Tabela 5.

**Tabela 5:** Contagem de mesófilos aeróbios na superfície da carcaça bovina.

Mesófilos Aeróbios	
Amostra	Contagem (UFC/cm <sup>2</sup> )
1	2,95 x 10 <sup>2</sup>
2	2,45 x 10 <sup>1</sup>
3	5,02x 10 <sup>3</sup>
4	4,43 x 10 <sup>2</sup>
5	2,45 x 10 <sup>2</sup>
6	3,81 x 10 <sup>1</sup>
7	2,27 x 10 <sup>1</sup>
8	1,87 x 10 <sup>1</sup>
Média	7,63 x 10 <sup>2</sup>

A quantificação da população de micro-organismos aeróbios mesófilos das superfícies das carcaças é comumente utilizada para fornecer dados que indiquem o grau de cuidados higiênico-sanitários durante as operações de abate, particularmente esfola e evisceração (Zweifel & Stephan, 2003). O resultado é inferior ao máximo encontrado por França Filho (2005) que em frigoríficos habilitados à exportação no Brasil, obteve  $5,5 \times 10^4$  UFC/cm<sup>2</sup> para carcaças bovinas. Fontoura (2010) encontrou valores de  $< 1,0$ ,  $2,0 \times 10^2$  e  $1,3 \times 10$  UFC/cm<sup>2</sup> para carcaças bovinas com 24h de refrigeração, valores próximos aos obtidos no experimento. Como a legislação brasileira não prevê os parâmetros para a avaliação da quantidade de mesófilos, a análise precisa ser avaliada em conjunto com a rotina da indústria e o controle de qualidade.

### 5.2.2 Análise de *Salmonella* spp.

As 18 colônias que apresentaram características de colônias típicas de *Salmonella* spp. foram coradas pela coloração de Gram e os bastonetes Gram negativos foram enviadas à análise por espectrometria de massas. Os resultados mostram por semelhança a melhor combinação da colônia com a base de dados e a segunda melhor combinação. Esses dados estão representados na Tabela 6. A técnica de análise por MALDI-TOF ainda é inovadora como ferramenta para análise microbiológica de suabes de carcaças bovinas. Shell *et al* (2017) utilizaram a técnica para confirmação de colônias suspeitas de *Salmonella* spp. e *E. coli* em suabes provenientes de cloacas de frango provando que é um método com maior confiabilidade e rapidez de análise em relação às provas bioquímicas. Da mesma forma, Matos *et al* (2016) relataram pela primeira vez a detecção de *Wohlfahrtiimonas chitiniclastica* em carcaças de frango comercializadas no Rio de Janeiro, utilizando a espectrometria como método. Isso corrobora a importância do método para as análises futuras sendo de fundamental importância na análise de alimentos.

Todas as análises receberam escore de avaliação em tempo real acima de 2.000 indicando uma avaliação confiável.

**Tabela 6:** Identificação de micro-organismos Gram-negativos isolados das carcaças bovinas em ágar Rambach pós MALDI-TOF.

Amostra	Microrganismo (melhor combinação)	Score	Microrganismo (segunda combinação)	Score
1	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2.278	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2.236
2	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2.159	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2.143
3	<i>Enterobacter cloacae</i>	2.181	<i>Enterobacter cloacae</i>	2.111
4	<i>Salmonella</i> sp	2.216	<i>Salmonella</i> sp	2.157
5	<i>Enterobacter cloacae</i>	2.257	<i>Enterobacter cloacae</i>	2.019
6	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2.206	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2.07
7	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2.354	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2.279
8	<i>Serratia marcescens</i>	2.275	<i>Serratia ureilytica</i>	2.256
9	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2.313	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2.3
10	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2.307	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2.223
11	<i>Enterobacter cloacae</i>	2.265	<i>Enterobacter cloacae</i>	2.161
12	<i>Escherichia coli</i>	2.417	<i>Escherichia coli</i>	2.325
13	<i>Escherichia coli</i>	2.421	<i>Escherichia coli</i>	2.366
14	<i>Enterobacter cloacae</i>	2.148	<i>Enterobacter cloacae</i>	2.112
15	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	2.175	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	2.172
16	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2.332	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2.325
17	<i>Enterobacter cloacae</i>	2.369	<i>Enterobacter cloacae</i>	2.219
18	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2.344	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2.311

Apenas uma colônia foi confirmada para o gênero *Salmonella*, possuindo confiabilidade apenas a nível de gênero. A espécie não pode ser confirmada devido à similaridade dos micro-organismos. As possíveis espécies e sorotipos estão descritos no Quadro 2.

**Quadro 2:** Possíveis espécies de *Salmonella* relacionadas à amostra nº4.

<i>Salmonella</i> sp (choleraesuis) 08 LAL	<i>Salmonella</i> apenas pode ser identificada ao nível de gênero
<i>Salmonella</i> sp (enterica st Anatum) 11 LAL	<i>Salmonella</i> apenas pode ser identificada ao nível de gênero
<i>Salmonella</i> sp (enterica st Arizonae) CIP 82_30T CIP	<i>Salmonella</i> apenas pode ser identificada ao nível de gênero
<i>Salmonella</i> sp (enterica st Enterica) DSM 17058T HAM	<i>Salmonella</i> apenas pode ser identificada ao nível de gênero
<i>Salmonella</i> sp (enterica st Hadar) Sa05_506 VAB	<i>Salmonella</i> apenas pode ser identificada ao nível de gênero
<i>Salmonella</i> sp (enterica st Indica) DSM 14848T HAM	<i>Salmonella</i> apenas pode ser identificada ao nível de gênero
<i>Salmonella</i> sp (enteritidis) 25089078 (PX) MLD	<i>Salmonella</i> apenas pode ser identificada ao nível de gênero

Apesar da presença de *Salmonella* spp. na amostra, a maior parte dos sorovares detectados apresentam pouco risco à saúde pública, porém a legislação brasileira prevê ausência de *Salmonella* spp. em carne bovina *-in natural* (Brasil, 2001). A possível presença de *Salmonella* sp *choleraesuis* pode sugerir contaminação cruzada no próprio estabelecimento, visto que a sala de abate é utilizada tanto para abate de bovinos quanto de suínos no mesmo dia, o que pode

levar à contaminação por falhas na higienização das estruturas e/ou manipuladores. Fontoura (2010) analisou a superfície de 40 meias-carcaças de bovinos, logo após a lavagem e com 24 horas de refrigeração em câmara, em um abatedouro-frigorífico de São Paulo, fiscalizado pelo Serviço de Inspeção Federal – SIF, no período de junho a setembro de 2006 (período de inverno), e não encontrou presença de *Salmonella* spp. Por outro lado, Chesca *et al.* (2010) avaliaram a presença de *Salmonella* spp. em carne bovina tipo exportação em Uberaba-MG, encontrando esse micro-organismo em 0,84% das amostras, resultado menor ao encontrado no experimento, onde foi encontrado em 3,33% das amostras.

Foram detectadas Enterobactérias nas amostras analisadas pelo MALDI-TOF. Dentre os representantes do grupo, foram detectados os gêneros *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia* e *Escherichia*. Esses gêneros foram apontados por Brenner (1992) como deteriorantes de carne e produtos cárneos, porém o que foi observado no experimento foi que esses micro-organismos podem ser encontrados em carne *in natura* não deteriorada, o que corrobora com os achados de Phillips *et al.* (2001) relataram que de 1.275 amostras de carcaças, 10,3% estavam contaminadas com *E. coli* após tempo aproximado de 12 horas sob refrigeração. Em contrapartida Fontoura (2010) não detectou a presença desse patógeno após 24h de câmara, o que pode indicar que o estabelecimento avaliado tem boas condições higiênicas sanitárias e segue as Boas Práticas de Fabricação.

Segundo Moreno (1991), a contaminação superficial das carcaças não é uniforme, o teor bacteriano varia muito conforme as regiões. Assim, nos bovinos, o quarto posterior é pouco contaminado (10 a 20 bactérias/cm<sup>2</sup>), a região interna da carcaça é medianamente contaminada (10<sup>3</sup> bactérias/cm<sup>2</sup>), enquanto que a região externa do pescoço é a mais contaminada (3 x 10<sup>3</sup> a 10<sup>4</sup> bactérias/cm<sup>2</sup>).

Foram encontrados micro-organismos psicrófilos na análise de MALDI-TOF, representados pela *Pseudomonas* spp. Ao manter as carcaças em temperaturas de refrigeração, os micro-organismos psicrófilos deterioradores ou condicionalmente patogênicos, têm a capacidade de se multiplicar muito rapidamente em comparação com os mesófilos, tornando-se um dos micro-organismos dominantes no ecossistema das carnes *in natura* refrigeradas. Os resultados desses micro-organismos após a refrigeração podem indicar o bom funcionamento da câmara de resfriamento que mantém a baixa temperatura, consequentemente dificultando o crescimento de mesófilos.

### 5.3 - Análise Documental

Os relatórios de controle microbiológico e físico-químico de água do MAPA relativos ao ano de 2017 foram todos contabilizados. As análises são feitas intercalando os meses em análises físico-químicas e microbiológicas e analisadas em laboratórios oficiais. Os dados das análises microbiológicas registrados estão demonstrados nas tabelas a seguir.

**Tabela 7:** Análises microbiológicas da água utilizada no Abatedouro-Frigorífico no ano de 2017

	Análise Microbiológica - 2017					
	Janeiro	Março	Maior	Júlio	Setembro	Outubro
<b>Coliformes totais</b>	<1,0 x10	2,5 x10 <sup>1</sup>	<1,0 x10	<1,0 x10	<1,0 x10	<1,0 x10
<b><i>E. coli</i></b>	<1,0 x10	7,0 x10	<1,0 x10	<1,0 x10	<1,0 x10	<1,0 x10
<b>Mesófilos Aeróbios</b>	<1,0 x10	6,3 x10	<1,0 x10	1,5 x10 <sup>1</sup>	3,9 x 10 <sup>2</sup>	<1,0 x10

De acordo com os dados, apenas o mês de março de 2017 apresentou contagem de coliformes totais e *E. coli* acima do determinado pela legislação que exige a ausência de coliformes em 100mL. Não existem valores determinados para a contagem de mesófilos aeróbios na Portaria de Consolidação nº5 utilizada como referência, porém existe o limite máximo para bactérias heterotróficas na mesma legislação, com valor de  $5 \times 10^2$  UFC/ml (Brasil, 2017).

Tendo como base esses resultados da microbiologia, não se pode afirmar que a contaminação microbiológica da carcaça tenha sido proveniente da água. O volume utilizado no abate atende à produção com qualidade microbiológica controlada. Dessa forma se torna necessária a avaliação de outras fontes de contaminação, tais como o processo de esola e evisceração por exemplo.

Durante a execução do projeto foram detectados muitos pontos de gastos desnecessários de água que podem e devem ser evitados, pensando tanto na questão ambiental quanto no gasto financeiro do estabelecimento. Dentre os pontos de maior gasto, os vazamentos apresentaram gastos que podem acarretar em prejuízos, sendo que a manutenção preventiva e corretiva desses pontos pode gerar uma economia mensal estimada de mais de 4000 litros de água, dependendo da demanda de abate.

## **6. CONCLUSÃO**

O consumo de água na indústria avaliada foi superior ao determinado pela legislação brasileira e não se pode afirmar que a qualidade microbiológica da carcaça tenha sofrido influência da qualidade e quantidade da água. Grande parte do consumo de água é proveniente de vazamentos que podem ser corrigidos com manutenção preventiva, procedimentos a seco e redução da vazão em pontos com gasto excessivo de água. Além disso, podem ser instalados temporizadores ou sensores com a finalidade de se diminuir o período de tempo em que essas torneiras permanecem abertas sem necessidade.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Tendo em vista o alto consumo de água principalmente por perdas decorrentes da falta de avaliação e manutenção preventiva na indústria, recomenda-se a realização de estudos similares estendidas a indústrias de abate de outras espécies com o objetivo de reduzir o consumo visando o desenvolvimento sustentável.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. Exportações Brasileiras de Carne Bovina Brazilian Beef Exports. Janeiro a dezembro. 2017 Disponível em: <http://www.abiec.com.br/Exportacoes.aspx> Acesso em 23/01/2018

AITH, F. M. A.; ROTHBARTH, R. O estatuto jurídico das águas no Brasil. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 29, n. 84, p. 163-177, Aug. 2015

ALEXANDRATOS, N. AND J. BRUINSMA. 2012. World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. *ESA Working paper* No. 12-03. Rome, FAO.

ANA – Agência Nacional de Águas. *Água na Indústria: Uso e Coeficientes Técnicos*. 2017

ANA - Agência Nacional de Águas. Usos da água. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/usos-da-agua/> Acesso em: 02/02/2018

ASSIS, D.M.; JULIANO, L., JULIANO, M. A. Espectrometria de massas aplicada na classificação e identificação de micro-organismos. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, Três Corações, v. 9, n. 2, p. 344-355, 2011.

BANDEIRA, M. T. P. S. Qualidade Microbiológica da Carne Bovina. Originalmente apresentada para obtenção do grau de especialista no curso de especialização em qualidade de alimentos, *Universidade de Brasília*, Brasília – DF, 2004.

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. *Fundamentos de Tecnologia de Alimentos*. Vol.3. Ed. Atheneu. São Paulo, 1998

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. *Inspecção de Carnes - Padronização de Técnicas, Instalações e Equipamentos, I - Bovinos: Currais seus Anexos - Sala de Matança* – 1971.

BRASIL. Lei Nº 9.943, de 8 Jan 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. *Diário Oficial da União*, Brasília, 9 Jan 1997a.

BRASIL. CONAMA 237 de 19 de dezembro de 1997. Disposição Sobre o Licenciamento Ambiental. LEX: *Legislação Ambiental*, Rio de Janeiro, 1997b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº 12 de 02 de janeiro de 2001. Padrões Microbiológicos de Alimentos. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/1201rdc>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Dispõe sobre os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas



para controle de produtos de origem animal e água. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 31 dez. de 2003

Brasil Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 17 mar. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Manual técnico de diagnóstico laboratorial de *Salmonella* spp.: diagnóstico laboratorial do gênero *Salmonella* / Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz. Laboratório de Referência Nacional de Enteroinfecções Bacterianas, *Instituto Adolfo Lutz*. – Brasília : Ministério da Saúde, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5 Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 28 de setembro de 2017.

BRENNER, D.J. Introduction to the family Enterobacteriaceae, in the Prokaryotes. In: BALOWS, A.; TRÜPER, H.G.; DWORKIN, M.; HARDER, W; SCHLEIFER, K.H. (Ed.). *A handbook on habitats, isolation and identification of bacteria*. 2 ed. New York: Springer Verlag, 1992. p. 2673-95.

BRUKER DALTONICS. Microflex LT/SH and microflex LT/SH "smart". Disponível em: [www.bruker.com](http://www.bruker.com). Acesso em: 02/02/2018

BORCH, E.; KANT-MUERMANS, M.L.; BLIXT, Y. Bacterial spoilage of meat and cured meat products. *International Journal of Food Microbiology*. v.33, p.103-120, 1996.

BOURGEOIS, C. M; MESCLE, J. F; ZUCCA, J. *Microbiologia alimentaria*. Zaragoza: Ed. Acribia, 1988. 437p

CDC. Centers for Disease Control and Prevention. Pathogens causing US foodborne illnesses, hospitalizations, and deaths, 2000–2008 *CDC Estimates of Foodborne Illness in the United States*, Atlanta, 2012.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Pacheco, J. W.; Yamanaka, H. T. *Guia técnico ambiental de abates (bovino e suíno)*. São Paulo: CETESB, 2006.

CHERKAOUI, A.; HIBBS, J.; EMONET, S. Comparison of two matrix assisted laser desorption ionization–time of flight mass spectrometry methods with conventional phenotypic identification for routine bacterial speciation. *Journal of Clinical Microbiology*., v. 48., p.1169–1175, 2010.

CHESCA, A. C.; POLICARPO, A. C. F.; D'ANGELIS, C. E. M. Escherichia coli O157:H7, Listeria monocytogenes e Salmonella spp.: investigação em carne bovina tipo exportação. *Higiene Alimentar*, v. 24, n. 184/185, p. 133-137, 2010.

CIS - COMMON IMPLEMENTATION STRATEGY FOR THE WATER FRAMEWORK DIRECTIVE AND THE FLOODS DIRECTIVE 2016. Disponível em: <https://circabc.europa.eu/sd/a/6b94f19b-97e5-4e46-97f0-817822859b5f/CIS%20Work%20Programme%202016-2018.pdf> . Acesso em 25/01/2018

CLARK AE, KALETA EJ, ARORA A, WOLK DM. Matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry: a fundamental shift in the routine practice of clinical microbiology. *Clinical Microbiolgy Review* 2013; 26: 547-603

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Proposed Draft Guidelines for the Hygienic Reuse of Processing Water in Food Plants. *Thirty-fourth Session*. Bangkok, Thailand, 8-13 October 2001.

COSTA, J. O.; ESTENDER, A.C. A percepção do desperdício da água com a utilização da água de reuso. In: *Revista Desafios 2* (2015), 1, pp. 109-126

CROXATTO A, PROD'HOM G, GREUB G. Applications of MALDI-TOF mass spectrometry in clinical diagnostic microbiology. *FEMS microbiology reviews* 2012; 36: 380-407

CUNHA, M. A.; SILVA, M. R. Métodos de detecção de micro-organismos indicadores. *Saúde & Ambiente em Revista*, v.1, n.1, p.09-13, jan-jun 2006.

DICKSON, J.S. Reduction of bacteria attached to meat surfaces by washing with selected compounds. *Journal of Food Protection*, v.51, n.11, p.869-873, 1988.

DRAKE RR, BOGGS SR, DRAKE SK. Pathogen identification using mass spectrometry in the clinical microbiology laboratory. *Journal of mass spectrometry* : JMS 2011; 46: 122332.

EUROPEAN COMMISSION. Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries. *Technologies for Sustainable Development*, European IPPC Bureau, 2003.

EVANGELISTA, J. *Tecnologia de Alimentos*. São Paulo: Editora Atheneu, 2005.

FAO's Global Water Information system – AQUASTAT, 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/nr/aquastat>

FDA. Food and Drug Administration. *Bad bug book: Salmonella* spp. 2009c.

FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Produção Sustentável. Disponível em: <<http://www.feam.br/producao-sustentavel>>. Acesso em: 25/01/2018

FIESP / CIESP. FEDERAÇÃO DA INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO / CENTRO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, São Paulo. *Conservação e Reúso de Água– Manual de Orientação para o Setor Industrial*, v. 1, 2004.

FRANÇA FILHO, A. T. Qualidade bacteriológica de miúdos-carcaças bovinas oriundas de abatedouros-frigoríficos do estado de Goiás habilitados para exportação. 2005. 62 f. *Dissertação* (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. *Microbiologia dos Alimentos*. São Paulo: Editora Atheneu, 2004.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. (Ed.). *Microbiologia dos alimentos*. São Paulo: Atheneu, 2008

FRANSEN, N. G.; ELZEN, A. M. G.; URLINGS, B. A. P.; BIJKEN, P. G. H. Pathogenic microorganisms in slaughterhouse sludge: a survey. *Internacional Journal of Food Microbiology*, v. 33, p. 245-256, 1996.

FRONZA, N. Estudos das potencialidades do reúso de água em uma indústria frigorífica. 81f. *Dissertação* (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

FONTOURA, C. L. Estudo microbiológico em carcaças bovinas e influência da refrigeração sobre a microbiota contaminante. 2010. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v.77, n.2, p.189-193, abr./jun., 2010

GALLETTI J.P, FLORESTRA A.C.F, SANTOS H.D, MINHARRO S. Qualidade de água de abastecimento na indústria de produtos de origem animal: Revisão bibliográfica. *Centro Científico Conhecer* 2010, 16: 1-10

GARCIA-LÓPEZ, M.L.; PRIETO, M.; OTERO, A. The physiological attributes of Gram-negative bacteria associated with spoilage of meat and meat products. In: DAVIES, A.; BOARD, R. (Ed.). *The microbiology of meat and poultry*. London: Blackie Academic and Professional, 1998. p.1-34.

GIL, J.I. *Manual de inspeção sanitária de carnes*. 2.ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2002. 485p.

GRAM, L., L. RAVN, M. RASCH, J. B. BRUHN, A. B. CHRISTENSEN, AND M. GIVSKOV. Food spoilage—interactions between food spoilage bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, v. 78, p.79–97, 2002.

HESPANHOL, I. Esgotos como recurso hídrico parte I: dimensões políticas, institucionais, legais, econômico-financeiras e sócio-culturais, Engenharia – *Revista do Instituto de Engenharia*. ano 55, n. 523, 1997 p. 45-48.

HOLLEY, R. A.; GILL, C. O. Usos da embalagem em atmosfera modificada para carnes e produtos cárneos. *Palestra. III Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes*, 27 a 29 de setembro, 2005.

HOLT, J.G.; KRIEG, N.R.; SNEATH, P.H.A.; STALEY, J.T.; WILLIAMS, S.T. Facultatively anaerobic gram-negative rods. In: *Bergey's Manual of determinative bacteriology*. 9. ed., Baltimore: Williams & Wilkins, 1994. 787p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Produção da Pecuária Municipal - Rio de Janeiro*, v. 44, p.1-51, 2016

ICMSF. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. *Listeria monocytogenes. Microorganismos de los alimentos – Características de los patógenos microbianos*. Zaragoza: Acribia, 1998. 606 p.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS - ICMSF. Micro-organismos indicadores. In:\_\_\_\_\_. *Micro-organismos de los alimentos 1 - su significado y métodos de enumeración*. 2 nd ed. Zaragoza: Acribia, 2000. part. 1, p. 3-14.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS - ICMSF. *Microorganisms in Foods 6: Microbial Ecology of Food Commodities*. EUA: Kluwer Academic/Plenum Publishers v. 6, 2th ed., 2005. 736p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 6579: *Microbiology of food and animal feeding stuffs: horizontal method for the detection of Salmonella spp*. 4th ed. Geneva, 2002. Amendment 1: 15 jul. 2007.

ISO 4833-1, *Microbiologia de alimentos e de produtos de alimentação animal – Método horizontal para enumeração de micro-organismos – Técnica de contagem de colônia a 30°C*. 2013

ISO 6579, *Microbiologia de alimentos e de produtos de alimentação animal – Método horizontal para detecção de Salmonella spp*. 2017.

ISO 17604. *Microbiologia de alimentos e de produtos de alimentação animal – Amostragem de carcaça para análise microbiológica*. 2003.

JAY, J.M. *Modern food microbiology*. 6 ed. Gaithersburg, MD: Aspen Publishers, 2000. 637p.

JAY, J. M.; VILAI, J. P. ; HUGHES, M. E. Profile and activity of the bacterial biota of ground beef held from freshness to spoilage at 5-7°C. *International Journal of Food Microbiology*, v. 81, p.105–111, 2003.

JAY, J. M. *Microbiologia de alimentos*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711 p.

KRIEGER, ELISABETH IBI FRIMM. Avaliação do consumo de água, racionalização do uso e reuso do efluente líquido de um frigorífico de suínos na busca da sustentabilidade socioambiental da empresa. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 27.11.2007. <http://hdl.handle.net/10183/12050>

KONEMAN EW, ALLEN SD, DOWEL JR VR, SOMMER HM. *Diagnóstico microbiológico: texto e Atlas colorido. Enterobacteriaceae*. 5º ed. Rio de Janeiro; 2001 MDSI . p. 177-250.

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

LABADIE, J. Consequences of packaging on bacterial growth. Meat is an ecological niche. *Meat Science*, v. 52, p.299–305, 1999.

LANDGRAF, M. Micro-organismos indicadores. In: FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. (Ed.). *Microbiologia dos alimentos*. São Paulo: Atheneu, 2008. cap. 3, p. 27-32.

LAWRIE, R. A . *Ciência da carne*. Porto Alegre: Artmed editora, 6aed., 2005, 384p.

LAZAROVA, V. *Global milestones in water reuse: keys to success and trends in development*, *Water 21*, August, pp. 12-22. 2013)

MARTINS, M.V.L, ASTORGA, O.A.M, SILVEIRA, J.L. Conservação de Água na Indústria. *Revista Ciências Exatas*, Taubaté, v. 12, n. 1, p. 107-113, 2006.

MADDEN, R.H.; MURRAY, K.A.; GILMOUR, A. Determination of the principal points of product contamination during beef carcass dressing processes in Northern Ireland. *Journal of Food Protection*, v.67, n.7, p.1494-1496, 2004.

MATOS, J., QUEIROGA, A.P., DE OLIVEIRA PEDROZA BINDI DOS REIS, C.C. ET AL. ANTONIE VAN LEEUWENHOEK First report of the emerging zoonotic agent *Wohlfahrtiimonas chitiniclastica* isolated from a retail frozen chicken in Rio de Janeiro, Brazil Volume 109, Issue 5, pp 729–734. 201. 2016

MELLO, V. F. Aplicação do sistema de gestão de segurança de alimentos em uma indústria de bebidas orgânicas. 74f. *Dissertação* (Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2007

MIERZWA, J.C. O uso racional e o reuso como ferramentas para o gerenciamento de águas e efluentes na indústria: estudo de caso da KODAC Brasileira. *Tese* (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil da Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 2000

MIERZWA, J.C.; HESPANHOL, I. *Água na Indústria – Uso racional e reuso*. Editora Oficina de Textos. São Paulo, 144 p. 2005.

- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. *Registro de Estabelecimentos – SIF*. Disponível em:  
<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-animal/empresario/registro-de-estabelecimentos>. Acesso em: 29/01/2018
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Comex Stat. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>. Acesso em: 29/01/2018
- MORENO, B.G. *Higiene e Inspeccion de carnes*. V.1, Gráficas Celarayn, S.A., Leon, Espanha, 1991
- NYCHAS, G. J. E.; DROSINOS, E. H. Meat and poultry spoilage, In R. K. Robinson, C. A. Batt, and P. D. Patel (ed.), *Encyclopedia of food microbiology*. Academic Press, San Diego, California, p. 1253–1259, 1999.
- OLIVEIRA, N.M., SILVA, M.P., CARNEIRO, V.A. Reúso da água: um novo paradigma de sustentabilidade. *Élisée Revista de Geografia da UEG* (ISSN 2316-4360), v. 2, n. 1, p. 146-157, 2013.
- OTENIO, M. H.; RONCON, T. J.; ESTEVAO, T. ; MIGLIORANZA, L. H. Influência da Água Industrial em Pontos Críticos de Controle, em Laticínio de Bandeirantes - Paraná. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v. 60, p. 49-52, 2005.
- PODSCHUN R & ULLMAN U. *Klebsiella* spp. as nosocomial pathogens:epidemiology taxonomy, typing, methods and pathogenicity factors. *Clinical Microbiology Ver* 1998; 11 (4): 589-603
- REPUBLIC OF SOUTH AFRICA. Department of Agriculture and Rural Development. Gauteng Province (Ed.). Guideline Manual for the Management of Abattoirs and other Waste of Animal Origin. Johannesburg: *Department Of Agriculture and Rural Development*, 2009. 213p.
- RIZZO-BENATO, R. T. Qualidade microbiológica do leite e do sorvete de massa de uma indústria de pequeno porte do município de Piracicaba/SP. 62f. *Dissertação* (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros, 2004.
- ROÇA, R.O.; SERRANO, M.A. Abate de bovinos: alterações microbianas da carcaça. *Higiene Alimentar*, v.9, n.35, p.8-12, 1995.
- ROGERS, K. Enterobacter. *Encyclopædia Britannica*, inc.2017 Disponível em:  
<https://www.britannica.com/science/Enterobacter>. Acesso em: 28-01-2018
- ROLOFF T. A. Efeitos da não aplicação do controle de qualidade da água nas indústrias alimentícias. *Revista Saúde e Biologia* 2006, 1: 52-7.
- SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. *Água de Reuso*. (2013).

SCARASSATI, D.; CARVALHO, R.F.; DELGADO, V.L.; CONEGLIAN, C.M.R.; BRITO, N.N.; TONSO, S.; SOBRINHO, G.D.; PELEGRINI, R. Tratamento de efluentes de abatedouros e frigoríficos. In *III Fórum de Estudos Contábeis*, [online], Claretianas, 2003.

SENAI. R S. Princípios Básicos de Produção Mais Limpa em Abatedouros Frigoríficos. Porto Alegre, UNIDO, UNEP *Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI, 2003*. 59 p.il. Série Manuais de Produção mais Limpa.

SENG, P.; ROLAIN, J. M.; FOURNIER, P. E.; LA SCOLA, B.; DRANCOURT, M.; RAOULT, D. MALDI-TOF-mass spectrometry applications in clinical microbiology. *Future Microbiology*. v. 5, p. 1733-1754, 2010.

SHELL, WALEED S., SAYED M.L, ALLAH F.M.G, GAMAL F.E.M, KHDER A.A, SAMY A.A, ALI A.H.M. "Matrix-assisted laser desorption-ionization-time-of-flight mass spectrometry as a reliable proteomic method for characterization of Escherichia coli and Salmonella isolates." *Veterinary World*, Sept. 2017, p. 1083+

SISEMA- SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Minas Gerais. Relatório de Sustentabilidade 2009. <http://www.feam.br/noticias/1/722-relatorio-de-sustentabilidade>.

SILVA, T. A. A; LIMA, L. S. Desenvolvimento sustentável: um debate sobre suas impossibilidades. *Revista Científica do IFAL* – n.1, v.1 – julho/dezembro. 2010

SOUZA, A.C; ORRICO, S. R . M. Consumo de água na indústria de abate de bovinos do estado da Bahia. *RBCIAMB* n.42 26-36. dez 2016

SPERBER, W.H. Hazard identification: from a quantitative to a qualitative approach. *Food Control* 12: 223–228. 2001

SPERLING, M. V. *Princípios de tratamento biológico de águas residuárias - Lagoas de estabilização*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 1º ed., 1996.

STEVENS AND ANDERSON. Irrigation of crops in Australia. In: *Milestones of Water Reuse: The Best Success Stories*, ed. by Lazarova *et al.*, IWA Publishing, London. 2013

TAVARES, T.M. Avaliação microbiológica de hambúrgueres de carne bovina comercializados em sanduicherias tipo —trailers no centro e na periferia de Goiânia/GO. Goiânia, GO, 2002. *Dissertação* originalmente apresentada para obtenção do grau de mestre em medicina tropical, Universidade Federal de Goiás, 2002.

TODD, E. C. D. Microbiological safety standards – 48th International Congress of Meat Science and Technology. *National Food Safety and Toxicology Center*. East Lansing, Michigan. 2002.

UE – Europe Union. Regulamento (CE) n.º 853/2004 . Estabelece regras específicas de higiene aplicáveis aos gêneros alimentícios de origem animal. Jornal Oficial da União Europeia» L 139 de 30 de Abril de 2004

UNEP - UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME & DANISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Cleaner Production Assessment in Meat Processing*. Dinamarca, 2000 83p.

UNESCO - WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). *Facing the Challenges. Case Studies and Indicators*. Paris. 2015

UNITED KINGDOM; ENVIRONMENT AGENCY. *The Red Meat Processing (Cattle, Sheep and Pigs) Sector (EPR 6.12)*. Bristol, 2009. 29p.

UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. *Population Division World Urbanization Prospects: The 2011 Revision*.

UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. *Population Division: World Population Prospects: The 2017 Revision, Volume I: Comprehensive Tables*. ST/ESA/SER.A/399. 2017

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP); DANISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). *Danish Ministry of Environment and Energy. Cleaner Production Assessment in Meat Processing*. Dinamarca, 2000. 83p.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). Department of State Development, Qld, Food and Meat Industries Taskforce. *Eco-Efficiency Manual for Meat Processing*. Austrália, 2002. 138p.

USDA - LIVESTOCK. Cattle selected countries summary. In: ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. PSD online: production, supply and distribution. Washington, DC: USDA, 2017. Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline>>. Acesso em: 05/01/2017.

WATER REUSE EUROPE. Overview of water reuse practices. Disponível em: <http://www.water-reuse.eu/water-reuse>. Acesso em 25-01-2018

WILSON, K; WALKER, J. *Principles and Techniques of Biochemistry and Molecular Biology*, 7ed. 744. 2010

WU KJ, ODOM RW. Characterizing synthetic polymers by MALDI MS. *Analytical chemistry* 1998; 70: 456A-461A.

ZWEIFEL, C.; STEPHAN, R. Microbiological monitoring of sheep carcass contamination in three swiss abattoirs. *Journal of Food Protection*, v.66, n.6, p.946-952, 2003.



## 6. ANEXOS

### Anexo I: Legislação europeia em relação ao reuso de água

País	Legislação	Instituição emissora
Chipre	Lei 106 (I) 2002 Controle de poluição do solo e água e regulamentos associados KDP 772/2003, KDP 269/2005	Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Departamento de Meio Ambiente
França	JORF n ° 0201 du 31 Août 2010 página 15828 Texte n ° 34	Ministério da Saúde Pública
	JORF num. 0153, 04 de julho 2014	Ministério da Saúde Pública
	Ordem de 2014, relacionada ao uso de água de águas residuais urbanas tratadas para irrigação de lavouras e áreas verdes.	Ministério da Agricultura, Alimentação e Pesca Ministério da Ecologia, Energia e Sustentabilidade
Grécia	CMD N0 145116 Medidas, limites e procedimentos para reutilização de efluentes tratados	Ministério do Ambiente e Energia e Mudança Climática
Itália	DM 185.2003	Ministério do Meio Ambiente
	Medidas técnicas de reutilização de efluentes	Ministério da Agricultura, Ministério da Saúde Pública
Portugal	NP 4434 2005	Instituto Português de Qualidade
	Reutilização de água urbana recuperada para irrigação	
Espanha	RD 1620/2007	Ministério da Agricultura, Alimentação e Meio Ambiente, Ministério da saúde
	A estrutura jurídica para a reutilização de efluentes tratados	

**Anexo II:** Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano

PARÂMETRO	VMP <sup>(1)</sup>
<b>Água para consumo humano<sup>(2)</sup></b>	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes <sup>(3)</sup>	Ausência em 100mL
<b>Água na saída do tratamento</b>	
Coliformes totais	Ausência em 100mL
<b>Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)</b>	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes <sup>(3)</sup>	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

NOTAS: (1) valor máximo permitido.

(2) água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais como poços, minas, nascentes, dentre outras.

(3) a detecção de Escherichia coli deve ser preferencialmente adotada.

**Tabela 2**  
**Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção**

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

NOTAS: (1) Valor máximo permitido.

(2) Unidade de turbidez.

**Tabela 3**  
**Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde**

PARÂMETRO	<i>Unidade</i>	<i>VMP<sup>(1)</sup></i>
-----------	----------------	--------------------------

**INORGÂNICAS**

Antimônio	mg/L	0,005
Arsênio	mg/L	0,01
Bário	mg/L	0,7
Cádmio	mg/L	0,005
Cianeto	mg/L	0,07
Chumbo	mg/L	0,01
Cobre	mg/L	2
Cromo	mg/L	0,05
Fluoreto <sup>(2)</sup>	mg/L	1,5
Mercúrio	mg/L	0,001
Nitrato (como N)	mg/L	10
Nitrito (como N)	mg/L	1
Selênio	mg/L	0,01

**ORGÂNICAS**

Acrilamida	µg/L	0,5
Benzeno	µg/L	5
Benzo[a]pireno	µg/L	0,7
Cloreto de Vinila	µg/L	5
1,2 Dicloroetano	µg/L	10
1,1 Dicloroetano	µg/L	30

PARÂMETRO	<i>Unidade</i>	<i>VMP<sup>(1)</sup></i>
-----------	----------------	--------------------------

**AGROTÓXICOS**

Alaclor	µg/L	20,0
Aldrin e Dieldrin	µg/L	0,03
Atrazina	µg/L	2
Bentazona	µg/L	300
Clordano (isômeros)	µg/L	0,2
2,4 D	µg/L	30
DDT (isômeros)	µg/L	2
Endossulfan	µg/L	20
Endrin	µg/L	0,6
Glifosato	µg/L	500
Heptacloro e Heptacloro epóxido	µg/L	0,03
Hexaclorobenzeno	µg/L	1
Lindano (γ-BHC)	µg/L	2
Metolacloro	µg/L	10
Metoxicloro	µg/L	20
Molinato	µg/L	6
Pendimetalina	µg/L	20
Pentaclorofenol	µg/L	9
Permetrina	µg/L	20
Propanil	µg/L	20

Diclorometano	µg/L	20
Estireno	µg/L	20
Tetracloroeto de Carbono	µg/L	2
Tetracloroetano	µg/L	40
Triclorobenzenos	µg/L	20
Tricloroetano	µg/L	70

Simazina	µg/L	2
Trifluralina	µg/L	20

**CIANOTOXINAS**

Microcistinas <sup>(3)</sup>	µg/L	1,0
------------------------------	------	-----

**DESINFETANTES E PRODUTOS SECUNDÁRIOS DA DESINFECÇÃO**

Bromato	mg/L	0,025
Clorito	mg/L	0,2
Cloro livre	mg/L	5

Monocloramina	mg/L	3
2,4,6 Triclorofenol	mg/L	0,2
Trihalometanos Total	mg/L	0,1

NOTAS: (1) Valor máximo permitido.

(2) Os valores recomendados para a concentração de íon fluoreto devem observar à legislação específica vigente relativa à fluoretação da água, em qualquer caso devendo ser respeitado o VMP desta Tabela.

(3) É aceitável a concentração de até 10 µg/L de microcistinas em até 3 (três) amostras, consecutivas ou não, nas análises realizadas nos últimos 12 (doze) meses.

(4) Análise exigida de acordo com o desinfetante utilizado.

Art. 17. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de aceitação de consumo expresso na Tabela 5, a seguir:

**Tabela 5**  
**Padrão de aceitação para consumo humano**

<b>Parâmetro</b>	<b>Unidade</b>	<b>VMP(1)</b>
Alumínio	mg/L	0,2
Amônia (como NH <sub>3</sub> )	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

NOTAS: (1) Valor máximo permitido.

(2) Unidade Hazen (mg Pt–Co/L) Intensidade máxima de percepção para qualquer característica de gosto e odor com exceção do cloro livre, nesse caso por ser uma característica desejável em água tratada.

(3) critério de referência

(4) Unidade de turbidez