

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

ALAN ROSSO  
ALEXSANDER MUCELIN

**REDUÇÃO E REÚSO DE ÁGUA EM PROCESSOS DE  
ABATE E INDUSTRIALIZAÇÃO DE AVES**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2011

ALAN ROSSO  
ALEXSANDER MUCELIN

**REDUÇÃO E REÚSO DE ÁGUA EM PROCESSOS DE  
ABATE E INDUSTRIALIZAÇÃO DE AVES**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito parcial à obtenção do Grau de Tecnólogo, no Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, promovido pela UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Medianeira.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Rodrigo Stival Bittencourt

MEDIANEIRA

2011

## TERMO DE APROVAÇÃO

### **Redução e reúso de água em processos de abate e industrialização de aves**

Por

**Alan Rosso**

**Alexsander Mucelin**

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 11:00 h do dia 24 de novembro de 2011 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Medianeira. Os candidatos foram argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Dr. Paulo Rodrigo Stival  
Bittencourt  
UTFPR – *Campus* Medianeira  
(Orientador e Responsável pelas  
atividades de TCC)

---

Prof. Dr. Eder Lisandro de Moraes  
Flores  
UTFPR – *Campus* Medianeira  
(Convidado)

---

Prof. M.Sc. Alice Jacobus de Moraes  
UTFPR – *Campus* Medianeira  
(Convidado)

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradecemos a Deus por nos iluminar e acompanhar na realização deste estudo tão importante na finalização de uma grande etapa de nossas vidas, pela força a nós concedida para vencer os desafios impostos no dia-a-dia e pela graça de termos a vivência neste mundo tão complexo e desafiante.

Também agradecemos a todos os professores que nos ensinaram neste longo período acadêmico, especialmente a nossos orientadores. Primeiramente a prof. Dra. Juliana Bortoli Rodrigues Mees, que nos acompanhou no período inicial de nosso estudo e nos direcionou para a correta realização do mesmo, e ao prof. Dr. Paulo Rodrigo Stival Bittencourt, que nos auxiliou nas etapas finais, com resoluções de dúvidas, correções e direcionamento final de nosso trabalho acadêmico.

Também agradecemos à Cooperativa Agroindustrial Lar, que além de nos acolher para aquisição de experiência e novos conhecimentos no mundo do trabalho, nos proporcionou a realização deste estudo em sua estrutura, a fim de podermos mostrar os resultados de nossa formação.

Concluindo, gostaríamos de agradecer a nossos pais, que nos acompanharam em toda nossa trajetória, momentos tristes e alegres, nos auxiliaram nos desafios iniciais de nossa vida, e nos encaminharam para uma nova etapa, a fim de que possamos viver por nós mesmos. A todos o nosso muito obrigado.

## RESUMO

Neste estudo foi abordado o tema de minimização, conservação e reúso da água em processos de abate e industrialização de aves. Foi abordado a respeito da minimização e reúso de água bem como a análise dos aspectos legais do uso da água. Foram realizadas mensurações do consumo de água nos setores de escaldagem e evisceração da linha 01 da indústria juntamente com a avaliação dos equipamentos, procedimentos e rotinas operacionais. Foi analisado o consumo de água no abastecimento de chillers para resfriamento de carcaça, verificando se há conformidade com legislação específica. O estudo apresentou duas oportunidades de redução no consumo por meio de aquisição de equipamentos para o controle da água e outras melhorias por meio de mudanças nas rotinas operacionais bem como algumas propostas para reutilização da água.

**Palavras-chave:** Reúso de água. Minimização e uso. medidas de redução de consumo.

## ABSTRACT

This study approached the theme of minimization water conservation and reuse in the process of industrialization and slaughter of poultry. It reports about minimization and water reuse as well as the analysis of legal aspects of water use. Measurements were performed to measure the water consumption in the sectors of Scalding and Evisceration line 01 of the industry together with the evaluation of equipment procedures and operation routines. Has been analyzed the consumption of water supply chillers for cooling the housing, making sure there compliance with specific legislation. The study had two opportunities to reduce consumption through the purchase of equipment to control water and other improvements through changes in operating routines as well as some proposal for reuse of water.

**Keywords:** Conservation and water reuse. Minimization and reuse. Measurements to reduce consumption.

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 – DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA EM ABATEDOURO DE AVES (%) POR CATEGORIAS DE USO

TABELA 2 – CONSUMO DE ÁGUA POR EQUIPAMENTO DO SETOR DE ESCALDAGEM/ DEPENAGEM

TABELA 3 – CONSUMO DE ÁGUA POR EQUIPAMENTO DO SETOR DE EVISCERAÇÃO

TABELA 04 – CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA DE SAÍDA DOS CHILLERS

TABELA 05 – AVALIAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA NO SETOR DE RESFRIAMENTO DE CARÇAÇA

TABELA 06 – POTENCIAL DE MINIMIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA – TORNEIRAS DA ESCALDAGEM

TABELA 07 – POTENCIAL DE MINIMIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA – TORNEIRAS REVISÃO DE CARÇAÇA DA EVISCERAÇÃO

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO</b> .....	<b>11</b>
2.1	OBJETIVO GERAL .....	11
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>14</b>
4.1	USO DA ÁGUA NO BRASIL.....	14
4.2	MANANCIAL .....	15
4.2.1	importância da escolha correta e da proteção dos mananciais.....	16
4.3	MEDIDAS DE ORDEM GERAL PARA PROTEÇÃO DE MANANCIAIS .....	16
4.4	DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NO PLANETA.....	17
4.5	ASPECTOS LEGAIS DA INDÚSTRIA .....	19
4.5.1	Recursos hídricos.....	20
4.5.2	Legislação ambiental.....	22
4.5.3	Quanto à segurança e higiene do alimento.....	23
4.6	CONSERVAÇÃO E MINIMIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA.....	29
4.6.1	Definição de conservação de água .....	30
4.6.2	Conceituação de reúso de água .....	31
4.6.3	Técnicas de tratamento de água para reúso.....	33
4.6.4	Aspectos positivos dos programas de conservação e de reúso de água.....	33
4.6.5	Conservação e reúso da água no setor industrial .....	34
4.6.6	Tipos de uso e reúso de água no setor industrial.....	39
4.6.7	Uso e reúso de água na indústria alimentícia .....	41
4.6.8	Conservação e minimização do consumo da água em indústrias de processamento de aves .....	42
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>43</b>
5.1	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA E INFORMAÇÕES GERAIS.....	43
5.2	DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO.....	44
5.2.1	Recepção.....	44
5.2.2	Desembarque e sangria .....	44



5.2.3	Escaldagem e depenagem.....	45
5.2.4	Evisceração.....	46
5.2.5	Resfriamento e embalagem .....	46
5.2.6	Cortes.....	47
5.2.7	CMS, congelamento, paletização, estocagem e expedição .....	48
5.3	ORIGEM E QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA .....	48
5.4	METODOLOGIA DE MEDIÇÕES DAS VAZÕES .....	49
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>51</b>
6.1	SETORIZAÇÃO DA DEMANDA DE ÁGUA E DEFINIÇÃO DE FLUXOS .....	51
6.2	MINIMIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA E GERAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS.....	57
6.3	PROPOSTA DE REÚSO .....	60
6.4	AÇÕES REALIZADAS PELA EMPRESA.....	60
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>61</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>62</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente tem se verificado a diminuição da oferta de água em condições adequadas para o uso, justificada pelo aumento na demanda nas principais atividades, incluindo o abastecimento público, uso industrial e agrícola (MATSUMURA, 2007, p. 17).

A indústria de abate e processamento de carnes, citando a de aves, se caracteriza pela intensiva utilização de água nos seus processos e até incorporados nos seus produtos, comercializados na forma de congelados ou resfriados, e destinando-se tanto para o mercado interno quanto ao externo.

Segundo Machado (2007) “o consumo por ave processada de água pode variar entre 5 e 20 litros de água”, gerando efluentes cujos índices de impacto principais são as ações eutrofizantes e de consumo de oxigênio dissolvido de corpos d’água. Essas águas são gastas nas lavagens de pisos e das instalações nas seguintes etapas da produção: área de recebimentos das aves; lavagens das caixas utilizadas no transporte; sala de abate; sala de sangria; escaldamento; depenagem mecanizada; evisceração; resfriamento com gelo; embalagem; congelamento e expedição (MALDANER, 2008, p 30).

Hespanhol (2006) cita que atualmente a indústria nacional está submetida a dois grandes instrumentos de pressão: Pode-se citar as imposições do comércio internacional pela melhoria da competitividade e, bem como as questões ambientais e as recentes condicionantes legais de gestão de recursos hídricos, particularmente as associadas à cobrança pelo uso da água.

Segundo o manual da FIESC/SIESP (2004) *apud* Matsumura (2007), a conservação de água é definida como práticas que visam reduzir a quantidade de água extraída das fontes de suprimento; reduzir o consumo, desperdício e as perdas de água; aumenta a eficiência de uso, reciclagem e reúso de água e, por fim, evitam a poluição da água.

Para Maldaner (2008, p. 56) algumas medidas trazem benefícios significativos, em termos de melhoria de desempenho ambiental e de ganhos econômicos. No entanto, quando se trata de setores da indústria alimentícia, é importante verificar que estas medidas não coloquem em risco a segurança dos produtos da empresa.

Recomenda-se que as iniciativas considerem esta questão e que elas sejam discutidas com as autoridades sanitárias responsáveis pela fiscalização da empresa. Sugere-se, portanto, que a viabilização de medidas que seja conduzida sempre em consenso com as autoridades sanitárias (SENAI, 2003).

Os conceitos de minimização e reúso de água estão intimamente enquadrados no conceito de Produção Mais Limpa, conceituada de acordo com a United Nations Environmental Program/United Nations Industrial Development Organization - UNEP/UNIDO como “a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva e integrada, nos processos produtivos, nos produtos e nos serviços, para reduzir os riscos relevantes aos seres humanos e ao meio ambiente.

Neste sentido, o desenvolvimento de estratégias para redução do consumo de água pode envolver soluções tecnológicas (melhorias de equipamentos e das instalações atuais ou a instalação de novos equipamentos, por exemplo). Porém, uma revisão dos procedimentos e práticas operacionais, tanto de produção como de limpeza e higienização, podem representar alguns dos ganhos e benefícios mais significativos para frigoríficos (MIERZWA, 2005. *Apud* MALDANER, 2008, p 57). Essas estratégias para minimizar a água são avaliadas e implantadas após a consideração dos aspectos técnicos, econômico e ambiental (Brasil Alimentos N 22, 2003 pg 27).

Após a identificação e quantificação dos pontos de consumo de água, deve-se definir os pontos prioritários de reúso e submetê-los à avaliação. Na etapa de avaliação deve-se elaborar o fluxograma completo do processo, identificando os pontos de consumo de água, detectando vazamentos e pontos de desperdício, para posterior quantificação ( Brasil Alimentos N 22, 2003 pg 26).

As estratégias empregadas dependem diretamente da situação da indústria e dos pontos de consumo identificados na etapa de avaliação. A seleção da técnica de redução do consumo de água a ser empregada depende do seu uso (local e características requeridas).

Frequentemente, certas estratégias de minimização podem ser implementadas de forma rápida, como boas práticas de fabricação, de limpeza, que envolvem melhorias operacionais sem incorrer em investimentos significativos. O tempo de retorno do investimento é da ordem de dias? (CRITTENDEN e KOLACZKOWSKI, 1995).

## 2 OBJETIVO

### 2.1 OBJETIVO GERAL

A presente pesquisa teve como principal objetivo identificar as possíveis possibilidades de redução de consumo de água em uma indústria do setor alimentício, no caso de processamento de frangos, por meio de metodologias para conservação e minimização do uso da água, visto que a maior parte das indústrias deste setor é potencialmente grande consumidora deste recurso.

Também se objetivou a redução da geração de efluentes em consequência à redução do consumo de água.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mensurar o consumo de água nos setores de: escaldagem; evisceração e sala de cortes da linha. 01 de abate;
- Propor alternativas para minimização do consumo de água nos setores em estudo;
- Verificar a eficiência do controle de vazão nos chillers do setor de resfriamento da linha 01;

### 3 JUSTIFICATIVA

Hoje existem 26 países que abrigam 262 milhões de pessoas e que se enquadram na categoria de áreas com escassez de água.

A água é um elemento essencial para a manutenção da vida. Acreditava-se que a água era um bem ilimitado com alta capacidade de regeneração. Com o crescimento da população e das atividades industriais foi verificado que a crença era falsa e a quantidade de água é, na verdade, limitada, assim como sua qualidade decaiu com o crescimento da população (BECKMAN, 1988 *apud* MATSUMURA, 2007).

Atualmente, com o surgimento de problemas relacionados à escassez e poluição de água nos grandes centros urbanos, começa a haver um maior interesse por parte de vários setores econômicos pelas atividades nas quais a água é utilizada, o que também é motivado pelas recentes políticas federais e estaduais sobre o gerenciamento dos recursos hídricos (Ministério da Saúde, 2006).

A consciência do perigo que a extração excessiva de água representa ao meio ambiente tem causado o aumento do preço de obtenção de água (CASTRO et al, 1999).

No passado, em decorrência de uma relativa abundância de água, nunca houve uma grande preocupação do setor industrial com este insumo, com exceção dos setores que se utilizam de água como matéria-prima ou com influência direta sobre o produto final.

Como a água é um bem esgotável devemos sugerir e inserir novas práticas de consumo como citado a minimização do consumo da água. A indenização aos afetados pelo lançamento de poluição nos corpos hídricos integra o conceito do poluidor-pagador, extremamente moderno para a época de promulgação do Código de Águas.

A Política de Recursos Hídricos, sancionada por lei, cria a figura do usuário pagador, ou seja, a água captada de fontes superficiais (rios e lagos) e subterrâneas passa a ser cobrada em função do volume de água captado (NAUMANN, 1998). Esta cobrança é um incentivo à minimização do uso de água, fazendo com que este recurso seja usado de modo racional, eliminando o desperdício (MALTA e PRESTES, 1997).

Determina-se o valor econômico de um bem pela relação entre a oferta e a procura por esse bem no mercado. Quando a oferta é maior que a procura, o valor do bem tende a diminuir mas, quando a oferta é menor que a procura, o bem torna-se mais escasso e o seu valor tende a aumentar.

Contudo, a falta de regulamentação de muitos aspectos impediu que o Código de Águas se tornasse eficaz, com exceção das partes de interesse do setor de geração hidrelétrica (BARTH,1999).

Diante deste cenário, o reúso de águas, atrelado à premissa de preservação ambiental, de minimização e de reutilização de recursos, surge como forma de contribuir para a manutenção e equilíbrio dos recursos hídricos. Ainda, baseada na filosofia do desenvolvimento sustentável, essa tecnologia busca manter a disponibilidade de água, para atender a esta geração e as futuras, sem comprometer o desenvolvimento sócio-econômico.

Um ponto a ser explorado diz respeito à água que, depois de usada, é descartada. Sua adaptação a um novo uso, mediante tratamento adequado, pode constituir um manancial alternativo, particularmente para fins industriais, ampliando-se a economia advinda de reciclagens internas, já praticadas por muitas indústrias.

Dessa forma, o presente estudo possui como principal justificativa a possibilidade de promover melhorias no consumo de água da indústria, uma vez que a unidade está em processo de ampliação de abate, que passará para 280 mil aves/dia, dobrando sua capacidade de abate e aumentando proporcionalmente o consumo de água.

Para suprir este aumento no consumo a estação de tratamento de efluente também passará por ampliação, contando com uma estação de tratamento de água de reúso, que tratará 75% de todo o efluente gerado para posterior uso nas linhas de abate.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 USO DA ÁGUA NO BRASIL

O Brasil possui uma das maiores reservas de água doce do planeta, tanto de fonte superficial como subterrânea. Entretanto, sua oferta não é distribuída uniformemente, conforme apresentado por São Paulo (2004), onde 73% das vazões médias de água estão na Região Hidrográfica do Amazonas com apenas 4,5% da população nacional, enquanto 32% da população brasileira estão localizadas na Região Hidrográfica do Paraná, com apenas 6% da vazão média do total do país.

Segundo Mierzwa e Hespanhol (2005), a alteração da relação entre disponibilidade hídrica e demanda de água pode ocorrer por duas razões, sendo essas: “fenômenos naturais, associados às condições climáticas de cada região e o crescimento da população, pressionando cada vez mais os recursos hídricos, seja pelo aumento da demanda ou da poluição”.

De tal modo, o Aquífero Guarani é a principal reserva subterrânea de água doce da América do Sul e um dos maiores sistemas aquíferos do mundo, ocupando uma área total de 1,2 milhões de Km<sup>2</sup> na Bacia do Paraná e parte da Bacia do Chaco-Paraná. Detém cerca de 45% das reservas de água subterrânea do território nacional. Constitui-se em uma importante reserva estratégica para o abastecimento da população, para o desenvolvimento das atividades econômicas e do lazer. Sua recarga natural anual (principalmente pelas chuvas) é de 160 Km<sup>3</sup>.ano<sup>-1</sup> (FEDELI, 2004, p. 60).

Por boas práticas no abastecimento de água entendem-se aqueles procedimentos adotados nas fases de concepção, projeto, construção, operação e manutenção de um sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, que propiciam a minimização dos riscos à saúde humana advindos do uso daquela água. Boas práticas (ou “melhores práticas”) representam um conceito corrente na área de saúde e em atividades industriais e compreendem um conjunto de recomendações quanto aos procedimentos que mais bem se ajustam aos objetivos pretendidos – no caso do objeto do presente manual, a minimização dos riscos. É importante salientar que, para serem atingidas as boas práticas, um conjunto de recomendações, tal

como o apresentado neste manual, constitui apenas um dos elementos. Tais recomendações não serão obedecidas se não estiverem acompanhadas de um adequado suporte físico (as características físicas do sistema ou da solução alternativa), técnico, humano, financeiro, organizacional, político-institucional e legal (inclusive quanto a regulamentos no nível local) ( MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, pg 15).

## 4.2 MANANCIAL

Manancial é a fonte ou a origem da água utilizada para o abastecimento, podendo ser de três tipos:

- água superficial: são os córregos, os ribeirões, os rios ou os lagos, isto é, os corpos de água formados pela água que escorre sobre a superfície do solo;
- água subterrânea: formada pela água que se infiltra e se movimenta abaixo da superfície do solo, ou seja, no interior da crosta terrestre, e que se manifesta por meio de nascentes, poços rasos, poços profundos, drenos, etc. Pode pertencer ao lençol não-confinado ou freático, no qual a água mantém a pressão atmosférica, ou ao lençol confinado, onde a água está sob pressão, entre camadas impermeáveis do subsolo;
- água de chuva: água que se precipita em direção à superfície do planeta e é aproveitada antes que atinja essa superfície, durante as chuvas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, pg 36).

A ocorrência de cada um desses tipos de manancial está diretamente associada à circulação da água no planeta, conhecida como ciclo hidrológico (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, pg 36).



#### 4.2.1 IMPORTÂNCIA DA ESCOLHA CORRETA E DA PROTEÇÃO DOS MANANCIAIS

O manancial é uma das partes mais importantes do abastecimento de água, pois de sua escolha criteriosa depende o sucesso das demais unidades do sistema, no que se refere tanto à quantidade como à qualidade da água a ser disponibilizada à população.

O manancial é a primeira e fundamental garantia da quantidade e da qualidade da água em serviço de abastecimento de água. Deve ser lembrado também que, se a água captada estiver poluída por determinadas substâncias, não será possível torná-la potável pelos processos de tratamento de água usualmente utilizados ( MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, pg 40).

O chamado tratamento convencional da água (composto por coagulação, floculação, decantação e filtração), mesmo complementado por oxidação, não é capaz de remover satisfatoriamente substâncias como: antimônio, bário, cromo (+6), cianeto, fluoreto, chumbo, mercúrio (inorgânico), níquel, nitrato, nitrito, selênio (+6), tálio, compostos orgânicos sintéticos, pesticidas e herbicidas, rádio, urânio, cloreto, sulfato e zinco (AWWA, 1999).

A Declaração Universal dos Direitos da Água, promulgada pela ONU em 1992, em seu artigo 3º lembra que:

“Os mecanismos naturais de transformação da água bruta em água potável são lentos, frágeis e muito limitados. Assim sendo, a água deve ser manipulada com racionalidade, precaução e parcimônia.”(MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, pg 40).

#### 4.3 MEDIDAS DE ORDEM GERAL PARA PROTEÇÃO DE MANANCIAIS

Ter o adequado conhecimento da bacia hidrográfica a montante da captação de água, incluindo fatores físicos, bióticos e socioeconômicos; aspectos relacionados à geologia, ao relevo, ao solo, à vegetação, à fauna e às atividades humanas aí desenvolvidas ( MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, pg 42).

Para tanto, é essencial que se realizem periodicamente diagnósticos de uso e ocupação do solo e inspeções sanitárias nas bacias contribuintes aos mananciais.

Proceder ao enquadramento dos mananciais, nos termos e no “espírito” da legislação pertinente (Resolução Conama nº 257/2005).

“ENQUADRAMENTO: estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser alcançado ou mantido em um segmento de corpo d’água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo.”

Promover a gestão dos recursos hídricos, nos termos da Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, incorporando princípios e instrumentos, tais como: (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, pg 42):

- a gestão por bacia hidrográfica;
- a constituição de Comitês de Bacias;
- a elaboração de Planos Diretores de Recursos Hídricos;
- a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- a participação comunitária e o controle social, e;
- se possível, deverão ser criados e implementados, no âmbito local, dispositivos legais, tais como: leis de proteção de mananciais; zoneamento ambiental; leis de uso e ocupação do solo e criação de Áreas de Proteção Ambiental.

#### 4.4 DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NO PLANETA

Dos 1.386 quatrilhões de toneladas de água existentes no planeta, apenas 2,5% são água doce. Dessa já reduzida parcela, tão-somente 0,3% corresponde à água existente em rios e em lagos (REBOUÇAS, 1999).

Logo, da pequena parcela de água doce disponível, uma proporção de apenas 0,3% apresenta-se como água superficial, de utilização mais fácil pelo ser humano.

Tal realidade ressalta a grande importância da preservação da quantidade e

da qualidade dos recursos hídricos disponíveis no planeta, em especial das águas superficiais, que a cada dia se tornam relativamente mais escassos em função do acelerado crescimento populacional, da má utilização dos recursos naturais pelo homem e da poluição (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, pg 38).

Ainda que o total da água que participa do ciclo hidrológico não se altere, por se tratar de um ciclo fechado, podem-se modificar a sua distribuição e a sua qualidade nos principais ambientes que retêm a água, ainda que transitoriamente (atmosfera, oceanos e continentes). Ou seja, mesmo não se alterando o total de chuva, se cuidados não forem tomados para a sua permanência em boas condições de uso no local de interesse, a água pode ficar cada vez mais inacessível àqueles que dela necessitam (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, pg 38).

Nesse sentido, a vegetação é de fundamental importância para a retenção da água nos continentes, pois dela depende a maior ou a menor quantidade da água que se infiltra no solo, parcela esta que garante as vazões das nascentes e dos poços, além de ser a grande responsável pela perenidade dos corpos de água superficial. Portanto, o desmatamento predatório pode comprometer seriamente os recursos hídricos numa dada região, podendo levar até mesmo à sua exaustão e à conseqüente desertificação de vastas áreas, como já ocorre em diversas regiões do mundo e do próprio Brasil (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, pg 39).

A qualidade da água é um atributo dinâmico no tempo e no espaço e bastante susceptível às ações antrópicas. Normalmente, os recursos hídricos prestam-se a múltiplos usos, tais como: a geração de energia, a irrigação, a criação de animais, o abastecimento para consumo humano e fins industriais, a recreação e a pesca, a composição e a harmonia paisagística e até mesmo a recepção de efluentes domésticos e industriais, desde que de forma controlada. A cada uso corresponde uma certa demanda de água, em quantidade e qualidade necessárias e suficientes. Entretanto, a concentração demográfica, a expansão industrial, as atividades agropecuárias, enfim, o uso e a ocupação do solo na bacia hidrográfica de um manancial podem introduzir na água substâncias em “excesso” ou indesejáveis, comprometendo diversos usos. De forma análoga, a captação de água para suprir uma demanda específica pode comprometer a oferta de água para outros fins. Portanto, o desequilíbrio entre a oferta e a demanda de água, ou entre as funções de um recurso hídrico como manancial de abastecimento e corpo

receptor, podem fazer dos usos múltiplos usos conflitantes. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, pg 39).

Portanto, a preservação da vegetação, o uso e a ocupação adequados do solo nas bacias contribuintes influenciam diretamente na preservação da qualidade das águas dos mananciais.

A tênue linha que separa as possibilidades múltiplas do conflito requer racionalidade e hierarquia (prioridades) no uso da água, o que inclui necessariamente disciplina de uso, preservação da qualidade da água, controle de perdas e de desperdícios e reciclagem. O conflito demanda arbitragem, que, no caso do uso da água, deve ser exercida pela própria sociedade, amparada por um arcabouço legislativo institucional que possibilite a gestão democrática dos recursos hídricos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, pg 39).

Neste sentido, muito já se avançou no país, culminando na promulgação da Lei Nacional de Recursos Hídricos, a qual incorpora dispositivos tais como: o da gestão por bacias hidrográficas, exercida pelos Comitês de Bacias (o “Parlamento” das águas) e as Agências da Água (órgãos técnicos executores); o do usuário-pagador, exercido por meio do mecanismo de outorga da água (direito de uso); e o do poluidor-pagador.

No que diz respeito à preservação da qualidade da água e do controle de poluição, também muito se avançou, ao menos no que tange aos aspectos normativos e fiscalizadores, haja vista o moderno aparato de licenciamento ambiental e controle de emissão de efluentes existentes na legislação federal e de vários estados ( MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, pg 39).

#### 4.5 ASPECTOS LEGAIS DA INDÚSTRIA

Toda indústria deve seguir regulamentações para a realização de seu processo produtivo, englobando legislações relacionadas ao processo industrial até aquelas relativas ao meio ambiente.

A Avícola por tratar-se de um grande consumidor de água, teve a questão legal avaliada quanto aos recursos hídricos, tendo sido pesquisadas as legislações

referentes à bacia hidrográfica e o comitê de bacia à qual pertence, onde já existe a cobrança pelo uso da água (Matsumura. – São Paulo 2007, pg 23).

Neste sentido, Matsumura (2007, pg 23) também cita que foram pesquisadas as leis e diretrizes existentes quanto ao processamento de alimento, cuja segurança alimentar e a dos consumidores é importante. Dentro da questão da segurança, foi levantado no cenário nacional e internacional o reúso de água na indústria alimentícia.

#### 4.5.1 Recursos hídricos

Os recursos hídricos estão contemplados na Constituição de 1988, onde os corpos transfronteiriços ou interestaduais são de domínio federal e os corpos d'água contidos inteiramente em um único estado da federação são de domínio desse estado.

Foi a partir do ano de 1994 que se iniciou efetivamente um esforço através de trabalhos, estudos e audiências públicas com o apoio dos Comitês, discussões referentes à cobrança pelo uso da água. Como resultado, foi proposto, em 1998, o projeto de lei 20/1998, para cobrança pelo uso dos recursos hídricos, o qual foi substituído em 2000 pelo projeto de lei 676/00, resultando na Lei 12.183/2005.

A Lei Federal nº 9.433/97 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos integrado por colegiados de decisão nos níveis da União e das unidades federativas (conselhos e comitês), com importante participação de representações dos usuários dos recursos hídricos e da sociedade civil, por órgãos dos poderes públicos federal, estadual e municipal, e Agências de Água. Nela foram estabelecidos os seguintes instrumentos de gestão: (Matsumura. – São Paulo 2007, pg 24).

- Outorga pelo direito de uso de recursos hídricos;
- Cobrança pelo uso da água;
- Enquadramento dos corpos d'água em classes de uso;
- Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos;
- Planos de Recursos Hídricos.

A outorga é um instrumento de gerenciamento de recursos hídricos que dá ao órgão gestor condições de gerenciar a quantidade e a qualidade desses recursos e ao usuário a garantia do direito de uso da água.

A Lei 9.984/2000 criou a Agência Nacional de Águas – ANA ampliando a composição do Sistema (art. 33 da Lei 9.433/97) ao inserir a ANA no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, na qualidade de entidade federal de implementação da Política e de coordenação do Sistema. Com isso, a ANA tem a competência para implementar, em articulação com os Comitês de Bacia Hidrográfica, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio da União.

O primeiro Estado a instituir a cobrança pelo uso da água foi o Ceará em 1998, participação dos Comitês de Bacia. Em 2001 o Comitê.

Assim, a implantação por parte de uma indústria de um programa de conservação e reúso de água, acarretará na diminuição do volume de água captada e também de efluentes produzidos, minimizando o valor da cobrança a ser aplicada na indústria.

Para que as indústrias não sejam surpreendidas pelos órgãos de controle ambiental, é importante que elas estejam sempre em conformidade com as legislações ambientais vigentes relacionadas à outorga para utilização de recursos hídricos, bem como aos padrões de emissão de efluentes e de qualidade para o recurso hídrico selecionado (MIERZWA; HESPANHOL, 1999).

Enquanto não for adotado nacionalmente um mecanismo de cobrança pelo uso da água, esta não será vista como um bem finito e o uso dos recursos hídricos será feito sem os devidos cuidados.

Com a implantação dos princípios de “usuário-pagador” e “poluidor-pagador”, espera-se alcançar as metas de qualidade e quantidade desejadas, ao instituir a obrigatoriedade de pagamento para quem estiver despejando efluentes nos cursos d’água. Entretanto, Miller (2006) cita questões que dificultam a implantação de um programa de reúso da água:

- Carência de financiamentos, principalmente para municípios de menor porte;
- Necessidade de campanha educacional no setor público, mostrando que a água de reúso pode ser uma boa alternativa de fonte de água;

- Existência de pouca documentação sobre dados de economias resultantes da água de reúso: benefícios financeiros, sociais e não contabilizados;
- Falta de apoio por parte de políticos, quanto a aprovações de projetos de reúso;
- Existência de poucas pesquisas que busquem aumentar a economia através do reúso de água, com tecnologias mais baratas, garantindo a transferência dessas para outras empresas, além de promover aplicações de reúso específicos em indústrias;
- Falta de liderança por parte dos governantes, garantindo fontes de água adequadas, uso adequado e eficiente da água nas repartições públicas, e promoção de financiamentos para uso eficiente da água e sua conservação.

#### 4.5.2 Legislação ambiental

Da vasta legislação ambiental existente no país, nos diversos níveis federativos, possui estreita aplicabilidade ao abastecimento de água para consumo humano a Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, pg 28). que estabelece critério para classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional, em reformulação quando da elaboração deste manual. Essa legislação, ao definir os usos e os requisitos de qualidade da água que cada uma das nove classes de águas naturais – sendo cinco classes de águas doces – devem apresentar, tem possibilitado o enquadramento das águas de todo o território brasileiro e, em decorrência, o zelo pela manutenção de sua qualidade.

Mesmo que essa legislação seja dinâmica, certamente se constitui na principal referência para a averiguação da qualidade das águas dos mananciais, conforme previsto nos artigos 7, 9 e 10 da Portaria MS no 518/2004 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006, pg 29).

#### 4.5.3 Quanto à segurança e higiene do alimento

O Codex Alimentarius ou o Código dos Alimentos é referência mundial para os consumidores, produtores e elaboradores de alimentos, além de organismos nacionais de controle dos alimentos e para o comércio internacional de produtos alimentares, sendo um programa conjunto da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO) e da Organização Mundial da Saúde (OMS). O Brasil tornou-se membro deste Programa na década de 1970 com a criação do Comitê do Codex Alimentarius do Brasil (CCAB) através das Resoluções 01/80 e 07/88 do Conselho Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial (CONMETRO). A maior prioridade do Codex Alimentarius é proteger a saúde dos consumidores e assegurar práticas equitativas no comércio dos alimentos (Matsumura. – São Paulo 2007, pg 28).

Com base no Código Internacional Recomendado de Práticas: Princípios Gerais de Higiene dos Alimentos CAC/VOL. A, Ed. 2 (1985), do Codex Alimentarius, e ao Mercosul, a Portaria SVS/MS nº326 de 30 de julho de 1997, da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, estabelece os requisitos gerais sobre as condições higiênico-sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para estabelecimentos produtores e industrializadores de alimentos. Segundo essa Portaria, deve-se ter cuidados para evitar contaminação dos alimentos, sendo esta definida como “presença de substâncias ou agentes estranhos, de origem biológica, química ou física que sejam considerados nocivos ou não para a saúde humana” (Matsumura. – São Paulo 2007, pg 28).

Para evitá-la, é necessário realizar a etapa de desinfecção que segundo a referida Portaria, significa “redução, através de agentes químicos ou métodos físicos adequados, do número de microorganismos no prédio, instalações, maquinários e utensílios, a um nível que não origine contaminação do alimento que será elaborado”.

Ainda, quanto ao abastecimento de água, discorre que se deve “dispor de um abundante abastecimento de água potável [...] com pressão adequada e temperatura conveniente, com um adequado sistema de distribuição e com proteção



eficiente contra contaminação. No caso necessário de armazenamento, deve-se dispor ainda de instalações apropriadas [...]. É imprescindível um controle freqüente da potabilidade da água”. Para o “vapor e o gelo utilizados em contato direto com alimentos ou superfícies que entram em contato direto com estes, não devem conter nenhuma substância que possa ser perigosa para a saúde ou contaminar o alimento, obedecendo ao padrão de água potável” (Matsumura. – São Paulo 2007, pg 29).

No processo de higienização, a Portaria diz que após a limpeza e desinfecção com detergente e desinfetante, os utensílios e equipamentos devem ser finalizados quanto à remoção dos resíduos com a lavagem cuidadosa com água potável antes que volte ao contato com o alimento. Esse processo também deve ser realizado nas estruturas auxiliares, paredes e no piso da área de manipulação de alimentos.

Quanto à utilização da água, a Portaria estabelece: “Como princípio geral na manipulação de alimentos somente deve ser utilizada água potável. Pode ser utilizada água não potável para a produção de vapor, sistema de refrigeração, controle de incêndio e outros fins análogos não relacionados com alimentos, com a aprovação do órgão competente (Matsumura. – São Paulo 2007, pg 30).

A água recirculada para ser reutilizada novamente dentro de um estabelecimento deve ser tratada e mantida em condições tais que seu uso não possa representar um risco para a saúde. O processo de tratamento deve ser mantido sob constante vigilância. Por outro lado, a água recirculada que não tenha recebido tratamento posterior pode ser utilizada nas condições em que o seu emprego não constitua um risco para saúde e nem contamine a matéria-prima nem o produto final. Deve haver um sistema separado de distribuição que possa ser identificado facilmente, para a utilização da água recirculada. Qualquer controle de tratamento para a utilização da água recirculada em qualquer processo de elaboração de alimentos deve ter sua eficácia comprovada e deve ter sido prevista nas boas práticas adotadas pelo estabelecimento e devidamente aprovadas pelo organismo oficialmente competente”.

Em ato normativo complementar à Portaria SVS/MS nº 326/1997, foi instituído pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, a Resolução RDC nº 275 de 21 de outubro de 2002 com o propósito de atualizar a legislação geral, introduzindo o controle contínuo das Boas Práticas de Fabricação - BPF e os

Procedimentos Operacionais Padronizados - POP, além de promover a harmonização das ações de inspeção sanitária por meio de instrumento genérico de verificação das BPF.

No que se refere ao uso da água, a resolução 326/1997 diz que os produtores e industrializadores de alimentos devem desenvolver, implementar e manter para a higienização das instalações, equipamentos, móveis e utensílios, para o controle da potabilidade da água e para a higiene e saúde dos manipuladores os respectivos POPs (Matsumura. – São Paulo 2007, pg 30).

A autora também cita que BPF são medidas adotadas pelas indústrias de alimentos com a finalidade de garantir a qualidade sanitária e a conformidade dos produtos alimentícios com os regulamentos

Precursora na regulamentação sobre Boas Práticas, a Portaria MS nº 1.428 de 26 de novembro de 1993, dispõe sobre as diretrizes gerais para o estabelecimento de Boas Práticas de Produção e Prestação de Serviços na área de alimentos através do Sistema de Avaliação dos Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), do inglês "*Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP)*".

Buscando uma gestão do APPCC, foi lançada em setembro de 2002 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, a norma NBR 14.900 – Sistema de Gestão da Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle – Segurança de Alimentos (HACCP/APPCC). Ela é fundamentada nos princípios do Codex Alimentarius quanto ao HACCP ou APPCC e aos elementos de sistema de gestão da qualidade versados na NBR ISO 9.001:2000 – Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos, e ISO 15.161:2001 – Guidelines on the Application of ISO 9.001:2000 for the Food and Drink Industry , além do ISO/FDIS 19.011:2002 –Guidelines for Quality and/or Environment Systems Auditing. Os princípios da APPCC são sete, a saber: (Matsumura. – São Paulo 2007, pg 31).

- Análise de perigos e identificação das medidas preventivas respectivas;
- Identificação dos Pontos Críticos de Controle (PCCs);
- Estabelecimento dos limites críticos para as medidas preventivas associadas a cada PCC;
- Requisito de controle (monitoramento) dos PCCs. Procedimentos para utilização dos resultados do monitoramento para ajuste do processo e manutenção do controle;

- Ações corretivas para o caso de desvio dos limites críticos;
- Registro de todos os controles;
- Procedimentos de verificação do sistema.

Pela Portaria nº 368 de 04 de setembro de 1997 do Ministério da Agricultura e do Abastecimento foi aprovado o Regulamento Técnico sobre as condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Elaboradores/ Industrializadores de Alimentos. Esta Portaria foi baseada no Decreto nº 30.691 de 29 de março de 1952.

Conforme o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal aprovado pelo Decreto Federal nº 30.691 de 29 de março de 1952, “os estabelecimentos de produtos de origem animal devem satisfazer às seguintes condições básicas e comuns, como:

- Dispor de rede de abastecimento de água para atender suficientemente as necessidades do trabalho industrial e às dependências sanitárias e, quando for o caso, de instalações para tratamento de água;
- Dispor de água fria e quente abundantes, em todas as dependências de manipulações e preparo, não só de produtos, como de subprodutos não comestíveis;
- Possuir canalizações em tubos próprios para a água destinada exclusivamente a serviços de lavagem de paredes e pisos, e a ser utilizada por meio de mangueiras de cor vermelha; a água destinada à limpeza de equipamento, empregada na manipulação de matérias-primas e produtos comestíveis, será usada por meio de mangueiras de cor branca ou preta”.

Em função dos compromissos internacionais assumidos na Organização Mundial de Comércio e conseqüentes disposições do Codex Alimentarius e do MERCOSUL, o Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento instituiu o “Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle – APPCC” através da Portaria nº 46 de 10 de fevereiro de 1998. O APPCC deveria ser implantado gradativamente nas indústrias de produtos de origem animal sob o regime do Serviço de Inspeção Federal – SIF.

Segundo a Portaria, “esse sistema é uma abordagem científica e sistemática para o controle de processo, elaborado para prevenir a ocorrência de problemas, assegurando que os controles são aplicados em determinadas etapas no sistema de produção de alimentos, onde possam ocorrer perigos ou situações críticas”.

Trata-se de um sistema preventivo e não de inspeção, buscando a produção de alimentos inócuos, livre de contaminação física, química e principalmente biológica. Do ponto de vista de saúde pública, o perigo biológico é mais sério quando comparado aos demais, pois sua disseminação pode se estender a uma população maior. Uma bactéria presente no alimento pode afetar centenas ou milhares de consumidores, enquanto o agrotóxico não tem efeito imediato e geralmente este não é mensurável, e um fragmento ou um material estranho no alimento tem ação pontual, atingindo poucas pessoas.

A Instrução Normativa nº 70 de 6 de outubro de 2003, da Secretaria de Defesa Agropecuária, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, instituiu o “Programa de Redução de Patógenos – Monitoramento Microbiológico e Controle de *Salmonella sp.* em Carcaças de Frangos e Perus”.

Em 2005 foi lançada pela International Organization for Standardization (ISO) a norma para certificação de sistemas de gestão de segurança alimentar ISO 22.000:2005 – Food safety management systems – Requirements for any organization in the food chain aplicável aos produtores primários, agroindústrias, fabricantes de alimentos, transportadoras, armazenadores, prestadores de serviços, fornecedores de insumos e lojas distribuidoras para o consumo final. Também foi lançada a norma ISO 22.004:2005 – Food safety management systems – Guidance on the application of ISO 22.000:2005. A primeira foi publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT como NBRISO 22000 em 05 de junho de 2006 e a segunda como ISO/TS 22004 em 27 de novembro de 2006.

Essa norma facilitará a padronização internacional no campo das normas de segurança alimentar e propiciará a implementação do HACCP ou APPCC através da cadeia de abastecimento de alimentos, uma vez que existem várias normas como o HACCP, o British Retail Consortium (BRC), International Food Standard (IFS), EUREPGAP e Good Manufacturing Practice (GMP), evitando assim, custos desnecessários e duplicação de esforços para o mesmo fim. Ela faz referência a vários códigos de boas práticas internacionalmente reconhecidos e relacionados com o Codex Alimentarius.

Na legislação americana, o *Animal and Plant Health Inspection Service da United States Department of Agriculture - USDA* adota o *Code of Federal Regulations – Title 9 - Animals and Animal Products* de Janeiro de 2002, onde a água de reúso pode ser utilizada para resfriar ou cozinhar produtos semiprontos desde que estejam livres de organismos patogênicos e coliformes fecais e de qualquer contaminação física, química e microbiológica e que possam causar adulteração do produto. A água reusada que teve contato direto com a matéria-prima não pode ter contato direto com o produto para consumo. É importante que essa água não tenha tido contato com o esgoto doméstico. Ela pode ser utilizada para remoção de sólidos pesados, para limpeza do fundo da canaleta de evisceração, ou para lavar áreas anteriores ao abate, gaiolas, caminhões, engradados, ganchos e pisos.

Assim, dentro de uma indústria de abate e processamento de frangos, o sistema de lavagem é considerado como um Ponto Crítico de Controle (PCC) a ser verificado em um adequado sistema de APPCC, desde que a contaminação decresça significativamente durante essa fase do processo. Isso é justificado, pois as carcaças de aves geralmente têm elevado nível de contaminação na pele. Podem apresentar microorganismos que causam indisposição no consumidor pela ingestão como também deteriorar o alimento.

Há uma série de microorganismos na superfície da carcaça que pode ser analisada para indicar a qualidade microbiológica, o nível de higiene na produção e manuseio e a correta manutenção na cadeia de resfriamento. Durante os estágios de sacrifício, sangria, escaldo, depenagem e evisceração, ocorre importantes crescimentos de contaminação na superfície das carcaças e também de contaminação cruzada (do manuseio e/ou do meio). Após a evisceração as carcaças são lavadas com água pressurizada e depois resfriadas. O resfriamento com ar no chiller também é importante quanto à prevenção da multiplicação da flora microbiológica, sendo que a falha na temperatura pode resultar no crescimento microbiológico. Dessa forma, a temperatura do ar do chiller também pode ser considerada como um PCC (GONZÁLES-MIRET et al, 2006). A indústria de processamento de carnes, inclusive de aves, pode ter vários benefícios através da aplicação da APPCC. A APPCC é a ferramenta de gerenciamento mais eficiente, inclusive quanto à questão econômica, produzindo alimentos seguros com emprego de tecnologia. A APPCC também pode minimizar ou prevenir a ocorrência de

problemas com a segurança no alimento, e conseqüentemente mantendo a confiança do consumidor e garantindo a sua comercialização (TOMPKIN, 1994).

#### 4.6 CONSERVAÇÃO E MINIMIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA

Com a diminuição de oferta de água nos mananciais superficiais e subterrâneos, torna-se importante buscar meios para a conservação e minimização do consumo de água. Para a ABNT (1997), devido à “crescente pressão demográfica, uma das alternativas para contornar este problema é o reúso de esgoto, sendo esta a política que deve ser seguida tanto no setor produtivo, para o qual prevê-se sensível elevação do custo de água no futuro próximo, quanto pela população em geral”.

Para o abastecimento público, a água deve atender aos padrões de potabilidade, diferentemente da água industrial, que pode exigir água com qualidade elevada ou não, dependendo do uso que se pretende.

Para a conservação de água, é importante inicialmente reduzir o seu consumo através do uso racional, para depois avaliar a implantação da prática de reúso.

A implantação de um programa de conservação e de reúso de água no setor industrial pode trazer grandes benefícios econômicos permitindo aumentar a eficiência produtiva e tendo, conseqüentemente, a redução do consumo de água, do volume de efluente gerado, além de menor consumo de energia e produtos químicos (FIESP/CIESP, 2004). Dessa forma, há contribuição ambiental na preservação dos recursos hídricos, favorecendo o Desenvolvimento Sustentável; socialmente, provoca o aumento da disponibilidade hídrica à população através da redução da vazão de captação e, finalmente, pela ótica econômica, reduz os custos com insumos como água, energia e produtos químicos, além de racionalizar custos operacionais e de manutenção (Matsumura. – São Paulo 2007, pg 38).

#### 4.6.1 Definição de conservação de água

A conservação de água, conforme o manual da FIESP/CIESP (2004), “pode ser compreendida como as práticas, técnicas e tecnologias que aperfeiçoam a eficiência do uso da água”, e ainda a define 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 reúso da água;
- Evita a poluição da água.

Dentro desse conceito, está a otimização do uso da água e a minimização da geração de efluentes, que segundo Mierzwa e Hespanhol (2005), para atingir seu objetivo, a indústria deve realizar as seguintes tarefas:

- Setorização do consumo;
- Eliminação de desperdícios;
- Mudança de procedimentos operacionais;
- Treinamento de operadores;
- Substituição de dispositivos e equipamentos;
- Alteração do método de produção.

Em complementação a esse raciocínio, o efluente industrial ainda pode ter valor econômico, podendo ser reaproveitado em outra atividade dependendo de sua qualidade. Assim, a minimização de efluentes e prevenção de poluição é considerada como crucial para determinar um gerenciamento de efluentes e poluição, seguido pela reciclagem, reúso, tratamento e disposição final (TSAI; CHOU, 2004).

A norma NBR 13.969:1997 da ABNT, que trata de projeto de unidades complementares aos tanques sépticos contempla em seu texto questões de conservação de água, citando que para um planejamento do sistema de tratamento

de esgotos “é de fundamental importância a redução do seu volume”, exigindo “a mudança de procedimento nas atividades consumidoras de água, no hábito dos usuários, na adoção de equipamento e dispositivos sanitários que demandem menos água para funcionamento, tais como torneiras com menor vazão e mesmo poder de lavagem, vasos sanitários com volume menor de água necessária, no reúso das águas antes do seu lançamento ao sistema de tratamento, etc ” (Matsumura. – São Paulo 2007, pg 39).

#### 4.6.2 Conceituação de reúso de água

O reúso de água é uma prática que tem crescido em diversas regiões no mundo, mesmo em países que não tem tipicamente problemas de escassez de água. Essa prática tem sido realizada com maior ênfase nos Estados Unidos da América, Europa Ocidental, Austrália e Israel (MILLER, 2006).

O setor industrial geralmente opera dentro do limite das legislações e regulamentações através do sistema “comando e controle”, não buscando superar esse limiar de forma pró-ativa. Tsai e Chou (2004) exemplificam que em Taiwan, somente após vários incidentes ocorridos, foi revelada a incapacidade das indústrias em tratar e dispor adequadamente seus efluentes. Em função disso, o governo de Taiwan tem gradualmente adotado o reúso de efluentes e prevenção da poluição como uma estratégia prioritária para o gerenciamento do efluente industrial.

Conforme descrito no Manual de Conservação e Reúso de Água para a Indústria, elaborado pela FIESP/CIESP (2004), o reúso de água é definido como o uso de água residuária ou água de qualidade inferior, tratadas ou não.

Na visão de Mancuso e Santos (2003) o “reúso subentende uma tecnologia desenvolvida em maior ou menor grau, dependendo dos fins a que se destina a água e de como ela tenha sido usada anteriormente”.

Segundo a NBR 13.969:1997 (ABNT, 1997), o reúso pode ser a “utilização local do esgoto tratado para diversas finalidades, exceto para o consumo humano”.

São várias definições encontradas na bibliografia para reúso de água, onde também diferenciam o conceito da água de reciclagem. Para Mancuso e Santos



(2003) o “termo reciclagem é definido como o reúso interno da água para o uso original, antes de sua descarga em um sistema de tratamento ou outro ponto qualquer de disposição. Por outro lado, o termo reúso é utilizado para designar descargas de efluentes que são subseqüentemente utilizados por outros usuários, diferentes do original”.

Assim, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (1973) *Apud* Mancuso e Santos (2003) têm-se as seguintes definições:

- Reúso indireto: a água já utilizada uma ou mais vezes é descartada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente a jusante de forma diluída;
- Reúso direto: uso planejado e deliberado de esgoto tratado para certa finalidade como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e água potável;
- Reciclagem interna: reúso de água internamente às instalações industriais, objetivando economia de água e controle de poluição.

Mattio (sem data) descreve os diferentes critérios de classificação da água de acordo com a finalidade requerida:

- Água de reúso: a água é utilizada mais de uma vez dentro da planta industrial;
- Água de reciclagem: a água é recuperada e reutilizada no mesmo processo;
- Água de reaproveitamento: a água é recuperada e reutilizada em processo diferente da origem, normalmente em quantidades menores e qualidade inferior.

As possíveis aplicações de reúso dependem de características, condições e fatores locais, tais como decisão política, interesse institucional, disponibilidade técnica e fatores econômicos, sociais e culturais (HESPANHOL, 2002).

#### 4.6.3 Técnicas de tratamento de água para reúso

Conforme descrito no Manual publicado pela FIESP/CIESP (2004), a implantação de um programa de conservação e reúso de água varia em função do tipo de indústria.

Assim, cada indústria deve identificar os maiores consumidores de água, para que a redução no consumo seja significativa. Na maioria das indústrias, as ações de intervenção serão basicamente:

- Modificações quanto ao uso da água em equipamentos e processos, com a incorporação de novas tecnologias e/ou procedimentos;
- Otimização dos processos de resfriamento;
- Reúso aplicado em diversos setores da planta industrial;
- Implantação de sistema de Gestão de Água.

Os efluentes industriais ou domésticos têm suas características determinadas em função do ramo de atividade da empresa, da capacidade de produção e do método de produção utilizado (FIESP/CIESP, 2004). O tratamento do efluente é determinado em função da característica e do uso a que se pretende dar ao efluente tratado, se para lançamento final ou reúso.

#### 4.6.4 Aspectos positivos dos programas de conservação e de reúso de água

A implantação de um programa de conservação e reúso de água traz uma imagem positiva da empresa, demonstrando a conscientização em relação à preservação ambiental e responsabilidade social, além de trazer benefícios econômicos, como maior competitividade no mercado. Para Miller (2006), essa prática é uma solução viável de longo prazo para a crescente demanda por água tanto no setor municipal, industrial como o setor agrícola. Assim, segundo CIESP/FIESP (2004), os principais benefícios esperados são:

- Economia devido à redução do consumo de água;

- Economia devido à redução dos efluentes gerados;
- Conseqüente economia de outros insumos como energia e produtos químicos;
- Redução de custos operacionais e de manutenção dos sistemas hidráulicos e de equipamentos;
- Aumento da disponibilidade de água;
- Agregação de valor aos produtos;
- Minimização dos impactos da cobrança pelo uso da água;
- Complementação às ações de responsabilidade social da empresa.

Os benefícios citados anteriormente resultam dos seguintes fatores:

- Aumento do valor agregado dos produtos;
- Redução dos custos quanto à captação, abastecimento e tratamento de água, e também dos efluentes gerados, reduzindo custos relativos à cobrança pelo uso da água e do efluente lançado no corpo receptor;
- Redução dos custos de manutenção corretiva, uma vez que a implantação de uma gestão da água implica em estabelecer rotinas de manutenção preventiva.

#### 4.6.5 Conservação e reuso da água no setor industrial

A água é um elemento essencial para a manutenção da vida. Acreditava-se que a água era um bem ilimitado com alta capacidade de regeneração. Com o crescimento da população e das atividades industriais foi verificado que a crença era falsa e a quantidade de água é, na verdade, limitada, assim como a sua qualidade decai com o crescimento da população (BEECKMAN, 1998).

O conceito do termo escassez de água ou “water stress” foi postulado por Malin Falkenmark e citado por Beeckman (1998), com base na necessidade mínima de água per capita para manter uma qualidade de vida adequada em regiões com certo desenvolvimento em zonas áridas, onde foi estimado um consumo de água de 100 L/hab.dia como valor mínimo para garantir o asseio da casa e manter um nível

de saúde aceitável. Em países desenvolvidos, esse valor sobe de cinco a vinte vezes devido às atividades econômicas serem maiores.

Como se pode verificar no Brasil, os pólos industriais estão localizados nas regiões com elevado grau de urbanização e as indústrias têm sido obrigadas a reduzir o consumo de água e procurar novas fontes de abastecimento, além de implantar sistemas fechados de utilização de água. As indústrias que necessitam de qualidade de água não potável têm maior potencial para o reaproveitamento nos diversos processos (CIESP/FIESP, 2004).

Devido aos custos elevados da água industrial e das crescentes demandas por água, as indústrias têm visto como alternativa, seu uso racional, além da possibilidade de recirculação de água ou até mesmo o seu reúso. Elas também têm procurado minimizar os custos com o efluente que é despejado em corpos receptores ou sistemas de esgotamento sanitário público. Os principais motivos para a redução desses custos são (MCINTYRE, 1998):

- O custo da água potável;
- O custo do tratamento adicional para atender aos limites de lançamento;
- Disponibilidade hídrica;
- Consciência ambiental e social.

Antes de pensar em reúso na indústria, devem ser implantadas medidas para otimizar o consumo e redução de perdas e desperdícios, além de conscientização e treinamento dos funcionários.

Segundo Mierzwa e Hespanhol (2005), para iniciar um programa de otimização de consumo de água em uma indústria, é recomendado realizar as seguintes atividades:

- Avaliação dos processos industriais com base em dados de literatura. Embora importante, as informações disponíveis em literatura geralmente referem aos processos industriais de outros países com realidades diferentes, como desenvolvimento técnico e operacional, restrições de ordem legal e econômica e escassez de recursos naturais. Esses dados servem como parâmetro para comparar com dados reais;
- Avaliação dos processos industriais com base em documentos da própria indústria como fluxogramas, documentos descritivos, rotinas

operacionais. Essa etapa é uma das formas mais eficientes para obtenção do consumo e qualidade da água e do efluente. Além dos documentos, é importante a coleta de dados junto ao corpo técnico, pois a partir de operações secundárias como fornecimento de vapor para aquecimento ou resfriamento pode se obter informações importantes. Quanto melhor a compreensão das atividades, mais fácil estabelecer uma relação entre a atividade de produção e o consumo de água e geração de efluente;

- Visitas de campo para confirmar os dados obtidos na indústria e identificar possíveis alterações. São importantes para confrontar as informações teóricas com a realidade, sendo aconselhável o acompanhamento de profissionais responsáveis das respectivas áreas, dando detalhes e esclarecendo dúvidas, além de fornecer informações úteis para criar estratégias de gerenciamento de águas e efluentes.
- Quando não existem informações sobre consumo de água e geração de efluentes, torna-se necessário a realização de medidas em campo e coleta de amostras de efluentes para sua caracterização.

Após a realização dessas etapas, as informações devem ser agrupadas e as demandas de água e geração de efluentes devem ser identificadas por categoria de uso para obter uma melhor compreensão do sistema, possibilitando realizar um balanço hídrico da unidade industrial.

Outros aspectos que devem ser observados para a redução do consumo de água e a geração de efluentes são (MIERZWA; HESPANHOL, 2005):

- Eliminação de desperdícios: o consumo excessivo de água pode ocorrer devido ao mau funcionamento ou uso inadequado de dispositivos, condições operacionais inadequadas, ausência de monitoramento no processo e cultura de abundância de água. Podem ocorrer desperdícios também por perdas através de vazamentos, falta de manutenção no sistema, uso de equipamentos que consomem muita água etc.
- Mudança de procedimentos operacionais: os procedimentos operacionais propostos inicialmente na sua implantação pertencem a uma realidade diferente quando comparado ao processo já operando há um determinado tempo. Assim, tornam-se necessárias alterações nos processos para que fiquem adequados às condições do dia-a-dia, não

tornando obsoletos. Nesse processo devem ser incorporados avanços tecnológicos que sejam aliados aos problemas de escassez de recursos naturais, desde que viável técnica e economicamente.

- Treinamento de operadores: o fator humano é o mais difícil de se ter o controle, principalmente devido à questão cultural de cada indivíduo e os vícios de trabalho. Dessa forma, é importante a implementação de programa de treinamento e aperfeiçoamento e também a conscientização das pessoas envolvidas nos processos operacionais.
- Substituição de dispositivos e equipamentos: a substituição é importante principalmente em indústrias mais antigas, onde a probabilidade de existir equipamentos com consumo elevado de água é grande. No mercado há equipamentos e dispositivos com tecnologias mais avançadas que permitem um menor consumo de água.
- Alteração do método de produção: esse aspecto é o mais difícil de se implantar, pois a viabilidade de sua implantação depende do ramo de atividade da indústria, capacidade de produção, variedade de produtos, demanda de mercado e custo de implantação.

Após otimizar o consumo e redução de perdas e desperdícios, além da realização de conscientização e treinamento dos funcionários, a indústria pode partir para as opções de reúso de água. O valor típico obtido em um sistema de reúso está em torno de 30 a 40% de redução de consumo de água (BEECKMAN, 1998).

A recirculação de água industrial tomou corpo na década de 1970. Desde então, no Japão e na Alemanha Ocidental, o consumo de água industrial não tem crescido, mesmo com o aumento no número de indústrias. As indústrias siderúrgicas americanas que consumiam 280 toneladas de água para cada tonelada de aço fabricado, hoje utilizam apenas 14 toneladas de água, sendo o restante proveniente de recirculação (BEECKMAN, 1998).

Segundo Crook (1993), aproximadamente 75% de todo reúso industrial é destinado aos sistemas de refrigeração. Na publicação da FIESP/CIESP (2004) são apresentados aspectos restritivos quanto ao reúso dos tipos macro externo e macro interno na indústria:

- Reúso macro externo: utilização de água de reúso proveniente de estações de tratamento de efluentes de origem doméstica em sistemas de refrigeração.
- Reúso macro interno: deve-se ter consciência que a água de reúso não substitui completamente a necessidade de água de uma planta industrial, uma vez que há limitações de ordem técnica, operacional e ambiental que restringem sua utilização em sistema de circuito fechado. Esse tipo de reúso deve ser realizado após uma avaliação integrada do uso da água na indústria, devendo estar contemplada em um programa de conservação e reúso de água

Para o reúso macro externo, deve-se considerar os seguintes fatores para verificar a viabilidade de sua implantação:

- Políticas e planos diretores de reúso das empresas concessionárias;
- Localização das estações de tratamento próxima aos pólos industriais;
- Implantação de infra-estrutura para abastecimento da água de reúso;
- Garantia e controle da qualidade;
- Garantia de cumprimento dos contratos firmados; e
- Regulamentação normativa e legal.

O reúso macro interno deve ser composto por um conjunto de ações específicas de racionalização do uso da água na unidade industrial, devendo ser detalhada a partir da realização de uma análise de demanda e oferta de água, em função dos usuários e atividades consumidoras, considerando a viabilidade técnica e econômica para a implantação das mesmas.

Os fatores determinantes para o tratamento de efluentes e seu reúso são citados por Asano (1991):

- Redução da poluição hídrica nos corpos receptores;
- Viabilidade de tratamentos avançados dos efluentes com várias possibilidades de usos;
- Possibilitar por longo tempo o suprimento seguro de água próximo às cidades;

- Demanda de água e controle da seca abordados nos planejamentos de recursos hídricos; e
- Política pública incentivando a conservação e o reúso de água.

#### 4.6.6 Tipos de uso e reúso de água no setor industrial

Na indústria, a água é utilizada em vários processos e também para a higiene pessoal dos funcionários. Conforme citado na publicação da FIESP/CIESP (2004), os usos da água podem ser para:

- Consumo humano: em ambientes sanitários, vestiários, cozinhas e refeitórios, bebedouros, equipamentos de segurança (lava-olhos, por exemplo);
- Matéria prima: água a ser incorporada ao produto final, ou para a obtenção de outros produtos;
- Uso como fluido auxiliar: água para preparo de suspensões e soluções químicas, compostos intermediários, reagentes químicos, veículo, ou para lavagem;
- Uso para geração de energia: água para transformação da energia cinética, potencial ou térmica em energia mecânica e posteriormente em energia elétrica;
- Uso como fluido de aquecimento e/ou resfriamento: água como fluido de transporte de calor para remoção do calor de misturas reativas ou outros dispositivos que necessitem de resfriamento devido à geração de calor, ou então, devido às condições de operação estabelecidas, pois a elevação de temperatura pode comprometer o desempenho do sistema, bem como danificar algum equipamento;
- Outros usos: água para combate a incêndio, rega de áreas verdes ou incorporação em diversos subprodutos gerados nos processos industriais.



Hespanhol (2002) cita os usos industriais com possibilidade de aproveitamento de água de reúso:

- Torres de resfriamento como água de reposição;
- Caldeiras;
- Construção civil, incluindo preparação e cura de concreto, e para compactação de solo;
- Irrigação de áreas verdes de instalações industriais, lavagens de pisos e alguns tipos de peças, principalmente na indústria mecânica;
- Processos industriais.

Ainda, segundo Hespanhol (2002), um critério para estabelecer prioridades para usos que já possuem demanda imediata e que não exijam níveis elevados de tratamento é recomendável concentrar a fase inicial do programa de reúso industrial em torres de resfriamento. O efluente de esgotos domésticos tem sido utilizado como água de resfriamento em sistemas com e sem recirculação, e apesar de apresentar temperatura maior que a água natural, a oscilação na temperatura é menor.

Outra forma de aproveitamento da água de reúso é quanto à recarga de aquíferos, onde os objetivos são (CROOK, 1993):

- Evitar a intrusão de cunhas salinas no aquífero costeiro de água doce;
- Armazenar água de qualidade recuperada para uso futuro;
- Evitar a depleção dos níveis d'água do lençol subterrâneo;
- Controlar ou prevenir a ocorrência de recalques do solo; e
- Aumentar a reserva do aquífero potável ou não potável.

A recarga de aquíferos pode ser realizada por irrigação superficial, por injeção direta e por infiltração no solo, devendo o efluente tratado possuir determinadas características para que não ocorra carreamento de substâncias químicas para o subsolo, contaminando o lençol freático.

#### 4.6.7 Uso e reúso de água na indústria alimentícia

Segundo a Portaria SVS/MS nº 326 de 1997, da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, deve-se ter como princípio geral a manipulação de alimentos somente com água potável. “A água recirculada para ser reutilizada novamente dentro de um estabelecimento deve ser tratada e mantida em condições tais que seu uso não possa representar um risco para a saúde. O processo de tratamento deve ser mantido sob constante vigilância...”

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, através da Portaria SVS/MS nº 326 de 30 de julho de 1997, apresenta no Anexo I o regulamento de boas práticas de fabricação para o setor industrial alimentício, exigindo garantia de segurança à saúde pública.

Conforme a Codex Alimentarius Commission (FAO/WHO) (2001), a água de reúso pode ter contato primário com insumos comestíveis, ou não, e com o produto final comestível ou não. Ainda diz que essa água pode não ser usada somente para limpeza, transporte ou lavagem, como também ser incorporada ao produto. Para este último uso deve-se ter muito cuidado, pois pode haver risco de contaminação caso a água não tenha qualidade adequada para o devido fim. O tipo de uso é limitado em função da característica da água de reúso.

A prática de reúso potável em aplicação industrial requer cuidados especiais e legislação específica. Para o caso brasileiro, esse tipo de utilização ainda não é regulamentado e, devido a questões de segurança e à falta de estudos correlatos, não é recomendada no país (Matsumura. – São Paulo 2007, pg 65).

É extenso o uso da água nas operações de processamento de alimentos. Deve-se garantir que a água reutilizada deva ser segura e adequada para o propósito intencionado. Ainda, segundo a Codex Alimentarius Commission

(FAO/WHO) (2001), o processamento de alimentos consiste em qualquer operação do processo de limpeza, separação ou empacotamento do alimento, incluindo a limpeza dos equipamentos e utilidades.

Uma das grandes dificuldades para adequar a qualidade da água de reúso aos requisitos exigidos é a caracterização da qualidade do efluente a ser tratado, pois há incertezas em relação à presença, identificação e quantificação de

substâncias que podem trazer algum risco à saúde pública. É mostrado um gráfico com a distribuição do consumo de água em uma indústria alimentícia (DPPEA, 2004b). A partir de levantamentos desse tipo, é possível priorizar as áreas de foco para a implantação de práticas de conservação e de reúso de água.

#### 4.6.8 Conservação e minimização do consumo da água em indústrias de processamento de aves

Segundo EPA (2002), as unidades de processamento podem ter redução de custos com simples modificações no processo e que podem ter considerável redução do uso de água e emissão de efluente líquido. Um exemplo é a identificação da vazão dos esaldadores e Chillers para determinar os excessos, e também a medição e a regulagem da pressão da água na lavagem de carcaça.

Os processos de limpeza e sanitização também podem ter o consumo de água reduzido, adotando processo de limpeza a seco, isto é, realizar coleta de sobras de carne e outros materiais sólidos antes de realizar a lavagem com água. As mangueiras podem ter os bicos trocados por válvulas que fecham automaticamente quando não estão em uso. Outra mudança possível é o uso múltiplo da água: uso da água do esaldo para transportar as penas do depenador e usar a água do Chiller, para transportar as vísceras para serem retidas na grade e serem aproveitadas na graxaria. Outra opção para minimizar o consumo de água é utilizar vapor para esaldo ao invés de esaldo por imersão e também usar sistemas de limpeza de baixo volume através de bicos com spray de alta pressão.

Outra alternativa apresentada por EPA (2002), mas que requer um investimento maior, é a água do Chiller sendo reaproveitada após uma filtração e desinfecção como água de reposição do esaldo ou para transporte de vísceras comestíveis. Nesse caso, há a segregação do efluente, o que facilita o seu reúso e minimiza a geração de efluentes a ser encaminhado à ETE.

## 5 METODOLOGIA

### 5.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA E INFORMAÇÕES GERAIS

A empresa na qual foi realizado o estudo está localizada na cidade de Matelândia, estado do Paraná. Pertence a Bacia Hidrográfica do Paraná III, rede hidrográfica que drena suas águas para o Reservatório de Itaipu. Possui 8.000 km<sup>2</sup> de abrangência, composta de 13 sub-bacias, que se dividem em microbacias com aproximadamente 1.500 sangas e rios, distribuídos em 28 municípios, totalizando cerca de 900.000 habitantes.

A água utilizada no processo industrial é fornecida pelo Rio Xaxim, que fornece aproximadamente 300 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> enquadrado segundo a Resolução CONAMA Nº 357/2005 como Rio classe 2 e também, de nascentes existentes na área da empresa, que fornecem 40 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.

A planta industrial abate 180.000 aves.d<sup>-1</sup>, exporta 43.199 toneladas de frangos resfriados e congelados inteiros e, cortes de frango como coxas, sobrecoxas, peito e miúdos. Ela gera um fluxo médio de águas residuárias de 7.020 m<sup>3</sup>.d<sup>-1</sup>. O efluente final tratado é utilizado para Fertirrigação na cultura de eucaliptos na área de reflorestamento da empresa, não sendo realizado seu lançamento em corpo hídrico. O Sistema de tratamento de água da empresa é composto por unidades de pré-cloração, decantação, filtração e desinfecção.

O sistema de tratamento das águas residuárias utilizado na indústria consiste no uso de tratamento preliminar, primário e secundário por processos físicos e biológicos.

O pré-tratamento consiste em uma peneira estática para remoção de sólidos grosseiros, o tratamento primário em equipamento de flotação por processo físico para remoção de óleos e graxas e o tratamento secundário no arranjo de dois biodigestores em paralelo, uma lagoa aerada com aeração sub-superficial dotada de 6 aeradores e também difusores de ar e uma lagoa facultativa.

As principais características físico-químicas das águas residuárias são: DQO média de entrada no biodigestor 1 de 3.390±1.275 mg.L<sup>-1</sup> e a DQO média de saída do Biodigestor 2 de 1.205±300 mg.L<sup>-1</sup>.

A indústria tem uma demanda de água em todos os setores produtivos, desde a recepção das aves, lavagem de caminhões, sangria, escaldagem, evisceração, resfriamento, sala de cortes, águas de higienização de equipamentos e limpeza da planta industrial, caldeira até a expedição da carne. Alguns pontos, como sanitários da produção e higienização da fábrica de subprodutos, já possuem aproveitamento de água pluvial para suprimento da demanda, assim como em outros pontos existe reúso de água em cascata.

## 5.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

### 5.2.1 Recepção

O transporte das aves da Granja até o Abatedouro é realizado por meio de gaiolas em caminhões, que ao chegarem na recepção do Abatedouro são pesados, seguindo para a plataforma de espera. A plataforma de espera é dotada de umidificadores e ventiladores para manter o fluxo de ar adequado entre as gaiolas e, cobertura, para evitar o sol ou chuva e iluminação de baixa intensidade. As aves durante a recepção recebem uma aspersão de água para criar um ambiente ameno e reduzir o estresse provocado pela viagem.

### 5.2.2 Desembarque e sangria

Após a plataforma de espera o caminhão segue para a plataforma de descarga. As gaiolas são descarregadas e seguem em uma esteira até o setor de pendura. As caixas onde as aves são transportadas são colocadas individualmente, em esteira, evitando o choque entre elas e movimentos bruscos.

Posteriormente, as caixas seguem vazias na esteira que as encaminha para pré-lavagem em um tanque com água quente e NaOH (Hidróxido de Sódio) para auxílio na limpeza. Nesta etapa é feita a imersão das gaiolas no tanque para facilitar

a remoção das sujeiras nas próximas etapas. Após a pré-lavagem as caixas seguem para uma máquina que realiza a limpeza com água com altas pressões e faz a aspersão de sanitizante a base de quaternário de amônio.

Na pendura os frangos são levados pelas nóreas até o insensibilizador elétrico composto por uma canaleta com água em contato com uma corrente elétrica, que realiza a insensibilização por alguns segundos, tempo necessário para o corte dos vasos sanguíneos presentes no pescoço pelo disco de sangria.

Depois da secção pelo disco, as aves seguem para o túnel da sangria. Neste túnel o sangue é coletado e enviado através de bombeamento por meio de tubulação até a fábrica de farinhas.

### 5.2.3 Escaldagem e depenagem

Os frangos passam por um chuveiro para retirar algum excesso de sujeira e em seguida pelo tanque de escaldagem. A temperatura da água de escaldagem é de 60 °C com controle automático. A duração da escaldagem pode variar de 1 a 3 minutos. Ao saírem do tanque de escaldagem as aves passam pelas depenadeiras. As penas são transportadas em canaletas com água até a peneira estática e processadas na fábrica de farinhas.

A água utilizada para transporte das penas é proveniente do próprio processo – água de descarte - pois não exige potabilidade. Esta água é reutilizada em ciclo fechado e é descartada ao final do dia.

Quando as carcaças saem da depenadeira seguem para uma plataforma com operadores, responsáveis por remover algumas penas que por ventura tenham sobrado no processo anterior. Seguindo nas nóreas, as aves encontram o corta patas e o transferidor de nórea. Posteriormente, as aves já sem patas, após transpasse, seguem com as nóreas para evisceração.

As nóreas anteriores, com as patas passam pela descuticuladeira, onde uma escova giratória retira as patas que estão presas. As patas são succionadas por uma tubulação e encaminhadas para o chiller de pés/patas e então empacotamento e

congelamento. As nóreas seguem para um chuveiro para serem limpas e receberem novas aves na pendura.

#### 5.2.4 Evisceração

As aves com a patas cortadas seguem para o transpasse e posteriormente para nórea de evisceração. As cabeças são separadas das carcaças e são lavadas antes de passarem pelo setor de evisceração, para retirar restos de penas. Em seguida entram na máquina de cloaca.

A água de lavagem segue para a ETE. As cabeças seguem para a produção de farinha na fábrica de sub-produto ou farinhas. A carcaça é encaminhada para um equipamento denominado evisceradora que retira todas as vísceras ou órgãos internos e são inspecionadas pelo serviço de inspeção federal.

As aves condenadas sofrem transpasse de nórea, onde são separadas as partes aproveitáveis. As partes 'sadias' são enviadas para o setor de resfriamento e após os chillers (4 °C) seguem para a sala de cortes.

Os órgãos internos eliminados vão para a fábrica de farinhas através da calha sanitária de transporte por aplicação de um filme de água e os que restaram seguem para a inspeção federal.

Os miúdos após remoção são encaminhados por meio de calha com filme de água até funis coletores, sendo transportados a vácuo para o setor de miúdos. Neste setor, os miúdos sofrem limpeza e abertura no caso da moela e conduzidos automaticamente aos chillers para sofrerem resfriamento e atingirem a temperatura de 4°C.

#### 5.2.5 Resfriamento e embalagem

A partir do setor de resfriamento e embalagem a temperatura ambiente passa a ser de no mínimo 10 °C. Quando as carcaças inteiras chegam ao setor de resfriamento elas caem das nóreas para dentro de um equipamento chamado chiller

(Figura 1), que possui três tanques em série. O chiller é um refrigerador contínuo por imersão em água do tipo “rosca sem fim”, ou seja, rosca helicoidal.

O primeiro tanque recebe o nome de pré chiller, nele as aves são imersas em água gelada e clorada (com residual de cloro de 1 ppm) para evitar a proliferação de microrganismos.

Neste primeiro tanque as aves absorvem certa quantidade de água, já que seus poros estão abertos, pois, as carcaças entram com uma temperatura de aproximadamente 25 °C e passam para o segundo tanque com uma temperatura de 16 °C, chamado de chiller 1 com água em torno de 4 °C.

Em seguida as aves entram no terceiro e último tanque, o chiller 2 e dele saem com aproximadamente 4°C. Ao atingir a temperatura de 4°C, os poros da pele das carcaças se contraem e a ave não absorve mais água. As carcaças levam cerca de 45 minutos na etapa de resfriamento nos chillers.

No pré-chiller a entrada de água gelada é constante e nos chillers 1 e 2, existe a inserção de gelo. O gelo é proveniente de uma fábrica de gelo existente na própria indústria e possui a finalidade de manter a temperatura nos índices ideais para resfriar as carcaças.

Estes equipamentos possuem uma saída de água, pois, como constantemente entra água e gelo, respectivamente, o nível da água se eleva e é perdida por extravasamento. Este processo permite que ocorra uma renovação contínua desta água. No final do dia de abate, os chillers são higienizados e a água é descartada, sendo novamente enchido para a próxima jornada.

Quando as carcaças inteiras saem do chiller 2, elas caem em uma esteira onde operadores são responsáveis por pendurá-las novamente em nóreas que as levam até um equipamento que as seleciona por peso, as maiores seguem para serem embaladas como frango inteiro e as outras passam para o setor de cortes.

#### 5.2.6 Cortes

Quando as carcaças chegam ao setor de cortes elas caem em duas esteiras e operadores penduram as aves por uma das asas em uma nórea que as conduzem até cones onde operadores realizam cortes manuais. Na outra esteira as carcaças



são penduradas pelas coxas em nóreas automáticas que efetuam os cortes. Ao final das linhas de cortes os produtos recebem as embalagens plásticas de acordo com o peso e seguem por esteiras até o setor de embalagem secundária.

#### 5.2.7 CMS, congelamento, paletização, estocagem e expedição

No setor de CMS – Carne Mecanicamente Separada - existe um equipamento que separa toda carne presente nas carcaças e que não foi possível retirar através das desossas, por isso o produto resultante recebe o nome de carne mecanicamente separada que é posteriormente embalada e segue por uma esteira para o túnel de congelamento, já os ossos moídos seguem para a fábrica de farinhas.

### 5.3 ORIGEM E QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA

Pela vazão outorgada pela SUDERHSA para captação de água do Rio e das nascentes e pelo período de captação de 21 h.d<sup>-1</sup>, o volume tratado e armazenado na cisterna é de 6.000 m<sup>3</sup> todos os dias.

A água utilizada no processo industrial é fornecida pelo Rio Xaxim, aproximadamente 600 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>, complementado pela captação de água das nascentes existentes na área da empresa, que fornecem 40 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.

Segundo a Portaria da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde nº 326/1997 a água utilizada para manipulação de alimentos deve ser potável. A Portaria MS nº 519/2004 estabelece padrões de qualidade para a água consumida.

Por tratar-se de indústria alimentícia e de acordo com as exigências sanitárias relacionadas à atividade de abate de aves, a demanda por água na indústria é elevada. A quantia da água consumida deve atender a PORTARIA MAPA Nº. 210/1998, que estabelece volumes de água de acordo com as etapas do

processo de abate. O consumo de água nos chillers exigido por esta portaria deve ser de 1,5 L.carcaça<sup>-1</sup> no pré-resfriamento ou pré-chiller, e nos demais chillers o consumo mínimo deve ser de 1 L.carcaça<sup>-1</sup>. Para o caso da empresa em estudo, o consumo total seria de 3,5 L.carcaça<sup>-1</sup>, pois a mesma possui pré-chiller, chiller 1 e 2.

A Tabela 1 apresenta a distribuição do consumo de água em abatedouro de aves, mostrando o macro setor com maior demanda por água e, portanto, com maior potencial de minimização e reúso.

**Tabela 1- Distribuição do Consumo de Água em Abatedouro de Aves (%) por categorias de uso**

Indústria	Consumo por Categoria (%)		
	Resfriamento sem contato	Processos e Atividades Afins	Uso Sanitário e outros
Abatimento e limpeza de Aves	12	77	11

Fonte: Mierzwa et al. *Água na Indústria* (2005).

#### 5.4 METODOLOGIA DE MEDIÇÕES DAS VAZÕES

As medições foram realizadas por hidrômetros e estimativas com medições volumétricas em pontos específicos de cada setor. Nas medições volumétricas, foram realizadas medições pontuais com o processo em operação regular, já que os setores de produção da unidade não dispõem de medição individual de vazão. Podem ocorrer variações de vazão relativas as medições realizadas, porém, os valores obtidos podem ser utilizados como referência para análise do estudo de conservação de água.

Para realizar a medição do consumo de água dos equipamentos foi utilizada uma adaptação do método de medidores volumétricos (COELHO, 1983, p. 06), no qual se utiliza um cronômetro para registrar o tempo que demora para encher uma câmara com volume conhecido, neste caso, um becker com volume de 1 L para vazões pequenas e, um saco plástico para vazões maiores, passando por medição no becker.

Foi realizada a medição de todos os pontos de saída de água no setor, incluindo chuveiros, torneiras, mangueiras, lavadores e válvulas das máquinas automáticas. Para tanques, utilizou-se o volume interno para calcular o consumo,

obtendo dados de frequência de enchimento e descarte do mesmo. Foram realizadas 3 (três) medições por ponto em dias e turnos alternados. O consumo foi calculado em  $\text{m}^3.\text{dia}^{-1}$ , sendo padronizado para todos os equipamentos.

Para os pontos identificados como potenciais para minimização, foram realizadas novas medições, sendo feitas três amostragens em datas aleatórias com resultados em  $\text{L.h}^{-1}$ . Após foram feitos testes com metodologias para reduzir o consumo de água do processo, seguindo o mesmo padrão de amostragens.

Para avaliação do consumo de água no sistema de pré-resfriamento por Chillers da Linha 01, adotou-se a verificação dos hidrômetros instalados para verificação pelo SIF – Serviço de Inspeção Federal - do consumo mínimo de água exigido pela PORTARIA MAPA Nº. 210/1998. As verificações foram realizadas em quatorze dias em turnos aleatórios. Após, foram analisados o consumo real (quantidade de água consumida atualmente nos chillers) e consumo teórico (consumo padrão, estabelecido pela Portaria MAPA, através do número de aves que entraram no equipamento).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.1 SETORIZAÇÃO DA DEMANDA DE ÁGUA E DEFINIÇÃO DE FLUXOS

Na Tabela 2 são apresentadas as demandas de água por setor e o fluxo de água para cada processo realizado no setor de Escaldagem/depenagem.

**Tabela 2 –Consumo de água por equipamento do setor de Escaldagem/ depenagem**

<b>Equipamento</b>	<b>Vazão (m<sup>3</sup>.dia<sup>-1</sup>)</b>
Sincronismo	32,40
Lavador de carcaça antes da escalda	34,20
Depenadeiras	8,64
Torneiras	40,50
Lavador margarida	32,40
Tanques escalda	64,00
Chuveiro antes da depenadeira	22,60
Auto limpeza da máquina de corte de cabeças	11,34
Água para desenganchar os pés	3,60
Escalda dos pés	15,12
Caracol de pés	2,91
Auto limpeza da nórea	1,29
Esterilizadores	0,06
Pedilúvio	0,28
Lavador de botas	0,70
<b>TOTAL</b>	<b>270,04</b>

Neste setor foi identificado um ponto para minimização do consumo de água, através de análise do processo na rotina operacional. Trata-se de uma linha de 7 (sete) torneiras para limpeza de impurezas e higienização das mãos dos funcionários no processo da verificação e retirada de penas restantes após a depenagem. Estas torneiras não possuem acionamento e permanecem ligadas durante todo o período de abate (exceto paradas de turno e almoço de funcionários) e consomem grande quantidade de água. Na imagem 01 é apresentado o processo citado.

**Imagem 01 – Limpeza de impurezas após o processo de depenagem**



**Fonte: A empresa (2011)**

Para o estudo foram feitos testes com torneira acionada com pedal, no qual o funcionário aciona quando da necessidade de limpeza de impurezas das mãos. Esta torneira foi instalada substituindo um torneira sem acionamento. Na imagem 02 é apresentada uma torneira com acionamento com o pé:

**Imagem 02 – Demosntração de uma torneira com acionamento por pedal**



**Fonte: A empresa (2011)**

Para o estudo com a torneira com acionamento constatou-se que não houve alteração na vazão de saída do equipamento, entretanto o consumo é menor devido

ao mesmo ser acionado só quando necessário. Verificando a rotina operacional constatou-se que a torneira fora acionada em média a cada 5 (cinco) minutos, com tempo de acionamento de 10 (dez) segundos. Esta verificação foi utilizada para calcular o consumo em  $L.h^{-1}$  e comparar com o consumo das torneiras sem acionamento.

No setor de Evisceração também foram realizadas medições pontuais no equipamnetos. A tabela 03 apresenta o consumo de água no respectivo setor:

**Tabela 3 –Consumo de água por equipamento do setor de Evisceração**

<b>Equipamento</b>	<b>Vazão (<math>m^3.dia^{-1}</math>)</b>
Chuveiros	50,54
Torneiras	116,60
Máquina de moelas	263,52
Mesa de repasse	64,87
Evisceradora	31,78
Máquina de corte de abdômen	8,36
Extratora de cloaca	60,52
Calha de separação de vísceras	43,86
Lavador de carcaça	288,00
Máquina papo traquéia	9,24
Lavador interno	43,98
Auto limpeza da máquina de coração	5,14
Auto limpeza dos ganchos da linha principal	33,50
Auto limpeza dos ganchos da linha do DIF	15,55
Capela de lavagem dos cortes do DIF	22,80
Transporte de miúdos	10,14
Esterilizadores(DIF e toailete da carcaça);	0,96
<b>TOTAL</b>	<b>979,39</b>

No setor de evisceração também há a utilização de torneiras, neste caso para a higienização das mãos e facas no processo de revisão de carcaça. Entretanto a linha dos funcionários do SIF –Serviço de Inspeção Federal- que fazem a revisão preliminar não conta com torneiras de acionamento. Neste caso também foi instalado uma torneira com acionamento para verificar a proposta de redução do consumo. Na Imagem 03 é apresentado o processo citado:

**Imagem 02 – Torneiras no processo de revisão de carcaça**



**Fonte: A empresa (2011)**

De um modo geral a grande parte do consumo de água refere-se a lavagem constante dos resíduos do abate. O objetivo desta lavagem é para impedir que estes resíduos se acumulem no piso e equipamentos. A remoção e o processamento das vísceras, realizado na evisceração, mostra um elevado potencial de consumo de água e geração de efluentes líquidos que contém altas concentrações de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo, dos quais derivam as gorduras e o sangue que se incorporam ao efluente através do contato com as entranhas e restos de carne e pele.

Durante a lavagem periódica realizada ao longo do processo de abate, foi observado que muitas vezes ocorreu um uso maior de fluxo de água e um tempo longo de lavagem.

O setor de resfriamento além de ser um ponto de redução de consumo de água, é um local onde se pode aplicar medidas de reúso de água, uma vez que gera quantidade significativa de águas residuárias.

Para uma avaliação adequada do tipo de reúso a ser aplicado, faz-se necessário conhecer as características físico-químicas do ponto de estudo. Apresentam, portanto como principal fator limitante para aplicação do reúso em cascata (aplicação direta da água residuária em outro setor ou etapa) a alta concentração de óleos e graxas, principalmente no pré-chiller. Entretanto devido a baixa temperatura da água no chiller, aproximadamente 6 °C, as gorduras

encontram-se pouco dissolvidas, o que facilita sua remoção e permite a aplicação de um processo físico de remoção quando seu destino for para um uso menos nobre dentro da empresa. A Tabela 4 apresenta as características das águas residuárias de saída dos chillers:

**Tabela 4. Características da água de saída dos Chillers**

Parâmetro	Valor
O&G	3.000 mg.L <sup>-1</sup>
SST	9 mg.L <sup>-1</sup>
DBO	680 mg.L <sup>-1</sup>
DQO	Não mensurável
T <sup>a</sup>	6°C
pH	6,8
Teor de ClO <sub>2</sub>	5 mg.L <sup>-1</sup>

Fonte: Del Nery et al, 2007.

Quanto ao sistema de resfriamento por chillers da linha 01, através da comparação entre os valores de consumo real e teórico posteriormente apresentados na tabela 05.



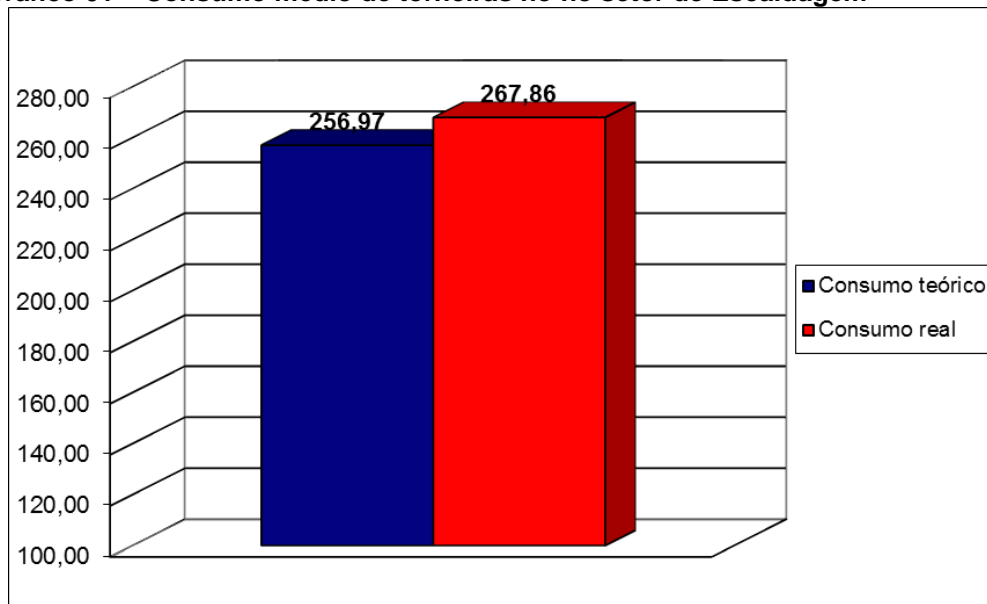
Tabela 05 – Avaliação do consumo de água no setor de Resfriamento de carcaça

Verificações		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Média
PRÉ-CHILLER	Total Abatidos/turno	76.506	74.397	72.983	74.496	72.652	74.214	73.247	74.536	74.053	63.271	76.617	75.858	73.625	71.423	---
	Consumo Atual (m <sup>3</sup> .dia <sup>-1</sup> )	116,29	114,57	113,12	112,49	109,70	113,55	112,80	112,55	116,26	100,60	117,99	116,82	111,91	109,99	112,76
	Consumo Padrão (m <sup>3</sup> .dia <sup>-1</sup> )	114,76	111,60	109,47	111,74	108,98	111,32	109,87	111,80	111,08	94,91	114,93	113,79	110,44	107,13	110,13
	Diferença (m <sup>3</sup> .dia <sup>-1</sup> )	1,53	2,98	3,65	0,75	0,73	2,23	2,93	0,75	5,18	5,69	3,07	3,03	1,47	2,86	2,63
	% de consumo excessivo	1,33	2,67	3,33	0,67	0,67	2,00	2,67	0,67	4,67	6,00	2,67	2,67	1,33	2,67	2,43
CHILLER 01	Total Abatidos/turno	76.506	74.397	72.983	74.496	72.652	74.214	73.247	74.536	74.053	63.271	76.617	75.858	73.625	71.423	---
	Consumo Atual (m <sup>3</sup> .dia <sup>-1</sup> )	77,27	77,37	75,17	77,48	76,28	75,70	75,44	75,28	76,27	74,66	78,92	78,13	76,57	90,71	77,52
	Consumo Padrão (m <sup>3</sup> .dia <sup>-1</sup> )	76,51	74,40	72,98	74,50	72,65	74,21	73,25	74,54	74,05	63,27	76,62	75,86	73,63	71,42	73,42
	Diferença (m <sup>3</sup> .dia <sup>-1</sup> )	0,77	2,98	2,19	2,98	3,63	1,48	2,20	0,75	2,22	11,39	2,30	2,28	2,95	19,28	4,10
	% de consumo excessivo	1,00	4,00	3,00	4,00	5,00	2,00	3,00	1,00	3,00	18,00	3,00	3,00	4,00	27,00	5,79
CHILLER 02	Total Abatidos/turno	76.506	74.397	72.983	74.496	72.652	74.214	73.247	74.536	74.053	63.271	76.617	75.858	73.625	71.423	---
	Consumo Atual (m <sup>3</sup> .dia <sup>-1</sup> )	77,27	77,37	73,71	77,48	77,74	75,70	76,91	75,28	76,27	72,76	78,92	76,62	77,31	92,85	77,58
	Consumo Padrão (m <sup>3</sup> .dia <sup>-1</sup> )	76,51	74,40	72,98	74,50	72,65	74,21	73,25	74,54	74,05	63,27	76,62	75,86	73,63	71,42	73,42
	Diferença (m <sup>3</sup> .dia <sup>-1</sup> )	0,77	2,98	0,73	2,98	5,09	1,48	3,66	0,75	2,22	9,49	2,30	0,76	3,68	21,43	4,17
	% de consumo excessivo	1,00	4,00	1,00	4,00	7,00	2,00	5,00	1,00	3,00	15,00	3,00	1,00	5,00	30,00	5,86

Fonte: Os autores (2011)

O gráfico 01 abaixo descreve a comparação entre o consumo teórico e o real de todo o sistema de resfriamento de carcaça, composto por pré-chiller, chiller 01 e chiller 02.

**Gráfico 01 – Consumo médio de torneiras no no setor de Escaldagem**



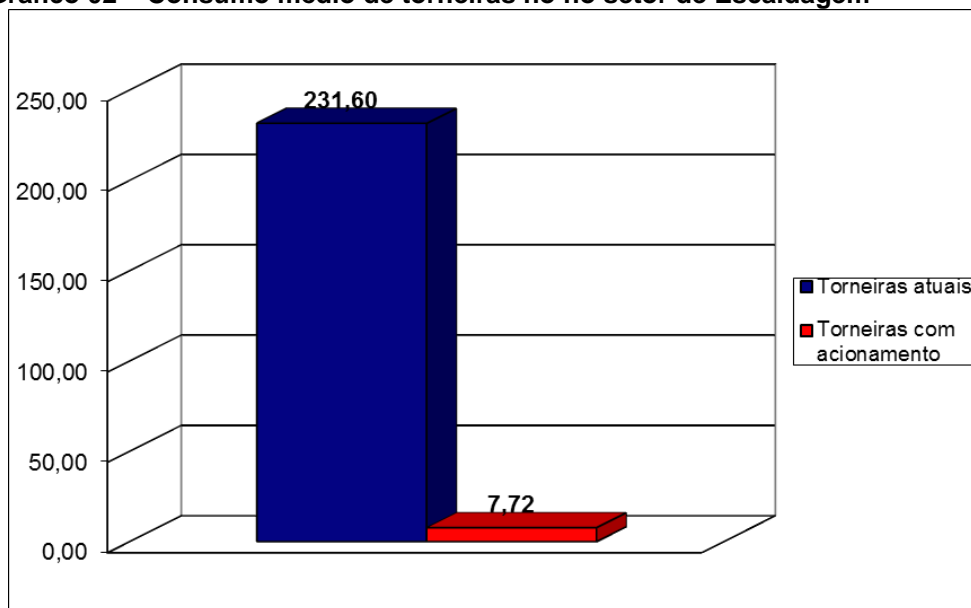
Através da análise da tabela e do gráfico é possível perceber que os três equipamentos estão com consumo acima do estabelecido por lei. Os chillers 01 e 02 apresentaram uma porcentagem média de desperdício de mais de 5,5 % o que acarreta em um desperdício considerável de água ( $4.100 \text{ L.dia}^{-1}$  para o chiller 01 e  $4.170 \text{ L.dia}^{-1}$  para o chiller 02), que poderia ser utilizados em outros processos dentro da indústria.

## 6.2 MINIMIZAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA E GERAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS

Com a utilização de torneiras com acionamento é possível reduzir o consumo de água drasticamente, com é possível verificar na tabela 06 logo abaixo e logo após o gráfico 02 apresenta o valor médio de consumo de água:

**Tabela 06 – Potencial de minimização do consumo de água – Torneiras da escaldagem**

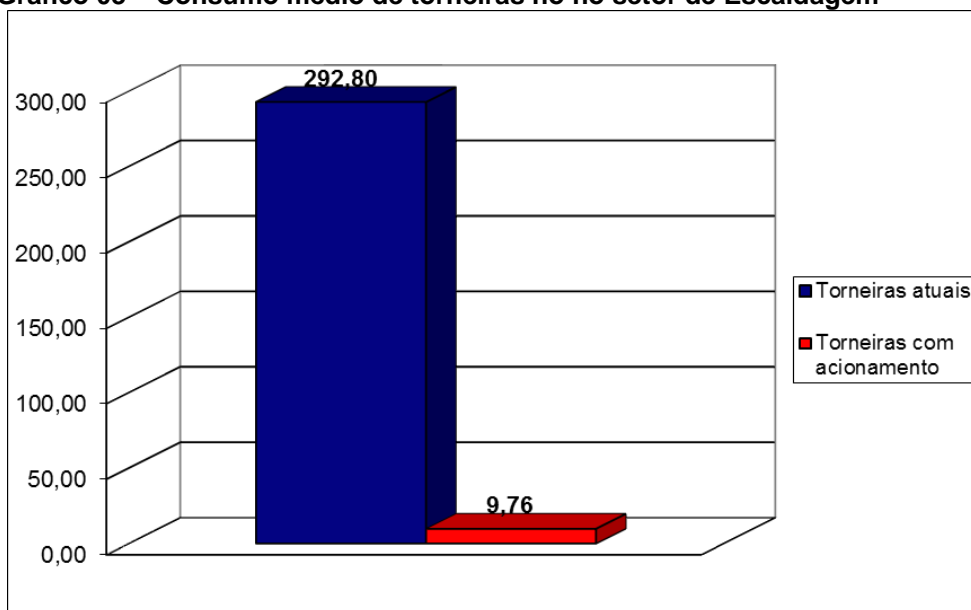
Verificações	1	2	3	Média
Torneiras atuais ( $\text{L.h}^{-1}$ )	376,80	266,40	235,20	292,80
Torneiras com acionamento ( $\text{L.h}^{-1}$ )	12,56	8,88	7,84	9,76
% minimização	96,67	96,67	96,67	96,67

**Gráfico 02 – Consumo médio de torneiras no no setor de Escaldagem**

Como utilizou-se a mesma vazão de saída da torneira sem acionamento, houve um percentual de minimização padrão para todas as verificações. Na tabela 07 e no gráfico 03 são apresentados o potencial de minimização das torneiras do setor de Evisceração.

**Tabela 07 – Potencial de minimização do consumo de água – Torneiras revisão de carcaça da evisceração**

Verificações	1	2	3	Média
Torneiras atuais (L.h <sup>-1</sup> )	324,00	160,80	210,00	231,60
Torneiras com acionamento (L.h <sup>-1</sup> )	10,80	5,36	7,00	7,72
% minimização	96,67	96,67	96,67	96,67

**Gráfico 03 – Consumo médio de torneiras no no setor de Escaldagem**

Neste caso, a simples adoção de válvulas de acionamento nas torneiras reduziria mais de 95 % o consumo de água nestas duas etapas, representando uma economia de 506,92 litros por hora de abate.

Através do acompanhamento das atividades e das rotinas operacionais foi possível apontar ainda mais algumas medidas de minimização de água, que, conseqüentemente acarretam em uma menor geração de efluentes, os quais são descritos no quadro 01.

**Quadro 01 - Medidas de Minimização e Geração de Efluentes**

<b>Etapa</b>	<b>Operação</b>	<b>Medidas para Melhoria</b>
Evisceração e Processamento	Lavagem da Carcaça	Acertar a direção dos aspersores spray no frango
	Resfriamento por sistema de câmaras frias - aspersão	Controle da utilização de água Manutenção dos Aspersores
Operações gerais de limpeza	Limpeza dos restos de carne	Coleta e limpeza a seco Uso de limpadores a vácuo
	Limpeza da área	Uso apropriado de métodos de limpeza – procedimento padrão de higiene operacional
	Condução da limpeza	Uso adequado dos produtos de limpeza

**Fonte:** Adaptado de Environmental Technology Best Practice Programme, 2000.

Nos setores em estudo da UIA (Unidade Industrial de Aves), ainda podem ser adotadas algumas medidas de minimização, tais como:

- Adoção de torneiras ativadas automaticamente. Esses dispositivos podem representar uma economia de cerca de 40% em comparação com as torneiras convencionais;
- As mangueiras usadas para lavagem e limpeza podem ser equipadas com dispositivos de pressurização. Acoplamento de dispositivos de fechamento automático que permitem otimizar o uso da água;
- Sistema de controle automatizado para vazão de entrada de água nos *chillers*;
- Sugere-se um treinamento para aumentar conscientização dos trabalhadores sobre a importância de usar a água racionalmente;
- Padronização de procedimentos de limpeza com o uso racional da água em todos os turnos de trabalho;
- Adoção de uma política de gestão ambiental pela empresa, com foco na conservação da água e minimização de saneamento de águas residuais;

### 6.3 PROPOSTA DE REÚSO

A proposta de reúso é baseada na idéia de sistemas de tratamento descentralizado e não centralizado como ocorre na maioria das propostas.

Desta forma, o efluente dos pontos levantados com potencial de reúso podem ser segregados dos demais e tratados em sistemas de tratamento simplificados, não sendo misturados com os demais. Além disso, o reúso pode ser feito em circuito fechado de um setor para o outro sem nenhum tipo de tratamento - reúso em cascata - durante um dia, sendo descartado ao final do período.

Podem ser destacados no processo da UIA os seguintes pontos potenciais para reúso de água:

- Reúso em cascata da água gelada descartada do chiller 2 e 3 para troca de calor – água da cisterna 27 °C – contato com água do chiller para baixar a temperatura antes da água bruta seguir para fábrica de gelo ou ainda sem tratamento prévio para uso em outras etapas – transporte de vísceras;
- Aplicação de água de reúso para lavador de gases da pendura, lavador de gases dos digestores, filtro biológico e do hidrotangencial – sistema que faz a remoção da umidade da farinha de pena + sangue da fábrica de ração;
- Aplicação de água de reúso para o sistema que refrigera a bomba do sistema a vácuo que faz o transporte dos miúdos;
- Aproveitamento da água da escaldagem para transporte de vísceras.

### 6.4 AÇÕES REALIZADAS PELA EMPRESA

- Uso da água das torres de resfriamento para nas Bacias Sanitárias;
- Aproveitamento da água pluvial incidentes sobre os telhados para lavagem do pátio e calçadas externas da empresa, lavagem dos caminhões, uso nos nebulizadores, sanitários existentes no setor de produção;
- Aproveitamento da água da retrolavagem dos 6 filtros da ETA - 1 lavagem diária em cada filtro – para lagoa de água pluvial.

## 7 CONCLUSÕES

As indústrias de abate de aves podem alcançar significativas reduções de custos com simples modificações no processo que podem levar a uma considerável minimização do consumo de água. Não só a adoção de novos equipamentos, mas a simples verificação dos mesmos visando a maior eficiência no uso da água e avaliação das rotinas operacionais, podem, entre outras coisas, proporcionar uma significativa redução deste importante insumo em uma indústria.

Mesmo que a redução no consumo seja pequena a um curto período de tempo, se for considerada a economia a médio e longo prazo, pode apresentar-se considerável não só pela quantidade de água que deixou de ser gasta, mas também pela redução dos custos com tratamento e pela menor geração de efluentes que posteriormente deverá passar por tratamento até a disposição final.

O reúso de água também apresenta-se como forma de diminuir o consumo de água. Aproveitando o insumo em outras etapas do que não exige o uso de água potável, como transporte de vísceras, higienização externa, trocadores de calor, pode-se aumentar a eficiência do uso da água em uma indústria.

O primeiro passo, tanto para avaliação de propostas de minimização quanto para reúso de água, é identificar as etapas com alto consumo de água, conhecer as características do efluente, para posteriormente definir medidas de melhorias.

## REFERÊNCIAS

ABEF – Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frango – Relatório Anual 2008.

AVULA, R. et al. **Review Recycling of poultry process wastewater by ultrafiltration. Innovative Food Science and Emerging Technologies.** (2009) pg1–8.

BECKMAN, G. B. **Water Conservation, recycling and reúse.** Water Resources Development, Oxford, VOL. 14, n<sup>o</sup> 03, pp. 353-364, 1998. In MATSUMURA, E M. **Perpectivas para conservação e reúso de água na indústria de alimentos – Estudo de uma unidade de processamento de frangos.** 2007. 249 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

BIXIO, D. et al **Water reclamation and reuse: implementation and management issues. Desalination** 218 (2008) 13–23.

**BOAS PRÁTICAS NO ABASTECIMENTO DE ÁGUA: Procedimentos para a minimização de riscos à saúde Manual para os responsáveis pela vigilância e controle** MINISTÉRIO DA SAÚDE Secretaria de Vigilância em Saúde Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Disponível em: [www.cvs.saude.sp.gov.br/pdf/boas\\_praticas\\_agua.pdf](http://www.cvs.saude.sp.gov.br/pdf/boas_praticas_agua.pdf) Acesso em: 10/08/11.

CASANI, S. et al. **A discussion paper on challenges and limitations to water reuse and hygiene in the food industry** Water Research 39 (2005) 1134–1146.

COELHO, A. C. **Medição de água e controle de perdas.** Rio de Janeiro – Associação de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES, 1983. ISBN 85-7022-016-2.

DEL NERY, V. et al. **The use of an upflow anaerobic sludge blanket reactor in the treatment of poultry slaughterhouse wastewater. Water Science and Technology.** 2001;44 (4) :83–8.

FIESP/CIESP. **Conservação e Reúso de Água-Manual de Orientações para o Setor Industrial.** Disponível em: [www.fiesp.com.br/publicacoes/pdf/ambiente/reuso .pdf](http://www.fiesp.com.br/publicacoes/pdf/ambiente/reuso.pdf). Acesso em: 10/10/2011.

HESPANHOL, I. et al. **Manual De Conservação e reúso de Água na Indústria.** Rio de Janeiro, DIM, 2006, 1 Ed.

KUPUSOVIC, T. et al. **Cleaner production measures in small-scale slaughterhouse industry e case study in Bosnia and Herzegovina.** *Journal of Cleaner Production* 15 (2007) 378 e 383.

MACHADO, E. L. et al. **Gestão do uso das águas em Unidade de abate de aves e suínos visando Produção mais Limpa.** Belo Horizonte, 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007.

MALDANER, T. L. **Levantamento das alternativas de minimização dos impactos gerados pelos efluentes de abatedouros e frigoríficos.** 2008. 69 f. Monografia (Especialização “Lato sensu” em Higiene e Inspeção de Produtos de origem Animal) – Coordenação de Pós-graduação, Universidade Castelo Branco, Brasília, 2008.

MANIOS, T. et al. **Closed wastewater cycle in a meat producing and rocessing industry.** *Resources, Conservation and Recycling* 38 (2003) 335 – 345.

MATSUMURA, E M. **Perpectivas para conservação e reúso de água na indústria de alimentos – Estudo de uma unidade de processamento de frangos.** 2007. 249 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. **Água na Indústria – Uso – Uso Racional e Reúso.** São Paulo. Ed. Oficina de Textos, 2005. 143 pg.

SENA, R. F. et al. **Treatment of meat industry wastewater using dissolved air flotation and advanced oxidation processes monitored by GC–MS and LC–MS.** *Chemical Engineering Journal* 152 (2009) 151–157.

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

TRITT, W. P, SCHUCHARDT, F. **Materials flow and possibilities of treating liquid and solid wastes from slaughterhouses in Germany. A review.** *Bioresource Technology.* 1992. 41:235–45.