

GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA INDÚSTRIA AVÍCOLA

Carla Limberger¹; Ângela Aparecida de Barros²; Juliana Bortoli R. Mees¹ & Simone Damasceno Gomes¹.

RESUMO - A indústria avícola reconhece a água como fator estratégico para sua sobrevivência e crescimento, tendo em vista os altos consumos devido às exigências de potabilidade e quantidade. Em contrapartida, atenta pela necessidade de conservar a água ante a crise ambiental atual e preocupa-se com a situação de indisponibilidade e poluição, o que acarreta uma série de impactos em toda a cadeia produtiva. Esta atenção faz parte da política da indústria no sentido que, de um lado há um setor que trabalha buscando qualidade para os produtos, por outro lado, um distinto setor busca a conservação dos recursos naturais. Assim, estratégias de minimização no consumo e de reúso apresentam-se como alternativas nestas questões. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi classificar em uma revisão de literatura, algumas particularidades quanto ao consumo de água e geração de efluentes em abatedouros avícolas, ferramentas para o gerenciamento hídrico nestas fábricas e possibilidades de reúso de água já testadas neste segmento.

ABSTRACT - The poultry industry recognizes water as a strategic factor for their survival and growth, in view of high consumption due to the requirements of drinking and quantity. However, mindful of the need to conserve water at the current environmental crisis and was concerned about the situation of availability and pollution, leading to a series of impacts throughout the production chain. This attention is part of the industry in the sense that, on the one hand there is a sector that works seeking quality products, on the other hand, a separate search field to conserve natural resources. Thus, strategies for minimizing the consumption and reuse as alternatives present themselves on these issues. Accordingly, the objective of this work was classified in a literature review, some peculiarities regarding the consumption of water and generation of effluents in poultry slaughterhouses, tools for water management in factories and possibilities for reuse of water already tested in this segment.

Palavras-chave: Gerenciamento hídrico. Minimização. Reúso de água. Abatedouro de aves.

¹ *Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas – Cascavel/PR
E-mail: limberger.carla@gmail.com*

² *Anhanguera Educacional – Campo Grande/MS*

1. INTRODUÇÃO

Na necessidade de se desenvolver uma cultura e uma política de conservação de água em todos os setores da sociedade, o reúso consciente e planejado das águas de baixa qualidade – águas de drenagem agrícola, águas salobras, águas de chuva e principalmente, esgotos domésticos e industriais constitui o mais moderno e eficaz instrumento de gestão para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos (MANCUSO E SANTOS, 2003).

A prática do reúso em sistemas industriais proporciona benefícios ambientais significativos, pois permite que um volume maior de água permaneça disponível para outros usos. Em certas condições, pode reduzir a poluição hídrica por meio da minimização da descarga de efluentes. Existem também benefícios econômicos, uma vez que a empresa não acrescenta a seus produtos os custos relativos à cobrança pelo uso da água (HESPANHOL, 2006).

Apesar das exigências de alta potabilidade para uso na fabricação de alimentos, os custos da água industrial têm estimulado alternativas de reúso e redução de consumo de água, Mancuso e Santos (2003) ainda acrescentam que essa tendência tende a ampliar ante as leis associadas aos instrumentos de outorga e cobrança pela utilização de recursos hídricos, tanto na tomada de água como nos despejos de efluentes. Segundo Milaré (2004) a Política Nacional de Recursos Hídricos, atrelada a Lei 9.433, de 08.01.1997, foi em vários sentidos um “divisor de águas”. Ela introduziu, na doutrina e na prática, critérios indiscutivelmente renovadores.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi classificar em uma revisão de literatura, algumas particularidades quanto ao consumo de água e geração de efluentes em abatedouros avícolas, ferramentas para o gerenciamento hídrico nestas fábricas e possibilidades de reúso de água já testadas neste segmento.

2. CONSUMO DE ÁGUA E GERAÇÃO DE EFLUENTES EM ABATEDOUROS AVÍCOLAS

Em todo o mundo a indústria é responsável pelo consumo de 20% da água superficial (PORTO-GONÇALVES, 2006). A demanda industrial representa cerca de um quarto da demanda mundial de água e, especificamente no Japão, essa cifra chega a 55% (descontada a parcela referente ao uso de água do mar); 75% na Alemanha, e mais de 66% do consumo de água total no Reino Unido, (VALIRON, F. *et al.*, 1983, *apud* MANCUSO, 2001).

Focando o setor agroindustrial o abate de aves vem ganhando espaço nos últimos anos, de acordo com o IBGE no ano de 2008 foram abatidas 4,875 bilhões de unidades de frango, um aumento de 11,5% sobre o volume registrado em 2007.

O consumo de água além de ser alto nos abatedouros de aves varia bastante de unidade para unidade em função de vários aspectos: tipo de unidade (frigorífico com/sem abate, com/sem graxaria), tipos de equipamentos e tecnologias em uso, *lay-out* da planta e de equipamentos, procedimentos operacionais, etc (SENAI, 2003).

De acordo com Macêdo (2006, *apud* NOGUEIRA, 1999) 1 kg de frango para ser produzido consome 3500 litros de água. Porém, a industrialização de carnes apresenta-se como etapa da cadeia produtiva avícola de maior concentração no consumo de água, sendo que para o abate de aves consome-se de 25 a 50 litros por cabeça (BRAILE e CAVALCANTE, 1993); (SCARASSATI *et al.*, 2003) e 19 a 38 L.ave⁻¹ (VILAS BOAS *et al.*, 2001).

Padrões higiênico/sanitários em áreas críticas dos abatedouros resultam no uso de grande quantidade de água. Os principais usos de água são para: lavagem dos caminhões, escaldagem e “toilette” das aves, lavagem e resfriamento de carcaças, miúdos, transporte de subprodutos e resíduos, higienização de pisos, paredes, equipamentos e bancadas, geração de vapor, sistema de resfriamento, etc.

De acordo com o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2005) através da Circular nº 175, o abastecimento de água potável é de capital importância para a indústria de alimentos, como os estabelecimentos de produtos de origem animal sob inspeção federal, os quais devem dispor de água potável em quantidade suficiente para o desenvolvimento de suas atividades e que atenda aos padrões fixados pela legislação brasileira vigente.

A Portaria nº. 210 de 10 de Novembro de 1998 – Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-sanitária de Carne de Aves ressalta que, a água de abastecimento industrial deve ser potável, conforme descrito no ANEXO II – Instalações e equipamentos relacionados com a técnica de inspeção "ante mortem" e "post mortem". Em suas considerações gerais quanto às instalações no capítulo 3, ressalta que: “Não será permitido o retorno das águas servidas. Permitir-se-á a confluência da rede das águas servidas dos pré-resfriadores para condução de outros resíduos não comestíveis, desde que comprovadamente tais conexões não promovam nenhum inconveniente tecnológico e higiênico-sanitário”.

E quanto aos equipamentos e instalações higiênico sanitárias, no capítulo 11, afirma que: “A água consumida em todo o estabelecimento, qualquer que seja o seu emprego, deverá apresentar obrigatoriamente as características de potabilidade especificadas no artigo 62, do Regulamento da

Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA. Será compulsoriamente clorada com garantia de sua inocuidade microbiológica, independente de sua procedência (água de superfície, represadas, nascentes, poços comuns ou tubulares profundos, rede pública de abastecimento). A cloração obrigatória, aqui referida, não exclui, obviamente, o prévio tratamento químico (floculação, sedimentação, filtração e neutralização), tecnicamente exigido para certas águas impuras, notadamente as de superfície e de cuja necessidade julgará a Inspeção Federal”.

A referida Portaria 210 é taxativa e especifica claramente a quantidade de água que deve ser consumida em cada processo ou equipamento de um abatedouro. Por exemplo, a taxa de descarte apresenta as seguintes determinações para pré-chiller e chiller: 1,5 L.ave⁻¹ e 1 L.ave⁻¹, respectivamente. No chuveiro após evisceração exige-se a instalação de hidrômetro para controle do volume de água consumida, de no mínimo 1,5 L.carcaça⁻¹. Em tanques de escaldagem é necessário renovação contínua de água. Na linha de miúdos a renovação de água deve ser em contra-corrente, na proporção mínima de 1,5 L.Kg⁻¹ de produto.

Em estudos realizados por Luiz (2007), detectou-se que o ponto de maior consumo foi no chuveiro de saída da evisceração com 21,62% do total de um dia de abate e obteve-se o consumo de 10,89% no pré-chiller mais 8,04% no chiller. De acordo com pesquisa de Riella e Gerloff (2009) o consumo de água nos chillers corresponde de 15-27% do total de água consumida por dia em um frigorífico de aves.

Complementando as especificidades, a qualidade sanitária é fornecida através da Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, além do que as empresas que atendem os países da Comunidade Européia devem seguir padrões de potabilidade de água de acordo com a diretiva 98/83/CE.

Essa demanda de água, conseqüentemente gera efluentes líquidos, que de acordo com Braile e Cavalcanti (1993), têm grande carga de sólidos em suspensão, nitrogênio orgânico, material flotável, graxas e sólidos sedimentáveis que variam em função do grau de reaproveitamento e cuidados na operação.

De acordo com Vilas Boas *et al.*, (2001), os efluentes brutos de abatedouros de aves apresentam DBO variando entre 9,6 e 16,1 kgDBO₅/1000 aves abatidas; concentração de óleos e graxas na faixa de 4,4 e 5,9 kg /1000 aves; valor médio de sólidos totais de 16,9 kg ST/1000 aves e de sólidos suspensos de 5,1 kg SS/1000 aves; e pH na faixa de 6,3 a 7,4. Moraes & Paula (1999) indicam concentrações médias de nitrogênio total, em efluentes de abatedouros de aves, na faixa de 0,9 a 3,2 Kg/1000 aves.

Segundo Dallago (2009), o efluente proveniente de abatedouro avícola apresenta uma caracterização de DQO na faixa de 164 a 332 mg.L⁻¹, de N-NH₄⁺ 104,40 a 128,40 mg.L⁻¹,

alcalinidade de 620 a 750 mg CaCO₃.L⁻¹, sólidos totais de 714 a 750 mg.L⁻¹, sólidos suspensos de 620 a 638 mg.L⁻¹ e pH na faixa de 7,25 a 8,04.

O efluente de abatedouro de aves *in natura* caracterizado por Schoenhals *et al.* (2006) apresentou uma temperatura média de 24°C, pH 6,7, DQO total de 1020 mg.L⁻¹, DQO solúvel de 771 mg.L⁻¹, sólidos totais de 1740 mg.L⁻¹, sólidos suspensos totais de 1280 mg.L⁻¹, sólidos suspensos voláteis de 318 mg.L⁻¹, alcalinidade de 60 mgCaCO₃.L⁻¹, turbidez de 920 NTU, óleos e graxas de 420 mg.L⁻¹, nitrogênio total de 16 mgN.L⁻¹, nitrogênio amoniacal de 11,04 mgNH₃.L⁻¹, nitratos de 4,96 mgNO₃⁻.L⁻¹, fósforo total de 53,3 mgP.L⁻¹ e ortofosfatos de 25,8 mg.L⁻¹ para efluente de abatedouro de aves.

O efluente bruto deste setor, analisado por Damasceno *et al.* (2009), apresentou as seguintes propriedades: pH de 6,4; ST de 4508 mg.L⁻¹; DQO de 7264 mg.L⁻¹; DBO de 5448 mg.L⁻¹; N de 200 mg.L⁻¹; P de 70 mg.L⁻¹; óleos e graxas de 2900 mg.L⁻¹ e temperatura de 26°C. Enquanto que NARDI *et al* (2005) descrevem um efluente de abatedouro de aves com DQO igual a 3730 mg.L⁻¹.

As características dessas águas residuárias são inerentes à composição das matérias-primas, das águas de abastecimento e do processo industrial, sendo que a concentração de poluentes é função das perdas no processo e do consumo de água por unidade abatida.

Como sistema de tratamento, geralmente são empregados tratamentos preliminar e primário, para remoção de sólidos grosseiros e óleos e graxas e tratamento secundário para remoção de matéria orgânica dissolvida.

O setor industrial reconhece a água como fator estratégico para sua sobrevivência e crescimento, bem como a situação de indisponibilidade e poluição, o que acarreta uma série de impactos em toda a cadeia produtiva.

Planejar e gerenciar o “insumo” água na indústria significa conhecer os consumos em cada fluxo do processo, assim como maus usos e desperdícios; levantamento de possíveis reaproveitamentos - que apresenta numerosas oportunidades para adoção de práticas de reúso, fora do fluxo principal de produção, incluindo sistemas de resfriamento, higienização externa, irrigação de jardins; permite contabilizar, com exatidão, as quantidades de água necessárias no processo.

3. METODOLOGIA PARA GERENCIAMENTO HÍDRICO

Atualmente diversas metodologias vêm se apresentando para minimização do consumo e de reúso de água na indústria. Porém, a variedade de sistemas produtivos, de recursos financeiros, de disponibilidade de água, localização, dentre outros fatores interferem na forma de adaptação de uma

metodologia a um determinado processo.

De acordo com uma pesquisa elaborada por Féres (2007) na Bacia do Rio Paraíba do Sul, o setor industrial de alimentos e bebidas é o que menos reutiliza água, justificado pelo fato de a água, muitas vezes, ser utilizada como matéria-prima no setor, incorporada ao produto final ou de contato direto. Parafraseando Cordeiro (2005) a metodologia Seis Sigma tem foco nas entradas e saídas do processo para controle de indicadores através da estatística. Essa metodologia, disciplinada e quantitativa, é uma estratégia de negócio e é base para sustentação da melhoria contínua para ISO 14.001, realizada como fluxo linear para conhecimento e controle de entradas e saídas de insumos e efluentes (ABRAHAM e GOLDFREIND, 2006). Também, no próprio sistema de gestão ambiental na forma da ISO 14.001 traz o PDCA (*plan; do; check; Act*) como método para avaliação de indicadores nas organizações, de acordo com Nascimento (2006).

Mais atual, a obra Conservação e Reúso de água: Manual de orientações para o setor industrial desenvolvida pela Federação e Centro das Indústrias do Estado de São Paulo (2005), relata o Programa de Conservação e Reúso de água, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Etapas de implantação de um programa de conservação e reúso de água

Etapas	Principais atividades	Produtos
1. Avaliação Técnica Preliminar	- Análise documental; - Levantamento de Campo;	- Plano de Setorização do Consumo de Água *
2. Avaliação da demanda de água	- análise de perdas físicas; - análise de desperdícios; - identificação dos diferentes níveis de qualidade de água (identificação de possibilidades de reúso); - identificação das opções para otimizar o uso de água e minimizar efluentes.	- macro e micro fluxo de água; - plano de adequação de equipamentos hidráulicos ;* - plano de adequação de processos; * - plano de otimização dos sistemas hidráulicos. *
3. Avaliação da oferta de água	- concessionárias/captação direta; - águas pluviais; - reúso de efluentes; - águas subterrâneas.	- plano de aplicação de fontes alternativas de água *
4. Estudo de viabilidade técnica e econômica	- montagem da matriz de soluções; - análise técnica e econômica;	- cenário ótimo
5. Detalhamento técnico	- especificações técnicas; - detalhes técnicos;	- projeto executivo
6. Sistema de gestão	- plano de monitoramento de consumo; - plano de capacitação dos gestores e usuários; - rotinas de manutenção; - procedimentos específicos.	- sistema de gestão da água

*Especificação e detalhamento de sistemas e componentes, custos e expectativas de economia.

Na implantação de um Programa de Conservação e Reúso de Água (PCRA) requer o conhecimento pleno do uso da água (quantitativo e qualitativo) em todas as edificações, áreas externas e processos, de maneira a identificar os maiores consumidores e as melhores ações de caráter tecnológico a serem realizadas, bem como os mecanismos de controle que são incorporados ao Sistema de Gestão da Água estabelecido (SAUTCHÜK *et al.*, 2005).

O programa sugere início com a implantação de ações para a otimização do consumo de água. Uma vez minimizado o consumo, devem ser avaliadas as possibilidades de utilização de fontes alternativas de abastecimento de água (como água de reciclo e reúso). Após a avaliação e implantação dessas ações que compõem o PCRA, deve ser implementado um sistema de gestão permanente, para garantia de manutenção dos índices de consumo obtidos e da qualidade da água fornecida (SAUTCHÜK *et al.*, 2005).

É necessário a análise dos documentos disponíveis na indústria, que contenham: as características da produção industrial; os produtos gerados; as informações sobre consumo de água nos diversos setores; as plantas das edificações; os fluxogramas de processos; os laudos com as características dos diferentes efluentes gerados; a qualidade da água utilizada nos diferentes processos; os fluxogramas das estações de tratamento; as rotinas operacionais; e os planos e os programas futuros, referentes à expansão industrial com seus efeitos sobre a demanda de água e de geração de efluentes.

Em seguida efetua-se o levantamento de dados em campo com objetivo de coletar informações que não estiverem disponíveis nos documentos bem como de identificar oportunidades para otimizar o uso da água e analisar o potencial de reúso de efluentes gerados no próprio local de sua produção.

A partir dos dados obtidos nas etapas anteriores deverá ser organizado e tabulado para permitir uma avaliação sistêmica dos processos, representando um macro fluxo do processo industrial, associado aos usos de água e à geração de efluentes, desde a fonte de abastecimento até a estação de tratamento e disposição final. As categorias de uso da água serão definidas para atender às necessidades e às características da indústria, conduzindo a uma avaliação precisa das diferentes demandas.

A fase seguinte, setorização do consumo, identifica-se e quantifica-se o consumo de água por categoria de uso em cada setor, baseado em medições e análises físico-químicas e microbiológicas e desenhado o balanço hídrico. Essa avaliação fornecerá subsídios para a identificação das ações de redução do consumo de água.

A aplicação de uma sistemática de redução do consumo da água exige ações e medidas seqüenciais. Desta forma, com as ações de otimização consolidadas, será necessário identificar as opções para a implantação da prática do reúso de água e/ou do aproveitamento de águas pluviais.

Com base nas informações levantadas, deverão ser analisados os seguintes processos desenvolvidos na indústria:

- a) Identificação de perdas físicas e desperdícios;
- b) Acompanhamento, em campo, dos processos que utilizam água;
- c) Comparação do consumo de água, por segmento industrial e a produtividade com outras indústrias;
- d) Avaliação da viabilidade da substituição de equipamentos existentes por modelos mais modernos e mais econômicos no consumo de água.

Recomenda-se estabelecer um comitê coordenador para acompanhar e fazer as adaptações necessárias, bem como avaliar as evoluções do sistema.

APLICAÇÕES DO REÚSO DE ÁGUA EM ABATEDOURO AVÍCOLA

Para conceitualizar o termo “reúso” referencia-se a Organização Mundial de Saúde (1973) *apud* Mancuso e Santos (2003):

- Reúso indireto: ocorre quando a água já usada é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente a jusante, de forma diluída;
- Reúso direto: é o uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e água potável;
- Reciclagem interna: é o reúso da água internamente às instalações industriais, tendo como objetivo a economia de água e o controle da poluição.

O reúso para fins industriais pode ser visualizado sob diversos aspectos, conforme as possibilidades existentes no contexto interno ou externo às indústrias. A reciclagem interna é uma alternativa apresentada por Mancuso e Santos (2003), como forma de reúso de água internamente às instalações industriais tendo como objetivo a economia de água e controle de poluição.

Segundo Hespanhol (2006) a prática de conservação e reúso de água, que vem se disseminando em todo o Brasil, consistem basicamente na gestão da demanda, ou seja, na utilização de fontes alternativas de água e na redução dos volumes de água captados por meio da otimização do uso. De fato, o reúso em indústrias de alimentos tem sido limitado por muitos anos devido as estritas regulamentações sanitárias.

A implementação de reúso direto e indireto de água em indústria de alimentos apresenta um grande desafio para a própria indústria tanto quanto para as autoridades de saúde pública com relação às análises técnicas, documentação, ações de monitoramento e aspectos éticos associados com a segurança microbiológica de água de reúso (CASANI *et al.*, 2005).

Existem alguns trabalhos na literatura reportando possibilidades de reúso, na indústria de alimentos, apresentados a seguir. De forma geral a adequação de água e/ou efluente tratado para uso em qualquer operação numa indústria de alimentos é imposta pela qualidade da água requerida na operação, a qualidade da água usada, o método de recuperação e distribuição, e a capacidade para recondicionar a água ao nível requerido (CASANI *et al.*, 2005).

Mavrov e Bélières (2000) apresentam que água do chuveiro do chiller da indústria de processamento de carne atinge parâmetros de potabilidade após o tratamento. Para o tratamento, foi desenvolvida uma planta piloto com capacidade para $1-2\text{m}^3.\text{h}^{-1}$ e com os seguintes estágios: pré-tratamento, tratamento principal – membrana de nano filtração, pós-tratamento – membrana de nano filtração ou osmose reversa à baixa pressão, seguido de desinfecção por ultra violeta.

Mavrov *et al.* (2001) demonstraram que a água de caldeira para geração de vapor pode ser originada de efluentes provenientes de processos industriais de alimentos com baixa contaminação (condutividade elétrica menor que $3000\ \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ e DQO menor que $700\ \text{mgO}_2.\text{L}^{-1}$). O tratamento consiste num pré-tratamento (filtração, dois estágios de filtro de cartucho, pré-desinfecção por ultra violeta), seguido por dois estágios com membrana de nano-filtração e desinfecção por ultra violeta. Os efluentes tratados atingiram os parâmetros impostos para água de caldeira (condutividade elétrica $<40\ \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$, $\text{Ca}^{2+} <0,4\ \text{mg}.\text{L}^{-1}$, DQO $<10\ \text{mgO}_2.\text{L}^{-1}$).

Em contrapartida, Mancuso e Santos (2003) comentam com relação ao reúso em caldeiras, que o alto nível de qualidade exigido para água de alimentação, especialmente em sistemas de alta pressão, implica a necessidade de um tratamento muito caro.

Existem dois atrativos ambientais e econômicos com a redução de consumo de água do chiller: a) redução direta da água portátil captada e da água residuária formada durante o processo produtivo; b) redução do consumo energético para resfriamento da água captada, uma vez que a água condicionada no processo de potabilização será reintroduzida com temperatura mais baixa que a água captada (RIELLA e GERLOFF, 2009). Sugerem redução deste consumo, persistindo somente água de gelo, através de reúso. De forma que seja instalada para este fim uma peneira, subsequente um tratamento físico para redução de material disperso e uma posterior degerminação com emprego de lâmpadas ultravioleta associadas à adição de cloro.

Matsumura e Mierzwa (2008) segregaram o efluente do pré-chiller, com concentração de DBO igual a 680 mg.L.⁻¹, para um sistema de tratamento com tanque de equalização, seguido de tanque de retenção de óleos e por fim passando por uma membrana de ultra filtração. Obtendo desse sistema um efluente com 10 mg.L.⁻¹ de DBO, o que possibilita diversos usos como em torres de resfriamento, lavagem de caminhões de carga de frango, aspersores de água em frango vivo.

A partir de alguns estudos feitos pela Sabesp, citado por Mancuso (2001), a empresa decidiu pelo investimento em unidades de produção de água para reúso não potável industrial, onde a maior parte da vazão tratada seria destinada à torres de resfriamento. Segundo Mancuso e Santos (2003) há um grande número de casos bem-sucedidos de reúso de água em termelétricas nos Estados Unidos, em que a água de reúso é obtida de efluentes secundários de ETEs municipais, aos quais se aplica um tratamento adicional, dependendo do caso, como correção de pH, adição de inibidor de corrosão, abrandamento.

Nos sistemas de resfriamento com recirculação, a água utilizada retira calor do processo, em seguida libera esse calor, por evaporação ou em torres de resfriamento, e retorna ao processo. Neste circuito parte da água é perdida como vapor para a atmosfera e outra deve ser descartada para evitar acúmulo de sais, o que obriga a introdução contínua de água de reposição (MANCUSO E SANTOS, 2003).

Vários problemas são associados à qualidade da água como incrustação, corrosão, crescimento biológico, formação de espumas, os quais devem ser controlados na água de reposição com tratamento químico e através do número de ciclos de concentração. Mancuso e Santos (2003) fornecem padrões de qualidade de água de reposição em torres de resfriamento, de acordo com tabela a seguir.

Tabela 2 – Padrões de qualidade de água de reposição em torres de resfriamento

Parâmetro	Padrão
Cloretos	500 mg.L ⁻¹ Cl ⁻¹
STD	500 mg.L ⁻¹
Dureza	650 mg.L ⁻¹ CaCO ₃
Alcalinidade	350 mg.L ⁻¹ CaCO ₃
pH	6,0-9,0 mg.L ⁻¹
DQO	75 mg.L ⁻¹ O ₂
DBO	25 mg.L ⁻¹ O ₂

O reúso de água em torres de resfriamento vem sendo bastante disseminado, já que esta água não entra em contato direto com produto, garantindo segurança alimentar; o efluente deve ter qualidade tal que não comprometa os equipamentos.

CONCLUSÃO

A racionalização do uso da água está entre os princípios básicos do desenvolvimento sustentável, requer mudança de hábitos, costumes ou processos e pode ser aplicada a qualquer atividade humana.

No setor industrial, a racionalização do uso da água passa pela gestão ambiental exigindo uma avaliação mais completa dos processos produtivos, devendo haver uma integração entre o processo principal e os auxiliares, geralmente requer mudança de procedimentos operacionais e implica na busca de novas tecnologias nos métodos de produção e no tratamento de efluentes.

O gerenciamento de recursos hídricos em uma planta industrial, objetivando minimização ou reúso, inicia-se com o plano de setorização e identificação do micro e macro-fluxo das correntes de água e efluentes. A decisão sobre os locais de reúso deve ser baseada em pontos de maior consumo e com carga orgânica moderada, para posterior adequação dos processos e sistemas hidráulicos de acordo com os usos pretendidos.

Sabendo que um sistema de gestão deve ser melhorado continuamente, é imprescindível manter supervisores e operários capacitados, rotinas de manutenção e monitoramentos constantes. Aperfeiçoar os usos e economizar água pode ser um bom negócio para a indústria.

BIBLIOGRAFIA

- 1.ABRAHAM, M, GOLDFREIND, J. “*Sistema de gestão ambiental e seis sigma: projetos de redução do consumo de água*”. Revista Meio Ambiente Industrial. São Paulo, edição 62, p. 102-103, jul./ago. 2006.
- 2.BRAILE, P. M, CAVALCANTI, J. E. W. A. *Manual de tratamento de águas residuárias industriais*. São Paulo: Cetesb, 1993.
- 3.BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria nº 210 de 10 de novembro de 1998. Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-sanitária de Carne de Aves. *Diário Oficial da União*, Brasília, 26 nov. 1998.
- 4.BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Circular número 175 de 16 de maio de 2005. Procedimentos de Verificação dos programas de Autocontrole. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2005.
- 5.CASANI, S; ROUHANY, M; KNOCHER, S. “*A discussion paper on challenges and limitations to water reuse and hygiene in the food industry*”. **Water Research**, v. 39, p. 1134-1146, 2005.

6. CORDEIRO, E. “*A estratégia seis sigma e o meio ambiente*”. Revista Meio Ambiente Industrial, São Paulo, edição 57, p. 44, set./out. 2005.
7. DALLAGO, R. C. DAMASCENO, S. MEES, J.B.R. ASSIS, T. MACHADO, F. *Influência de Diferentes Concentrações de Nitrogênio Amoniacal no Processo de Nitrificação e Desnitrificação de Efluente Avícola*. XXXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2 a 6 de agosto 2009. Juazeiro (BA)/Petrolina (PE).
8. DAMASCENO, G.; MEES, J.B.R.; COSTA JÚNIOR, I.L.; BALDESSAR, V.T.; SHUMMAN, M.S. “*Caracterização e readequação de sistema de tratamento de efluentes de frigorífico de aves*”. in Anais do I Simpósio Internacional sobre gerenciamento de resíduos de animais, Florianópolis, Mar. 2009, p. 538-542.
9. FÉRES, J. “*Reúso industrial da água na bacia do rio Paraíba do Sul*”. Revista Meio Ambiente Industrial, São Paulo, edição 68, p. 90-93, jul./ago. 2007.
10. HESPANHOL, I. coordenador. *Manual de conservação e reúso da água na indústria*. Rio de Janeiro: DIM, 2006.
11. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Produção de frango em 2008*. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_200804comentarios.pdf. Acesso em: 18/05/2009.
12. LUIZ, D.B. *Gerenciamento hídrico em frigorífico*. Florianópolis, 2007. 115p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina.
13. MACÊDO, J. A. B. de. *Otimização de uso da água na avicultura*. Conferência APINCO, 2006, Santos, São Paulo.
14. MANCUSO, P. C. S. *Reúso para torres de resfriamento*. SP, 2001
15. MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. dos. *Reúso de água*. Barueri, SP: Manole, 2003.
16. MATSUMURA, E.M., MIERZWA, J.C.. “*Water conservation and reuse in poultry processing plant—A case study*”. Resources, Conservation and Recycling. Elsevier, v. 52, p.835–842, 2008
17. MAVROV, V.; BÉLIÈRES, E.. “*Reduction of water consumption and wastewater quantities in the food industry by water recycling using membrane processes*”. **Desalination**, v. 131, p. 75–86, 2000.
18. MAVROV, V.; CHMIEL, H.; BÉLIÈRES, E.. “*Spent process water desalination and organic removal by membranes for water reuse in the food industry*”. **Desalination**, v.138, p. 65–74, 2001.
19. MILARÉ, E., *Direito do Ambiente*. 3ª edição. Editora Revista dos Tribunais, 2004.
20. NARDI, I. R. et al. “*Análise de séries temporais na operação de sistema de tratamento de água residuária de abatedouro de frango*”. Engenharia Sanitária e Ambiental. V. 10, n. 4, p. 339-446, out-dez 2005.

21. NASCIMENTO, F. C.. “*Avaliação de desempenho ambiental e melhoria contínua*”. Revista Meio Ambiente Industrial. São Paulo, edição 62, p. 26-29, jul./ago. 2006.
20. PORTO-GONCALVES, C. W.. *A globalização da natureza e a natureza da globalização*. Rio de Janeiro, 2006.
23. RIELLA, H. G. e GERLOFF, J. “*Descarga Zero nos tanques de pré-resfriamento de carcaças de aves*”in Anais do I Simpósio Internacional sobre gerenciamento de resíduos de animais, Florianópolis, Mar. 2009, p. 543-549.
24. SAUTCHÜK, C. A. *Conservação e Reúso de água: Manual de orientações para o setor industrial*. Federação e Centro das Indústrias do Estado de São Paulo – Fiesp/Ciesp, v. 1, 2005.
25. SCARASSATI, D. et al. *Tratamento de Efluentes de Matadouros e Frigoríficos*. In: III Fórum de Estudos Contábeis, 2003, Rio Claro. Anais do III Fórum de Estudos Contábeis, 2003.
26. SCHOENHALS, M. et al. “*Avaliação da eficiência do processo de coagulação/flotação aplicado como tratamento primário de efluente de abatedouro de frangos*”. Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal. V.3, p. 05-24, 2006.
27. SENAI, SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. *Princípios Básicos de Produção mais Limpa em Matadouros Frigoríficos*. 1.ed. Coord. Paulo Fernando Presser. Porto Alegre: 2003. 59p.
28. VILAS BOAS, E. V. B. *Manejo de Resíduos da Agroindústria*. 1ed. Lavras:UFLA/ FAEPE. 2001.