

Tendências no processamento de frangos de corte: uso racional da água

Trends in processing broiler: rational use of water

Ricardo Lacava Bailone¹, Roberto Oliveira Roça¹

RESUMO

Atualmente o uso racional da água vem sendo tema de discussão perante órgãos governamentais e não governamentais ao redor do mundo. Seguindo essa tendência, leis cada vez mais severas devem ser implantadas em relação ao uso desse bem natural. Em um frigorífico de frango, o uso da água ocorre de forma generalizada ao longo de todo o processo industrial. Nesse contexto, o atual estudo teve o objetivo de comparar o consumo de água em um frigorífico brasileiro de frangos de corte (grande porte) com modelos já propostos e utilizados em outros países com o intuito de identificar soluções para mitigar perdas provenientes de sua má gestão. Concluiu-se que alterações em alguns pontos-chave do processamento possibilitariam à indústria o uso mais sustentável da água, como substituição da eletrólise por insensibilização a gás, diminuição da dimensão do tanque de escaldagem ou mudança no processo, substituição do pré-resfriamento por imersão em água por pré-resfriamento a ar, redução da renovação de água nos tanques resfriadores, alterações no sistema de geração do frio em ambientes climatizados, assim como o reúso total ou parcial da água.

Palavras-chave: sustentabilidade; consumo; carne; produção; ave.

ABSTRACT

Currently, rational use of water has been the subject of discussion of government agencies and non-governmental organizations around the world. Following this trend, increasingly stringent laws should be implemented regarding the use of this natural asset. In a broiler slaughterhouse, water usage occurs widely along the entire flowchart. In this context, the present study aimed to compare consumption of water within a broiler slaughterhouse (large size) with models already proposed and used in other countries in order to identify solutions to mitigate losses from mismanagement. It follows that changes in a few key points of the process would give the industry a more sustainable use of water, like replacement of electrification by stunning gas, decreasing of the size of the scalding tank or changing in the process, replacement of pre-cooling by water immersion for pre-cooling by air, decreasing of the water renewal in cooling tanks, changes in the cold generator system in air-conditioned environments, as well as the total or partial reuse of water.

Keywords: sustainability; consumption; meat; production; poultry.

INTRODUÇÃO

A água, cada vez mais escassa em boa qualidade, passou a ser tema de pauta nos últimos anos em nosso país, contudo a realidade no Brasil ainda é contraditória em relação à de outras nações que sofrem há tempos com o seu racionamento, como Japão e Israel, que já fazem uso mais consciente da água, inserido em sua própria cultura por meio da educação ambiental. Empresas brasileiras muitas vezes constroem suas plantas frigoríficas sobre aquíferos e solicitam a outorga da água subterrânea, que supre a necessidade da indústria sem grandes custos, mediante a perfuração de poços artesianos ou semiartesianos, com custo e fiscalização variando em cada estado, gerando muitos debates e prejuízos ambientais. Porém, não são raros os casos

em que a captação da água está cada vez mais trabalhosa e custosa. Ou seja, está cada vez mais profunda a escavação para encontrá-la no lençol freático. Adicionalmente, a tributação desse bem está cada vez mais onerosa e alterações devem ocorrer nos próximos anos para que seu uso seja realizado de forma racional e sustentável.

Em um frigorífico de aves, o consumo de água é explícito e exagerado quando comparado aos moldes estruturais de sustentabilidade previstos neste novo começo de século, começando no galpão de espera de aves vivas, onde estas são obrigadas a ficar ao abrigo do sol e com ventilação e umidade adequadas. Sendo assim, umidificadores e aspersores são postos em uso durante praticamente o turno inteiro de trabalho, assim como após o abate, quando já começam

¹Doutorando pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp) - Botucatu (SP), Brasil - e pela Harper Adams University - Newport, Reino Unido.

Endereço para correspondência: Ricardo Lacava Bailone - Rua Joaquim de Meira Botelho, 320 - Samambaia - 13.565-580 - São Carlos (SP), Brasil -

E-mail: ricardo.bailone@agricultura.gov.br

Recebido: 21/06/15 - Aceito: 20/04/16 - Reg. ABES: 154650

a chegar os animais para o próximo dia. Ainda, do lado de fora das instalações frigoríficas, após as aves vivas serem descarregadas, caminhões são higienizados com água hiperclorada e as gaiolas vazias passam por lavagem manual ou mecânica.

Já dentro da sala de pendura, durante a insensibilização, realizada no Brasil comumente por eletronarçose, as aves, penduradas pelos pés, são submergidas na cuba de insensibilização. A corrente elétrica (de amperagem e voltagem controladas) passa por esse compartimento cheio de água, insensibilizando as aves, que seguem para a sangria, realizada pelo corte do pescoço (artéria carótida e veia jugular) por meio de serra giratória, que possui sistema de autolavagem. Feita a sangria, as carcaças são encaminhadas à sala de escaldagem, onde o primeiro passo é a passagem das aves pelo tanque escaldador, repleto de água a uma temperatura próxima a 60°C, com renovação constante ao longo de todo o processo, de maneira que em cada turno de oito horas de trabalho seja renovado o correspondente ao seu volume total (BRASIL, 1998). Ainda nesse setor, considerado *área suja*, o consumo continua de forma bastante acentuada com a autolavagem de outros maquinários, tais como depenadeira, cortadores de pés, cortadores de cabeça, entre outros, específicos para cada planta.

Antes de adentrarem na sala de evisceração, já considerada *área limpa*, as carcaças são obrigatoriamente lavadas em chuveiros de aspersão dotados de água sob adequada pressão, com jatos orientados em sentido para que toda carcaça seja lavada em uma proporção mínima de 1,5 L/carcaça (BRASIL, 1998). Nessa parte do processo, uma série de maquinários possui saídas de água para sua autolavagem, a qual é constante durante todo o processo, como extrator de cloaca, extrator de vísceras, extrator de pulmões, por exemplo. Desse ponto em diante, vísceras seguem para a sala de miúdos e as carcaças para o pré-resfriamento, realizado em dois tanques de água gelada e/ou com gelo. O primeiro é chamado de *pré-chiller* e o segundo de *chiller*, com renovação constante mínima de 1,5 L/carcaça no *pré-chiller* e de 1,0 L/carcaça no *chiller*, conforme preconizado pela Portaria n.º 210 (BRASIL, 1998). Já na sala de desossa, o uso da água é mais ponderado, aplicado apenas para a higienização e esterilização de facas. Da mesma forma no setor da embalagem, em que o ambiente quase não envolve o uso de água, a não ser no procedimento padrão de higiene pré-operacional e operacional e no procedimento sanitário operacional.

Nos setores adjacentes, como sala de miúdos, três *chillers* menores fazem o resfriamento da moela, do fígado e do coração, com renovação de água constante mínima na proporção de 1,5 L/kg por miúdo (BRASIL, 1998). Os maquinários, tais como separadores de vísceras e extratores de cutícula da moela, possuem saídas de água para autolavagem. No setor de pés, outro *chiller* de menor tamanho, com renovação constante mínima de 1,5 L/kg de pés, faz o

resfriamento da iguaria, comumente exportada para países asiáticos. Na sala de carne mecanicamente separada (CMS), o uso da água é moderado, apenas para limpeza e higienização. Temos ainda a sala de lavagem de caixas de produtos comestíveis e não comestíveis, cujo uso relativo atende à demanda da velocidade e progressão do abate. Na maioria dos abatedouros há ainda a fábrica de gelo, utilizada para resfriar os tanques de imersão, assim como os produtos *in natura* que ainda estão sendo processados, antes de receberem a embalagem primária. Além disso, temos as barreiras sanitárias, refeitórios, vestiários e sanitários, que para um estabelecimento de grande porte gera grande quantidade de efluentes.

Já nos ambientes climatizados, tais como sala de desossa, antecâmara e expedição, usa-se a água para resfriar a amônia e produzir frio, gerado pela sala de máquinas. Os sistemas de refrigeração por amônia, comumente utilizados, consistem em uma série de vasos e tubulações interconectados em sistema fechado que comprimem e bombeiam o refrigerante para um ou mais ambiente com a finalidade de resfriá-los ou congelá-los a uma temperatura específica. Sua complexidade varia tanto em função do tamanho dos ambientes quanto em função das temperaturas a serem atingidas. No sistema de resfriamento por amônia, o condensador é formado por uma série de tubos de diversos diâmetros, unidos em curvas, podendo ser dotados exteriormente de hélices que garantem o mais perfeito aproveitamento das superfícies de contato. A amônia é resfriada por uma corrente de água em seu exterior, contudo, nas pequenas instalações, o resfriamento é normalmente feito pelo próprio ar atmosférico. A amônia gasosa vinda do compressor liquefaz-se ao entrar em contato com a temperatura fria do condensador, sendo em seguida encaminhada para um depósito, de onde passa para o evaporador (BRASIL, 2005).

A legislação atual que vigora nos estabelecimentos processadores de frangos em relação ao uso da água vai em direção oposta à do cenário atual, em que muito se fala de questões ambientais. Mesmo o Brasil tendo grande disponibilidade de água, observou-se nos últimos anos que reservatórios de água disponíveis nas grandes cidades atingiram níveis preocupantes. De acordo com Rebouças (2003), a prostração política dos governos agrava substancialmente a crise da água no mundo em geral, e no Brasil particularmente, sobretudo no que se refere ao desenvolvimento necessário e urgente de uma gestão integrada da água disponível. Todavia, o número de exemplos positivos é crescente nos países desenvolvidos, sobretudo de que o uso atual cada vez mais eficiente da água disponível representa a alternativa mais barata para a solução dos problemas futuros de abastecimento nas cidades.

A Portaria nº210 (BRASIL, 1998), que regulamenta a inspeção tecnológica e higiênico-sanitária de carne de aves, entrou em vigor em 1998 em âmbito federal, época em que ainda leis de caráter ambiental não tinham a mesma relevância que é dada nos dias atuais.

Uma revisão de artigos relacionados ao uso da água pode abrir uma série de opções ao beneficiador, possibilitando a otimização desse bem sem prejudicar o consumidor nem a qualidade do produto final.

Nesse contexto, o atual estudo teve como objetivo reportar o consumo de água em um frigorífico brasileiro processador de frangos de corte (grande porte) com os maquinários e processos mais relevantes, comparando tal sistema com modelos já propostos e utilizados em outros países, com o intuito de identificar soluções para mitigar perdas provenientes da má gestão da água nesses estabelecimentos.

METODOLOGIA

O estudo foi conduzido em um frigorífico processador de frangos de corte situado na região centro-leste do estado de São Paulo, com abate diário médio de 100 mil aves/dia em um único turno, velocidade média de matança de 10 mil aves/hora e sob supervisão do Serviço de Inspeção Federal.

Foram mensuradas as dimensões dos principais equipamentos ao longo do processamento de frangos de corte, como: cuba de insensibilização, tanque de escaldagem, tanques de pré-resfriamento de carcaças (*pré-chiller* e *chiller*) e de miúdos/pés (*chillers* menores), assim como suas respectivas renovações de água mínima obrigatória durante todo o processo, fundamentadas pela Portaria nº 210 (BRASIL, 1998). Posteriormente, cálculo hipotético foi conjecturado por meio de modelos propostos por outros países para então ser mensurada a economia de água nesse mesmo estabelecimento, caso inseridas tais modificações.

O peso médio das carcaças usadas para os cálculos foi de 2,6 kg. Para mensurar a relação do peso das vísceras (coração, fígado e moela) e pés quanto ao peso da carcaça, foram realizados a pesagem e o cálculo da média de cem exemplares de cada miúdo ou pé, e calculou-se a razão pelo peso médio de carcaça do lote, obtendo-se assim a porcentagem de peso correspondente de cada elemento no tocante à carcaça. Esses dados foram utilizados para o cálculo do uso da água empregada na renovação constante dos respectivos *chillers* de vísceras e pés. Para o cálculo das vazões, utilizou-se a Portaria nº 210 (BRASIL, 1998) como referência.

RESULTADOS

Cálculos dos principais volumes de água utilizados nos maquinários mais relevantes durante todo o processo de abate foram mensurados. Iniciando-se pela cuba de insensibilização (no setor de pendura de aves) com 3,5 m de comprimento \times 0,5 m de altura \times 0,3 m de largura, totalizando capacidade de 0,525 m³ de água residente em seu interior. O tanque escaldador (na sala de escaldagem) com 11 m de comprimento \times 1,7 m de altura \times 0,7 m de

largura, com capacidade de 13,09 m³ de água. *Pré-chiller* com 12m de comprimento \times 2 m de diâmetro e capacidade de 18,84 m³ de água residente em seu interior. *Chiller* com 16 m de comprimento \times 2 m de diâmetro e capacidade de 25,12 m³ de água residente em seu interior. *Chillers* de miúdos (totalizando três) com 3 m de comprimento \times 0,8 m de diâmetro e capacidade de 0,753 m³ de água residente em seu interior, o qual multiplicado por três dá 2,26 m³ de água gastos para preenchimento dos três tanques. Por último, o *chiller* de pés, medindo 3 m de comprimento \times 1,3 m de diâmetro, com capacidade de 1,99 m³ de água em seu interior.

Somando-se o volume de água necessário para encher todos esses tanques antes do começo do abate, o valor total é de 61,825 m³, contudo ainda há a água de renovação constante, preconizada pela Portaria nº 210 (BRASIL, 1998), que para um abate de 100 mil aves/dia é de 0,00 m³ para a cuba de insensibilização (visto que esta não necessita de renovação de água), de 13,09 m³ para o tanque de escaldagem (renovação total do tanque a cada turno de trabalho); 150 m³ para o chuveiro final de carcaças (1,5 L/carcaça); 150 m³ para o *pré-chiller* (1,5 L/carcaça); 100 m³ para o *chiller* (1,0 L/carcaça); 2,30 m³ para o *chiller* de coração (1,5 L/kg de víscera); 9,36 m³ para o *chiller* de fígado (1,5 L/kg de víscera); 4,80 m³ para o *chiller* de moela (1,5 L/kg de víscera) e 15,44 m³ (1,5 L/kg de pé) para o *chiller* de pés, totalizando 444,99 m³ de água, quantidade muito superior quando comparada somente ao enchimento dos tanques (61,825 m³), que representou apenas 12% desses gastos.

Para o cálculo de quilos de miúdos por carcaça (média de 2,6 kg), estipulou-se por cálculos prévios que o coração represente 0,59% do peso da carcaça, o fígado 2,4%, a moela 1,23%, os pés representam 3,96% e o pescoço represente 5,20% do peso da carcaça. Neste estudo, em um abate de 100 mil aves/dia, foram processados diariamente, com média de peso de carcaças de 2,6 kg: 1.534 kg de coração, 6.240 kg de fígado, 3.198 kg de moela, 10.296 kg de pés e 13.520 kg de pescoço. Visto que o frigorífico em análise não trabalha com *chiller* de pescoço (condenado à graxaria), este foi descartado da contabilização.

Totalizando o consumo de água presente somente nesses processos relatados, obteve-se o valor de 506,815 m³/dia, que em um mês de trabalho (22 dias úteis) corresponderia a 11.149,93 m³. Aqui, tomamos por base apenas os parâmetros já descritos anteriormente, contudo, de acordo com a Agrodefesa (2013), o consumo médio de água em matadouros avícolas pode ser calculado tomando-se por base o volume de 30 L de água por ave abatida, incluindo-se o consumo em todas as seções do matadouro. Portanto, para um frigorífico que processa 100 mil aves/dia, esse consumo é estimado em 3.000 m³/dia, o que, subtraídos 506,815 m³ (preenchimento dos tanques e renovação constante de água na atual investigação), daria o montante remanescente de 2.493,150 m³ (83% do total) usado nos

demais processos, como, por exemplo, recepção de aves, lavagem de caminhões, barreiras sanitárias, autolavagem do maquinário, sistema de resfriamento de ambientes climatizados, limpeza e higienização de instalações, pessoal, equipamentos e utensílios, entre outros.

DISCUSSÃO

Pelo rápido avanço tecnológico do setor avícola mundial, tecnologias devem ser trazidas ao Brasil para aprimoramento de nosso processo industrial e aumento da competitividade, seguindo tendências globais. Sendo assim, algumas alterações poderiam ser realizadas nesse frigorífico de frangos de corte por meio de modelos já propostos e utilizados em outros países de modo a mitigar o consumo e desperdício de água. Tais pontos são destacados individualmente adiante.

Insensibilização

No Brasil, a insensibilização das aves de corte é preconizada pela Instrução Normativa nº 3 (BRASIL, 2000) e Portaria nº 210 (BRASIL, 1998), sendo realizada mediante a aplicação de uma corrente elétrica nas aves por intermédio de imersão em água com voltagem e amperagem controladas, denominada eletronarcose. Contudo outros métodos de insensibilização já vêm sendo utilizados por outros países, tal como a insensibilização a gás, que consiste no emprego de uma atmosfera modificada controlada (mistura de O₂, N₂ e CO₂), em que após o atordoamento as aves são abatidas por sangria (GERRITZEN *et al.*, 2013).

O uso dessa atmosfera modificada controlada como método de insensibilização tem sido reconhecido por governos e organizações de proteção aos animais em toda a Europa como uma alternativa aceitável para substituir a eletronarcose pela imersão em água (EUROPEAN COMMISSION, 1993; EUROPEAN UNION, 2009). Além da economia de água, ainda abrange a questão do bem-estar animal. Na Holanda, por conta da baixa eficiência de insensibilização de aves pela eletronarcose por imersão em água, esse método vem sendo substituído pela insensibilização por atmosfera modificada (GERRITZEN *et al.*, 2013). De acordo com Gerritzen *et al.* (2013), o desafio é encontrar o equilíbrio aceitável entre a intensidade e duração do atordoamento para que se promova o mínimo de sofrimento aos animais. Os autores mostram, em seu estudo, que para frangos insensibilizados por exposição a concentrações de CO₂ (aumentado gradualmente em duas fases) o atordoamento foi eficaz em todas as aves.

Diminuição da dimensão do tanque de escaldagem ou substituição do processo convencional

A escaldagem deve obrigatoriamente ser executada logo após o término da sangria, sob condições definidas de temperatura e tempo,

ajustadas às características das aves em processamento (BRASIL, 1998). De acordo com o binômio tempo/temperatura, estudos devem ser conduzidos no sentido de diminuir a dimensão do tanque de escaldagem. Isso deve ser feito testando diferentes temperaturas de água e tempos de imersão das carcaças nas águas do tanque, sem que as carcaças atinjam temperaturas muito elevadas a ponto de ocasionar escaldagem excessiva — o que levaria à condenação parcial ou total pelo Serviço de Inspeção Federal. Além disso, também não devem atingir temperaturas muito inferiores a ponto de não promover a escaldagem eficiente para a abertura dos folículos pilosos das carcaças, possibilitando a retirada mais eficaz das penas após a saída do tanque.

Apesar do crescimento tecnológico na área de processamento de frangos, o princípio físico que rege o processo de escaldagem industrial é o mesmo que rege o processo doméstico, contudo outros métodos de escaldagem de aves menos utilizados são permitidos pela Portaria nº 210 (BRASIL, 1998), como a escaldagem por pulverização de água quente e vapor, assim como a escaldagem por imersão em tanque com água aquecida por vapor. Desse modo, estudos na área de engenharia industrial devem ser conduzidos buscando formas alternativas e menos retrógradas de conduzir o processo de escaldagem, não somente com o intuito de mitigar o desperdício da água, como também de diminuir contaminações cruzadas, visto que a água do tanque de escaldagem serve de veículo para propagação de zoonoses alimentares, como *Salmonella* e *Campylobacter*.

Pré-resfriamento

A contaminação fecal é o principal veículo de agentes patogênicos de origem alimentar e, quando presente nas carcaças, o contato extensivo direto das aves via pré-resfriamento por imersão pode resultar em contaminação cruzada. No entanto alguns pesquisadores observaram que a carga microbiana total das carcaças de frango pode ser reduzida nesse mesmo sistema de resfriamento em função do efeito de lavagem de água de contracorrente do fluxo, agitação e cloração da água (BILGILI *et al.*, 2002). Tal fato é corroborado também por outros estudos, que mostraram que a refrigeração por imersão em água reduz o número de bactérias aeróbias totais associadas a carcaças, coliformes, *Escherichia coli*, *Salmonellae* *Campylobacter* (NORTHCUTT *et al.*, 2003; 2008). Todavia, outros modelos de pré-resfriamento de carcaças estão sendo desenvolvidos e utilizados, como, por exemplo, pré-resfriamento das carcaças por ar refrigerado, em que a contaminação cruzada também pode ser reduzida, pois as carcaças são penduradas individualmente na linha sem o contato direto de uma com a outra (FLUCKEY *et al.*, 2003; JAMES *et al.*, 2006), contudo esse sistema de resfriamento a ar pode ser associado à aspersão de água sobre as carcaças, o que não é indicado. A pulverização de água sobre as carcaças durante a refrigeração a ar (não permitida na União Europeia) pode causar

aerossóis de bactérias que se espalham e resultam em contaminação cruzada pela corrente de ar (MEAD *et al.*, 2000).

Alguns autores afirmam que os produtos pré-resfriados por ar refrigerado (sem pulverização de água) têm melhor qualidade microbológica do que produtos pré-resfriados por imersão em água, pois o ar de refrigeração pode lesar ou matar as bactérias, como resultado da desidratação da superfície da pele durante a refrigeração (BERRANG *et al.*, 2008; CARROLL; ALVARADO, 2008). No que diz respeito aos dois sistemas (imersão em água e ar), embora as taxas de refrigeração em um sistema de imersão sejam geralmente muito mais rápidas do que as obtidas em um sistema de ar, o custo operacional é mais oneroso no sistema por imersão (JAMES *et al.*, 2006), bem como os custos de água e esgoto (HUEZO *et al.*, 2007).

Recentemente, o pré-resfriamento a ar refrigerado está ganhando popularidade nos Estados Unidos tanto por parte dos consumidores como por parte dos processadores, especialmente após a revisão dos regulamentos federais do país que restringem a retenção de umidade em carcaças de aves. Nesse sistema, o ar é soprado tanto internamente na cavidade abdominal como no exterior das carcaças penduradas à nória, melhorando a eficácia e uniformidade de refrigeração (BARBUT, 2002). Pré-resfriamento a ar refrigerado oferece grande potencial de melhoria da qualidade (menos contaminação cruzada e melhor palatabilidade), minimiza o consumo de água e reduz a gestão das águas residuais, representando redução dos gastos ao final do processo (MCKEE, 2001), embora possa haver perda de peso das carcaças entre 0,8 e 2,5% (HUEZO *et al.*, 2007).

Nos últimos anos, um sistema de pré-resfriamento (*combi in-line air chilling*) recém-desenvolvido no mercado da União Europeia vem sendo utilizado com o objetivo de produzir carcaças de aves de alta qualidade, combinando benefícios e reduzindo as desvantagens desses dois sistemas (pré-resfriamento por imersão e por ar refrigerado). Essa nova tecnologia de refrigeração movimentou as carcaças individualmente nas nórias, imergindo-as em água contracorrente, seguida de ar frio. Pesquisas recentes mostraram que esse sistema combinado economiza o uso de água (até 95%) e os custos de energia (até 45%), ao contrário do sistema de refrigeração por imersão, que tem o maior consumo de energia e de água. *Combi in-line air chilling* tem alta eficiência de refrigeração e produz diminuição rápida na temperatura da carcaça, sendo que produtos refrigerados com esse sistema têm vida de prateleira longa e de alta qualidade (TOPKIP, 2015). De acordo com Demirok *et al.* (2013), esse sistema de refrigeração foi comparado com o atual sistema de imersão em água gelada (sistema mais frequentemente utilizado nos Estados Unidos) quando se consideram qualidade e segurança do produto final.

Desse modo, estudos devem ser conduzidos no Brasil nesse sentido para que as empresas comecem a acompanhar tendências internacionais de instituições de referência, não apenas para

o pré-resfriamento das carcaças, como também para miúdos e pés, em que atualmente a presença dos *chillers* por imersão em água se faz obrigatória. Sugere-se neste estudo a substituição do atual sistema brasileiro de pré-resfriamento por imersão em água por sistemas mais avançados, como pré-resfriamento por ar refrigerado.

Diminuição da vazão na renovação obrigatória constante de água

Além da dimensão dos tanques, outro ponto relevante em que ocorre grande uso da água é na renovação constante obrigatória de algumas saídas de água, tais como: tanque de escaldagem, chuveiro de lavagem final das carcaças, *chillers* dos miúdos e pés, pré-*chiller* e *chiller*. A Portaria n.º 210 (BRASIL, 1998) estabelece renovação constante distinta para cada um desses processos, como já detalhado anteriormente, contudo os processos de controle de contaminação em 1998 eram mais retrógrados e escassos do que os atuais. Sendo assim, existem atualmente modos de controlar a temperatura e a qualidade da água residente nesses tanques de maneiras alternativas. O uso da água hiperclorada até 5 ppm mitiga a contaminação cruzada desses produtos e subprodutos no tanque, assim como fábricas de gelo no próprio estabelecimento permitem manter essas águas em temperaturas mais baixas, proporcionando efetiva troca de calor e consequente redução da temperatura dos produtos abaixo de 7°C. Enquanto no Brasil a temperatura máxima de saída das carcaças do sistema de pré-resfriamento é de 7°C (BRASIL, 1998), em países como Inglaterra esse valor é de 4°C, mostrando que é possível a redução nos valores de referência da atual legislação brasileira.

Sistema gerador de frio industrial

No sistema de refrigeração, existem dois tipos de condensadores de amônia: os que podem ser resfriados por água (mais comumente usados) e os que são resfriados a ar. Mesmo que os resfriados pela água sejam mais eficientes na queda de temperatura, assim como na capacidade de resfriamento em abatedouros de grande porte, os condensadores resfriados pelo ar também podem ser muito efetivos. Os condensadores resfriados a ar são normalmente utilizados como parte integrante de unidades de pequena ou média capacidade, contudo podem ser empregados em grandes plantas em ambientes climatizados que não exijam temperaturas abaixo de 10°C, como, por exemplo, sala de desossa, para a qual a legislação prevê temperatura máxima de 12°C (BRASIL, 1998). Grandes condensadores a ar também podem ser aplicados nas situações em que a utilização de sistemas resfriados a água não é econômica em função do alto custo ou da indisponibilidade da água (SILVA, 2005). Pesquisas na área de engenharia industrial devem ser direcionadas no sentido de conseguir tornar o sistema de refrigeração por amônia resfriado a ar mais efetivo, substituindo-se assim o modelo atual.

Reúso total ou parcial da água

A água tem na maioria dos processos industriais uma ampla gama de aplicações. Sendo assim, processos e sistemas industriais estão cada vez mais sujeitos a rigorosas leis ambientais relacionadas à descarga de efluentes. A frequência e o ritmo das mudanças globais têm aumentado a necessidade de aprimorar a gestão da água e redução de efluentes. A adoção de técnicas de minimização do uso da água pode efetivamente reduzir a demanda global de água doce, utilizando processos que diminuam a quantidade de efluentes gerados, contribuindo para a redução do custo incorrido na aquisição de água fresca e no custo do tratamento de efluentes (KLEMES, 2012).

Segundo Zafar Adeel, presidente da Organização das Nações Unidas Água (ONUÁgua) (*apud* BICUDO; TUNDISI; SCHEUENSTUHL, 2010), a água, pelo impacto que exerce em nossas vidas, na sociedade, nos sistemas naturais e habitats merece um lugar mais central nos debates sobre temas como segurança alimentar e mudanças climáticas. Embora os custos de estrutura para tratamento dos efluentes industriais na própria indústria para o seu reúso sejam onerosos e complexos, sistemas de tratamento de efluentes convencionais por meio de lagoas de decantação também o são, além de eliminarem a água para o ambiente muitas vezes em condições inadequadas.

Na Europa, as duas últimas décadas têm testemunhado crescente escassez de água tanto em termos de quantidade quanto de qualidade e deterioração, o que levou muitos municípios a se conscientizarem para a utilização mais eficiente dos recursos hídricos, incluindo uma aceitação mais ampla das práticas de reutilização (BIXIO *et al.*, 2006). Na Holanda, a cobrança abrange águas subterrâneas e de autoabastecimento. São tributados consumidores ligados ao serviço público com consumo superior a 300 m³ por ligação/ano. Na Inglaterra e no País de Gales, as taxas de captação estão ligadas às licenças, calculadas em função da quantidade máxima de água a ser captada pelos consumidores (GODECKE, 2014). O setor da água na Europa está em fase de transição com oportunidades únicas para sua reutilização a serem implantadas como prática sustentável de acordo com um quadro de gestão integrada da água. Nesse contexto, muitas empresas já aderiram ao reúso total ou parcial desse bem natural. O sucesso dessa política de gestão integrada depende do indivíduo, de comunidades locais e de empresas, assim como, da centralização das regras e dos regulamentos, os quais no Brasil ainda são escassos. A fim de explorar plenamente o significativo potencial de reúso de água, são necessários arranjos institucionais, instrumentos econômicos e diretrizes mais claras de reutilização de água, assim como priorizar inovação tecnológica e estabelecimento de boas práticas (BIXIO *et al.*, 2006).

Cálculo hipotético

Com a substituição do método de insensibilização por eletronarcose para insensibilização a gás, seria desnecessário o uso da cuba de insensibilização, promovendo economia de 0,525 m³/dia. Assim, surge a sugestão de substituição do modelo atual de insensibilização brasileiro (eletronarcose) por modelos mais avançados, como insensibilização por atmosfera modificada, não só pela economia de água, mas também pelo bem-estar dos animais. Em relação ao tanque esquentador, caso reduzido de dimensão para 75% do tamanho convencional, no estabelecimento analisado geraria redução de 6,55 m³/dia, conforme pode ser visto na Tabela 1. No pré-resfriamento combinado (imersão em água, seguido de ar refrigerado), a economia de água poderia chegar a 95%, ou seja, multiplicando-se o valor gasto pelo sistema convencional por imersão em água (293,96 m³/dia) por 5%, chegaríamos ao valor de 14,70 m³/dia que seriam gastos nesse sistema mais moderno, promovendo economia diária de 279,26 m³.

Nos tanques resfriadores de pés, moela, fígado e coração, mantendo-se as mesmas dimensões dos tanques, a vazão da renovação de água poderia ser reduzida de 1,5 L/kg de víscera para 1 L/kg. Para isso, teríamos que trabalhar com uma temperatura de água mais fria (abaixo de 4°C) para compensar a troca de calor por conta da quantidade reduzida de renovação, promovendo economia de 33% nessa etapa. Como no modelo convencional o gasto foi de 36,15 m³/dia (renovação e preenchimento dos chillers), passaria a ser 25,51 m³/dia (Tabela 1).

Para o dimensionamento do uso de água pelo sistema gerador de frio (amônia resfriada por água ou ar), assim como para a economia de água em uma empresa que adota o seu reúso (parcial ou total), cálculos mais complexos seriam necessários. Entre os itens analisados, a economia mais expressiva no uso da água foi observada no sistema de pré-resfriamento de carcaças, em que os gastos no sistema combinado (imersão em água, seguido de ar refrigerado) representaram apenas 5% do gasto no sistema convencional (imersão em água). Como resultados deste estudo, aplicando-se as alterações propostas, a economia de água nos processos averiguados seria capaz de alcançar 80%, a qual

Tabela 1 - Cálculos de economia de água em um sistema brasileiro convencional e em um sistema conjecturado de abate de 100 mil aves/dia.

	Convencional	Conjecturado	Economia
Cuba de insensibilização	0,525 m ³ /dia	0,00 m ³ /dia	0,525 m ³ /dia
Tanque esquentador	26,180 m ³ /dia	19,63 m ³ /dia	6,550 m ³ /dia
Pré-resfriamento (<i>pré-chillere chiller</i>)	293,960 m ³ /dia	14,70 m ³ /dia	279,260 m ³ /dia
Tanques resfriadores (<i>demais chillers</i>)	36,150 m ³ /dia	25,51 m ³ /dia	10,640 m ³ /dia
Total	356,815 m ³ /dia	59,84 m ³ /dia	296,975 m ³ /dia

dependendo da tributação desse bem natural poderia representar redução dos custos de produção e aumento de competitividade, gerando uma receita a ser investida na própria empresa.

CONCLUSÕES

Com a escassez atual da água em diversas regiões brasileiras, assim como previsões desfavoráveis para as próximas décadas, empresas devem adequar-se a essa realidade para continuar atuando no setor de processamento de frangos de corte, antecipando seus meios de ações para possíveis mudanças. Sugerem-se alterações em alguns pontos-chave do processamento, o que poderia representar 80% de economia no consumo de água nessas etapas, tais como:

- insensibilização por eletronarcose substituída por insensibilização a gás;
- diminuição da dimensão do tanque de escaldagem ou mudança no processo convencional;
- substituição do pré-resfriamento por imersão em água por pré-resfriamento a ar refrigerado;
- diminuição da renovação de água nos tanques resfriadores;
- alterações no sistema de geração do frio em ambientes climatizados;
- reúso total ou parcial da água.

Tais sugestões possibilitariam à indústria um uso mais sustentável da água, assim como economia para a empresa e possível agregação de valor no produto final (sustentabilidade).

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA GOIÂNIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA - AGRODEFESA. (2013) *Gerência de inspeção produtos de origem animal: normas de construção abatedouro de aves*. Disponível em: <http://www.agrodefesa.go.gov.br/index.php/publicacoes/insp-areas-atuacao/88-abatedouro-de-aves/file>. Acesso em: 10 jun. 2015.
- BARBUT, S. (2002) Primary processing of poultry. In: BARBUT, S. (ed.) *Poultry Products Processing: An Industry Guide*. Boca Raton: CRC Press LLC. p. 81-107.
- BERRANG, M.E.; MEINERSMANN, R.J.; SMITH, D.P.; ZHUANG, H. (2008) The effect of chilling in cold air or ice water on the microbiological quality of broiler carcasses and the population of *Campylobacter*. *Poultry Science*, v. 87, n. 5, p. 992-998.
- BICUDO, C.E.M.; TUNDISI, J.C.; SCHEUENSTUHL, M.C.B. (2010) *Águas do Brasil: Análises Estratégicas*. São Paulo: Instituto de Botânica. 224 p.
- BILGILI, S.F.; WALDROUP, A.L.; ZELENKA, D.; MARION, J.E. (2002) Visible ingesta on prechill carcasses does not affect the microbiological quality of broiler carcasses after immersion chilling. *The Journal of Applied Poultry Research*, v. 11, n. 3, p. 233-238.
- BIXIO, D.; THOEYE, C.; DE KONING, J.; JOKSIMOVIC, D.; SAVIC, D.; WINTGENS, T.; MELIN, T. (2006) Wastewater reuse in Europe. *Desalination*, v. 187, n. 1-3, p.89-101.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. (2005) *Nota técnica nº 03/2004: Refrigeração industrial por amônia: riscos, segurança e auditoria fiscal*. Brasília.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2000) *Instrução Normativa nº 3, de 17 de janeiro de 2000*. Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. Brasília.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (1998) *Portaria nº 210 de 10 de novembro de 1998*. Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária de Carne de Aves. Brasília.
- CARROLL, C.D.; ALVARADO, C.Z. (2008) Comparison of air and immersion chilling on meat quality and shelf life of marinated broiler breast fillets. *Poultry Science*, v. 87, n. 2, p. 368-372.
- DEMIROK, E.; VELUZ, G.; STUYVENBERG, W.V.; CASTANEDA, M.P.; BYRD, A.; ALVARADO, C.Z. (2013) Quality and safety of broiler meat in various chilling systems. *Poultry Science*, v. 92, n. 4, p. 1117-1126.
- EUROPEAN COMMISSION. (1993) Council directive 93/119/EC of 22 December 1993 on the protection of animals at the time of slaughter and killing. *Official Journal of European Union L*, v. 340, p. 21-34.
- EUROPEAN UNION. (2009) Council regulation (EC) no. 1099/2009 of 24 September 2009 on the protection of animals at the time of killing. *Official Journal of European Union L*, v. 303, p. 1-30.
- FLUCKEY, W.M.; SANCHEZ, M.X.; MCKEE, S.R.; SMITH, D.; PENDLETON, E.; BRASHEARS, M.M. (2003) Establishment of a microbiological profile for an air-chilling poultry operation in the United States. *Journal of Food Protection*, v. 66, n. 2, p. 272-279.
- GERRITZEN, M.A.; REIMERT, H.G.M.; HINDLE, V.A.; VERHOEVEN, M.T.W.; VEERKAMP, W.B. (2013) Multistage carbon dioxide gas stunning of broilers. *Poultry Science*, v. 92, n. 1, p. 41-50.
- GODECKE, M.V. (2014) Cobrança pelo uso da água: a experiência internacional e brasileira como referenciais para o Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*. v. 18, n. 1, p. 113-126.

HUEZO, R.; SMITH, D. P.; NORTHCUTT, J. K.; FLETCHER, D. L. (2007) Effect of immersion or dry air chilling on broiler carcass moisture retention and breast fillet functionality. *Journal of Applied Poultry Research*, v. 16, n. 4, p. 438-447.

JAMES, C.; VINCENT, C.; DE ANDRADE LIMA, T.I.; JAMES, S.J. (2006) The primary chilling of poultry carcasses—a review. *International Journal of Refrigeration*, v. 29, n. 6, p. 847-862.

KLEMES, J.J. (2012) Industrial water recycle/reuse. *Current opinion in chemical engineering*, v. 1, n. 3, p. 238-245.

MCKEE, S. (2001) Chilling difference. *Watt Poultry USA*, v. 12, p. 18-24.

MEAD, G.C.; ALLEN, V.M.; BURTON, C.H.; CORRY, J.E.L. (2000) Microbial cross-contamination during air chilling of poultry. *British Poultry Science*. v. 41, n. 2, p. 158-162.

NORTHCUTT, J.K., SMITH, D.; HUEZO, R.; INGRAM, K.D (2008) Microbiology of broiler carcasses and chemistry of chiller water as affected by water reuse. *Poultry Science*, v. 87, n. 7, p. 1458-1463.

NORTHCUTT, J.K.; BERRANG, M.E.; DICKENS, J.A.; FLETCHER, D.L.; COX, N.A. (2003) Effect of broiler age, feed withdrawal, and transportation on levels of coliforms, *Campylobacter*, *Escherichia coli* and *Salmonella* on carcasses before and after immersion chilling. *Poultry Science*, v. 82, n. 1, p. 169-173.

REBOUÇAS, A.C. (2003) Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. *Bahia análise & dados*, v. 13, p. 341-345.

SILVA, M.N. (2005) *Eficiência energética em sistemas de refrigeração industrial e comercial*. Rio de Janeiro: Eletrobrás. 316 p.

TOPKIP [homepage na internet]. (2015) Disponível em: <http://www.topkip.com/>. Acessado em: 23 ago.2015.