



**XVII** Simpósio  
Brasil Sul de  
**Avicultura**



**VIII** Brasil Sul  
**Poultry Fair**

# Anais

05 a 07 de abril de 2016  
Chapecó, SC - Brasil



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Suínos e Aves  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

***Associação Catarinense de Medicina Veterinária – Núcleo Oeste***

# **ANAIS DO XVII SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA E VIII BRASIL SUL POULTRY FAIR**

***Embrapa Suínos e Aves  
Concórdia, SC  
2016***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Suínos e Aves**

BR 153, Km 110  
Caixa Postal 321  
CEP 89.700-991  
Concórdia, SC  
Fone: (49) 3441 0400  
Fax: (49) 3441 0497  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

**Associação Catarinense de Medicina Veterinária - Núcleo Oeste**

Rua Egito, 31 - E  
Bairro Maria Goretti  
CEP 89.801-420  
Chapecó, SC  
Fone/Fax: (49) 3328 4785  
nucleovet@nucleovet.com.br  
www.nucleovet.com.br

**Unidade responsável pela edição**

Embrapa Suínos e Aves

**Unidade responsável pelo conteúdo**

Associação Catarinense de Medicina Veterinária - Núcleo Oeste\*

Comitê de Publicações da Embrapa Suínos e Aves

Presidente: *Marcelo Miele*

Secretária: *Tânia M.B. Celant*

Membros: *Airton Kunz*

*Monalisa L. Pereira*

*Gustavo J.M.M. de Lima*

*Ana Paula A. Bastos*

*Gilberto S. Schmidt*

Suplentes: *Alexandre Matthiensen*

*Sabrina C. Duarte*

Coordenação editorial: *Tânia M.B. Celant*

Editoração eletrônica: *Vivian Fracasso*

Normalização bibliográfica: *Claúdia A. Arrieche*

**1ª edição**

1ª impressão (2016): 1.000 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Suínos e Aves

---

Simpósio Brasil Sul de Avicultura (17.: 2016, Chapecó, SC).

Anais do XVII Simpósio Brasil Sul de Avicultura e VIII Brasil Sul Poultry Fair. - Concórdia, SC : Embrapa Suínos e Aves, 2016.

157 p.; 14,8 cm x 21 cm.

1. Avicultura - congressos. I. Título. II. Título: VIII Brasil Sul Poultry Fair.

CDD 636.50063

© Embrapa 2016

---

\*As palestras e os artigos foram formatados diretamente dos originais enviados eletronicamente pelos autores.

## Realização



## Co-promoção



## Apoio



## Patrocinadores



## Relação de Patrocinadores

- Abase Comércio e Representação Ltda
- Adisseo Brasil Nutrição Animal
- Agroceres Multimax Nutrição Animal Ltda
- ALD Distribuidora
- Alltech
- APC do Brasil Ltda
- Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA)
- Aviagen
- Avisite e Revista do Avisite
- Big Dutchman Brasil Ltda
- Biomin do Brasil Nutrição Animal Ltda
- Btech Tecnologias Agropecuárias e Comércio Ltda (Grupo Pancosma)
- Cargill Nutron
- Ceva Saúde Animal
- Chapecó e Região Convention & Visitors Bureau
- Cobb
- Conselho Regional de Medicina Veterinária, SC
- De Heus Nutrição Animal
- Desvet Produtos Veterinários
- DSM Produtos Nutricionais Brasil Ltda
- Elanco Animal Health
- Embrapa Suínos e Aves
- Engormix
- Eurofins do Brasil Análises de Alimentos Ltda
- Eurotec Nutrition
- Evonik Industries
- Farmabase Saúde Animal
- Fatec Indústria de Nutrição e Saúde Animal Ltda
- GRASP Indústria e Comércio Ltda
- Grupo Gessulli
- GSI Agromarau
- Huvepharma do Brasil
- ICC Brazil
- Idexx
- Ilender
- Imeve Indústria de Medicamentos Veterinários S.A.
- Impextraco

- Invivo Nutrição Saúde Animal Ltda
- J. N. Jorenku
- Jornal O Presente Rural
- Kobra Indústria e Tecnologia
- Lavizoo Laboratórios Vitamínicos e Zootécnicos Ltda
- Laboratório Zoetis
- MCassab
- Merial Saúde Animal Ltda
- MSD Saúde Animal
- Nutriad
- Oligo Basics
- Olmix do Brasil
- Ouro Fino Saúde Animal
- Panty Assessoria
- Perstorp
- Phibro Saúde Animal
- Phytobiotics
- Plasson do Brasil
- Poli-Nutri Alimentos S.A.
- Prefeitura Municipal de Chapecó
- Proviron
- Quimtia
- Revista Feed & Food
- Safeeds Nutrição Animal
- Salus Comércio de Produtos de Saúde e Nutrição Animal Ltda
- SANPHAR Saúde Animal
- Sauvet
- Silva Team - Silva Feed
- Suiaves Comércio de Produtos Veterinários Ltda
- Technofeed Importação e Representação Comércio e Distribuição Ltda
- Tectron
- Vaccinar Nutrição e Saúde Animal
- Vansil Saúde Animal
- Vetanco do Brasil Importação e Exportação Ltda
- YES
- Zinpro Performance Minerals

## **Comissão Organizadora**

Aleteia Britto da Silveira Balestrin  
Alexandro Marchioro  
Artur Valério Cony  
Beatriz de Felipe Peruzzo  
Carlos Eduardo L. Silva  
Daiane Carla Kottwitz Albuquerque  
Denis Cristiano Rech  
Eduardo Allix  
Emerson Pocai  
Felipe Ceolin  
Gersson Antonio Schmidt  
Guilherme Lando Bernardo  
Jair Alberto De Toni  
João Batista Lancini  
João Romeu Fabricio  
Lawrence Luvisa  
Leandro Luiz Ribeiro  
Lenita Moura Stefani  
Lucas Piroca  
Luciane de Casia Surdi  
Luis Carlos Farias  
Luís Carlos Peruzzo  
Margane Mascarello Euzebio  
Mauro Felin  
Nilson Sabino da Silva  
Roberto Luiz Curzel  
Rodrigo Santana Toledo  
Rogério Francisco Balestrin  
Talita Marchioro

## **Secretária**

Fillipe Mergen  
Solange Fatima Kirschner



## Mensagem da Comissão Organizadora

Prezados Colegas,

O Núcleo Oeste de Médicos Veterinários e Zootecnistas têm a honra de convidá-los para o nosso XVII Simpósio Brasil Sul de Avicultura e para a VIII Poultry Fair.

Sejam bem vindos a Chapecó, colegas de todo o Brasil e agora da América Latina. Bien venidos todos!

Este ano um "bem vindo" especial para as empresas e colegas que entendem, em se tratando de um período de instabilidade econômica, é tempo de reunir e pensar em conjunto para crescer, mesmo que esse crescimento possa ser tímido quando comparado a 2015.

Nesse ano de 2016, na XVII edição do simpósio, a comissão científica teve o desafio de buscar temas e palestrantes que tragam perguntas e respostas que a cadeia produtiva de aves, público alvo deste evento, tem diante de si. Estamos preparados para desafios sanitários diante das enfermidades de impacto econômico? Temos alternativas para o custo de produção elevado? Temos a eficiência produtiva necessária para mantermos a competitividade do setor?

O foco do evento é formação, atender a demanda da indústria, oferecendo aos profissionais palestras e debates que os auxiliem.

Outro ponto é a preocupação com a sanidade da produção de aves no Brasil, reforçando o diálogo entre os elos, desde a pesquisa até o setor público. Entendemos que problemas sanitários representam risco para toda a cadeia, por isso provocamos debates e fóruns de discussão para encontrar soluções conjuntas e propor ações, acreditamos que informações em época de enfermidades globais são fundamentais, a participação nos eventos torna-se uma excelente oportunidade para ligar esse conhecimento detido por setores e uma chance de difundir, compartilhar e disseminar experiências.

Nesta edição buscamos lançar uma visão holística sobre a avicultura moderna, abordando aspectos de produção e manejo com o tema de miopatias, chamando as empresas de genética para um debate. Em sanidade vamos debater enfermidades que assolam o setor como influenza aviária e a bronquite infecciosa, com a presença de especialistas internacionais que vão apresentar uma visão global do controle da enfermidade e suas experiências. A pergunta que queremos levantar é: O Brasil e América estão preparados?

Vamos provocar um debate sobre o banimento ou uso racional de antimicrobianos, não vamos nos omitir, vamos debater, discutir e trazer a luz e procurar argumentos científicos, fugindo das paixões, e buscando um ponto de vista profissional para o assunto, entendendo melhor as alternativas disponíveis.

Queremos saber se os nossos profissionais estão prontos para enfrentar o novo cenário com a retirada dos antibióticos. E como fazer essa gestão sustentável, na raiz da palavra, avaliando custo, benefício e ambiência de forma eficiente.

Vamos abordar ainda um ponto crucial dentro das indústrias, que é a gestão de dados e pessoas, um gargalo para os profissionais que saem das universidades com conhecimento específico, mas com uma lacuna na gestão das informações que impactam no resultado da produção.

No ano passado as oscilações nos custos de matéria prima assombravam, este ano temos custos elevados solidificados em altos patamares, que nos levam a repensar produtividade, bem como, temas associados às políticas cambiais, tributárias e de exportação para o ano de 2016, o evento será um momento único para os profissionais da cadeia de aves prepararem-se para os desafios deste ano.

A Diretoria do Nucleovet, juntamente com a Comissão Organizadora do XVII Simpósio Brasil Sul de Avicultura, acredita que a nossa forma de contribuir como o setor, é sendo agentes fomentadores desses debates e troca de conhecimento.

Paralelo ao Simpósio Brasil Sul, será realizado a VIII Poultry Fair, uma feira de negócios e oportunidades onde as empresas podem fazer lançamentos, apresentar inovações tecnológicas e soluções inovadoras para o mercado.

Bem vindos parceiros da avicultura de todo o Brasil, bienvenidos amigos latinos!

**Luis Carlos Peruzzo**  
*Presidente do Núcleo Oeste de  
Médicos Veterinários e Zootecnistas*

## Programação Científica

**05 de abril de 2016**

Painel: **Lesões e ocorrências na qualidade das carcaças relacionadas com aves de alto desempenho genético e possíveis soluções**

14h - *Dra. Cécile Berri*

14h40 - *Dr. Vitor Hugo Brandalize*

15h10 - *Dr. Nick Dorko*

15h40 - Intervalo

16h10 - *Dr. Claude Toudic*

16h40 - **Perguntas, respostas e conclusões**

17h45 - Abertura oficial

18h15 - **Estratégias vencedoras: atitudes e ações que transformam desafios em conquistas**

*Eduardo Shinyashiki*

19h30 - Coquetel de abertura

## **06 de abril de 2016**

8h - **Mercado de trabalho: gestão de pessoas**

*Dr. Antônio Mario Penz Jr.*

9h - **Sustentabilidade no agronegócio**

*Dr. Fabrício Delgado*

10h - Intervalo

10h30 - **Manejo de jejum pré-abate, perdas e qualidade de carcaças**

*Dr. Hirã Azevedo Gomes*

11h30 - **Contaminantes químicos e biológicos nas rações avícolas**

*Dr. Alexandre de Oliveira Teixeira*

12h30 - Intervalo para almoço

14h - **Influenza aviária: medidas de prevenção e experiência nos mercados afetados**

*Dr. Mário Sérgio Assayag*

15h - **Bronquite infecciosa: novas tecnologias e perspectivas para o controle**

*Dr. Vik Vakharia*

16h - Intervalo

16h30 - **Imunonutrição: processos inflamatórios e seus efeitos no desempenho**

*Prof. Dr. Luis Felipe Caron*

17h30 - **Eventos paralelos**

## **07 de abril de 2016**

8h - **Salmoneloses: cenário mundial e perspectivas de controle**

*Dr. Marcos Rostagno*

9h - **Papel do frigorífico no controle de salmoneloses**

*Dr. Marcos X. Sánchez-Plata*

10h - Intervalo

10h30 - **O impacto da água no desempenho das aves e nos custos da produção**

*M.Sc. João Luis dos Santos*

11h30 - **Impacto da resistência antimicrobiana sobre a produção animal e a saúde pública**

*Prof. Dr. Wondwossen Abebe Gebreyes*

12h30 - **Encerramento das atividades**

## Sumário

O mercado avícola e a gestão de pessoas.....	15
<i>Antônio Mario Penz Junior e Nayara Souza</i>	
Sustentabilidade no agronegócio.....	22
<i>Fabício Delgado</i>	
Manejo de jejum pré-abate, perdas e qualidade de carcaças.....	23
<i>Hirã Azevedo Gomes</i>	
Contaminantes químicos e biológicos nas rações avícolas.....	33
<i>Alexandre de Oliveira Teixeira, Leonardo Marmo Moreira, Anderson Corassa, Carlos Magno da Rocha Junior, Juliana Pereira Lyon e Alípio dos Reis Teixeira</i>	
Influenza aviária: medidas de prevenção e lições com os surtos nas Américas.....	66
<i>Mário Sérgio Assayag Jr e Paulo Pelissaro</i>	
Infectious bronchitis virus: new technologies and prospects for control...	70
<i>Vik Vakharia</i>	
Imunonutrição: processos inflamatórios e seus efeitos no desempenho..	71
<i>Luis Felipe Caron</i>	
<i>Salmonella</i> in poultry: global status and control perspectives.....	85
<i>Marcos H. Rostagno</i>	
<i>Salmonella</i> spp. Control in poultry processing.....	93
<i>Marcos X. Sánchez-Plata</i>	
O impacto da água no desempenho das aves e nos custos da produção.....	129
<i>João Luis dos Santos</i>	
Impact of antimicrobial resistance on the animal production and public health.....	156
<i>Wondwossen Abebe Gebreyes</i>	





## MERCADO AVÍCOLA E A GESTÃO DE PESSOAS

**Antônio Mario Penz Júnior e Nayara Souza**

*Cargill Animal Nutrition*

A avicultura brasileira se desenvolveu e se modernizou rapidamente, obtendo um dos maiores crescimentos nos últimos anos, se caracterizando como um dos setores mais importantes do agronegócio brasileiro.

No período entre 2005 e 2014, o Brasil apresentou um crescimento médio anual de 3,7 % na produção, de 3,4 % no consumo e de 4,7 % nas exportações de carne de frango. Como maior exportador mundial de carne de frangos, atualmente o Brasil exporta aproximadamente 30 % da sua produção, para mais de 150 países. Este cenário favorável torna o produtor brasileiro competitivo no mercado externo e, tudo indica, esta condição deverá se manter pelos próximos anos.

Tendo em vista este cenário, exigente por grandes transformações, dinâmico, competitivo e com concorrência acirrada, se faz necessário que as empresas avícolas tenham pessoas cada vez mais capacitadas, comprometidas e focadas em resultados, para que possa atender toda esta demanda.

Entretanto, ao mesmo tempo em que a agroindústria cresce, é possível constatar que a população rural vem diminuindo. Isto deve ser considerado como um limitante importante, pois novas tecnologias, agregadas ao sistema produtivo, em toda a cadeia da produção, exigem pessoas sempre melhor capacitadas. Assim, neste mercado, as empresas que sobreviverão à concorrência serão aquelas que revelarão seus talentos e competências e terão ferramentas tecnológicas estratégicas. Porém, a formação dos profissionais, que atuarão neste mercado, deve começar desde sua vida pré-profissional, ou seja, nas instituições de ensino.

De acordo com o último levantamento do INEP, em 2014, o Brasil tinha 2.368 instituições de ensino superior. Deste total, 87 % eram instituições privadas e 13 % eram instituições públicas. Aproximadamente 500 instituições ofereciam cursos de formação agrária (Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia). Com esta quantidade

de de instituições, o que hoje pode ser visto é uma banalização do conhecimento acadêmico. Há muitas instituições sem controle sobre a qualidade do ensino, estudantes com dificuldades de planejar o aprendizado, falta de foco no conhecimento e a criação de ambientes muito teóricos e cenários ideais, sem ter a capacidade de interpretar a realidade prática. Com isto, jovens que estão passando por uma transição nas suas vidas de estudantes para profissionais, não estão conseguindo sair das universidades preparados para o mercado de trabalho. Desta forma, o que é possível observar é a chegada de profissionais despreparados e com pouca capacitação na área que desejam atuar.

Mas de quem é a responsabilidade sobre a formação profissional destes estudantes, para que cheguem minimamente preparados no mercado de trabalho? A preparação de um profissional não está restrita à sua formação acadêmica. Portanto, todos os setores que são responsáveis por essa formação, têm que estar muito envolvidos e bem alinhados. É preciso um trabalho conjunto do estudante, das instituições de ensino e das empresas. Este último segmento, por ser usuário desses profissionais, possui um importante papel nesta formação.

Como definição dos principais papéis de cada setor envolvido, temos para as instituições de ensino a necessidade de ter professores em dedicação exclusiva, com infraestrutura necessária para um bom ensino e aprendizado na área, estrutura de laboratórios, campos experimentais, animais, etc. Também, deve haver uma maior dedicação e interação das instituições com a sociedade, em busca de estágios, treinamentos e apoio à criação de empresas júniores.

As empresas devem oportunizar suas estruturas, em parceria com as universidades, para uma melhor formação destes jovens. Também devem participar das discussões, não aceitando esta multiplicação indevida de cursos. Além disto, devem conceder oportunidades de treinamentos, na forma de estágios curriculares, de programas de trainees, etc.

E qual é responsabilidade dos estudantes? Devem buscar orientação profissional, para ajudá-los na descoberta de suas aptidões reais. Assim, podem se preparar naquilo que é a sua preferência de atuação, participando de treinamentos extracurriculares e desenvolvendo habilidades de comunicação e de liderança. Também não

devem esquecer-se da necessidade de aprender uma segunda língua (principalmente inglês), já que todos vivemos em um mundo cada vez mais globalizado. Ter conhecimento de um segundo idioma deixa de ser um diferencial e passa a ser um componente essencial.

Além de ter uma boa formação pré-profissional, em geral as empresas buscam pessoas com boa comunicação, capacidade empreendedora, criativas e inovadoras, com entusiasmo, com vontade e energia para crescer, com coragem extra para enfrentar desafios, bom planejamento e organização e capacidade de trabalhar sob pressão. Mas, como as empresas podem atrair esses talentos profissionais?

Em uma pesquisa realizada pela Cia de Talentos (2014), foi perguntado a vários jovens: “*O que a empresa tem que oferecer para que ela seja a empresa dos seus sonhos?*”. A maior parte das respostas foi de que a empresa precisa ter boa imagem no mercado, promover desenvolvimento profissional, proporcionar qualidade de vida e ambiente de trabalho agradável a seus funcionários, possibilitar carreira internacional, possuir salários e benefícios diferenciados do mercado, ter desafios constantes e possibilidades de inovar, e proporcionar um ambiente onde as pessoas fazem o que gostam e são realizadas.

Esta mesma pesquisa (Cia de Talentos, 2014) consultou os jovens sobre quais foram os meios em que ficaram sabendo sobre as características destas empresas? E, 23 % respondeu que conhecia uma pessoa que trabalha ou trabalhava na empresa; 17 % viu as informações em jornais, TV, revistas e blogs; 10 % a identificou pela qualidade de seus produtos ou serviços; 10 % viu as informações nas redes sociais e nos sites da empresa; 8% identificou em palestras e eventos universitários; 8% trabalha ou trabalhou nesta empresa. Ou seja, as empresas precisam divulgar suas marcas empregadoras para poder atrair profissionais diferenciados. Por parte das empresas, é fundamental apresentar informações sobre seus valores e suas crenças, quanto a valorização e o reconhecimento das pessoas; sobre seus critérios de sustentabilidade social, econômica e ambiental; sobre a excelência e a qualidade de seus produtos e serviços; sobre suas propostas de inovação e de criatividade e, especialmente, sobre sua credibilidade e solidez no mercado.

Uma vez atraídos estes profissionais para dentro da empresa, é necessário ter um plano de desenvolvimento para que eles se sintam sempre motivados e que percebam que a empresa está investindo neles. O desenvolvimento nada mais é do que se tornar interessante na visão de quem trabalha na empresa e disfruta de suas oportunidades. Para isto, os funcionários precisam fazer acontecer, tendo postura ativa e buscando, constantemente, oportunidades de desenvolvimento, pois o aprendizado tem que ser constante. Cabe às empresas motivá-los, fazendo com que eles sintam prazer no que fazem, delegando atividades condizentes às suas capacidades e oferecendo suporte necessário por parte dos gestores.

Em outra pesquisa realizada pela Cia de Talentos (2013), foram consultados vários funcionários de diversas empresas: “*Como se dá o desenvolvimento do profissional?*”. E, 67 % das respostas foi de que ocorre através do autoconhecimento, ou seja, reconhecer seus pontos fortes e os aspectos que ainda precisam desenvolver; 46 % disseram ser através da clareza sobre seus objetivos profissionais; 36 % informaram que devem estar atentos com o que acontece no mundo; 33 % consideraram que isto se obtém através de experiências diversas (em áreas e/ou outros projetos diferentes e desafiadores) e 27 % identificaram que é através de uma boa educação formal (pós-graduação, MBA, etc).

Neste processo de desenvolvimento dos funcionários, são pontos importantes de sucesso, desenvolver bons líderes, estabelecer uma sucessão de carreira na qual todos conhecem as regras sucessórias, e quais são todas as oportunidades e perspectivas oferecidas aos profissionais. Promover “*job rotation*”, para gerar e agregar novas iniciativas e conhecimento. Estabelecer um ambiente de confiança, para que haja bons retornos por parte dos gestores, sendo eles essenciais para garantir a motivação e a segurança sobre o caminho profissional escolhido destas pessoas. E, por fim, as empresas precisam que seus programas de desenvolvimento tenham objetivo e que sejam estruturados de forma continuada.

E como resultado, é possível perceber que as pessoas estão se desenvolvendo quando aliam seus valores às suas atividades. Entendem os motivos das tarefas que realizam e, principalmente, recebem maiores responsabilidades com entregas consistentes, tendo continuo suporte do gestor. Mas, uma vez que as empresas realizam investimentos para o desenvolvimento destas pessoas, como trabalhar para reter os talentos e não os perder para o mercado?

O que pode ser observado que o “inimigo” é silencioso. As organizações muitas vezes não percebem a frustração de seus profissionais porque elas não fazem perguntas, não sabem ouvi-los, e/ou não querem saber. Como consequência disto, normalmente são os profissionais de mais alto desempenho que terminam deixando as empresas.

Em uma avaliação feita pela Hay Group (2013), onde funcionários de diferentes empresas foram consultados sobre o que fazia permanecer, sem buscar outra opção de trabalho. As respostas foram:

- “Eu percebo equilíbrio entre minhas contribuições e a forma com que sou recompensado”.
- “Eu me sinto valorizado como pessoa e meus esforços são reconhecidos nesta organização”.
- “Eu tenho confiança de que os líderes são capazes de executar a nossa estratégia”.
- “Eu vejo oportunidade de aprender e crescer com a empresa”.

Ou seja, os mesmos fatores que atraem talentos são os que retêm os profissionais competentes nas empresas!

Desta forma, as empresas têm que estar sempre atentas aos fatores que estimulam o engajamento de seus funcionários. E, para isto, é necessário sempre “estar de olho” aos seguintes fatores:

- **Trabalho:** engloba o ambiente físico, as atividades diárias, o senso de realização e a autonomia dos funcionários.
- **Remuneração total:** compreende a remuneração, os benefícios, o reconhecimento, a marca e a reputação da empresa.
- **Oportunidades:** refere ao desenvolvimento, alinhado com as oportunidades de carreira.
- **Pessoas:** abrange a liderança sênior, o superior imediato, o foco em pessoas, a liderança média e os colegas de trabalho.
- **Processos da empresa:** envolve a comunicação, a diversidade, os recursos, as avaliações de desempenho, os clientes, a inovação, os processos, e as políticas e práticas de RH.
- **Qualidade de vida:** trata da segurança dos indivíduos e o equilíbrio entre a vida profissional e a vida pessoal.

Um estudo realizado pela HayGroup (2013), com mais de 450 mil respostas, ao longo dos últimos cinco anos, mostrou que as questões referentes a liderança são as que mais estão relacionadas aos altos índices de efetividade. Por isto, a necessidade das empresas de ter bons líderes, que devem possuir bom conhecimento técnico, falar a língua dos jovens profissionais, estar próximos de suas equipes e ter paixão pelo que fazem, colabora significativamente na retenção de talentos.

Além disto, os líderes devem conhecer muito bem os profissionais de sua equipe. Entender quais são suas necessidades e motivações, para que suas satisfações e felicidade estejam sempre em equilíbrio com o trabalho. E, constantemente, tentar mostrar a eles que sempre há um momento, um degrau a mais a ser alcançado. Nunca pode ser esquecido que todos querem ser um talento reconhecido, que queremos ser valorizados pela empresa da qual nos dedicamos e que queremos compartilhar deste sucesso.

É possível perceber a satisfação dos funcionários no trabalho quando falam bem da organização para colegas de trabalho, possíveis funcionários e clientes; quando compartilham forte senso de pertencimento e sentem o desejo de fazer parte integrante da organização e quando estão motivados e se esforçam para alcançar o sucesso em seu trabalho e beneficiar a empresa.

Contudo, o futuro propõe alguns desafios que as empresas devem se preparar. A tendência é que o mercado fique cada vez mais competitivo, as mudanças serão ainda mais rápidas e dinâmicas e haverá, por sua vez, mais pessoas imediatistas e sem resiliência. Logo, serão necessárias algumas mudanças de paradigmas e adaptações nas organizações. Terão que evoluir para um modelo de gestão de estrutura organizacional mais participativo, flexível, descentralizado e preocupado em desenvolver e manter seus talentos, levando em consideração a capacitação dos recém-formados, até seus líderes. É preciso ter em mente como preparar as próximas gerações de profissionais. Será preciso preparar os jovens desde a vida pré-profissional (acadêmica), considerando a realidade de cada organização, suas necessidades, e seu jeito de se preparar e, mais que tudo, fazer isso acontecer.

## Referências

Employer branding: discovering & leveraging uniqueness. Cargill Resource Management Guide.

Estudo de caso: Análise de descrição do cargo líder de granja de empresa no ramo de avicultura do município de Pato Branco/PR. Fabiana Batistella. Anais ADM 2015 - Congresso Internacional de Administração.

<http://epocanegocios.globo.com/Inspiracao/Empresa/noticia/2013/09/frustracao-conheca-o-maior-inimigo-do-engajamento-profissional.html>.

<http://exame.abril.com.br/negocios/noticias/empresas-devem-engajar-de-olho-no-futuro-mas-nao-fazem-isso>. 06.08.2014.

<http://www.haygroup.com/downloads/br>: Apresentação Engajamento Profissional\_ Fevereiro 2013.

<http://www.haygroup.com>: Próxima geração de RH – Conectando estratégias, pessoas e trabalho. [https://www.haygroup.com/downloads/br/A\\_proxima\\_geracao\\_RH.pdf](https://www.haygroup.com/downloads/br/A_proxima_geracao_RH.pdf).

Pesquisa ADM – Trainees 2013: empresa dos sonhos dos jovens 2014 – Brasil (Apresentação CIA DE TALENTOS).

Aspectos econômicos e produtivos do mercado do agronegócio brasileiro. 2015. Grupo Célere.

INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais ): Estatística Educação Superior 2014 - <http://www.inep.gov.br/>.

Tendências globais de engajamento dos funcionários 2013. Consultoria Performance, Talent & Rewards. [http://www.aon.com/brasil/consulting/anexos/2013\\_Tendencias%20globais%20de%20engajamento.pdf](http://www.aon.com/brasil/consulting/anexos/2013_Tendencias%20globais%20de%20engajamento.pdf).

## SUSTENTABILIDADE NO AGRONEGÓCIO

### Fabrcio Delgado

*Diretor Executivo CIEX Agropecuário da BRF*

O agronegócio pode ser visto como uma cadeia produtiva que envolve desde a produção de insumos, à produção nas unidades agropecuárias, e finalmente na transformação do produto em bens para o consumo não podendo deixar de se considerar os destinos finais de pós-consumo.

Ao se abordar o tema de agronegócio é necessário que se compreenda os processos inter-relacionados e interdependentes, que vão além do crescimento agrícola e do aumento da produtividade, à sustentabilidade. Isso significa dizer que, todas as redes que se conectam com os processos produtivos dependem, para o seu desenvolvimento, das variáveis relacionadas a:

- Parceria entre empresas.
- Sucessão rural.
- Impacto nos municípios.
- Diálogo e relacionamento com as comunidades.
- Cultura voltada para um relacionamento de interdependência.
- Bem-estar animal.
- Meio ambiente.
- Produtividade e rentabilidade.

Nesta perspectiva o objetivo geral da apresentação é explorar os aspectos relacionados à sustentabilidade no agronegócio e dividir os desafios de realizar as mudanças em conjunto, fortalecendo os relacionamentos, focando nas ações voltadas à promoção, aos monitoramentos, às avaliações econômicas, seguindo normativas de saúde segurança e meio ambiente, garantido a sanidade da cadeia no objetivo de produzir o melhor alimento para o mundo no custo ideal.



## **MANEJO DE JEJUM PRÉ-ABATE, PERDAS E QUALIDADE DE CARÇAÇAS**

**Hirã Azevedo Gomes**

*Engenheiro Agrônomo  
M.Sc em Zootecnia e Produção animal*

### **Introdução**

A cadeia Alimentar tem se alterado rapidamente nos últimos anos, o olhar crítico e expectativa de qualidade pelos consumidores da mesma forma tem sido cada vez mais importante no momento de eleger um produto ou outro. Por conta deste aspecto, a produção de carne de frangos evoluiu de uma atividade agrícola de subsistência a uma empresa de grande escala.

O crescimento da indústria de carnes resultou em uma ampla gama de produtos e elevou o nível de competitividade do setor, as apresentações dos produtos avícolas se encontram atualmente em um nível nunca antes encontrado. Manter a capacidade de competir, tanto no mercado nacional como internacional, somente se torna possível com apresentação de produtos que atendem os desejos dos consumidores em todos os aspectos, sejam eles físicos, químicos e ou microbiológicos.

### **Perda de peso corporal**

O planejamento de abate para frangos de corte deve contar com a correta aplicação de uma série de práticas como: manter o ambiente adequado, uso correto do método de carregamento, bom sistema de transporte e boa estrutura para espera nos frigoríficos, são determinantes e apresentam efeitos significativos na qualidade de carcaças de aves processadas (BILGILI, 1995).

Tradicionalmente os frangos de corte são submetidos a um período de jejum pré-abate. Esta pratica tem como objetivo principal a redução da probabilidade de contaminação fecal nas carcaças durante o processamento de aves para o consumo humano. Assim

como, evitar o desperdício de alimento em um período em que sua utilização é limitada pelo tempo. Durante o período sem acesso ao alimento, o trato digestivo das aves é evacuado e o conteúdo drasticamente reduzido. O período de jejum pré-abate corresponde à soma do tempo em que os animais estão no galpão sem alimento, processo de carregamento, transporte e tempo de espera no frigorífico até o abate. As condições de conforto das aves durante o jejum no galpão são muito diferentes comparadas com as de transporte ou quando mantidas na área de espera no frigorífico, devido à possibilidade de manter seu comportamento, nível de atividade e por ter acesso livre à água principalmente.

O ambiente tem influência direta sobre o trânsito do alimento pelo trato gastrointestinal, estes fatores são:

- Temperatura ambiente.
- Intensidade luminosa.
- Disponibilidade de água.
- Status sanitário.
- Nível de estresse das aves.

Por mais longo que seja o tempo de jejum, a evacuação do conteúdo gastrointestinal não será 100 %, uma vez que, as fezes nas aves não são compostas somente por resíduos de alimento, mas também por componentes de origem endógena, tal como:

- Secreções gástricas.
- Pancreáticas.
- Biliares.
- Mucosa intestinal.

Esta descamação de mucosa intestinal é responsável por uma importante porção do que está sendo eliminado durante o período de jejum.

Quando se opta por trabalhar com períodos longos de jejum, a proporção correspondente do que não é resíduo de origem alimentar aumentam, estas se tornam mais viscosas devido à alta presença de bÍlis e muco, incrementando assim o potencial de contaminação por sua capacidade de aderência nas carcaças. A sugestão de períodos ótimos de jejum total se encontra entre seis e oito horas. Sendo que nas primeiras quatro horas são suficientes para o esvaziamento do ingluvío, quando o ambiente está adequado às demandas de confortos das aves e se garante um padrão de consumo de

alimento durante o dia. Paralelo a este ponto se minimiza as perdas de peso vivo (GOMES, 2008; HAMIDU *et al.*, 2015).

Em condições normais as aves em um galpão consomem alimento de forma constante, entretanto existem momentos do dia em que ocorre uma maior competição por espaço nos comedouros, muitas vezes uma porcentagem de aves se encontra com uma grande quantidade de alimento no Inglúvio quando se inicia o jejum. Normalmente esta situação ocorre em galpões convencionais no início da manhã quando se incrementa a atividade e em dias de calor ao final da tarde, quando as aves consomem maior quantidade de alimento depois de um longo período de baixo consumo devido a uma situação de estresse por elevada temperatura. Por este motivo, controlar a temperatura mantendo a zona de conforto das aves é de suma importância para se trabalhar com períodos de jejum mais curtos reduzindo as perdas.

À medida que o tempo de jejum avança, as perdas de peso vivo passam a corresponder ao consumo de reservas corporais. Estas perdas estão descritas na literatura por vários autores e são inevitavelmente lineares, variando de 0,18 % a 0,42 % do peso vivo por hora, depois das seis horas de jejum (BILGILI, 2002). Estas perdas também estão influenciadas pela disponibilidade de água, o que comprova a importância da hidratação durante o período de jejum pré-abate. As aves quando submetidas a jejum de 12 horas perdem peso de forma linear, correspondendo a 0,20 % ou 0,36 % (de peso vivo por hora), com ou sem água disponível para consumo (GOMES, 2008).

As perdas devido à demanda de energia de manutenção são elevadas durante o período de jejum. Como a reserva de glicogênio das aves é muito baixa, a grande parte da perda de peso se deve a energia proveniente da lipólise e proteólise dos tecidos. Estima-se a proporção de perda peso corporal correspondente a glicogênio e gordura através da medição de perdas hepáticas durante o jejum. O peso total do fígado foi reduzido em 22 % depois de 12 horas de jejum (TRAMPEL *et al.*, 2005).

## Contaminação de carcaças

A presença de carcaças contaminadas depois do processo de abate não é aceitável, porque representa um levado elevado risco a saúde humana. Durante o processo de abate, as carcaças visualmente com a presença de resíduos (alimento, fezes ou bílis) devem ser retiradas da linha de produção para uma melhor inspeção e pode ser descartada parcialmente a parte contaminada ou a carcaça total (Portaria 210 MAPA).

Praticar um período de jejum total menor que seis horas, frequentemente proporciona a presença de uma grande quantidade de conteúdo retido no trato gastrointestinal, porém períodos demasiadamente longos, acima de oito horas, incrementam muito o potencial de contaminação. Períodos longos sem alimento provoca perda de resistência dos intestinos, que se tornam mais débeis e se rompem com mais facilidade durante o processo de beneficiamento das carcaças. Esta força ao rompimento do intestino pode reduzir até 22 % quando comparado períodos de jejum de seis para 18 horas (BILGILI, 1997).

Outro fator que merece atenção é o consumo de cama que se incrementa depois de quatro horas de jejum, e por estar associado ao consumo de fezes, proporciona a ingestão de microrganismos indesejados. Em períodos longos se provoca alterações ambientais no lúmen intestinal e elevação do pH do ingluvío favorecendo o desenvolvimento de microrganismos como salmonela, quando está presente (RAMIREZ *et al.*, 1997).

Quando se trabalha com períodos muito longos, todo o trato digestivo sofre alterações. Bilgili e Hess, (1997), demonstraram que depois de jejum de 14 horas a vesícula biliar pode conter 30 % mais bílis, se incrementa em tamanho e pode se romper mais facilmente, provocando elevada porcentagem de carcaças contaminadas. Importante ressaltar que o grande potencial de contaminação durante o processo de abate está no conteúdo dos cecos. Esta parte dos intestinos por sua função de fermentação de alimento e absorção de água dificilmente reduz seu volume durante o jejum, muito pelo contrário se torna mais volumoso e aquoso ampliando seu potencial contaminante. Ao submeterem frangos de corte a períodos de jejum de alimento de 0, 6, 12, 18 e 24 horas, Hinton *et al.* (1998) não encontraram efeito significativo sobre o peso dos cecos.

## **Qualidade visual de carcaças**

Dos problemas que podem apresentar uma carcaça de frango, a qualidade visual é o único que o cliente verdadeiramente pode identificar rapidamente, e assim, decidir por adquirir ou não um determinado produto no mercado.

Os defeitos de carcaças podem surgir em todo o período de criação, por demasiada densidade, falta ou restrição de alimento, presença de objetos pontiagudos ou camas úmidas. Porém a grande parte dos problemas é provocada pelo homem nas últimas horas de trabalho, o método de carregamento das aves e um ponto muito importante a considerar.

Existem vários métodos de carregamento, cada um possui suas vantagens e desvantagens. Capturar as aves pelas patas tem como consequência muitas lesões de pernas e asas. Pelo pescoço o que mais se apresentam são arranhões de dorso. O método mais tradicional e que apresenta os melhores indicadores de qualidade de carcaças, é capturar as aves um por um, envolvendo as asas de forma que não permita debater-se provocando deslocamento, ou se chocar contra as tampas das caixas.

Todo processo de carregamento possui as pessoas como ponto chave, por este motivo além do método, a gestão deste recurso humano é um tema muito importante para se evoluir em qualidade de carcaças. A tarefa de capturar as aves e transportar as caixas até o caminhão exige muito esforço do trabalhador, e manter o rendimento por toda a jornada de trabalho é uma tarefa difícil.

Para utilizar o método de carregamento um a um, sem tomar muito tempo, necessita utilizar alguns equipamentos, como tubos de PVC e esteira transportadora para descarregar as gaiolas vazias e carregar as mesmas depois de cheias para dentro do caminhão. Este método facilita a etapa mais pesada do trabalho, proporciona velocidade e reduz o esforço físico dos carregadores. Os trabalhadores com melhores condições laborais apresentam como consequência melhores indicadores de qualidade visual nas carcaças, reduzindo hematomas e arranhões.

Para realizar um bom processo de carregamento, alguns pontos importantes devem ser observados:

- Manter o ambiente sempre na zona de conforto das aves.
- Remover todos os equipamentos que podem causar lesões ao frango ou nas pessoas que realizarão o serviço.
- Manter água sempre a disposição das aves até o momento de iniciar o carregamento.
- Rodear as aves em grupos pequenos (150 a 200 frangos) com as gaiolas, de forma que o carregador fique perto das aves tornando mais fácil a captura.
- Reduzir a iluminação durante o processo.
- Não superar 25 kg de peso vivo por gaiola.
- Utilizar tubos de PVC e esteira para mover as gaiolas.
- Manter as pessoas motivadas, bem treinadas e trabalhar com tranquilidade.

Depois da etapa de carregamento existem vários pontos que também podem provocar perda de qualidade. A densidade (Kg/gaiola) não só para mortalidade, mas também para elevação do percentual de arranhões. Também merece atenção o tempo de transporte e o local de espera até que chegue o momento do abate. A temperatura elevada durante este período incrementa as perdas e mortalidade (SILVA *et al*, 2007). As condições de transporte com temperaturas fora da zona de conforto provocam características indesejadas nas carcaças, como o aspecto escuro, firme e seco (DFD) quando as aves são submetidas a temperaturas muito baixas durante o transporte, ou o aspecto pálido, flácido e exudativo (PSE) quando são submetidos a elevadas temperaturas (DADGAR *et al.*, 2010). Estas situações são muito comuns em algumas regiões durante o ano.

As características intrínsecas da carne de frangos é um parâmetro pouco observado pelo consumidor, talvez pela dificuldade de percepção ou por desconhecimento de tal indicador de qualidade. Aves quando submetidas a temperaturas acima de sua zona de conforto respondem com alterações fisiológicas na busca de conter o estresse. Estudos mostram que cinco horas em desconforto por temperaturas elevadas apresentam resultados negativos a qualidade, com abrupta queda de pH após o processamento e acelerada oxidação do músculo do peito (WANG, 2009). No mesmo estudo também foi demonstrado que esta exposição a altas temperaturas quando comparado à temperatura de conforto, resulta em maiores

perdas de peso do músculo do peito, passando de 2,51 % para 6,31 % após o descongelamento e de 16,45 % para 24,24 % após o cozimento.

Alguma percentagem de lesões também pode ocorrer durante o processo nas plantas industriais, principalmente hematomas de coxas e asas. Assim como as equipes de carregamento, devemos manter um constante treinamento das pessoas na função de pendurar as aves. Quando feito o processo de pendurar as aves com demasiada força e utilizando os dedos polegares para capturar as aves nas gaiolas, provocam hematomas de coxa com aspecto muito semelhante a lesões de campo. A estrutura de pendura nas plantas frigoríficas deve apresentar ambiente com baixa iluminação e boa ventilação, proporcionando boa condição de trabalho e manter as aves mais tranquilas evitando bater de asas.

A etapa de atordoamento apresenta um grande impacto na quantidade de lesões, principalmente em asas e peito. Este processo é um procedimento necessário e regulamentado por lei em vários países. Durante a insensibilização a corrente passa pela cabeça até as patas, com quantidade adequada de corrente elétrica a atividade espontânea do cérebro é afetada provocando uma inconsciência momentânea (GREGORY; WOTON, 1989). Aves adequadamente atordoadas apresentam as asas distendidas, pescoço arqueado, olhos abertos e fixos, pernas estendidas e rígidas (HEATH, 1984; PAPA; DICKENS, 1989).

O estado de inconsciência gerado pela insensibilização é o resultado de uma ação da corrente elétrica (medida em Amperes). Como em aves a necessidade de corrente é muito baixa, se mede em Mileamperes (mA). A ave na nória representa a resistência medida em Ohms ( $\Omega$ ). A passagem da corrente elétrica se deve a uma determinada força medida em Volts (V). A Voltagem e Amperagem estão relacionadas diretamente e indiretamente com a resistência que é o próprio frango.

A água do tanque do atordoador é responsável por conduzir a corrente elétrica através do frango. Durante o processo a corrente caminha pelas partes mais sensíveis da ave, pele, músculo do peito e cardíaco (WOOLLEY *et al.* 1986), como consequência ocorre a contração muscular em vários níveis de intensidade, visíveis por espasmos e tremores (BILGILI, 1992). Como a voltagem representa à força que empurra a corrente elétrica pelo corpo da ave, o aumento

de voltagem eleva a resposta da contração muscular acentuando os problemas visuais nas carcaças, principalmente asas e musculo do peito. Problemas como ruptura de vasos sanguíneos nas asas, hemorragias na musculatura do peito, extremidades rosadas e possibilidade inclusive de fraturas em situações mais críticas.

Para reduzir este tipo de problema necessariamente deve-se trabalhar com baixa voltagem, para isso necessita reduzir a resistência dentro do sistema. Bons resultados são alcançados com trocas frequentes de água do tanque, utilização de agua salina com NaCl a 1 % e aspersão diretamente nas patas das aves melhorando o contato com o gancho de metal da noria antes de entrar no atordoador. Esta pratica pode melhorar em até 162 vezes a eficiência do processo, desta forma possibilita trabalhar com voltagem mais baixa (BILGILI, 1992; 1999).

A produção animal por se tratar de biologia, a variação é algo esperado e muitas vezes pequenos detalhes fazem total diferença entre ter qualidade ou não, sob ponto de vista de cada cliente. A Cadeia de produção de frangos de corte é muito complexa e conta com tecnologia de altíssimo nível em todas as etapas, porém quando falamos em qualidade final do produto, as pessoas apresentam papel importante no processo. A base de um bom trabalho de produção a campo depende muito da consciência, treinamento e motivação das pessoas. Ponto chave para o êxito deste tema, é que devemos contar com um forte trabalho em equipe comprometendo todas as áreas (nutrição, sanidade, produção e indústria) focadas em atender ao desejo de seus clientes.

## Referências

- BILGILI, S. F. 1992. Electrical stunning of broilers basic concepts and carcass quality implications: a review. *The Journal of Applied Poultry Research*, 1:135-146.
- BILGILI, S. F. 1995. Minimizing broiler reprocessing in the plant IN: *Proceedings of the 30th National Meeting on Poultry Health and Processing*. Ocean City, Md 13-15.
- BILGILI, S. F.; HESS, J. B. 1997. Tensile strength of broiler intestines as influenced by age and feed withdrawal. *The Journal of Applied Poultry Research*, 6:279-283.



BILGILI, S. F. 1999. Recent advanced in electrical stunning. *Poultry Science*, 78:282-286.

BILGILI, S. F. 2002. Slaughter quality as influenced by feed withdrawal. *World's Poultry Science Journal*, 58:123-130.

DADGAR, S.; et al. 2010. Effect of microclimate temperature during transportation of broiler chickens on quality of the pectoralis major muscle. *Poultry Science*, 89:1033-1041.

GOMES, H. A.; VIEIRA, S. L.; REIS, R. N.; FREITAS, D. M.; BARROS, R.; Furtado, F. V. F.; Silva, P. X. 2008. Body Weight, Carcass Yield, and Intestinal Contents of Broilers Having Sodium and Potassium Salts in the Drinking Water Twenty-Four Hours Before Processing. *The Journal of Applied Poultry Research*, 17:369-375.

GREGORY, N. G.; WOTTON, S. B. 1990. Effect of electrical stunning of somatosensory evoked potentials in chickens. *British Veterinary Journal*, 145:159-164.

HAMIDU, J. A.; et al. 2015. Optimizing Feed Withdrawal in Broiler effect of Feed Withdrawal Timing on Broiler Carcass Yield in Tropics. *American Research Journal of Agriculture*. Vol. 1, Issue. 1, 7-15.

HEATH, G. B. S. 1984. The slaughter of broiler chickens. *World's Poultry Science Journal*, 40:151-159.

HINTON JR., A.; BUHR, R. J.; INGRAM, K. D. 1998. Effect of feed withdrawal on bacterial flora, pH, and weights of the ceca of chickens. In: *Proceedings of PSA Annual Meeting Abstracts*, Pennsylvania, 1998, 90p.

PAPA, C. M.; DICKENS, J. A. 1989. Lower gut contents and defecatory responses of broiler chickens as affected by feed withdrawal and electrical treatment at slaughter. *Poultry Science*, 68:1478-1484.

PORTARIA Nº 210 DE 10 DE NOVEMBRO DE 1998.

RAMIREZ, G. A.; SARLIN, L. L.; CALDWELL, D. J.; YEZAK, J. R.; HUME, C. R. M. E.; CORRIER, DELOACH, D. E. J. R.; HARGIS, B. M. 1997. Effect of Feed Withdrawal on the Incidence of Salmonella in the Crops and Ceca of Market Age Broiler Chickens. *Poultry Science* 76:654-656.

SILVA, M. A. N.; et al. 2007. Avaliação do estresse térmico em condição simulada de transporte de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Vol. 36, n. 4, 1126-1130.

TRAMPEL, D. W.; SELL, J. L.; AHN, D. U.; SEBRANEK, J. G. 2005. Preharvest feed withdrawal affects liver lipid and liver color in broiler chickens. *Poultry Science*, 84:137-142.

WANG, R. R.; PAN, X. J.; PENG, Z. Q. 2009. Effects of heat exposure on muscle oxidation and protein functionalities of pectoralis majors in broilers. . *Poultry Science*, 88:1078 -1084.

WOOLEY, S. C.; BORTHWICK, F. J. W.; GENTLE, M. J. 1986a. Flow routes of electrical currents in domestic hens during pre-slaughter stunning. *British Poultry Science*, 27:403-408.

WOOLEY, S. C.; BORTHWICK, F. J. W.; GENTLE, M. J. 1986b. Tissue resistivities and current pathways and their importance.

## **CONTAMINANTES QUÍMICOS E BIOLÓGICOS NAS RAÇÕES AVÍCOLAS**

**Alexandre de Oliveira Teixeira<sup>1</sup>, Leonardo Marmo  
Moreira<sup>1</sup>, Anderson Corassa<sup>2</sup>, Carlos Magno da  
Rocha Junior<sup>3</sup>, Juliana Pereira Lyon<sup>4</sup>, Alípio dos Reis  
Teixeira<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Universidade Federal de São João Del Rei, Departamento de Zootecnia,  
Praça Frei Orlando, 170, Centro, São João del-Rei, MG, CEP: 36307-352*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Mato Grosso Campus Sinop. Av. Alexandre  
Ferronato, 1200, Sinop, MT, CEP: 78557-267*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Lavras, Câmpus Universitário, Caixa Postal 3037,  
CEP 37200-000-Lavras/MG*

<sup>4</sup>*Universidade Federal de São João Del Rei, Departamento de Ciências  
Naturais, Centro, São João del-Rei, MG*

### **Introdução**

A avicultura é uma das atividades mais importantes do agronegócio brasileiro, na qual, além de relevâncias socioeconômicas, as poedeiras comerciais e os frangos de corte contribuem enormemente para o atendimento à demanda de proteína da população.

A presença de contaminantes nas rações destinadas a alimentação animal é motivo de preocupação em todo o mundo. Técnicos e produtores preocupam-se não somente com os possíveis problemas que os contaminantes em doses acima do limite máximo tolerável podem trazer à produção animal, mas também com os riscos à saúde de toda a sociedade. Os contaminantes podem ser agrupados em três categorias: químicos, físicos e biológicos. A contaminação natural de alimentos ocorre rotineiramente e, enquanto esforços para minimizar contaminantes deveram ser praticados, tem sido observado que frequentemente pouca preocupação é dedicada a essa questão (NRC, 2012).

Substâncias tóxicas, tais como as dioxinas, as micotoxinas, os metais pesados, os pesticidas e os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos são quase onipresentes no ambiente. Assim, tais compostos químicos também estão presentes em ingredientes para ração ani-

mal. A gestão adequada do risco depende do conhecimento da absorção, metabolismo, excreção e perfil toxicológico destas substâncias e sobre as medidas práticas para reduzir tais fatores de risco (KAN; MEIJER, 2007).

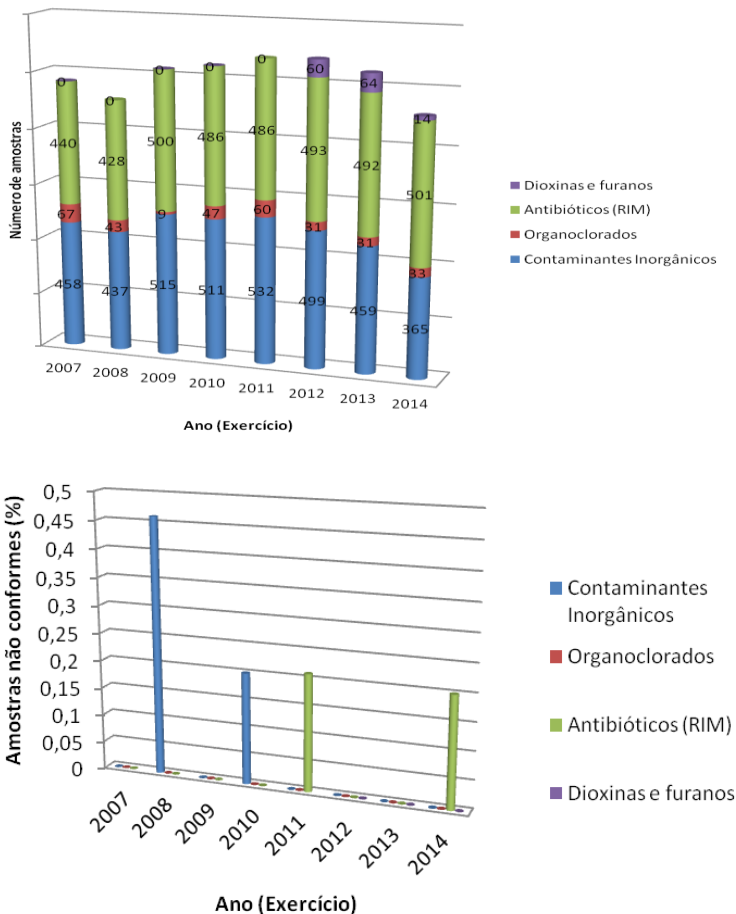
De um modo geral, algumas substâncias tóxicas são metabolizadas antes ou após a absorção através do trato intestinal. Dependendo de suas características físico-químicas, algumas substâncias são metabolizadas naturalmente e geralmente em níveis inofensivos. A maioria dos medicamentos veterinários e aditivos para alimentação animal pertence a este grupo. Outras substâncias são persistentes e permanecem por um significativo intervalo de tempo no animal e em produtos de origem animal, tais como as dioxinas. Os metais pesados não são metabolizados completamente. Alguns metais irreversivelmente estão ligados aos tecidos do corpo, como por exemplo, chumbo para os ossos ou cádmio para os rins (KAN; MEIJER, 2007).

A possibilidade da intoxicação animal e, por conseguinte, do ser humano, exige mudanças nos padrões de qualidade, pois o mercado e os consumidores globais estão cada vez mais rigorosos. Nos países do Mercado Comum Europeu, sempre que um fator de risco apresenta níveis crescentes nos alimentos, suas causas e origens são pesquisadas (RASFF, 2015).

Devido a ocorrências adversas na saúde animal causadas por adulteração sem controle da suplementação de rações e alimentos (por exemplo, melamina) e pela extrema contaminação natural de rações e produtos alimentares (por exemplo, micotoxinas) durante algumas épocas de colheita, os contaminantes são associados a questões que começam a ser analisadas minuciosamente (NRC, 2012).

O Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes em Produtos de Origem Animal - PNCRC (BRASIL, 2015), a legislação brasileira possui padrões para garantir a segurança e a saúde da população, por meio do controle de resíduos nos alimentos. Tal controle constitui subsídio para o constante aprimoramento das boas práticas agropecuárias e de fabricação, a fim de mitigar a probabilidade de ocorrência de violação dos limites de referência estabelecidos para resíduos e contaminantes em produtos de origem animal (Figura 1).

Objetiva-se com esta revisão dissertar acerca dos principais resíduos e contaminantes participantes da cadeia produtiva avícola brasileira.



**Figura 1.** Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes em Produtos de Origem Animal (PNCRC), em aves, no período de 2007 a 2014.

## **Contaminantes químicos orgânicos**

Alguns compostos químicos são metabolizados rapidamente pelas aves (Clorpirifos, ácido 2,4-diclorofenoxiacético ou 2,4-D, deltametrina, diazinon, endosulfan e metoxicloro). Estes compostos podem ser encontrados durante ou logo após a exposição dos animais. Os riscos de resíduos em produtos de origem animal são considerados bastante limitados e uma gestão especial de risco para estes compostos rapidamente metabolizados não parece necessária. Riscos potenciais para a saúde animal, por outro lado, são por vezes presentes, dependendo do perfil toxicológico do composto e do nível de exposição (KAN; MEIJER, 2007).

Outros compostos possuem elevada acumulação (DDT/DDE, Dieldrin/aldrin, Hexaclorobenzeno – HCB,  $\beta$  hexaclorociclo-hexano - HCH  $\beta$ ). Estes compostos podem ser encontrados em produtos de origem animal durante semanas ou meses após a exposição dos animais. Os riscos são, no entanto, considerados limitados. Resíduos encontrados nas pesquisas geralmente não excedem os Limites Máximos de Resíduos (LMR). O uso da maioria destes compostos não é permitido na Europa e nos EUA. A gestão do risco para estes compostos deve consistir de verificação regular de ingredientes para alimentação animal provenientes de áreas do mundo nas quais estes compostos ainda estão em uso ou em lugares nos quais os resultados anteriores demonstraram contaminação presente. A proibição na maioria dos países ocidentais também limita a possível ameaça que pode representar para a saúde animal (KAN; MEIJER, 2007).

## **Dioxinas, PCBs e furanos**

As primeiras descrições de efeitos tóxicos, causados por compostos orgânicos policlorados, remontam a 1947, quando na Baía de Hudson, nos EUA, foram observadas e descritas incidências extraordinariamente elevadas de câncer em pescadores, tendo-se demonstrado a sua clara correlação com os teores elevados de bifenilas policloradas (PCBs) na gordura dos peixes daquela baía. Muitos outros episódios têm sido descritos, estudados e encontram-se bem documentados; os mais famosos foram os que ocorreram em Yusho (Japão/1968), Yu-Cheng (Taiwan/1979), no Michigan (EUA), no Viet-

nam (Agente laranja/1965-1971), Seveso (Itália/1976), Bopal (Índia/1984), na Suécia (1970) e na Bélgica (1999).

No início de 1998, ocorreu um episódio de intoxicação no rebanho leiteiro da Alemanha, devido ao excesso de dioxina presente na polpa cítrica peletizada importada do Brasil. Após desta utilização, o teor de dioxina nos leites de vaca na Alemanha subiu em média de 0,6 pg TEQ/g de gordura, o que registrado em agosto de 1997, e 1,4 pg TEQ/g, detectado em março de 1998. Posteriormente, foi identificado que a dioxina estava presente em uma partida de cal, e que as fontes fornecedoras da cal contaminada eram indústrias produtoras de resina de plástico (PVC). Atualmente, todas as indústrias fornecedoras de cal para a produção de polpa cítrica peletizada fornecem apenas cal de mina (CaO) (MAPA, 1998).

O acidente na Bélgica em 1999 também ganhou destaque. Um acidente com caminhão tanque que transportava óleos de fritura para refinação e incorporação em alimentos para animais misturou-se com o fluido do contentor de refrigeração, o qual continha dioxinas e congêneres. O óleo acabou por ser inadvertidamente utilizado e causou uma contaminação da carne de diversos animais em vários países nos quais a ração foi comercializada (BERNARD *et al.*, 2002). Este incidente com dioxinas afetou fortemente a confiança dos consumidores e causou enormes perdas financeiras. Em dezembro de 2010, uma contaminação por dioxinas em alimentos de origem animal, incluindo ovos, carne de aves e carne de suíno foi detectada na Alemanha sendo que, a consequência foi não só a destruição de milhares de galinhas e centenas de milhares de ovos, mas também uma queda dramática no consumo de ovos e na exportação desses produtos (CHOBTANG *et al.*, 2011).

Dioxinas são substâncias que a Convenção de Estocolmo sobre os Poluentes Orgânicos Persistentes, ratificada pelo Brasil em 2004, determina que devam ser totalmente eliminadas. O inventário mostrou um potencial de liberação de 2.235 g TEQ de dioxinas e furanos no Brasil (BRASIL, 2013).

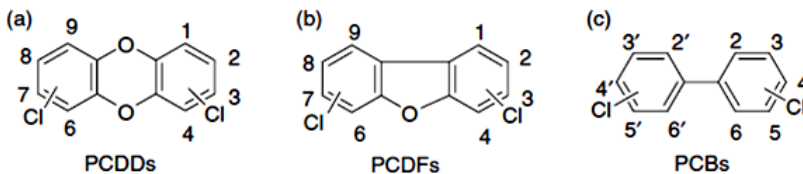
Segundo Malisch e Kotz (2014) aproximadamente 90-98 % da exposição média de humanos a dioxinas e PCBs resulta do consumo da dieta, com alimento de origem animal sendo a fonte predominante. Assim, a ração animal contribui consideravelmente para a presença destes compostos nos alimentos para humanos. Peixe, carne e produtos lácteos parecem ser os maiores contribuintes da

exposição da dieta. A “EU Strategy” com um integrado e sistemático estudo para controle de dioxinas e PCB (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2001) baseado em dois pilares:

- Reduzir a presença de dioxinas e PCBs no ambiente.
- Reduzir a presença de dioxinas e PCBs em rações e alimentos.

Ao revisarem casos de ocorrência de dioxinas, Hoogenboom *et al.* (2015) apontaram que, entre os ingredientes utilizados na alimentação animal, aconteceram registros de polpa cítrica, cloreto de colina, ácidos graxos de origem industrial, ácidos graxos da produção de biodiesel, óxido de zinco, subprodutos de padaria, ervilha e colza para produtores de ovos orgânicos, além de aparas de madeiras utilizados como cama de aves.

O termo “dioxinas” abrange um conjunto de compostos orgânicos policlorados sendo 75 dibenzo-p-dioxinas (PCDD) e 135 dibenzofuranos (PCDF), dos quais 17 são preocupantes em termos toxicológicos. O composto mais tóxico é a 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina (TCDD), classificado como um agente cancerígeno em humanos pelo Centro Internacional de Investigação do Câncer e por outras organizações internacionais de prestígio (FIEDLER *et al.*, 2000). Além das dioxinas e furanos, os compostos conhecidos pela abreviatura PCBs (bifenilas policloradas) são organoclorados muito persistentes no meio ambiente e bioacumulam-se nos seres vivos. Em vista de sua toxicidade e de seus contaminantes baseados em furanos, os PCBs presentes no ambiente têm se tornado matéria de preocupação devido a seu impacto sobre a saúde humana. Há que ter em conta que, apesar de as dioxinas serem mais tóxicas do que os PCB, as quantidades de PCB libertados para o ambiente são várias vezes superiores. A Figura 2 ilustra a estrutura química de dioxinas, furanos e DL-PCB (CHOBTANG *et al.*, 2011).



**Figura 2.** Estruturas químicas básicas de dibenzo-p-dioxinas (a), policlorados dibenzofuranos (b) bifenilas policloradas (c).



Do ponto de vista comercial, os PCBs tornaram-se atrativos porque são líquidos, quimicamente inertes e difíceis de queimar, apresentando pressões de vapor baixas. Além disso, sua produção não é cara e são excelentes isolantes térmicos. Por essas propriedades, foram extensivamente empregados como fluidos refrigerantes em transformadores e condensadores elétricos. Mais tarde, foram utilizados para conseguir maior flexibilidade em PVC. Embora a produção comercial e a utilização de PCB tenha sido proibida desde o final da década de 1970, eles são onipresentes e frequentemente encontrados no meio ambiente, em animais de vida selvagem e na cadeia alimentar. Dos 209 PCBs diferentes, 12 congêneres mostram toxicidade semelhante àquela das dioxinas (DL-PCB). Devido à sua toxicidade e às medidas rigorosas para reduzir a exposição humana, dioxinas e DL-PCB constituem uma grande ameaça para uma produção segura de alimentos para animais e dos gêneros alimentícios em geral (CHOBTANG *et al.*, 2011).

Estes compostos são hidrofóbicos e resistentes às degradações química e biológica, propriedades que conferem persistência e uma propensão a acúmulos em meio biológico. Ademais, eles também tendem a biomagnificarem as respectivas concentrações, o que pode causar efeitos prejudiciais. Todos os PCDD e PCDF são sólidos orgânicos com alto ponto de fusão e baixas pressões de vapor. São caracterizados por sua extrema baixa solubilidade em água, e têm uma tendência para ser fortemente adsorvido nas superfícies das partículas. A viscosidade, densidade e solubilidade lipídica destes compostos aumentam com o aumento das substituições por átomos de cloro, contudo a sua solubilidade na água diminui (BAIRD, 2002).

A quantificação da concentração de dioxinas e DL-PCBs é, no entanto, um desafio. Isto ocorre porque os limites são muito baixos e diferentes para uma variedade de matrizes de amostras. Além disso, muitos outros contaminantes orgânicos podem potencialmente interferir na medição. O “padrão-ouro” para a análise de dioxinas e de DL-PCB é a cromatografia gasosa alta resolução acoplada à espectrometria de massa de alta resolução (HRGC-HRMS). No entanto, este método é muito dispendioso e tem taxa de transferência de amostra limitado. Por conseguinte, foi desenvolvido certo número de ensaios de rastreio, incluindo bioensaios, tais como o método químico de expressão do gene de luciferase ativado (CALUX), que foi estabelecido com sucesso para o rastreio de dioxinas e DL-PCB.

Tais métodos, no entanto, continuam a exigir sofisticadas preparações adicionais, além de instrumentos e técnicas, e de um laboratório dedicado. Além disso, requerem certo número de dias para que o resultado possa ser obtido. Há uma necessidade urgente de tecnologia apta a detectar a contaminação mais rapidamente de forma precisa e confiável (CHOBTANG *et al.*, 2011).

Os químicos analíticos têm refinado sua capacidade para monitorar dioxinas a tal ponto, que é possível detectar 0,0001 picograma de 2,3,7,8-TCDD em amostras de sangue humano. Existe um consenso que a maioria dos PCBs não é agudamente tóxica para os seres humanos, sendo que os valores de LD50 da maioria dos congêneres são elevados. Os resultados dos testes em estudos sobre animais indicam que a toxicidade das dioxinas, furanos e PCBs depende fortemente da extensão e do padrão da cloro-substituição (BAIRD, 2002).

Com base nos efeitos adversos em animais, durante as respectivas experiências, o Comitê Científico da Alimentação Humana estabeleceu uma dose semanal (TWI) com nível tolerável de 14 pg TEQ/kg de peso corporal. Este limite deve impedir que os níveis de concentração em consumidores não chegam a um patamar crítico. Mostrou-se que parte da população ainda excede este TWI. O consumo de alimentos contaminados de origem animal parece constituir a principal fonte de exposição à dioxina e DL-PCB nos seres humanos. Portanto, o nível máximo destes compostos em carnes e produtos derivados, tais como leite, ovos e gordura animal, é estritamente regulado pela União Europeia (Tabela 1), objetivando reduzir o risco de exposição humana (UE, 2006).

**Tabela 1.** Teores máximos do somatório de dioxinas e furanos (PCDD/F-TEQ-OMS) e teores máximos do somatório de dioxinas, furanos e PCB, sob a forma de dioxina (PCDD/F-PCB-TEQ-OMS).

Fonte alimentar	Somatório de dioxinas e furanos <sup>1</sup> (máx.)	Somatório de dioxinas, furanos e PCB sob a forma de dioxina <sup>2</sup> (máx.)
Carne e produtos à base de carne proveniente de:		
Bovinos e ovinos	3,0 pg/g de gordura	4,5 pg/g de gordura
Aves	2,0 pg/g de gordura	4,0 pg/g de gordura
Suínos	1,0 pg/g de gordura	1,5 pg/g de gordura
Animais terrestres (fígado e produtos derivados)	6,0 pg/g de gordura	12,0 pg/g de gordura
Leite e produtos lácteos, incluindo a gordura butírica	3,0 pg/g de gordura	6,0 pg/g de gordura
Parte comestível do peixe e dos produtos da pesca e derivados, com exceção da enguia	4,0 pg/g de peso fresco	8,0 pg/g de peso fresco

<sup>1</sup> (PCDD/F-TEQ-OMS) <sup>2</sup> (PCDD/FPCB-TEQ-OMS)

Fonte: Regulamento (CE) n.º 199/2006 da Comissão 03 de Fevereiro de 2006.

Em geral, a exposição oral é a principal via de contaminação por dioxinas e PCB em animais. Após absorção através do trato gastrointestinal (TGI), alguns compostos afins são metabolizados em compostos não tóxicos, sendo excretados. Em particular, as dioxinas 2,3,7,8-substituídos e PCB, são mais resistentes à degradação e armazenadas em tecidos e órgãos. Apenas em certa medida, em compostos excretados como congêneres inteiro ou metabólitos através das fezes e urina. Vias de eliminação de dioxinas e DL-PCB dependem de vários fatores, tais como: espécie animal, sexo, idade e fase de produção fisiológica (SCUSSEL *et al.*, 2011). Galinhas poedeiras podem eliminá-los através da produção de ovos com taxas de excreção variando de 4 a 76 %, uma vez que são mais dependentes do local e grau de cloração (HOOGENBOOM *et al.*, 2006).

Durante a exposição às dioxinas, a distribuição ao longo dos tecidos em galinhas poedeiras é congênere dependente, sendo que, cerca de 5 a 30 % da dose são excretada nos ovos, 7 a 54 % é depositada na gordura animal e menos de 1 % está presente no fígado (STEPHENS *et al.*, 1995). Muitos investigadores lidam com uma ex-creção normal de 25 % nos ovos. Ikeda *et al.* (2004) supõem que as dioxinas ingeridas por galinhas são armazenadas em tecido adiposo em primeiro lugar e, em seguida, transferidas para os ovos a uma taxa constante durante um longo período.

A meia-vida de dioxinas em galinhas poedeiras é desconhecida. Entretanto, de acordo com Nosek *et al.* (1992), a meia-vida de eliminação da radioatividade de todo o corpo, derivada de dioxinas em filhotes de faisão, foi de 13 dias, ao passo que em aves adultas de faisão, que não foram produtoras de ovos, era de 378 dias.

A exposição a dioxinas é geralmente considerada uma causa de graves problemas de saúde em humanos como câncer, cloracne, problemas reprodutivos e distúrbios do desenvolvimento. Estudos em animais mostraram que exposições à dioxina estão associadas à endometriose, à diminuição de fertilidade, à incapacidade de levar a gestação a termo, ao abaixamento nos níveis de testosterona, ao decréscimo na contagem de espermatozóides, a defeitos de nascimento e à incapacidade na aprendizagem. A dioxina também causa disfunções nas atividades normais dos hormônios, os quais o organismo utiliza para crescer e manter o equilíbrio orgânico. Em alguns casos, leva à perda de peso, problemas renais e disfunções no baço (CARDO, 2008).

A exposição pode ser dividida em exposição em curto prazo a doses tóxicas e exposição crônica em longo prazo. O nível de ingestão semanal segura de dioxinas é de 14 pg TEQ por kg de peso corporal (ANONYMOUS, 2001a). A maior parte da exposição humana as dioxinas ocorre através da dieta.

Além de serem cancerígenas, um amplo espectro de efeitos adversos de dioxinas e DL-PCB tem sido relatado em animais e seres humanos, incluindo diminuição da produção de espermatozóides, imunossupressão, transtornos reprodutivos e do desenvolvimento e reprodutivos, perturbações endócrinas e distúrbios de pele (SCHECTER *et al.*, 2011). O principal modo de ação destas toxinas é mediado através de uma interação destes compostos com o receptor intracelular de hidrocarboneto aromático (AHR) (SCHECTER

*et al.*, 2011). Isto pode resultar numa alteração da expressão do gene, incluindo genes envolvidos no metabolismo de vários compostos, abrangendo, inclusive, hormônios endógenos.

Pode-se inferir que uma exposição residual a 2,3,7,8-TCDD da ordem dos 2-3 ng/kg, a qual as populações humanas estão expostas atualmente, são 100 a 1000 vezes inferiores às doses indutoras registradas no estudo de carcinogenicidade efetuado em ratos (FIEDLER *et al.*, 2000).

## **Aves**

Há espécies mais sensíveis nas quais a DL50 é apenas de 15 µg/Kg de peso vivo e outras menos sensíveis cuja DL50 pode ser de 810 µg/Kg de peso corporal. O pato-real (*Anas platyrhynchos*) tem uma sensibilidade intermediária com uma DL50 de cerca de 108 µg/Kg de peso corporal. Os sinais de intoxicação apareceram cerca de sete dias após o tratamento incluindo: polidipsia, perda de apetite, hipoatividade, emaciação, fraqueza, debilidade, incoordenação muscular, hipersensibilidade, penas eriçadas, tremores, espasmos, convulsões, imobilidade e morte até aos 37 dias. Nas necrópsias apresentaram o fígado hipertrofiado para cerca do dobro do tamanho normal e acumulação de fluidos no pericárdio e na cavidade abdominal. As galinhas apresentam uma relativa sensibilidade aos PCDDs com uma DL50 de 2,3,7,8-TCDD que varia entre 25 e 50 µg/Kg de peso corporal. Galinhas alimentadas com 1 a 10 µg/Kg de peso corporal, diariamente durante 21 dias, de 2,3,7,8-TCDD, 1,2,3,7,8,9-hexa CDD ou hepta CDD, apresentaram sinais de edema do pericárdio, subcutâneo e peritonal, bem como hipertrofia hepática e necrose com degenerescência gorda, terminando em morte. Estes sinais foram observados em frangos no caso de Seveso Itália, 1976 (CARDO, 2008).

A exposição a níveis baixos de dioxinas podem induzir a inibição reversível da postura de ovos, ao passo que a exposição do ovo, em níveis maiores que 10 ng TEQ por ovo, inibe completamente a incubação (IKEDA *et al.*, 2004). O embrião de galinha é altamente sensível às dioxinas. Pequenas doses de dioxinas administradas a galinhas não produzem efeitos observáveis na saúde, mas as doses elevadas (1000 ng TEQ por dia) podem causar cerca de 80 % de mortalidade (SCHWETZ *et al.*, 1973).

As principais fontes de contaminação do ambiente com dioxinas e furanos (PCDD/Fs) foram agrupadas em cinco grandes grupos pela USEPA (CARDO, 2008).

**Combustão:** os PCDD/PCDFs são formados durante a combustão incompleta de matéria orgânica na presença de cloro. Temos como exemplos: a incineração de resíduos (como resíduos sólidos urbanos, de lamas, resíduos hospitalares e resíduos perigosos), a queima de vários combustíveis (como carvão, madeira e derivados do petróleo), outras fontes de altas temperaturas (como cimenteiras), combustões pouco ou nada controladas (como os fogos florestais, incêndios de edifícios e a queima de lixo a céu aberto) e instalações de recuperação de sucata de fio elétrico.

Durante a incineração, os PCDD/Fs e outros compostos policlorados como benzeno, fenol, naftaleno e bifenil, formam-se a partir do carbono que existe nas cinzas durante o arrefecimento dos gases de saída e estão dependentes de vários fatores como a morfologia do composto carbono, a existência de íons catalizadores ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  e  $\text{Zn}^{2+}$ ), a concentração de oxigênio e a temperatura. A máxima formação de PCDD/Fs ocorre entre 300 °C e 325 °C, sendo a formação de PCDD/Fs abaixo e 250 °C e acima de 450 °C negligenciável (MEYER *et al.*, 2004).

Alguns ambientalistas estão particularmente preocupados com as emissões de dioxinas que ocorrem quando os plásticos à base de PVC que contêm cloro são incinerados ou envolvidos em outros tipos de incêndios. As quantidades traços de cloro no lixo são mais do que suficientes para a formação de dioxinas e furanos. A combustão de carvão gera pouca dioxina, pois sua queima é bem completa, produzindo pouca fuligem, e sendo capaz de se decompor, posteriormente, em dioxinas e furanos.

Lovett *et al.* (1998) relataram que o conteúdo de dioxinas de produtos de aves de um local próximo a um incinerador eram sensivelmente mais elevados do que os detectados em outros locais. O contraste foi, no entanto, menos marcante para carne de aves do que para os ovos. Em um estudo no Reino Unido sobre ovos de aves caipiras criadas em loteamentos, foram detectados níveis elevados de dioxinas, o que foi atribuído à exposição a cinzas de incineração. Quando as cinzas foram removidas, os níveis de dioxinas caíram de 16 pg TEQ para 9 pg TEQ por gramas de gordura, mas

mantiveram-se acima dos níveis de dioxinas para ovos (ANONYMOUS, 2003).

**Fundições de metais, refinarias:** os PCDDs/PCDFs podem ser formados durante vários tipos de operações primárias ou secundárias com metais, incluindo a fundição de ferro, a produção de aço e a recuperação de aparas de ferro.

**Indústria química:** Os PCDDs/PCDFs podem ser formados como subprodutos da produção da pasta do papel, de fenóis clorados (como o pentaclorofenol), PCBs, herbicidas fenólicos e compostos alifáticos clorados.

Além de seu uso como produtos de partida na produção de herbicidas, os diclorofenóis são também empregados como preservante de madeira e como fungicida para solos. Em particular, alguns isômeros do triclorofenol e do tetraclorofenol são vendidos como conservantes de madeira. O defensivo mais comum, em uso desde 1936, é o pentaclorofenol (PCP). O PCP comercial não é puro, já que está significativamente contaminado (cerca de 20 %) com 2,3,4,6-tetraclorofenol. Esta mistura tem sido muito usada como herbicida (desfolhante pré-colheita), como inseticida (cupins), como fungicida (preparativo de madeira e tratamento de sementes) e como exterminador de moluscos (controle de lesmas).

Infelizmente, se a madeira tratada com tais conservantes for queimada, pode ser produzido o composto octaclorodibenzeno-p-dioxina (OCDD), como subproduto não desejado da combustão incompleta do pentaclorofenol. O OCDD é o congênere mais predominante da dioxina encontrado na gordura humana e em muitas amostras ambientais. Entretanto, a dioxina OCDD não é considerada particularmente tóxica (BAIRD, 2002).

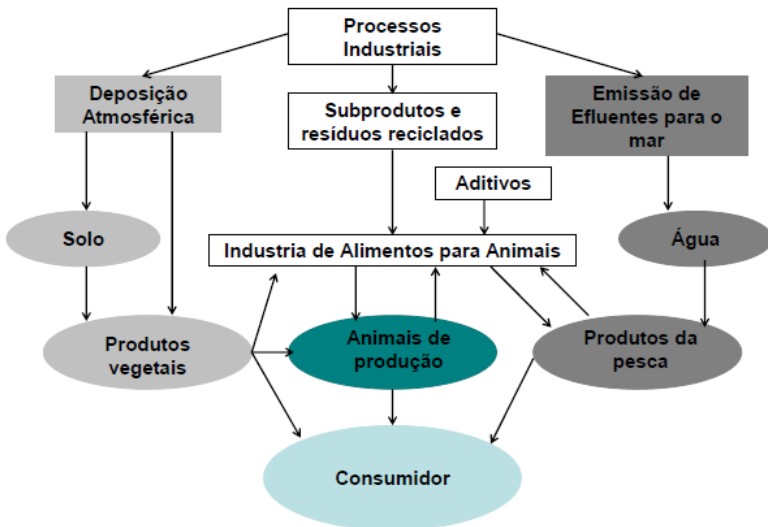
**Processos biológicos e fotoquímicos:** estudos recentes sugerem que os PCDDs/PCDFs podem ser formados sob certas condições ambientais, como por exemplo, a compostagem, pela ação de microrganismos sobre compostos fenólicos clorados. Também está relatada a formação durante a fotólise de compostos fenólicos altamente clorados.

**Reservatórios ou depósitos:** são materiais ou locais que contêm PCDDs/PCDFs ou PCBs anteriormente formados a partir dos quais pode ser possível a redistribuição e a circulação no ambiente. Nesta classe, incluem-se os solos, sedimentos, biota, água e

alguns materiais antropogênicos. Os reservatórios tornam-se fontes a partir do momento em que a liberação para o ambiente começa a ocorrer.

Dioxinas e DL-PCB entram na cadeia alimentar principalmente, através de ingestão oral de substâncias contaminadas, tais como suplementos alimentares, rações balanceadas para animais, forragens, água, solo e vermes ou insetos. O nível de exposição a estes compostos em sistemas de produção animal também é afetada pela gestão agrícola.

Na Figura 3, procura-se exemplificar o modo como a produção de alimentos para animais desempenha um papel importante nesta cadeia, recebendo matérias-primas das duas cadeias alimentares, bem como reciclando resíduos de vários processos industriais, nomeadamente da indústria dos gêneros alimentícios. Além disso, a utilização de lamas ou produtos da compostagem em terrenos agrícolas pode representar, através da ingestão, um vetor adicional na contaminação dos produtos vegetais e dos animais de produção (FIEDLER *et al.*, 2000).



**Figura 3.** Diagrama de fluxo dos PCDD/PCDFs no ambiente e vias de contaminação dos alimentos para animais e dos gêneros alimentícios (Fiedler, *et al.*, 2000).



Devido ao fato de que as dioxinas e o PCB podem entrar na cadeia alimentar através de várias vias, a magnitude da contaminação varia de acordo com a frequência de exposição e com os níveis de contaminantes em cada uma dessas vias. Estudos anteriores demonstraram que os alimentos brutos, em geral contêm níveis mais elevados de dioxinas do que rações balanceadas para animais comerciais (CHOBTANG *et al.*, 2011). Kijlstra *et al.* (2004), calcularam a influência destas fontes sobre os níveis de dioxinas em ovos, e foi demonstrado que o solo é a fonte mais importante e os vermes e insetos constituem a segunda fonte mais importante (Tabela 2).

**Tabela 2.** Magnitudes estimadas de fontes de contaminação em sistemas de produção de leite, ovos e carne (CHOBTANG *et al.*, 2011).

Componentes ao longo da cadeia alimentar de produtos animais	Prod. de leite		Prod. de ovo		Prod. de Carne	
	Indoor <sup>1</sup>	Outdoor <sup>2</sup>	Indoor <sup>1</sup>	Outdoor <sup>2</sup>	Indoor <sup>1</sup>	Outdoor <sup>2</sup>
Ar (inalação)	+	+	+	+	+	+
Solo	+	+++	0	+++	0	+++
Água	+	+	+	+	+	+
Vermes e insetos	0	0	0	++	0	+
Volumosos	++	+++	0	+	++	+++
Desperdício doméstico	0	0	0	+	0	0
Rações balanceadas	+	+	++	++	+	+
Material da cama	+	+	+	+	+	+

<sup>1</sup>Referência para um Sistema de produção sem acesso à área livre (indoor);

<sup>2</sup>Incluindo sistemas de produção com acesso à área livre ou orgânico (outdoor);

+++ : alto risco; ++ : risco médio; + : baixo risco; e 0 : sem risco; Volumoso em sistemas de produção de carne, visa principalmente, produzir carne bovina, não estando associada à carne de suínos ou de aves.

O consumo de forragem por dia (grama, legumes e outras ervas) por galinhas podem ascender a cerca de 35 gramas, ou seja, sete gramas de material de matéria seca (ANONYMOUS, 2000a). No entanto, a absorção e translocação de dioxinas pelas plantas cultivadas em solo poluído é insignificante. De acordo com Kijlstra *et al.*(2004), a ingestão de 35 g por dia pode levar a um teor de dioxinas no ovo de 0,25 a 0,5 pg de TEQ por g de gordura. Como

ovos consistem em cerca de 10 % de gordura, dioxinas são susceptíveis de serem acumuladas na gordura da gema.

De um modo geral, níveis baixos de dioxinas são encontrados na ração comercial (TLUSTOS *et al.*, 2004). Cereais, grãos de leguminosas e seus derivados, farelo de glúten de milho e cereais são os alimentos comerciais mais frequentes. As inclusões de gordura, mandioca, alguns alimentos de origem animal e aditivos variam de acordo com o tipo de dieta dos animais. Como resultado, o conteúdo de dioxinas de alimentos varia entre 12 e 232 pg TEQ por kg (ANONYMOUS, 2000b). A ingestão de 140 g de ração comercial e a transferência de 25 % das dioxinas a 6 g de gordura de ovo pode levar a um teor de dioxinas de ovo 0,07 a 1,35 pg TEQ por g de gordura de ovo.

A contaminação dos alimentos por dioxinas é geralmente baixa. Exceto para alguns alimentos, tais como farinha de peixe, óleo de peixe e gorduras animais, a média de dioxina, conteúdo de todos os alimentos de origens vegetal e animal, gira em torno ou abaixo de 0,2 ng TEQ por kg de matéria seca (Tabela 3). A contribuição de alimentos individuais para o teor de dioxinas de toda a dieta dos animais de criação depende de determinado nível de contaminação dos alimentos e sua proporção na dieta.

Segundo Malisch e Kotz (2014) alimentos de origem animal é fonte predominante de exposição a dioxinas e PCBs para seres humanos. As medidas legislativas (legais) relacionadas a rações e alimentos foram propostas baseando-se nos seguintes fatores: o estabelecimento de limites máximos a um nível rigoroso, mas viável na alimentação humana e animal; o estabelecimento de níveis de ação, agindo como uma ferramenta para "alerta precoce" dos mais elevados do que os níveis desejáveis de dioxinas nos alimentos ou rações; o estabelecimento de níveis-alvo, ao longo do tempo, para fazer com que a exposição de uma grande parte da população europeia não exceda os limites recomendados pelos comitês científicos.

**Tabela 3.** Conteúdo de dioxinas dos alimentos básicos de origem animal e vegetal (ng TEQ por kg de matéria seca).

<b>Ingredientes de rações</b>	<b>Baixa</b>	<b>Média</b>	<b>Alta</b>
Volumoso	0,1	0,2	6,6
Grãos de leguminosas	0,01	0,1	0,4
Subprodutos de grãos e açúcar	<b>0,02</b>	0,1	0,7
Óleo vegetal	0,1	0,2	1,5
Farinha de peixe Pacífico (Chile, Peru)	<b>0,02</b>	0,14	0,25
Farinha de peixe Europa	0,04	1,2	5,6
Óleo de peixe Pacífico (Chile, Peru)	0,16	0,61	2,6
Óleo de peixe Europa	0,7	4,8	20
Mistura de gordura animal	0,5	1	3,3
Farinha de carne e ossos	0,1	0,2	0,5
Subprodutos do leite	0,06	<b>0,12</b>	0,48
Solo	0,5	<b>5</b>	87
Ligantes, antiespumantes e anticoagulantes	0,1	0,2	0,5
Elementos traços, macrominerais	0,1	0,2	0,5
Pré-mistura	<b>0,02</b>	0,2	0,5

Fonte: Anonymous (2003).

As dioxinas podem, inclusive, chegar às rações através de ingredientes não lipídicos, já contaminados durante sua produção, tais como: minerais, sulfato de cobre, óxido de zinco, além de farinhas de pescado proveniente de mares e/ou rios contaminados ou localizados próximos a regiões poluídas. As farinhas produzidas com peixes capturados em zonas muito poluídas (Báltico, Mar Negro e Ártico) podem conter teores apreciáveis de PCDD/F e PCB e atingir, por essa via, a alimentação animal (ROOTS *et al.*, 2007).

Alguns dos congêneres de dioxinas foram detectados em ovos postos por galinhas poedeiras criadas em aparas de madeira contaminadas com penta-clorofenol (PCP) (BRAMBILLA *et al.*, 2009). Outro incidente foi causado por serragem contaminada por PCP, que foi usado como um veículo para o cloreto de colina, que é um aditivo alimentar, contaminando, assim, alimentos para animais (ASARI *et al.*, 2004). Após a ingestão de aparas de madeira contaminadas com PCP, as aves e os bovinos apresentaram contaminações no músculo em que os congêneres octa e hepta CDD são os dominantes. No entanto, na espécie bovina, ao contrário do que se

passa nas aves, os congêneres 1,2,3,6,7,8 hexa CDD e 1,2,3,4,6,7,8 hepta CDF estão diferenciados, apresentando valores ligeiramente aumentados (FRIES *et al.*, 2002).

Para calcular o impacto da contaminação das aparas de madeira utilizadas como componente de alimentos compostos para animais, Fiedler *et al.* (2000) assumiram, com base em outros estudos, que a concentração TEQ/g de matéria seca (m.s.) das aparas era de 250 pg I-TEQ/g m.s.. Desta forma os autores concluíram que as aparas de madeira contaminadas utilizadas em alimentação animal com uma concentração de 1 %, aumentavam a ingestão média diária das pessoas para 2,44 pg I-TEQ/Kg peso corporal por dia apenas pelo leite e para 4.19 pg I-TEQ/Kg peso corporal por dia quando também era ingerida carne, ovos e peixe.

Uma investigação do USDA (1997), conclui que, bovinos alimentados com aparas de madeira tratada com PCP eliminavam grandes quantidades de Cl8DD (octaclorodibenzodioxina). A quantidade excretada era quase quatro vezes superior à quantidade ingerida, o que aponta para a possibilidade de haver formação *in vivo* de Cl8DD a partir de pré-dioxinas, isto é fenoxifenóis clorados e pentaclorofenol (FIEDLER *et al.*, 2000). O PCP e outros fenóis clorados podem produzir dioxinas e furanos *in vitro*, na presença de peroxidases e peróxido de hidrogênio (HUWE *et al.*, 2000).

Para além da exposição dos animais às dioxinas através das suas dietas, a ingestão de solo pode representar uma fonte adicional de contaminação por dioxinas. Animais consumindo forragem em solo contaminado com dioxinas pode acumular estes compostos a níveis elevados em seus tecidos. Brandsma *et al.* (2004) encontraram uma correlação entre os níveis de dioxinas nos ovos e aqueles no solo, sendo que também foi verificado que o padrão congênere em minhocas foi semelhante àquele encontrado nos ovos.

A quantidade de insetos e vermes ingeridos dependerá de vários fatores, incluindo o tempo. Realmente, aspectos como o fato das galinhas passarem para o lado de fora, além da relativamente alta densidade de vermes e insetos no solo pode alterar os valores de dioxina. Esta densidade, por sua vez pode depender da densidade de galinhas na corrida ao exterior (SCHULER *et al.*, 1997). Tal contaminação pode diminuir com o aumento da densidade do rebanho. Vigilância constante, por conseguinte, faz-se necessária. Prevenir é muito melhor que remediar (SCUSSEL *et al.*, 2011).

## Micotoxinas

Quando questões de segurança alimentar são levantadas, normalmente estão relacionadas a problemas percebidos relacionados às dioxinas ou outros produtos químicos. No entanto, toxinas naturais produzidos por uma variedade de microrganismos, são toxinas potentes e cancerígenas e, portanto, de igual ou maior ameaça para a segurança alimentar como produtos químicos sintéticos (SHEPHERD, 2008). A segurança alimentar é um imperativo na produção de alimentos em todo o mundo. Avícolas de carne, ovos e derivados de produtos avícolas são cruciais na segurança da cadeia alimentar. No que diz respeito à segurança está em causa, uma atenção especial deve ser dirigida para possível contaminação de alimentos e alimentos para aves com fungos e ao risco de contaminação por micotoxinas (RADMILA *et al.*, 2009). Milhares de aves morreram após consumirem torta de amendoim na ração, proveniente do Brasil, e as aves doentes apresentaram necrose do tecido hepático (LEESON *et al.*, 1995).

A prevenção dos riscos e o controle de micotoxinas na cadeia de produção de aves têm sido descrito por D'anicke (2002). A ênfase tem sido focada sobre a prevenção durante a fase de crescimento das plantas, como a remoção ou inativação das toxinas, o que, frequentemente foi demonstrado ser bastante difícil ou não econômico. Controle de micotoxinas no campo é, no entanto, muito difícil de ser executado, pois as condições climáticas desempenham um papel crucial no crescimento de fungos e na formação de micotoxinas, não podendo ser controlado. Galvano *et al.* (2001) concentrou-se em estratégias alimentares para contrariar os efeitos de micotoxinas. No entanto, a viabilidade técnica e econômica ainda tem de ser estabelecida para muitas estratégias sugeridas, tais como eficácia em condições reais que raramente é medida ou relatada. Diaz e Smith (2005) concentraram-se em agentes sequestradores para neutralizar o efeito de micotoxinas, encontrando alguns produtos promissores. Entretanto, eles salientam que testes *in vitro* podem não ser bons moduladores de eficácia, quando comparados com testes *in vivo*. Eles ainda alertam para generalizações sobre as comparações de eficácia entre os diferentes tipos de animais ou micotoxinas.

## Contaminantes químicos inorgânicos

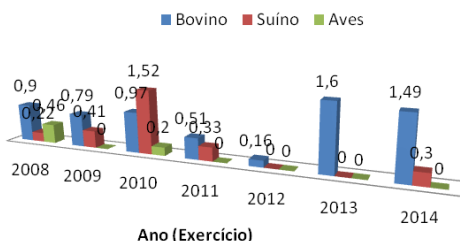
### Metais pesados

Embora amplamente utilizado, o termo “metal pesado” não possui uma definição única, variando de acordo com o ramo da ciência que o aborda. Para os zootecnistas, a definição dará ênfase aos elementos químicos tóxicos aos mamíferos superiores (zootoxicidade). Ao agrônomo, a ênfase será dada principalmente aos elementos químicos tóxicos às culturas vegetais (fitotoxicidade), cuja contaminação no solo possa diminuir a produtividade agrícola. Um químico poderá enfatizar os elementos cuja densidade atômica seja maior que  $6\text{g cm}^{-3}$  (KNOOP *et al.*, 2005). Estes metais ficam permanentes, porque eles não podem ser degradados a partir do meio ambiente (MARIAM *et al.*, 2004).

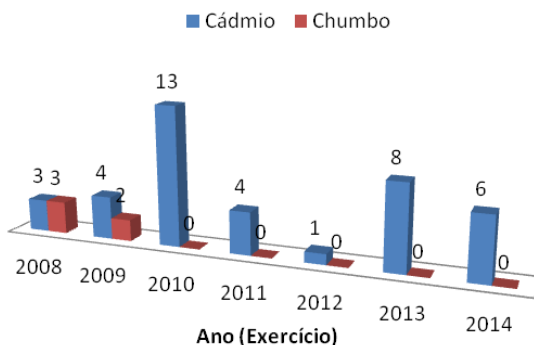
Os metais pesados não podem ser destruídos e são altamente reativos do ponto de vista químico, o que explica a dificuldade de encontrá-los em estado puro na natureza. Normalmente, apresentam-se em concentrações muito pequenas, associados a outros elementos químicos, formando minerais em rochas. Quando lançados na água, como resíduos industriais, podem ser absorvidos pelos tecidos animais e vegetais (KNOOP *et al.*, 2005).

Metais pesados, tais como cádmio (Cd), chumbo (Pb), arsênio (As) e mercúrio (Hg) são contaminantes ambientais que podem causar problemas de saúde quando presentes na dieta (ENGEL *et al.*, 2015). Atualmente seus valores na dieta são rigidamente controlados por rigorosos padrões (CE, 2006). Além disso, são citados pelo Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes em Produtos de Origem Animal – PNCRC (Brasil, 2015) (Figura 4).

### PNCRC - Amostras não conformes (%)



### PNCRC - Nº de amostras com violação



**Figura 4.** Porcentagem de amostras não conformes e número de amostras com violação de cádmio e chumbo, segundo PNCRC, para aves, no período de 2007 a 20014.

O tecido muscular dos animais não é o tecido que possui altos níveis de metais pesados. Quando os animais consomem dieta contendo estes metais, enquanto fígado e rins, muitas vezes, mostram um aumento relacionado à dose-resposta clara na concentração de metais pesados, após a exposição dietética (KAN; MEIJER, 2007). No entanto, seus níveis em produtos de origem animal são frequentemente testados e a contaminação de produtos de carne com níveis elevados de metais pesados ocorre muito raramente (KAN; MEIJER, 2007).

Processamento de alimentos antes do consumo, e, portanto, antes da digestão, também tem uma influência sobre os valores de biodisponibilidade. Por exemplo, o aquecimento tem um efeito marcante. De fato foram encontrados composto de cádmio e chumbo significativamente menos biodisponíveis após o cozimento (AMIARD *et al.*, 2008). A redução da biodisponibilidade destes metais em amostras cozidas pode ser devido à desnaturação do tecido durante cozimento, formando componentes insolúveis com proteínas que são mais difíceis de serem digeridas (GAO; WANG, 2014).

Os metais pesados são cumulativos no organismo, provocando danos, por vezes, irreversíveis à saúde. Essa contaminação pode causar desde uma mutação genética, passando pelo surgimento de células cancerígenas, até a destruição das mucosas e órgãos internos. Dependendo do grau de contaminação, o óbito será a consequência final da contaminação (KNOOP *et al.*, 2005).

Delazari e Costa (1990), avaliando a deposição de metais pesados em tecidos de frangos em alguns estados brasileiros, observaram ausência de arsênio em todas as amostras examinadas. As amostras, em geral, apresentaram baixa positividade para cádmio:

- 1,87 % em Santa Catarina;
- 2,94 % em São Paulo
- 3,78 % no Paraná.

Por outro lado, a positividade para chumbo variou de 24,13 % a 47,06 % sem, entretanto, significar altos níveis de contaminação.

## **Cádmio**

O cádmio (Cd) na alimentação é predominantemente encontrado na forma inorgânica, levando 2 - 4 vezes mais tempo para atingir o mesmo efeito. Os autores discriminam apenas entre as formas orgânicas e inorgânicas de cádmio. Assim, diferenças de solubilidade entre os diferentes sais inorgânicos não foram analisados. Essas diferenças foram mostradas para ter um efeito importante sobre resíduos em frangos de corte (NEZEL *et al.*, 1981).

De acordo com o conhecimento atual, Cd não é adicionado como aditivo alimentar para o crescimento das aves. Normalmente, Cd está frequentemente presente em suplementos minerais, tais como fosfatos, sulfato de zinco (Zn) e óxido de zinco com impure-



za. Assim, Cd podem entrar no processo de produção animal acompanhado com estes ingredientes para alimentação animal, o que pode resultar em contaminação alimentar grave (KNOOP *et al.*, 2005).

Sua eliminação do organismo é muito baixa e lenta, podendo permanecer no organismo por um período de 100 dias até 12 anos. A excreção urinária não é significativa, sendo normalmente, excretado pelas fezes. Importante aspecto do metabolismo do Cd é a falta de mecanismo de controle homeostático, principalmente, nos rins e fígado, e as fortes interações com outros metais divalentes, ambos em nível de absorção nos tecidos. Uma vez absorvido, o Cd acumula primeiramente no fígado e desloca-se para os rins (PRANKEL *et al.*, 2004).

Teixeira *et al.* (2005), avaliando a composição química de fontes de fósforo disponíveis no mercado, constatou que os fosfatos monobicálcico, bicálcico assim como o ácido fosfórico apresentaram baixo nível de contaminação por metais pesados. Observaram-se altos níveis e variação no teor de metais pesados entre as marcas comerciais de super triplo, super simples e nas rochas fosfáticas. Teixeira *et al.* (2005) e Teixeira *et al.* (2013) relataram que o fígado de suínos e bovinos, respectivamente, que consumiram dietas contendo superfosfato triplo apresentaram valores elevados de cádmio, o que sugere fortemente que os altos níveis de cádmio encontrados na composição do superfosfato triplo estão sendo depositados no fígado destes animais.

## **Chumbo**

O chumbo é um veneno metabólico e uma neurotoxina que se liga as enzimas essenciais e vários outros componentes celulares, podendo inativá-los (CUNNINGHAM; SAIGO, 1997). Efeitos tóxicos do chumbo são vistos no sistema hematopoiético, sistemas nervosos, gastrointestinais e renais (BAYKOV *et al.*, 1996). O chumbo é liberado no ar na forma de metal ou partículas em suspensão da queima de combustíveis ou através da fundição e eliminação de resíduos. No entanto, a maior parte do chumbo associado ao envenenamento é originado da gasolina com chumbo. Biehl e Buck (1987) afirmam que "os alimentos de origem animal geralmente não têm excessiva concentrações de chumbo".

## **Mercúrio**

O mercúrio (Hg) pode existir no ambiente como metal, em diferentes estados de oxidação, tais como mercúrio monovalente, sais divalentes, mercúrio e metil dimetil mercúrio. As principais fontes de mercúrio são geotérmica vapor utilizado para a produção de energia, indústria de papel, indústria química, indústria de tintas, pesticidas e fungicidas. Mercúrio escapa para a atmosfera e do solo e de lá se acumulam para as plantas. Os principais efeitos da intoxicação por mercúrio são distúrbios neurológicos e renais (CHARLES; MARGARET, 1993) e também nos componentes linfóides e imunológico em resposta (RICE, 1996).

Alquilmercúrio compostos tendem a acumular nos músculos esqueléticos e no cérebro, ao passo que arilo compostos e sais de mercúrio (Hg) inorgânico acumulam-se no fígado e nos rins (BIEHL; BUCK, 1987). Devido à cessação da utilização de compostos orgânicos de mercúrio como fungicidas, os seus níveis nos alimentos caíram consideravelmente ao longo dos anos.

A ingestão descontrolada de farinha de peixe também pode causar intoxicação por Hg. Os peixes podem concentrar em sua massa corporal metil-mercúrio provindo da água (ANNET *et al.*, 1975). O Hg pode acumular nos pêlos e nas penas, e pode causar contaminação em farelo de penas processadas, quando utilizados como suplementos protéicos para animais domésticos.

## **Arsênio**

EFSA (2005) avaliou recentemente o arsênio como um contaminante indesejado em alimentos para animais. Várias declarações nas quais o relatório parece pertinente são aqui registradas; "O arsênio é um elemento que ocorre naturalmente". "Uma avaliação dos níveis de exposição de animais de fazenda para compostos de arsênio individuais não é possível porque a maioria dos dados sobre as matérias-primas são relatados como arsênio total". "Em espécies de mamíferos (e aves), arsênio inorgânico é convertido em metabólitos metilados, que são rapidamente excretados em comparação com outros compostos orgânicos de arsênio. Daí a reciclagem de compostos de arsênio, a partir de alimentos para os tecidos comestíveis das espécies de mamíferos e aves é muito baixa". Assim,

embora alguma cautela seja justificada, grandes preocupações com respeito ao arsênio na alimentação são desnecessárias.

## **Riscos e gestão de riscos de metais pesados**

A abordagem HACCP sugere o seguinte: redução da exposição através da ração é relativamente fácil, evitando o uso de certos alimentos contaminados (Tabela 4). No entanto, a exposição ambiental acidental é difícil de controlar. O controle dos níveis de metais pesados em produtos de origem animal é geralmente realizado em pesquisa e na prevenção da ocorrência de produtos que violam os níveis de metais pesados, o que raramente ocorre (KAN, 2002).

Os teores de metais pesados de esterco de aves têm sido mostrados previamente estar relacionados com adições na dieta. Por outro lado, o tipo de material (por exemplo, aparas de madeira, palha) utilizado para a cama das aves pode influenciar a matéria seca da cama e outras propriedades químicas, o que tem pouco efeito sobre as concentrações de metais pesados do material resultante. Normalmente, para frangos de corte, 30 % do esterco é material de cama, que é um material que tem concentrações de metais pesados em níveis baixos para material vegetal (NICHOLSON *et al.*, 1999).

**Tabela 4.** Matéria seca e conteúdo de metais pesados em ingredientes para rações avícolas.

<b>Ingredientes (Nº de amostras)</b>		<b>Matéria seca (%)</b>	<b>Pb (mg/kg)</b>	<b>Cd (mg/kg)</b>	<b>As (mg/kg)</b>
Cereais (7)	Média	87,7	1,34	0,15	<0,10
	Faixa	86,1-90,1	<1,00-5,10	<0,10-0,37	<0,10
Soja, girassol e alimentos de trigo para animais (7)	Média	88,6	1,17	0,17	0,06
	Faixa	86,7-91,5	<1,00-3,24	<0,10-0,80	<0,10-10
Calcário (5)	Media	99,9	9,79	2,56	0,46
	Faixa	99,7-100	3,99-14,90	0,46-4,40	0,38-0,57
Farinha de peixe (2)	Média	91,5	2,06	0,50	1,30
	Faixa	91,4-91,6	1,79-2,33	0,22-0,78	0,61-1,99
Suplemento mineral de matrizes pesadas (2)	Média	96,8	10,50	1,66	1,27
	Faixa	95,5-98,1	3,4-17,60	0,96-2,35	1,12-1,41
Fosfato bicálcico (2)	Média	89,2	2,26	1,53	4,17
	Faixa	88,1-90,2	1,52-2,99	1,35-1,70	3,91-4,42

**Nota:** Nos itens que estão abaixo do limite detecção, o valor de 0,5 x LOD foi usado para calcular as respectivas médias. Adaptado de Nicholson *et al.* (1999)

## Microbiológico

Segundo Longo *et al.* (2010), diversos autores relatam a presença de *Salmonella* sp. em ingredientes de rações. Porém, de acordo com Prió *et al.* (2006), não só a *Salmonella* sp. foi encontrada em ingredientes de ração, mas também outras bactérias foram detectadas, como o caso da *E. coli* e do *C. perfringens*, em ingredientes tanto de origem vegetal, como milho, cevada, trigo e girassol, quanto de origem animal, como na farinha de carne e de peixe. É bom lembrar que as farinhas de origem animal (FOAs) constituem um ambiente propício para a proliferação de microrganismos, principalmente os patogênicos, sendo que a contaminação pode ocorrer tanto durante o processamento quanto no armazenamento (MAZUTTI *et al.*, 2008). Deste modo, é de suma importância realizar adequadamente o controle microbiológico tanto das matérias-primas de ração como no produto final que será consumido pelos animais, o que ajuda na redução da contaminação (LONGO *et al.*, 2010).

## Conclusões finais

Acompanhamento dos programas para a detecção precoce dos contaminantes em todas as fases de produção pode ser a abordagem mais promissora para limitar as contaminações química e biológica nos alimentos para alimentação animal.

São necessárias tecnologias rápidas, precisas e confiáveis para a detecção destes compostos.

Para os fabricantes de rações, o mais importante seria a conscientização do risco dos respectivos compostos e o desenvolvimento de ações que impeçam e/ou reduzam a possibilidade de sua presença nos produtos.

Na etapa de seleção dos ingredientes, através da obtenção de informações sobre sua origem, se possível, deveria ser averiguado a sua segurança através de análises (que, no momento são bastante dispendiosas, implicando que ainda são escassos os laboratórios que podem realizar no Brasil avaliações com alto nível de precisão focadas na determinação de dioxinas) e/ou exigir uma certificação.

## Referências

- AMIARD, J. C.; AMIARD-TRIQUET, C.; CHARBONNIER, L.; MESNIL, A., RAINBOW, P. S.; WANG, W. X. (2008). Bioaccessibility of essential and non-essential metals in commercial shellfish from Western Europe and Asia. **Food and Chemical Toxicology**, 46(6), 2010–2022.
- ANNETT, C. S.; D'ITRI, F. M.; FORD, J. R.; PRINCE, H. H. Mercury in fish and waterfowl from Lake Ball, Ontario. **J. Environ. Qual.** 4:219– 222. 1975.
- ANONYMOUS, 2000a. Opinion of the Scientific Committee on Animal Nutrition on the Dioxin Contamination of Feedingstuffs and their Contribution to the Contamination of Food of Animal Origin. European Commission, Brussels, IOS pp.
- ANONYMOUS, 2000b. Assessment of Dietary Intake of Dioxins and Related PCBs by the Population of EU Member States. Report of Experts Participating in Task 3.2.S, European Commission, Brussels, IIS pp.

ANONYMOUS, 2003. Position Paper on Dioxins and Dioxin-like PCB's. Thirty-sixth Session Joint FAO/ WHO Food Standards Program, 22-26 March 2004, Rotterdam. Codex Committee on Food Additives and Contaminants (CX/FAC 04/36/32), Rome, 210 pp.

ASARI, M.; TAKATSUKI, H.; YAMAZAKI, M.; AZUMA, T.; TAKIGAMI, H.; SAKAI, S. Waste wood recycling as animal bedding and development of bio-monitoring tool using the CALUX assay. **Environ. Int.** 2004, 30, 639-649.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2ª ed, Porto Alegre: Bookman, 2002, 622p.  
BAYKOV, B.D.; STOYANOV, P.; GUGOVA, M.L. 1996. Cadmium and lead bioaccumulation in male chickens for high food concentrations. **Toxicol. Environ. Chem.**, 54: 155-9.

BERNARD, A.; BROECKAERT, F.; POORTER, G.; COCK, A.; HERMANS, C.; SAEGERMAN, C. E HOUINS, G.,(2002). The Belgian PCB/Dioxin Incident: Analysis of the Food Chain Contamination and Health Risk Evaluation. Brussels, Belgium. **Environmental Research**, 88 (1). 1-18.

BIEHL, M. L.; BUCK, W. J., 1987. Chemical contaminants: their metabolism and their residues. **J. Food Protect.** 50 (12), 1058–1073.

BRAMBILLA, G.; FOCHI, I.; DE FILIPPIS, S. P.; IACOVELLA, N.; DI DOMENICO, A. Pentachlorophenol, polychlorodibenzodioxin and polychlorodibenzofuran in eggs from hens exposed to contaminated wood shavings. **Food Addit. Contam. Part A Chem.** 2009, 26, 258-264.

BRANDSMA, E. M.; BINNENDIJK, G. P.; DE BUISSONJE, F. E.; MUL, M. F.; BOKMA-BAKKER M. H.; HOOGENBOOM, L. A. P.; TRAAG, W. A.; KAN, E. A.; DE BREE, J.; KIJLSTRA, A. 2004. Factors that can Influence the Dioxin Contents of Organic Eggs. *Praktijkonderzoek, Lelystad*, 29 pp. <<http://www.biofoon.nl/biobieb/pdf/DioxinegehalteBiologischeEieren.pdf>>.

BRASIL, 2015 - PORTARIA SDA Nº 22, DE 07 DE ABRIL DE 2015. (Publicada no DOU – Seção 01 de 10/04/2015).

BRASIL, 2013 - Inventário Nacional de fontes e estimativa de emissões de dioxinas e furanos: Brasil POPs: Plano Nacional de Implementação Convenção de Estocolmo / Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2013.

CARDO, M. J. S. O. **Gestão de Risco de Dioxinas em Produtos Avícolas**. Dissertação para a obtenção do grau de mestre em Saúde Pública Veterinária. Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária, 143p.

CHARLES, E. K.; MARGARET, C. H. 1993. **Environmental Science**, pp: 258–66. 3rd ed. Prentice–Hall publishers, London.

CHOBTANG, C. J.; IMKE BOER, J. M.; HOOGENBOOM, R. L. A. P.; HAASNOOT, W.; KIJLSTRA, A.; MEERBURG, B. G. The Need and Potential of Biosensors to Detect Dioxins and Dioxin-Like Polychlorinated Biphenyls along the Milk, Eggs and Meat Food. **Sensors** 2011, 11, 11692-11716.

CUNNINGHAM AND SAIGO, 1997. *Environmental Science a Global Concern*, p:389. 4th ed. WMC Brown Publisher, New York.

D'ANICKE, S., 2002. Prevention and control of mycotoxins in the poultry production chain: an European view. *WORLD'S POULT. SCI. ASSOC. J.* 58, 451-474.

DELAZARI, I., COSTA, M. A. Presença de resíduos em carne de frango. **Avicultura**, novembro'90, p. 24-28, 1990.

DIAZ, D. E., SMITH, T. K., 2005. **Mycotoxin sequestering agents: practical tools for the neutralisation of mycotoxins**. In: Diaz, D.E. (Ed.), *The Mycotoxin Blue Book*, vol. 1. Nottingham University Press, Nottingham, pp. 323-339.

EFSA, 2005. Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to arsenic as undesirable substance in animal feed. *The EFSA J.* 180, 1-35.

ENGEL, E.; RATEL, J.; BOUHLEL, J.; PLANCHE, C.; MEURILLONET M. Novel approaches to improving the chemical safety of the meat chain towards toxicants. *Meat Science* 109 (2015) 75-85.

FERNANDES, A. R.; FOXALL, C.; LOVETT, A.; ROSE, M.; DOWDING, A. The assimilation of dioxins and PCBs in conventionally reared farm animals: Occurrence and biotransfer factors. **Chemosphere** 2011, 83, 815-822.

FIEDLER, H. O.; HUTZINGER, K.; WELSCH-PAUSCH & A SCHMIEDINGER, 2000. Evaluation of the Occurrence of PCDD/PCDF and POPs in Wastes and their Potential to Enter the Foodchain. Final Report. University of Bayreuth, Bayreuth, 121 pp.

FRIES, G. F.; FEIL, V. J.; ZAYLSKIE, R. G.; BIALEK, K. M.; RICE, C. P. Treated wood in livestock facilities: Relationships among residues of pentachlorophenol, dioxins, and furans in wood and beef. **Environ. Pollut.** 2002, 116, 301-307.

GALVANO, F.; PIVA, A.; RITIENI, A.; GALVANO, G. 2001. Dietary strategies to counteract the effects of mycotoxins: a review. **J. Food Protect.** 64 (1), 120-131.

GAO, S.; WANG, W. X. (2014). Oral bioaccessibility of toxic metals in contaminated oysters and relationships with metal internal sequestration. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 110, 261-268.

SHEPHERD, G. S. Determination of mycotoxins in human foods. **Chem Soc. Rev**, 2008, 37(11):2468-2477.

HOOGENBOOM, L. A. P.; KAN, C. A.; ZEILMAKER, M. J.; VAN EIJKEREN, J.; TRAAG, W. A. Carry-over of dioxins and PCBs from feed and soil to eggs at low contamination levels - Influence of mycotoxin binders on the carry-over from feed to eggs. **Food Addit. Contam.** 2006, 23, 518-527.

HOOGENBOOM, R.; TRAAG, W.; FERNANDES, A.; ROSE, M. European developments following incidents with dioxins and PCBs in the food and feed chain. **Food Control**, 50 (2015) 670-683.

HUWE, J.; PAGAN-RODRIGUEZ, D.; ABDELMAJID, N.; CLINCH, N.; GORDON, D.; HOLTERMAN, J.; ZAKI, E.; LORENTZSEN, M.; DEARFIELD, K. Survey of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans, and non-ortho-polychlorinated biphenyls in US meat and poultry, 2007–2008: Effect of new toxic equivalency factors on toxic equivalency levels, patterns, and temporal trends. **J. Agric. Food Chem.** 2009, 57, 11194-11200.

IKEDA, M. S. MATSUSHITA, J. YAMASHITA, M. IKEYA, T. IWASAWA & T. TOMITA, 2004. The transfer of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin into eggs and chicks following exposure to hens. **Organohalogen Compounds**, 66: 330S-3309.

KAN, C. A., 2002. Prevention and control of contaminants of industrial processes and pesticides in the poultry production chain. **World's Poultry Sci. J.** 58 (2), 159-167.

KAN, C. A.; MEIJER, G. A. L. The risk of contamination of food with toxic substances present in animal feed. **Animal Feed Science and Technology**, 133 (2007) 84-108.

KIJLSTRA, A. 2004. The role of organic and free poultry production systems on the dioxin levels in eggs. Proceedings of the 3rd SAFO Workshop, 16-18 September 2004, Falenty. University of Reading, Reading, pp. 83-90.



KNOOP, R.; LEONEL, F. P.; TEIXEIRA, A. O.; MÜCKE, D.; SANTIN, J. C. Metais pesados e contaminantes em suplementos minerais. In: VII Simpósio Goiano sobre Manejo e Nutrição de Bovinos de Corte e Leite, 2005, Goiânia-GO. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. Campinas: CBNA, 2005. v. 1. p. 189.

LEESON, S. et al. **Poultry metabolic disorders and mycotoxins**. Guelph: University Books, 1995. 352p.

LONGO, F. A.; SILVA, I. F.; LANZARIN, M. A. A importância do controle microbiológico em rações para aves. In: XI SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA E II BRASIL SUL POULTRY FAIR. 2010, Chapecó, SC. **Anais...** 2010, p.36-63.

LOVETT, A. A.; FOXALL, E. D.; CREASER, E. S.; CHEWE, D. 1998. PCB and PCDD/DF concentrations in egg and poultry meat samples from known urban and rural locations in Wales and England. **Chemosphere** 37: 1671-168S.

MALISCH, R.; KOTZ, A. Dioxins and PCBs in feed and food-Review from European perspective. **Science of the Total Environment**, 491-492 (2014) 2-10.

MARIAM, I.; IQBAL, S.; NAGRA, S. A. Distribution of Some Trace and Macrominerals in Beef, Mutton and Poultry. **Int. J. Agri. Biol.**, vol. 6, nº. 5, 2004.

MAZUTTI, M. A.; TREICHEL, H.; Di LUCCIO, M. Esterilização de farinha de subprodutos animais em esterilizador industrial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 2008.

MEYER, C.; BEER, T.; MULLER, J.; GILLET, R.; WEEKS, I.; POWELL, J.; TOLHURST, K.; MCCAWE, L.; COOK, G.; MARNEY, D.; SYMONS, R.; (2004). Dioxin Emissions from Bushfires in Australia, National Dioxins Program Technical Report. nº1. Ed. Australian Government Department of the Environment and Heritage, Canberra, Austrália. pp 179.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. O caso do farelo de polpa cítrica contaminado por dioxina. Brasília, DF: MAPA/DFFPA, 1998. 9p. (Nota técnica, 2/98).

NEZEL, K., MATTHES, S., VOGT, H., 1981. Einsatz verschiedener Cadmiumverbindungen im Broiler- und Leghennenfutter. Archiv für Geflügelkunde 45 (3), 120–125.

NICHOLSON F. A., CHAMBERS B. J., WILLIAMS J. R., UNWIN R. J. Heavy metal contents of livestock feeds and animal manures in England and Wales. **Bioresour. Technol.** 1999;70:23-31.

NOSEK J. A.; CRAVEN, S. R.; SULLIVAN, J. R.; OLSON, J. R.; PETERSON, R. E. 1992. Metabolism and disposition of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin in ring-necked pheasant hens, chicks, and eggs. **Journal of Toxicology and Environmental Health** 3S: IS3-164.

NRC - NUTRIENT REQUERIMENTS OF SWINE, 2012. Feed Contaminants. Cap. 11, p. 177-183.

PETREAS, M. R.; RUBLE, P.; VISITA, M.; MOK, M.; MCKINNEY, J. SHE & R. STEPHENS, 1996. Bioaccumulation of PCDD/Fs from soil by foraging chickens. **Organohalogen Compounds** 29: 51-53.

PRANKEL, S. H., NIXON, R. M., PHILLIPS, C. J. C., 2004. Meta-analysis of feeding trials investigating cadmium accumulation in the livers and kidneys of sheep. **Environ. Res.** 94 (2), 171–183.

PRIÓ P.; GASOL R.; SORIANO R. C.; PEREZ-RIGAU A. Effect of raw material microbial contamination over microbiological profile of ground and pelleted feeds. In: Brufan J. (Ed.): **From Feed to Food**, p. 197-199, 2006.

RASFF – Food and Feed Safety Alerts: **Annual Report** 2015.

RICE, D. C., 1996. Evidence for delayed neurotoxicity produced by methyl mercury. **Neurotoxicology.** 17: 583-96.

RM RADMILA, KD NEŠIC, V NESIÄ, TD PALIÄ, VM JAÄEVIÄ, **Proc. Nat. Sci.**, 2009,116:7-14.

ROOTS, O., SIMM, M., (2007). Polychlorinated dibenzo-p-dioxin, dibenzofuran and biophenyl content in selected groups of Baltic herring and sprat from Estonian coastal waters in 2006. Estonian Environmental Research Centre, Tallinn, Estonia. *Oceanologia*, 49, (3). 293-303.

SAPKOTA, A. R.; LEFFERTS, L. Y.; MCKENZIE, S.; WALKER, P. What do we feed to food-production animals? A review of animal feed ingredients and their potential impacts on human health. **Environ. Health Perspect.** 2007, 115, 663-670.

SCHECTER, A. J.; COLACINO, J. A.; BIRNBAUM, L. S.; JEROME, O. N. Dioxins: health effects. In *Encyclopedia of Environmental Health*; Elsevier: Burlington, VT, USA, 2011; pp. 93-101.

SCHULER, F., P. SCHMID & E.H. SCHLATTER, 1997. The transfer of polychlorinated dibenzo P-dioxins and dibenzofurans from soil into eggs of foraging chicken. *Chemosphere* 34: 711-718.

SCUSSEL, V. M.; SOUZA, K.; MANFIO, D.; NONES, J. **Revista Pet Food Brasil** – Ano 3/Edição 12/ Jan – Fev 2011, p.48 – 50.

STEPHENS, R. D.; PETREAS, M. X.; HAYWARD, D. G. 1995. Biotransfer and accumulation of dioxins and furans from soil: chicken as model for foraging animals. **The Science of the Total Environment** 175: 253-273.

TEIXEIRA, A. O., LOPES, D. C., RIBEIRO, M. C. T. LOPES, J. B., FERREIRA, V. P. A., VITTI, M. S. S., MOREIRA, J. A., PENA, S. M. Composição química de diferentes fontes de fósforo e deposição de metais pesados em tecidos de suínos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.4, p.502-509, 2005a.

TEIXEIRA, A. O.; LEONEL, F. P.; KNOOP, R.; FERREIRA, V. P. A.; RIBEIRO, E. T. ; MOREIRA, L. M. ; PEREIRA, J. C. Mineral deposition in tissues of cattle fed with different phosphates and relationships phosphorus: fluorine. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 14, p. 831-847, 2013.

UNIÃO EUROPEIA - UE. Commission regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *OJEC* 2006, L364, 5-24.

## **INFLUENZA AVIÁRIA: MEDIDAS DE PREVENÇÃO E LIÇÕES COM OS SURTOS NAS AMÉRICAS**

**Mário Sérgio Assayag Jr e Paulo Pelissaro**

Esse é um resumo do que consideramos realmente relevante para a prevenção e erradicação de um possível caso de IA.

### **Premissas**

- Não podemos ser a porta de entrada de IA e DNC notificável. A ocorrência de um único caso de AI e/ou DNC notificáveis já seria suficiente para causar mudanças catastróficas na cadeia produtiva.
- Se houver problema, temos que erradicar rapidamente e já no primeiro foco.
- Há necessidade de trabalho conjunto com MAPA, Estados, ABPA e entre as empresas para prevenção e solução imediata de um foco.
- O país tem que estar preparado para reduzir os impactos de um surto na cadeia produtiva.

### **Disseminação**

- A chegada e disseminação do agente provavelmente passará por aves migratórias e, posteriormente, por aves residentes/silvestres.
- Depois para aves de fundo de quintal e plantéis comerciais.
- A movimentação de pessoas (especialmente os viajantes internacionais) também é importante.
- Assim, precisamos investir ainda mais na prevenção, com biosseguridade. Precisamos blindar a cadeia produtiva.

- Água:
  - Considerando o movimento de aves migratórias e silvestres, a água é um fator de risco muito importante.
  - Assim, é necessário maior controle sobre as fontes de água. Não somente água de bebida, mas, a água usada para o nebulizador, sistema de resfriamento dos aviários e para limpeza e desinfecção devem ser provenientes de sistemas blindados.
  - Não deve ser usada em hipótese alguma água de superfície, como rios, lagos, açudes, etc.
  - Somente deve ser usada água de fonte subterrânea e de fontes protegidas.
  - O sistema de cloração deve ser confiável e constante, além de prever o controle do pH.
- Ausência de outras aves na propriedade.
- Essa premissa é inegociável.
- Proibição de visitas.
- Seguir todos os procedimentos de biossegurança.
- Implementar imediatamente as IN56/ IN59. O Ministério da Agricultura e órgãos de defesa sanitária dos Estados tem que ser rigorosos e cobrar o cumprimento da lei.

É inadmissível que ainda existam granjas não adequadas:

- Sem tela anti-pássaro.
- Com portões abertos.
- Sem cerca de isolamento.
- Sem roupas/calçados exclusivos.
- Sem composteira.
- Sem sistema de desinfecção de veículos.
- Sem sistema de água totalmente fechado.

Os galpões têm que ser adequados o mais breve possível, tanto para corte com para postura pesada e comercial. Não pode haver tolerância para qualquer tipo de exploração comercial.

## **Capacidade de diagnóstico laboratorial**

- Considerando a % do PIB brasileiro atrelado à produção avícola e a importância para a geração de empregos e balança comercial, não podemos ficar dependentes da limitada estrutura laboratorial oficial para realizarmos as análises de AI e DNC. Além da atual capacidade de realizar análises ser muito restrita, na eventualidade de um surto precisaremos ter resultados das análises em 24 horas após a colheita das amostras, caso contrário, os impactos econômicos serão gigantescos e o risco de perda de controle dos surtos será enorme.
- O resultado de um lote suspeito deve ser liberado em 12 horas após o recebimento no laboratório.
- Tem que haver laboratórios aprovados em todas as regiões produtoras e nas empresas, mesmo que para tal sejam necessárias supervisões rotineiras de fiscais do MAPA.
- Temos que fazer o diagnóstico completo em 24 horas, entre a identificação da suspeita e diagnóstico, com possibilidade de isolamento perifocal e de todos analisar todos os lotes pré-abate.
- Sem a capacidade de diagnóstico em menos de 24 horas, perderemos a possibilidade de controle e erradicação, com possibilidade de tornar a doença endêmica.

## **Impactos econômicos no Brasil**

- Suspensão imediata das exportações: 500 containers por dia no MI.
- Queda no consumo interno (podendo chegar a 70/80 % nas primeiras semanas).
- Aumento de estoque de 300 mil t no primeiro mês.
- Capacidade de armazenagem das empresas e em armazéns terceiros é de seis dias de produção.
- O retorno dos mercados pode variar de três meses (menos restritivos), um ano (Oriente médio) e até três anos (Já-pão).
- A receita cambial deve reduzir mais de US\$ 4 bi no primeiro ano.

- Será necessária a eliminação de aves de até 14 dias de idade nas granjas e também de ovos para reduzir o estoque a campo.
- Não serão alojados novos lotes por 15 a 20 dias para reduzir os estoques.
- Haverá altos custos para produtores/integrados com despovoamento de granjas.
- O impacto para cidades, estados e país será enorme.
- Haverá perdas não mensuráveis nos outros elos da cadeia, como produção de grãos, laboratórios (farmacêuticos e diagnóstico), produção de premix, equipamentos, transporte, etc.

### **Últimos surtos nos Estados Unidos**

- Os primeiros casos ocorreram em lotes próximos a açudes e lagos - aves migratórias.
- Difusão ocorreu via fluxo de pessoas e equipamentos.
- Houve falhas no controle no trânsito de pessoas entre granjas infectadas e livres.
- Houve falhas na limpeza e desinfecção de veículos e equipamentos.
- Havia presença de outras aves no interior das granjas infectadas.
- Foi identificado o vírus no ar externo dos galpões.

### **Últimos surtos no México**

- A hipótese mais provável foi que a introdução do agente ocorreu através de aves migratórias.
- O H5N2 se tornou endêmico em muitas regiões.
- A disseminação ocorreu predominantemente por trânsito de pessoas, equipamentos e frangos vivos.
- O trânsito de cama e esterco de poedeiras para abastecer confinamentos de bovinos também colaborou para que o vírus se espalhasse.
- O trânsito rotineiro de galinhas e reprodutoras vivas para o sul do país (Tabasco e Chiapas) foi fator muito relevante para disseminar o problema.

## **INFECTIOUS BRONCHITIS VIRUS: NEW TECHNOLOGIES AND PROSPECTS FOR CONTROL**

**Vik Vakharia**

*University of Maryland, Baltimore County,  
Institute of Marine & Environmental Technology, 701 East Pratt St.,  
Baltimore, Maryland 21202, USA*

Infectious bronchitis virus (IBV) is the causal agent of infectious bronchitis (IB), a respiratory disease of farmed chickens worldwide. IBV is a member of the Coronaviridae family, which can undergo recombination during replication when a cell is infected by two or more variants at the same time. When live attenuated vaccines are employed, there is a continuous threat of emergence of new IBV genotypes which can't be neutralized with the vaccine strain. Hence, control of IB is a major challenge for the poultry industry. In United States, number of IBV serotypes exist, which include Massachusetts, Connecticut, Arkansas, and Georgia, for which vaccines are developed. In Brazil, a great majority of IBV strains circulating in commercial flocks are of unique genotype, called Brazil I or BR-I. Unfortunately, vaccination with Massachusetts serotype does not provide protection against the BR-I strain. Hence, prophylactic interventions are needed to control and prevent IBV infections in chickens. Recent advances in recombinant DNA technology have resulted in experimental IBV vaccines that show promise, but to date, there is no commercial subunit vaccine available to control IB. Since the spike (S) protein of IBV is the major host-protective antigen, we cloned and expressed the S1 protein gene of BR-I, using a baculovirus expression system and produced the recombinant protein in insect cells. When baculovirus-infected cell lysates were fractionated on a 12.5% SDS-polyacrylamide gel, a protein band of approximately 150-kDa reacted with IBV-specific polyclonal antibody. We anticipate that baculovirus-expressed proteins will form trimeric structures of IBV that are highly immunogenic and confer protection against IBV infection in chickens.



## **IMUNONUTRIÇÃO: PROCESSOS INFLAMATÓRIOS E SEUS EFEITOS NO DESEMPENHO**

**Luiz Felipe Caron**

*lfcaron@ufpr.br*

O tecido linfóide associado à mucosa (MALT) é um componente bem desenvolvido nas aves. O componente intestinal deste tecido mucoso chama-se GALT (tecido linfóide associado ao intestino) e responde por aproximadamente 80 % de todo o potencial imune do MALT. As aves não possuem linfonodos típicos, os quais estão presentes em apenas algumas espécies de aves aquáticas, como pato, ganso e cisne. Talvez pudéssemos chamar atualmente de uma nova tendência na ciência da Imunologia e até mesmo na avicultura, o que recorrentemente tem aparecido como Imunonutrição. O termo como uma conjunção de imunidade e de nutrição, tem procurado estabelecer as inter-relações entre o que classicamente se entende como resposta imune de um lado e a nutrição clássica de outro.

Não é este tema, por si só, algo novo, mas a demanda por conhecimentos nessa área na avicultura possibilitou avanços muito críticos, ao ponto de se gerarem grandes expectativas quanto à interferência da resposta, seja uma inflamação passageira, até uma resposta elaborada de vários dias, no desempenho do animal. E neste ponto muito tem se avaliado quanto ao custo de uma resposta imune, ao custo de um processo inflamatório, seja este por desafios de patógenos, seja simplesmente pelo processo de digestão e absorção, em condições não adequadas de disponibilidade, tanto funcional do sistema digestivo como de qualidade e composição da matéria prima.

O desenvolvimento funcional do intestino, como órgão digestivo e absorptivo, está intimamente relacionado ao desenvolvimento do mesmo como órgão imune. Naturalmente como o intestino está relacionado ao acesso do alimento e este interligado com seu próprio desenvolvimento também não é surpresa se observar que a privação do alimento afete a sua maturação. Na prática a janela de nascimento que muitas vezes se observa em algumas empresas,

associadas às práticas de vacinação no incubatório e de transporte até o alojamento, pode gerar uma privação, que nas primeiras 48 a 72 horas gerará um prejuízo, às vezes irreversível no desenvolvimento do intestino. O sistema gastrointestinal sofre alterações dramáticas após a eclosão. Na eclosão as vilosidades intestinais são muito tênues e as criptas pouco detectáveis.

As criptas tornam-se bem definidas dois a três dias após a eclosão, e continuam a aumentar em número até um platô máximo em 48-72 horas. Da mesma forma os enterócitos vão se tornando mais abundantes durante os primeiros dias, incrementando as vilosidades intestinais. Toda esta preparação é fundamental para um animal que sofrerá a transição da condição de absorção da gema, para digestão e absorção de nutrientes logo após a eclosão. Este período pós-eclosão é crucial, não apenas para esta adaptação e transição dietética, bem como para a formação da microbiota intestinal e a maturação do GALT (tecido linfóide associado à mucosa intestinal). A maturação deste tecido imune é caracterizada normalmente em duas fases, na primeira semana e na segunda semana de vida. A condição desta maturação pode estar muito relacionada às células imunes presentes no intestino e às Interleucinas e citocinas pró e anti-inflamatórias, necessárias para o balanço da resposta imune ideal. Dessa forma denotam a importância destes momentos para as futuras respostas inflamatórias ao longo da vida da ave.

A qualidade do tecido intestinal bem como sua funcionalidade será determinante para a principal divisão a ser feita durante os processos de exposição a fatores externos. Na prática tem se buscado provar a vantagem da suplementação de muitos nutrientes, entre estes principalmente vitaminas e minerais, na melhora a resposta imune. Talvez nossa maior missão seja classificar e desmitificar muitas destas interferências, para uma futura compreensão e uso de diferentes produtos, que com a finalidade de incrementar a imunocompetência, possam ser chamados de imunoestimulantes, imunomoduladores ou de qualquer outro nome comercial. Sem que isto impacte na compreensão, visto que independente do nome que queiramos assumir, o fundamental é se entender como e por que a ação imune esta ocorrendo.

Nos últimos anos se viu uma transição dos chamados imunoestimulantes para agora imuno-moduladores. Sem que na verdade tenha havido alguma grande alteração, imune fisiológica ou zootécnica, mas apenas da língua portuguesa. Agora há a modulação da

resposta e não a estimulação. Deve-se deixar de lado esta contenda e partir a pergunta básica: como um produto age, que células, que órgão e que momento do desafio esta sofrendo interferência com o novo produto ou nova formulação dietética. Na realidade mais do que o nome que se queira dar a um modelo, o conceito das interações no intestino ou outro órgão, é o grande aliado do uso. Vejamos abaixo alguns exemplos de diferentes interações, que não se esgotam aqui dada a abundância de pesquisas e situações práticas.

Espera-se que a presença e captação de proteínas alimentares, bem como de bactérias comensais da microbiota, não gerem inflamação. Ao contrário da percepção de patógenos por meio da detecção de padrões associados aos patógenos (PAMPs), e a interação destes com receptores de células imunes, como os TLR, iniciando a resposta inflamatória, necessária para a eliminação do patógeno. A intensidade desta reação inflamatória é atualmente um foco de manejo, no intuito de modular as respostas a nível intestinal, de um lado com estratégias essencialmente nutricionais, por meio de componentes específicos da dieta, como minerais e aminoácidos, e de outro por meio de produtos específicos com aspecto terapêutico.

É bem conhecida a importância dos anticorpos maternos na resposta precoce contra desafios, mas mesmo durante estas interações, é conhecida a dinâmica das respostas, quando se percebe a resposta imune celular mais precoce e mais intensa e em seguida a resposta imune humoral. Da mesma forma se entende que a resposta imune inata do animal atinge a maturidade cinco dias pós-eclosão, o que é uma medida média, pois se sabe que o manejo, como a vacinação "in ovo", auxilia muito esta maturação imune precoce, podendo até ocorrer mais cedo e com mais qualidade. O ponto relevante é que se estará construindo um sistema imune equilibrado para a saúde do animal e especialmente na produção avícola com o máximo de produtividade. Estas respostas, como a inata, e subsequente adaptativa, mais específica, são o fiel da balança da intensidade de resposta inflamatória necessária para a sobrevivência do animal, o que às vezes pode ser necessário, mas dispendioso. Por isto mesmo se procura construir um sistema imune vigilante que, para o equilíbrio entre saúde e desempenho, monte a resposta imune mais eficiente, com menos intensidade inflamatória e mais velocidade na resolução do desafio. Caso contrário se estará

trabalhando num modelo de prejuízo, inicialmente fisiológico e posteriormente econômico.

Este prejuízo fisiológico se transforma em prejuízo econômico de maneira direta e irrecuperável, refletindo não só em ganho de peso nos frangos de corte, como no custo imune de aves de até 60 semanas ou mais durante desafios.

Medidas morfológicas mostram que a altura dos vilos da mucosa intestinal dobram nas primeiras 48 horas pós-eclosão, atingindo um platô em seis dias no duodeno e em dez dias ou mais no jejuno e íleo. Com o crescimento dos vilos a área da mucosa aumenta e naturalmente o número de enterócitos por vilão também. Na área superior dos vilos se observa nos frangos a população de linfócitos intraepiteliais, representados por Natural *Killers*, Linfócitos T e B. Há no intestino a presença de defensinas e enzimas envolvidas na defesa contra patógenos. Nos mamíferos, estas são substâncias produzidas pelas células de *Paneth*, as quais são raras ou ausentes nas aves. De imediato já se pode perceber a importância imunológica disto, uma vez que nas aves os enterócitos são importantes células apresentadoras de antígeno, com potencial para iniciar a resposta imune específica. Nos frangos de corte, nas primeiras semanas, 12 % da proteína recém-sintetizada é direcionada para o intestino. Ao mesmo tempo em que a grande proliferação de enterócitos acompanha o desenvolvimento dos vilos, pode ocorrer uma diminuição na idade e maturação nas células de Goblet, o que pode afetar a qualidade do muco produzido por elas. Isto poderá prejudicar a absorção, e também, associado à diferença no “*turn over*” das células intestinais, aumentar a demanda energética para a manutenção do trato digestivo.

O custo desta manutenção muitas vezes se reflete em desempenho nas aves. Durante a fase aguda da resposta a um patógeno, um dos principais eventos detectados é a Febre. Esta é essencial para aumentar a sobrevivência a um desafio patogênico, mas muitas vezes à custa de uma substancial quantidade de energia metabólica. Estas evidências são suportadas por estudos realizados com aves, quando a administração de endotoxinas bacterianas (LPS) que mimetizam uma infecção por bactérias Gram negativas, como *E. coli* ou *Salmonella spp*, desencadeiam o aumento da temperatura corporal e aumento da taxa metabólica basal em até 23 % para cada 1°C de aumento da temperatura corporal. Observou-se nestes experimentos a diminuição do crescimento, da procura por alimento, bem

como do sucesso reprodutivo, associado estes fatos ao incremento da resposta imune e todas as cascatas envolvidas. A conclusão destes estudos é que a infecção nas aves pode aumentar o desvio do consumo alimentar para manter um balanço energético positivo impactando na piora da conversão alimentar e do sucesso reprodutivo.

As placas de Peyer representam o principal sítio indutivo da resposta imune contra os patógenos que ascendem por via oral o trato intestinal, resultando na produção de IgA. Aves jovens apresentam aproximadamente seis PP, que assim como outros componentes linfóides, envolvem com a idade, chegando a representar apenas um agregado linfóide posteriormente. Assim como nos mamíferos as PP apresentam aproximadamente 40 % de Linfócitos B, dos quais a maior parte são IgA positivos, 40 % das células são Linfócitos T (dos quais 40-50 % são CD4 e 15-20 % são citotóxicos) e o restante são linfócitos T importantes na regulação da resposta de IgA. As PP também possuem 5-9 % de células acessórias como macrófagos células dendríticas e outras células fagocíticas. As tonsilas e as PP são facilmente identificáveis em pintos com 10 dias de idade atingindo um máximo entre cinco e 16 semanas de idade e com o tempo sofrem involução, sendo pouco visíveis as 20 semanas. As 53 semanas apenas uma placa de *Peyer* é visível. O *divertículo de Meckel*, como remanescente do saco da gema, apresenta, centro germinativos com linfócitos B e macrófagos. A população dos linfócitos intraepiteliais no divertículo aumenta três a cinco vezes, cinco dias após a eclosão, e até 10 vezes com 14 dias e ainda mais até os 40 dias de idade. A mucosa intestinal composta pelo epitélio e a lâmina própria, é rica em leucócitos sendo que a maioria (80 %) são linfócitos, 10-15 % são monócitos e os 5 % restante outras células mononucleares. Estes linfócitos estão presentes no intestino no momento da eclosão, pois já o colonizaram por volta de 16 dias de incubação. Entre os dias 4-6 de vida esta colonização aumenta e atinge maturidade nas duas primeiras semanas de vida. A dinâmica do processamento antigênico no GALT segue uma sequência similar ao que ocorre via sistêmica, com diferenças no acesso original e amostragem do antígeno por enterócitos e células M principalmente. Após a entrada do patógeno, muitas alterações estruturais ocorrem no intestino, relacionadas à permeabilidade, infiltração celular, aumento das criptas, da produção de muco e enzimas, além das respostas específicas. A resposta específica ao antígeno, a qual é chamada de resposta adaptativa, envolve dois tipos principais de linfócitos, Os linfócitos B, que expressam imunoglobulinas de superfície, e

reage com a produção de diferentes anticorpos (resposta imune humoral), e os linfócitos T que reconhecem o complexo antígeno-MHC, apresentado na superfície de células apresentadoras de antígeno (macrófagos, células dendríticas e eventualmente até os próprios enterócitos). Após a ligação do antígeno nos receptores das células B, inicia-se a divisão celular e expansão clonal desta com a produção de anticorpos específicos ao antígeno que os incitou. As células T determinam uma cascata de eventos relacionada ao reconhecimento do complexo na superfície de macrófagos, células dendríticas e também de enterócitos. A captura de antígenos por pinocitose ou fagocitose pelas células M também determina a sensibilização de linfócitos T e B nos centros germinativos das PP.

Estas diferentes vias da resposta, ocorrem, de um lado pelos diferentes tipos de exposição, como diferentes vacinas e antígenos, e de outro pela maior capacidade da ave para um ou outro mecanismo. O fato é que cada braço da resposta assume um custo metabólico distinto, custo este de manutenção e de uso. Quanto mais humoral e mais específica a resposta, menor o custo de forma geral. E quanto mais celular e mais inespecífica, de forma geral maior o custo de uso desse sistema. Que vai de um custo baixo até um custo muito alto, como o da resposta inata induzida.

Como um sistema onde a inter-relação imune e nutricional é direta e constante, pode-se perceber a grande dificuldade em alcançar um equilíbrio aliado a desempenho. O desenvolvimento do intestino das aves será concomitante ao acesso imediato ao alimento sólido pós eclosão, bem como a microbiota ambiental típica do intestino do animal adulto. Esta microbiota contém em média  $10^7 - 10^{11}$  bactérias por grama de conteúdo intestinal. Mais de 600 espécies bacterianas representadas por mais de 140 gêneros, estão presentes no ceco. O potencial imunoregulatório desta microbiota deve ser explorado nas aves comerciais, para incrementar a produtividade.

A Imunonutrição tem sido um ponto de investigação, que pelos resultados e melhores compreensões do tema mostra afetar a resposta inflamatória, tanto pró como anti-inflamatória, afeta intensidade da injúria ou dano tecidual e principalmente a velocidade de recuperação. Estes pontos, caracterizando os custos envolvidos na intensidade e eficácia dos diferentes braços da resposta imune, refletem diretamente no desempenho das aves.

Como tem ocorrido em diferentes pesquisas, muitas vezes o manejo da imunonutrição não afeta a mortalidade, mas impacta na dinâmica da resposta inflamatória e conseqüentemente no desempenho. Trabalhos similares mostram que apesar de conceitos concretos de imunonutrição e de benefícios claros, os resultados podem variar com diferentes genótipos, e linhagens de animais. Este talvez seja um dos pontos mais críticos avaliados para a geração futura de uma nutrição clínica ou direcionada para eventos particulares, dado que os resultados podem variar.

Desde a década de 70 se realizam protocolos experimentais que mostram que em animais SPF 10 Bactérias *Salmonella enteritidis* são suficientes para desencadear transtornos, enquanto que em animais convencionais, pelo menos  $10^6$  bactérias são necessárias. As rápidas alterações que ocorrem no trato intestinal do pintinho devido a exposição oral e retal aos antígenos, pode determinar um risco associado à imaturidade do intestino. Ao se observar a geração e funcionalidade de linfócitos T intraepiteliais no intestino, o que se traduz em capacidade de resposta imune específica, é muito claro o atraso que ocorre nos primeiros seis dias. E de maneira geral nas primeiras duas semanas, enquanto a maturação do sistema imune está em curso. O sistema imune é um compartimento complexo e multifatorial afetado, entre outros, pelos seguintes componentes: idade, composição da dieta, energia associada aos nutrientes, potencial genético para o crescimento, ambiente, além do nível de stress.

Dentre tantos fatores, a composição ótima da dieta, associada à microbiota intestinal, determina um resultado de altíssima sensibilidade quando o objetivo é balancear o custo imune e o desempenho. Em experimentos controlados, a constituição ótima da dieta, associada a bactérias intestinais, resulta em maior ganho de peso, comparados a animais SPF, o que não se observa quando as condições da dieta e da microbiota não são as ideais. Em relação à microbiota, nem sempre é simples buscar o ideal, pois este ainda demanda conhecimento. Muitos estudos revelam que animais em condições SPF tem uma demanda metabólica de energia 10-30 % menor do que os convencionais. Como esta condição não é a realidade prática, em termos de manejo o preferível é a presença de uma microbiota ideal nas primeiras semanas, o que determinará um sistema imune de alta qualidade, para, ao longo dos períodos produtivos, culminar com maiores ganhos. E naturalmente, uma vez este siste-

ma maduro, as condições de criação dentro de um ideal nutricional e de ambiente, com o menor nível de desafio para uma situação de regulação intestinal.

Todos os dados sugerem que a manutenção da imunidade no intestino terá prioridade em relação ao ganho de peso, quando os nutrientes, especialmente proteínas, estão limitadas na dieta. Naturalmente não são todas as condições de desafio imunitário que comprometem drasticamente o desempenho, haja visto desafios vacinais que dependendo da época podem até incrementar o ganho no futuro. O que é claro é a condição de maior sensibilidade em animais nas primeiras três semanas de vida, e de maior capacidade de equilíbrio a partir daí, principalmente em condições de manejo corretas.

O intestino, como grande área mucosa, esta sujeito ao contato inicial com a maioria dos principais desafios sanitários na exploração avícola. Este primeiro contato gera uma resposta chamada inata pela sua inespecificidade, e particularmente inata constitutiva. A inespecificidade é algo que tem mudado na sua compreensão, dada a especificidade por grupo de patógenos observado neste momento. A barreira epitelial mucosa representa este compartimento imune, se traduzindo em qualidade pela própria viabilidade das células epiteliais e das células produtoras de muco. Até o quarto dia pós-eclosão pode-se observar um tipo de muco no intestino delgado das aves, chamado de neutro, o qual, após este período, pela maturação do sistema imune, permitindo a própria alteração da microbiota e da presença de enzimas e peptídeos antimicrobianos e citocinas inflamatórias, transforma as células de Goblet em produtoras de um muco ácido.

A presença deste tem uma função imune importante e a alteração da microbiota pode afetá-lo assim. Pintinhos de um dia devem ter a capacidade de digerir carboidratos complexos imediatamente após a eclosão, o que exige alterações na produção deste muco precocemente. A taxa de crescimento do intestino delgado, por volta de 6-10 dias de idade, é maior do que outros compartimentos do corpo proporcionalmente, garantindo aporte de células com função imune, como enterócitos e células de Goblet, a partir de células tronco do próprio intestino.



Nos primeiros dez dias de vida o pintinho necessita da proteção inespecífica do muco no intestino, além da presença dos anticorpos maternos no soro e eventualmente no próprio intestino. Apesar do desenvolvimento de Linfócitos B ser muito ativo nestes primeiros dias, normalmente a IgA secretória, que é o anticorpo ativo no GALT, não é detectado. Recentemente se descreveu um novo mecanismo de transferência de IgA da matriz para o intestino do embrião, fato até então não considerado por não se levar em conta a imunidade colostrar nas aves, e sim a transferência de IgY pela gema. Neste novo caminho haveria uma transmissão do oviduto para o albúmen e deste para a gema. Isto pode se observar quando se compara a quantidade de IgA na gema de ovos fertilizados, que é muito maior do que em ovos não fertilizados. Novamente a ação da células de *Globet* e a produção do muco tem função importante na manutenção destes anticorpos no intestino uma vez que os protegem aumentando sua meia vida por até mais de sete dias. Mais do que isso, a IgA derivada da gema é como que absorvida pelas células de *Globet* maduras e tem sua liberação controlada por estas. A presença da IgA no intestino do embrião com 19 dias de incubação, a presença desta IgA dentro das células de *Globet*, e a ausência da expressão gênica de anticorpos denota a origem materna dos mesmos.

Embora haja comprovações de que o intestino dos pintinhos reage especificamente ao desafio vacinal com *Salmonella enteritidis* nos primeiros quatro dias de vida, muito do que se observa como proteção inicia-se pela lógica da colonização da cepa vacinal e produção de interleucinas precoce, culminando com a resposta de anticorpos. O intestino de mamíferos como suínos ou camundongos com um dia de idade é comparável ao desenvolvimento do intestino do embrião das aves aos 18 dias. Embora o metabolismo das células deste sistema imune inato não requeira muito desvio nutricional, a resposta inflamatória após um desafio pode ser nutricionalmente custosa. Neste sentido tem havido interesse cada vez maior em se compreender a dinâmica das células envolvidas na resposta imune associada às medidas de manejo empregadas com o uso de coccidiostáticos e antibióticos melhoradores de desempenho nas aves.

Há um caminho longo a ser percorrido, pois a presença destas células imunes e seus marcadores envolvem um custo imune e a ação de muitos produtos que na prática refletem desempenho, trás uma associação íntima com alterações na produção e expressão de células imunes.

Conceitualmente a melhor maneira de reagir contra as agressões no intestino, será evitando a ligação do antígeno aos enterócitos. Isto pode ser alcançado por meio de agentes inespecíficos, como proteínas antimicrobianas, além do próprio muco, ou mais especificamente com a geração de anticorpos no lúmen intestinal. A neutralização de antígenos especificamente no intestino é feita por anticorpos que podem ter várias origens. Naturalmente os anticorpos maternos são uma fonte de defesa importante e podem estar presentes no intestino além da circulação, como já foi descrito, com a participação da células de *Globet*.

Atualmente entende-se a função destes anticorpos maternos, como necessários para permitir a “vacinação natural”. Em outras palavras, a possibilidade de encontrar o desafio, eliminá-lo em grande parte pela ação destes anticorpos, e montar a defesa ativa contra os antígenos restantes. Como os desafios podem ser muito precoces, isto denota a capacidade deste intestino em reagir desde a primeira semana. Estes anticorpos neutralizantes podem ser do tipo IgY, IgA monomérica e IgA dimérica (secretória). IgY e IgA monomérica são secretados no intestino via bile, através do canal da mesma ou mesma via canal bursal. Plasmócitos (Linfócitos B ativos) secretando IgY e IgA dimérica estão presentes na parede do intestino. Neste caso, a IgA secretória é secretada pelos enterócitos, percorrendo o citoplasma dos mesmo e sofrendo as alterações conformacionais, sendo transportada até a membrana apical e secretada no lúmen.

Como este balanço e estas interações dinâmicas são muito sensíveis, atualmente um capítulo da imunologia em aves tem se preocupado e demonstrar o efeito que muitos antibióticos, antigamente apenas promotores de crescimento (melhoradores de desempenho), possuem na função imune no intestino, alterando este balanço, e com isto funcionando como melhoradores de desempenho, em longo prazo, uma vez que toda cascata imune terá menor custo ao longo da vida da ave, quando o amadurecimento do GALT foi ideal. Na prática pode-se observar o potencial para interação antígeno-hospedeiro no intestino, com a produção de IgA na situa-

ção intermediária, entre regulação simplesmente, quando células imunes supressoras e reguladoras mantêm este estado, e inflamação, quando o custo e o stress envolvido na resposta gera uma produção de IgA aquém da situação ideal.

Consequentemente pode-se explorar, para qualquer encontro futuro com desafios no ambiente, os benefícios da presença de células imunocompetentes e da IgA, com uma relação próxima da uniaxialística e com a modulação necessária para regular os mediadores inflamatórios, que junto com a resposta imune se traduzem em perda de desempenho.

## Referências

BARTELL, S. M.; BATAL, A. B. **The effect of supplemental glutamine on growth performance, development of the gastrointestinal tract, and humoral immune response of broilers.** Poultry Science 86:1940–1947, 2007.

BAILEY, R. A. **intestinal microbiota and the pathogenesis of dysbacteriosis in broiler chickens.** thesis submitted to the University of East Anglia, 2010.

CASTELEYN, C.; DOOM, M.; LAMBRECHTS, E.; VAN DEN BROECK, W.; SIMOENS, P.; CORNILLIE, P. **Locations of gut-associated lymphoid tissue in the 3- month-old chicken: a review.** Avian Pathology. 39(3), 143-150, 2010.

CHOCT, M. **Managing gut health through nutrition.** British Poultry Science v.50 (1): 9-15, 2009.

COOMBES, J. L.; POWRIE, F. **Dendritic cells in intestinal immune regulation.** Nature reviews | immunology. (8)435-446, 2008.

COX, J. M.; PAVIC, A. **Advances in enteropathogen control in poultry production.** Journal of Applied Microbiology, 745-755, 2009.

DIBNER, J. J.; RICHARDS, J. D. **The Digestive System: Challenges and Opportunities.** 2004 J. Appl. Poult. Res. 13:86-93, 2004.

DOWNING, T.; ANDREW, T. L.; O'FARRELLY, C.; BRADLEY, D. G. **The Differential Evolutionary Dynamics of Avian Cytokine and TLR Gene Classes.** *The Journal of Immunology* - 184:6993-7000, 2010.

FORDER, R. E. A.; HOWARTH, G. S.; TIVEY, D. R.; HUGHES, R. J. **Bacterial modulation of small intestinal goblet cells and mucin composition during early posthatch development of poultry.** Poultry Science. 86:2396-2403, 2007.

FRIEDMAN, A.; ELAD, O.; COHEN, I.; BAR SHIRA, E. **The Gut associated lymphoid system in the post-hatch chick: dynamics of maternal IgA.** Israel Journal of Veterinary Medicine. v. 67 (2):75-81, 2012.

GEYRA, A.; UNI, Z.; SKLAN, D. **Enterocyte dynamics and mucosal development in the posthatch chick.** Poultry Science 80:776-782, 2001.

GEUKING, M. B.; MCCOY, K. D.; MACPHERSON, A. J. **The function of secretory IgA in the context of the intestinal continuum of adaptive immune responses in host-microbial mutualism.**

GOTO, Y.; KIYONO, H. **Epithelial barrier: an interface for the cross-communication between gut flora and immune system.** Immunological Reviews: v. 245: 147-163, 2012.

HATHAWAY, L. J.; KRAEHENBUHL, J. P. **The role of M cells in mucosal immunity.** CMLS, Cell. Mol. Life Sci. v. 57: 323-332, 2000.

HERMSEN, J. L., SANO, Y.; KUDSK, K. A. Food fight! Parenteral nutrition, enteral stimulation and gut-derived mucosal **immunity.** Langenbecks Arch Surg - 394:17–30, 2009.

HUMPHREY, B. D. **Immunity lessons and actions: Practical implications.** J. Appl. Poult. Res. 19 : 174–181, 2010.

HUMPHREY, B. D.; KLASING, K. C. **Modulation of nutrient metabolism and homeostasis by the immune system.** World's Poultry Science Journal, v. 60: 90-100, 2004.

KYUNG-WOO LEE, K. Y.; HONG, Y. H.; LEE, S. H.; SEUNG, I.; PARK, J. M.; BAUTISTA, D. A.; RITTER, G. D.; JEONG, W.; JEOUNG, H. Y.; DONG-JUN AN, D. J.; LILLEHOJ, E. P.; LILLEHOJ, H. S. **Effects of anticoccidial and antibiotic growth promoter programs on broiler performance and immune status.** Research in Veterinary Science 93. 721-728, 2012.

KLIPPER, E.; SKLAN, D.; FRIEDMAN, A. **Response, tolerance and ignorance following oral exposure to a single dietary protein antigen in *Gallus domesticus*** Vaccine 19: 2890-2897, 2001.

KORVER, D. R. **Implications of changing immune function through nutrition in poultry.** *Animal Feed Science and Technology*, 173: 54-64, 2012.

KOUTSOS, E. **Nutrition and Gut-Associated Immunity.** 33rd Annual Carolina Poultry Nutrition Conference. 30-34, 2006.

LEE, Y. K.; MAZMANIAN, S. K. **Has the microbiota played a Critical role in the evolution of the adaptive immune system?** *Science* 330: 1768, 2010.

LEE, K. W.; LILLEHOJ, H. S.; LEE, S. H.; JANG, S. I.; RITTER, G. D.; BAUTISTA, D. A.; LILLEHOJ, E. P. **Impact of fresh or used litter on the posthatch immune system of commercial broilers.** *Avian Diseases*, Vol. 55, No. 4: 539-544, 2011.

LILLEHOJ, H. S.; TROUT, J. M. **Avian Gut-Associated Lymphoid Tissues and Intestinal Immune Responses to *Eimeria* Parasites.** *Clinical microbiology reviews*. 349-360, 1996.

LILLEHOJ, H. S.; KIM, C. H.; KEELER JR, C. L.; ZHANG, S. **Immunogenomic Approaches to Study Host Immunity to Enteric Pathogens,** *Poultry Science* 86:1491-1500, 2007.

MACPHERSON, A. J.; MCCOY, K. D.; JOHANSEN, F. E.; BRANDTZAEG, P. **The immune geography of IgA induction and function.** *Nature* - 1: 11-22, 2008.

MAGALHAES, J. G.; TATTOLI, I.; GIRARDIN, S. E. **The intestinal epithelial barrier: How to distinguish between the microbial flora and pathogens.** *Seminars in Immunology* 19: 106-115, 2007.

MCKEAN, J. A.; YOURTH, C. P.; BRIAN P LAZZAR, B. P.; CLARK, A. G. **The evolutionary costs of immunological maintenance and deployment.** *BMC Evolutionary Biology*, 8:76, 2008.

MILLET, S.; BENNETT, J.; LEE, K. A.; HAU, M.; KLASING, K. C. **Quantifying and comparing constitutive immunity across avian species.** *Developmental and Comparative Immunology* 31: 188-201, 2007.

PABST, O.; MOWAT, A. M. **Oral tolerance to food protein.** *Nature* - 5(3): 232-239, 2012.

PEARSON, C.; UHLIG, H. H.; POWRIE, F. **Lymphoid microenvironments and innate lymphoid cells in the gut.** *Trends in Immunology*, v. 33 (6): 289-296, 2012.

RUDRAPPA, S. G.; HUMPHREY, B. D. **Energy metabolism in developing chicken lymphocytes is altered during the embryonic to posthatch transition.** *The Journal of Nutrition*, 137:427-432, 2007.

SANDBERG, F. B.; EMMANS, G. C.; KYRIAZAKIS, I. J. **A model for predicting feed intake of growing animals during exposure to pathogens.** *Anim. Sci.*, 84:1552-1566, 2006.

SANDBERG, F. B.; EMMANS, G. C.; KYRIAZAKIS, I. **The effects of pathogen challenges on the performance of naïve and immune animals: the problem of prediction.** *Animal*, 1: 67–86, 2007.

SATO, K.; TAKAHASHI, K.; TOHNO, M.; MIURA, Y.; KAMADA, T.; IKEGAMI, S.; KITAZAWA, H. **Immunomodulation in gut-associated lymphoid tissue of neonatal chicks by immunobiotic diets.** *Poultry Science* 88 :2532-2538, 2009.

SCOTT, T. R. **Our Current understanding of humoral immunity of poultry.** *Poultry Science* 83:574-579, 2004.

SEKIROV, I.; RUSSELL, S. L.; ANTUNES, L. C. M.; FINLAY, B. B. Gut microbiota in health and disease. *Physiol Rev* 90: 859-904, 2010.

SKLAN, D. **Development of defense mechanisms in the digestive tract of the chick.** *J. Appl. Poult. Res.* 14:437-443, 2005.

VAUGHN, L. E. **Evaluation of the possible immunological function of the chicken crop (ingluvies).** Dissertation Submitted to the Graduate Faculty of The University of Georgia, 2000.

YEGANI, M.; KORVER, D. R. **Factors Affecting Intestinal Health in Poultry.** *Poultry Science* 87:2052-2063, 2008.

# **SALMONELLA IN POULTRY: GLOBAL STATUS AND CONTROL PERSPECTIVES**

**Marcos H. Rostagno**

*Elanco Animal Health, Greenfield, USA*

## **Introduction**

*Salmonella* constitutes a worldwide public health concern as a leading cause of foodborne disease, and poultry is widely recognized as a major source of contamination and infection, via poultry meat or eggs. Moreover, increased frequency of antimicrobial resistance in *Salmonella* serovars is considered one of the major public health threats linked to food animal production, including the poultry production chain, which is an additional concern in the risk management of salmonellosis. With the increasing globalization of the poultry production and food industries, new problems and challenges continue to arise regarding food safety and *Salmonella* control, making new approaches and integrated intervention strategies necessary along the entire food chain (i.e., “farm-to-fork”).

The occurrence of *Salmonella* serovars varies considerably between regions and countries, as well as between poultry production systems, and over time. Therefore, surveillance and identification of the prevalent *Salmonella* serovars should be carried out in order to develop effective control programs. In most food animals, including poultry, *Salmonella* can establish a clinically unapparent infection (or “carrier state”) with variable intermittent shedding frequency and duration. This variability creates a significant challenge for the monitoring and control of *Salmonella* at all levels of the poultry production and processing chain.

The purpose of this manuscript was to provide an overview of the role of poultry meat on salmonellosis at a global scale and the main problems that could hinder the success of *Salmonella* control measures at the poultry production level. Instead of presenting a targeted and detailed scientific literature review, supported by a long list of references, we opted to present our own perspective, based on our practical experience, as well as the current evidence available. In other words, this paper attempts to be a realistic representation of the *Salmonella* challenge in poultry production.

## What is the situation in other countries?

Although Brazil is one of the global poultry production leaders, and its industry is undoubtedly at the forefront in terms of productivity and efficiency, it is very difficult to obtain reliable and consistent data about the occurrence of *Salmonella* serovars that would allow painting the real scenario. In general, each poultry production and processing company possesses and protects its own data, with no central or governmental agency being able to provide a clear regional or national perspective. It should be mentioned that the lack of official coordination and availability of comprehensive epidemiological data does not help building trust with other countries. Upon some searching, the only official report found has only recently been published (MAPA-DIPOA, 2015; <http://www.agricultura.gov.br/animal/dipoa/DIPOA-Publicacoes>), and presents findings from a total of 856 broiler carcasses sampled between October 2013 and June 2014, in 89 processing plants. From these samples, 17.5 % were *Salmonella*-positive. However, no information on the serovars distribution could be located.

In contrast, extensive and detailed epidemiological data is available from many other countries. For instance, in the United States, the United States Department of Agriculture (USDA) periodically publishes reports containing data resulting from the national monitoring program (<http://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/home>). The performance standard adopted by the USDA-FSIS is 7.5% of *Salmonella*-positive samples (implemented in 2011, based on broiler carcass samples). According to the data reports available, the prevalence of *Salmonella*-positive carcasses was 3.8 % (in 2014), and the most common serovars isolated from broiler carcasses were Kentucky, Enteritidis, Typhimurium, Infantis, Schwarzengrund, and Heidelberg (in 2013; 2014 data not available yet).

In the European Union, even more detailed and up to date reports are periodically published by the European Food Safety Authority (EFSA), and can be accessed online at <http://www.efsa.europa.eu/>. The prevalence of *Salmonella* at processing (based on broiler neck skin samples) has been reported to be around 2.8 % as an average from a wide variation between countries (for 2014), and with serovars Infantis, Enteritidis, Mbandaka, Kentucky, Senftenberg, Typhimurium, Agona and Montevideo accounting for the majority of the recovered isolates.



The situation in China is not much different from Brazil, where very limited (if any) official data can be found. However, a search of the literature published reveals variable occurrence in different regions, and an interesting pattern in the *Salmonella* serovars distribution over time. Recent studies show a clear shift in the serovars distribution with *Salmonella* Indiana rising to the top recently, overcoming other frequently isolated serovars, such as Typhimurium, Enteritidis, and Heidelberg. Also worth highlighting is the frequent recovery of *Salmonella* Pullorum from broiler flocks (Gong et al., 2014; 2016).

Although extensive epidemiological data is available, particularly from the US and EU, it is important to highlight that any attempt to develop a comparative analysis should be seen with caution, since there is considerable variation in the methodologies applied by different laboratories, including sampling and sample processing, as well as *Salmonella* isolation methods. Nevertheless, it is very clear that *Salmonella* is a consistent challenge across all major poultry producing countries around the globe, justifying significant efforts to monitor and control the occurrence of this foodborne pathogen along the poultry production and processing chain. An incredible amount of efforts and financial investment has been dedicated to achieve reductions, with clear distinction between approaches in the EU versus other countries, such as the US and Brazil. In the EU, regulatory agencies are heavily involved in surveillance and monitoring, while governments financially support control programs, in several member states. This regulatory-driven approach was initiated in the Nordic countries (i.e., Sweden, Finland, and Denmark), and has been pushed onto the other countries members of the EU. In the US, although government agencies are responsible for surveillance and monitoring, most of the control efforts are funded and executed independently by the industry. In Brazil, government agencies act primarily monitoring compliance, with very little structured surveillance program in place; all control programs are independently developed by individual production and processing companies, mostly motivated by the increased interest in the global poultry export market. In China, most of its focus on microbiological hazards has only recently begun, with most of the attention being dedicated to chemical hazards over the past few years.

## What are the most common risk factors?

Many studies have been conducted in different countries with the objective of identifying the most common and critical risk factors for the occurrence of *Salmonella* in broiler flocks, and in particular, in flocks immediately prior to processing. Although a multitude of potential risk factors have been identified, some can be consistently found in the published reports, such as:

- Infected breeder flock.
- Multiple parent breeder flocks.
- Large hatchery.
- Contaminated hatchery.
- Contaminated eggshells at hatching.
- Infected day-old chicks.
- Large feed mil.
- Contaminated feed mil.
- Previous flock infected.
- Frequent visitors to the farm.
- Visitors having access to the flock.
- Vehicles parking near the facilities.
- Employees entering the house several times a day.
- Failure to enforce frequent hand washing.
- Contaminated equipment (e.g., feeders, drinkers, etc.).
- Contaminated environment around the house.
- House contaminated prior to chick placement.
- Litter contaminated prior to placement of birds.
- Cleaning/disinfection performed by employees (not by contractors).
- Dusty conditions in the house.
- Disposing dead birds in proximity to the house.
- Presence of other avian species in the farm.
- Presence of rodents.
- Long transportation period from farm to processing plant.
- Long pre-processing waiting period.
- And many others...

This is not an all-inclusive list of the potential risk factors for the occurrence of *Salmonella*, but in general, they follow a very logical and clear pattern, and in most cases, constitute failures of a fundamental biosecurity program that should be enforced in any poultry flock. This list also highlights the complexity of the ecology and

epidemiology of *Salmonella* in broiler flocks, revealing a wide range of potential contamination and infection sources.

## **Is it possible to prevent and control *Salmonella* in poultry?**

The short answer to the question posed is “YES”. But, in any case, it takes a lot of effort and persistence. For obvious reasons, preventing contamination and infection with *Salmonella* is the preferred approach, although it is not always the case. However, the efforts required to prevent the occurrence of *Salmonella* in broiler flocks do not differ much from the efforts required to control the presence of the pathogen.

Controlling the occurrence of *Salmonella* in a broiler production system can be very frustrating. It is oftentimes difficult to precisely trace or pinpoint the contamination and infection source(s) of the persistently infected broiler flock(s), but an effective monitoring program can be very helpful to identify if the issue is due to contamination persistence versus re-infection(s) of the flock(s). Nevertheless, the *Salmonella* control program adopted must be systemic and systematic, and it all needs to start from the top of the pyramid and cascaded down the entire production chain (i.e., from the breeder flock and hatchery all the way to the flocks delivered to the processing plant, not forgetting the feedmill).

There is disagreement in the published literature as to which, if any, pre-harvest segment of the broiler grow-out production continuum is the most crucial in pre-disposing *Salmonella* contamination of the carcasses. Several studies have demonstrated associations among *Salmonella* contamination of broiler breeders, in the hatchery, or of day-old birds with *Salmonella* status during grow-out and/or processing within integrated poultry operations. However, the number of confounders is too large to allow for a clear conclusion. The reality is that even though the birds delivered to the processing plant are the primary source of contamination to the post-harvest portion of the chain, a lot of the problem is also caused by cross-contaminations along the processing line, as well as by failure to avoid persistent environment and equipment contamination in the plant. Whatever the case, both sides of the chain (i.e., pre- and post-

harvest) must work collaboratively, if the goal is to be successful in the control of the occurrence of *Salmonella*.

## Final (Important) Considerations

### Is it worth investing on the prevention and control of *Salmonella*?

Reducing the occurrence of *Salmonella* in broilers is important from the standpoint of both consumer protection and industry sustainability. From the commercial point of view, as the industry consolidates in a few and increasingly large producers and processors, competitiveness in the global market has increased as well, with *Salmonella* becoming critical to having access to the export market. *Salmonella* has quickly moved from a common food safety issue to a quality issue, and in some cases, utilized as a commercial barrier. Moreover, food safety is increasingly becoming an opportunity for attaching quality and safety to some brands.

From the point of view of productivity or growth performance, the debate is still ongoing, if flocks infected with *Salmonella* would be negatively impacted, or not. Although several published studies that challenged birds with *Salmonella* have shown significant negative impact on performance parameters, such as average daily feed intake, body weight gain, and feed conversion, to the best of our knowledge, there is no field evidence of this effect. It would be very important and useful, if field data were generated based on the comparison of the growth performance of *Salmonella*-positive versus *Salmonella*-negative, under realistic field conditions (i.e., commercial flocks). However, such study would require a very large number of comparative observations, in order to control for all the potential confounding variables, and to be statistically valid. Worth mentioning is a recently published meta-analysis (Remus et al., 2014; Poultry Science 93:1149–1158; <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2013-03540>), concluding that *Salmonella* challenge of broilers leads to 9% reduction of the average daily feed intake ( $P = 0.04$ ), and 29% reduction of the average daily gain ( $P = 0.03$ ).

Nevertheless, even if the potential commercial or productivity benefits are not taken into consideration, adopting a comprehensive and strong biosecurity program is always a good investment, as it

will not only help preventing and controlling the occurrence of *Salmonella*, but also of other diseases that could threaten the flocks, causing major economic losses. Based on our experience, by far, the financial cost of biosecurity programs are most definitely worth, and usually do not constitute an adoption barrier. What is most difficult and challenging is to develop a consistent mindset and attitude with the workforce, particularly over time. There is a tendency to become lenient and relax, leading to breaches of procedures and protocols. A very effective approach to avoid this issue has been the adoption of third party (i.e., independent) monitoring and auditing systems, in conjunction to benchmarking (internal and external) and incentives.

### **How does the future look like?**

*Salmonella* is a major challenge to the poultry industry, and will continue to be for the foreseeable future. In fact, we need to realize that *Salmonella* is not a single pathogen, but a very large group of diverse pathogens (more than 2,500 serovars have been identified worldwide). Dealing with *Salmonella* (i.e., prevention and/or control) in poultry production and processing should be seen as a long term project. Very frequently, we are looking for “silver bullets” or single interventions that would solve the *Salmonella* problem. However, it is critical to understand that the inherent complexity of the challenge does not allow for simple or immediate solutions. Therefore, punctual interventions are not realistic, but as mentioned before, a systemic and systematic is essential with interventions applied at multiple points, and guided by realistic targets and goals.

As the current assessment methods are limited at best, there is usually a lot of noise and confounding embedded, when attempting to develop *Salmonella* prevention and control programs. Current sampling and sample processing methods are frequently variable and offer limited or inadequate sensitivity. Inevitably, the question that should be asked is: If we cannot correctly measure the challenge, how should we expect to be able to manage it? Any *Salmonella* prevention or control program should start by designing appropriate sampling schemes, and accounting for the generally low diagnostic sensitivity of most sample processing methods. Moreover, due to these limitations, as well as to the huge number of variables involved along the entire poultry production and processing chain, realistic and stepwise goals should be set for each critical point (from

breeders all the way to the final processing), along a pre-determined timeline.

If we are to look to the future of *Salmonella* in poultry production, we should understand what has happened in some key countries in the EU, which have been driving most of the *Salmonella* initiatives and influencing others. These are very good models revealing that even under very simple and controlled conditions (and with huge relative financial investments), it was not possible to completely eliminate *Salmonella* from the poultry production systems, after many years of focused efforts. Therefore, we can conclude that *Salmonella* is a challenge with which the poultry industry will be dealing with for a very long time!

## **SALMONELLA SPP. CONTROL IN POULTRY PROCESSING**

**Marcos X. Sánchez-Plata**

*Ph.D., Associate Professor  
Global Food Security  
International Center for Food Industry Excellence  
Department of Animal and Food Sciences  
Texas Tech University  
marcos.x.sanchez@ttu.edu*

### **Abstract**

Most of the natural microflora associated with poultry production and processing are not pathogenic to humans. However, during production and processing the risk of contamination by pathogens might be present. *Salmonella* spp. and *Campylobacter* spp. are foodborne pathogens commonly associated with poultry products and responsible for the majority of cases and outbreaks in most countries in the world. Because of this, several countries currently implement performance standards that processors need to comply in the processing of poultry products in order to commercialize products and reach export markets as a way to regulate commerce and protect public health in their territories. Poultry processors need to implement a series of best practices and antimicrobial interventions to reduce carcass contamination with these organisms and comply with such standards. Several publications and even food safety risk management models have become available in the literature, and as guideline documents, to provide processors with a series of options, recommendations, practices, modifications and interventions that when applied alone or systematically at different processing steps, may help them reduce carcass contamination and hence prevalence and concentration with *Salmonella* spp. and *Campylobacter* spp. This presentation discusses the major alternatives supported by scientific research that can be considered by poultry processors globally to control these pathogens, while supporting food safety management systems in their operations. A discussion on current standards for compliance in major poultry markets and major references to assist processors in implementing a comprehensive

food safety management system to control *Salmonella* spp. will be covered.

## Introduction

During poultry production and processing, anything that touches a single bird might cause contamination and anything that touches more than one bird might create cross contamination with foodborne pathogens if contaminated with fecal material. Managing pathogens in the poultry processing chain requires an integrated approach that considers contamination levels during production, and then implements a series of control measures during processing to reduce carcass contamination so that final products have low levels and prevalence of *Salmonella* spp. and *Campylobacter* spp. Currently the development of microbial maps to determine concentration and/or prevalence at different stages of processing is considered a key measure to determine the level of control, the stages where most contamination occurs, and the stages that contribute significantly to pathogen reduction. A series of best practices and alternatives applied alone or in combination can help in the removal of pathogenic bacteria and the continuous reduction of carcass contamination.

Examples of potential cross-contamination points and pathogen contributing factors are listed in the following Table 1:



**Table 1.** Potential cross-contamination points and pathogen contributing factors in poultry processing.

<b>Processing step</b>	<b>Cross-contamination points</b>
Farm Growing	Farm location, ventilation, water supply, type of floor material, humidity of litter, dust, air, bird-to-bird, rodents, insects, and pets.
Transportation	Bird-to-bird, feathers, coops-to-birds, catchers-to-bird, dust and air.
Receiving and hanging	Bird-to-bird in coops, air in holding sheds, coops, hands of hangers, dust and air in hanging area, shackles and rail dust/dirt.
Killing	Bird-to-bird, air, killing machine or knife, stunning water, shackles and rail dust/ dirt.
Scalding	Scald water, bird-to-bird, condensate, scalding brushes, air, shackles and rail dust/dirt.
Defeathering	Bird-to-bird, picking fingers, condensate, air, hock cutter, belt for re-hang, pinners hands, re-hang operators hands, shackles and rail dust/dirt.
Evisceration	Employees' hands, inspectors' hands, knives and cutting instruments, machine contacts, surfaces (oil sac, lung machines, head cutters, etc.), air, bird-to-bird, non cutting instruments (lung guns, lung rakes, head pullers, etc.), belts and chutes, giblet flumes and water, hang back racks, shackles and rail.
Chilling	Immersion-chilling: Chill water, ice, bird-to-bird, air, elevators, belts and chutes, giblet-to-giblet, neck to neck, paddles or agar. Air-chilling: Air, bird-to-bird, belts, air drafts, sprayed moisture, shackles and rail.
Grading	Employee's hands, belts, shackles and rail dust, bird-to-bird, air.
Ice-packing	Employees' hands, packing bins, bird-to-bird, air, ice, packing material, giblet or neck to carcass.
Cut-up	Employees' hands, saws or power knives, bird-to-bird, part-to-part, air, conveyor belts, bins, pans, shackles and rail dust.

---

Adapted from: Bailey *et al.*, 1987; May, 1974.

When facilities cannot maintain a sanitary environment and product becomes adulterated, most inspection agencies require that the product be properly disposed to be either treated with antimicrobial interventions or condemned and then destroyed. However, other countries, such as members of the European Union do not allow the use of chemical interventions on poultry carcasses, and therefore, the reduction of pathogen contamination becomes more challenging. The Codex Alimentarius has published the Guidelines for the Control of *Campylobacter* spp. and *Salmonella* spp. in Chicken Meat, a consensus, peer reviewed document detailing all the major alternatives practices, measures or interventions that have been evaluated at different stages of processing to account for pathogen control levels, and are supported by peer-reviewed literature. Similarly, the U.S. Department of Agriculture (USDA) has published up to 3 editions of a similar guideline document, the last version is draft form, and describes the FSIS Compliance Guideline for Controlling *Salmonella* and *Campylobacter* in Raw Poultry, December 2015. In addition, the Joint Expert Meeting on Microbiological Risk Assessment (JEMRA), a FAO-WHO effort has also published a web-based Risk Management Tool for *Campylobacter* and *Salmonella* Control in Chicken Meat, a brief demonstration of such tool will be discussed. Adopting some of these recommendations in a coordinated manner, and accompanied with adequate sampling and performance estimations will assist processors into developing a *Salmonella* spp. control food safety management system for regulatory compliance and public health protection.

The different steps during poultry processing where contamination with *Salmonella* spp. and *Campylobacter* spp. could occur are listed below. Is because of the presence of widespread sources in the production and processing chain, that food safety management of these pathogens requires careful understanding of the major contamination points, so that interventions or control measures can be implemented so that cumulative reductions on prevalence and concentration are achieved.

## Farm growing

Many pre-harvest management practices can affect contamination during processing. Sources of contamination are present in the entire process of poultry production. Sources of contamination could be the breeder flock, contaminated water, litter and bed materials, insects, rodents and birds (WALTMAN, 2000). Under current conditions, healthy chickens harbor a tremendous number and variety of bacteria (BAILEY *et al.*, 1987). While inside the farm, birds are exposed to contamination from location (close or far from a water supply), vicinity, facility (year built, dimensions, roof), type of ventilation (natural, lateral or ceiling fans), temperature, water supply (municipal, well water, chlorinated), type of floor material and bedding materials (concrete, packed dirt), type of drinkers (nipples, trays, presence of leaks), birds (number, source, strain, sex), presence of rodents, insects and pets in the premises, the vaccination history of the birds, and finally but probably the most important the litter management (OPARA *et al.*, 1992; MAY, 1974; MALLINSON, 1990; BIRD, 1999; LILLARD, 1989; BAILEY *et al.*, 1987).

Microorganisms are present externally on the surfaces of feet, feathers and skin in association with adhering litter, dust and fecal materials. Internally, bacteria are mostly present in the intestinal tract and respiratory system (BAILEY *et al.*, 1987). It has been shown that low levels of humidity and water activity in the litter are associated with low incidence of pathogens, specifically *Salmonella* spp. (OPARA *et al.*, 1992). High aW values (0.90-0.95) were associated with flocks *Salmonella*-positive while low aW values (0.79-0.84) were associated with flocks *Salmonella*-negative (CARR *et al.*, 1994; MALLINSON *et al.*, 1999). The humidity in the litter is influenced by: design of the barn, airflow inside the barn, presence or absence of leaks in the drinkers and temperature. It is believed that, the higher the humidity of the litter, the higher the chance of survival of microorganisms, because the aW will be closer to optimal values for bacterial growth (OPARA *et al.*, 1992). Researchers found that the level of *Salmonella* in a given flock before entering the plant was directly related to the levels in market birds, indicating that efforts to reduce the carrier rate may reduce the final contamination (CAMPBELL *et al.*, 1982). Another frequent source of contamination may be the water supply (PEARSON *et al.*, 1993), which can be contaminated by sewage outfalls, farm run-off and wild and domesticated animals. Proper treatment of drinking water and maintenance of distribution

systems are critical control points in preventing infection by water-borne campylobacters (ICMSF, 1996).

Before the birds are loaded into crates for transportation, one of the most effective interventions that can be applied at the farm level is the proper application of “feed withdrawal”, which should be applied 8 to 10 hours before processing, including the periods of transportation and holding at the plant. Feed withdrawal consists in allowing adequate clearance of intestinal contents from the gut (SAMS, 1994). However birds must have constant water source to avoid dehydration and loss in weight and carcass yield. The purpose of this process is to reduce contamination during evisceration considering the presence of less fecal material in the intestinal tract. The process must be equilibrated, because long periods of feed withdrawal will produce watery feces, which increases cross-contamination during processing. Some interventions have been evaluated using the water provided during feed withdrawal, and reductions on pathogens have been reported when supplementing drinking water with lactic acid during the feed withdrawal period (BYRD *et al.*, 2002).

It has been reported that numerous pre-harvest management practices can affect contamination levels of carcasses in the processing facility (BAILEY, 1993; CARR *et al.*, 1995; GENIGEORGIS, *et al.*, 1986; LILLARD, 1989; MALLINSON *et al.*, 1995; STERN *et al.*, 1995, CODEX ALIMENTARIUS, 2011, USDA, 2015). Levels of microorganisms leaving the plant are usually the reflection of the microbial quality of the flock (STERN *et al.*, 1995; MALLINSON *et al.*, 1995; LILLARD, 1989). Therefore, no food safety management system to control pathogens in poultry can be implemented at the plant, unless effort at the farm are considered and properly implemented to reduce the initial levels of pathogenic organisms entering the processing facility.

## **Transport**

The transportation of birds from the farm to the processing plant usually takes 1 to 5 hours. These times are recommended, since, less time will require longer feed withdrawal periods at the farm, while longer times will cause stress on birds (heat stress during summer and cold stress in winter) (SAMS, 1994). It has been showed that levels of contamination are increased during transport due

to the extreme contact bird to bird and bird to crates, which have been in contact with other contaminated flocks. Transportation could lead to contamination; studies in uninfected flocks have shown the coops as a source of *Salmonella* spp. (RIGBY *et al.*, 1980). When the birds arrive to the plant, the coops are manually or mechanically unloaded into conveyor belts in order to enter to the plant for processing. Catching, transportation and unloading may induce carcass defects including bruises, scratches and broken bones.

## Slaughtering

Processing plants must be constructed in a manner that allows thorough and proper cleaning to improve the safety and reduce the risks of contamination (HOUSTON, 1985). Lack of proper sanitation may result in the contamination of the flock processed the very next day. In a study performed with a *C. jejuni* contaminated and a non-contaminated flock; carrier flocks contaminated the equipment in such extent that the flock processed the next day originally free of *C. jejuni* became contaminated (GENIGEORGIS *et al.*, 1986). Another study determined that air contamination and workers movement play an important role in carcass contamination (RAHKIO *et al.*, 1997). Improving the microbiological quality of chicken broilers is difficult. In order to significantly reduce the level of pathogens, rather than eliminating pathogens at the plant, pathogen-free chickens should be delivered (BAILEY, 1993).

Bacterial numbers are significantly higher when broilers are entering the plant; thus, cross-contamination during normal processing and ways to alleviate it are important issues to poultry processors. Live birds enter the plant heavily contaminated. Their bacteria can adhere to equipment surfaces, contaminate processing water, and spread to other birds during processing (HOUSTON, 1985). At the plant, transportation, handling and cross contamination during every step in processing including hanging, scalding, evisceration and chilling, could be influencing the level of contamination of the final product (LILLARD, 1989). Water quality is of high concern during poultry operations, considering that is used in most of the steps during processing. Most countries require that plants have their systems certified as potable at least annually by state or local public health officials. Water that is to be used in direct contact with carcasses, parts, product and equipment must for the most part, origin-

nated from a potable supply. Exceptions may be considered with the reuse of processing water, such as using chiller water in scalders (HOUSTON, 1985). In the US, the inspection agency (FSIS) also permits systems that reuse water within themselves with provisions for make-up water from a potable source.

## Scalding

During scalding, broilers are submerged in hot water tanks to loosen the feathers and this process destroys some of the bacterial loads, depending on the intensity of the process. Hard scalding (subscald) is performed at 55 to 60 °C for 45 seconds. It removes xanthophylls pigments from the skin and broilers tend to be pale and whitish in color. High temperature will be more detrimental to microbial growth compared to an alternative process called soft scalding. Soft scalding (semiscald) is performed at 45 to 52 °C for 120 seconds. It leaves the waxy yellow pigment of xanthophylls from the feed and the broilers are yellowish in color (SAMS, 1994).

Of microbial concern is the cross contamination that could be present in the scalding water tank, since all the birds come in contact with this water, and water temperatures promote microbial growth. Scalding tank construction must permit water to enter continuously (HOUSTON, 1985). Water is expected to be contaminated, however, total aerobic counts of scald water rarely exceed 5 Logs per ml (WALKER and AYRES, 1956). After an initial increase, bacterial counts in the scald water remain constant throughout the day, and counts of the skin of broilers are usually low (1 Log) and do not differ from the counts of the skin of the live bird (BAILEY *et al.*, 1987; WALKER and AYRES, 1956). The scalding process has the problem that most of the birds are spiked with fecal material in the feathers and all these sources are combined in the communal water.

Although the external surfaces of slaughtered birds before scalding are heavily contaminated, the continuous overflow of the water and the introduction of fresh water, plus the destruction of some bacteria by heat, prevent excessive accumulation of bacteria in a commercial scalding tank (BAILEY *et al.*, 1987). Novel efforts include the showering and brushing of birds before the scalding process, and the use of three-tank models that lower the contamination in subsequent submersion units. Also new technologies such as jet streaming of water, and combinations of water and steam available

for optimizing the scalding process. Scalding and chilling are processing steps where cross contamination from carcass to carcass can occur, however, scalding usually decreases overall microbial levels by the high temperatures used, which are detrimental to microorganisms (GARDNER and GOLAN, 1976).

Other scalding methods include steam-hot water spray and batch type scalders using subatmospheric steam. There is a discussion of whether high temperature or low temperature scalding provides better results. High temperature may kill some bacteria including pathogens, however provides better conditions to posterior contamination of psychrophilic bacteria and may reduce shelf-life. On the contrary low temperature scalding is not as effective in pathogen reduction and requires longer time to achieve significant results (BAILEY *et al.*, 1987). Both methods are used indistinctively and the greater effect of other processing steps minimizes the actual effects of scalding.

## Defeathering

Defeathering or picking is achieved by passing the birds through rows of rotating rubber fingers that remove the feathers and help squeeze the remaining blood. Mechanical pickers and other items used for processing must be constructed to ensure cleanliness (HOUSTON, 1985). It represents another chance for cross-contamination, considering that microorganisms like salmonella have been shown to attach firmly to poultry skin (LILLARD, 1989; DEMING *et al.*, 1987), and the rubber fingers act as transmitters for contamination.

In most studies, even when low numbers of pathogens are found before defeathering, but excessive recontamination occurred during defeathering (OOSTEROM *et al.*, 1982; ACUFF *et al.*, 1985; IZAT *et al.*, 1988). Artificially inoculated broilers showed that feather removal resulted in internal and external cross-contamination, and increased cross-contamination was observed in soft-scalded birds (IZAT *et al.*, 1988).

## Evisceration

Before evisceration heads and legs are removed and the bird is flamed to eliminate remaining feathers. The objective of evisceration is to remove the inedible viscera in three steps. The first one is in charge of opening the body cavity, another is in charge of scooping out the viscera (lungs, gastrointestinal and reproductive tract), and the last step is to harvest edible viscera “giblets” (heart, liver, gizzard). In addition, most countries will perform post mortem inspections at this point to remove sick or fecally contaminated birds from the line, which are considered “condemned” products in some countries and cannot be further processed. In the U.S. fecal contamination may not be a reason for condemnation, but birds will be required to be reprocessed in off-line washing and trimming units; a process known as offline reprocessing (ORP). Any step during process including evisceration, where carcasses must be handled or are allowed to rub against each other or come in contact with equipment has the potential for cross-contamination (MAY, 1974; BAILEY *et al.*, 1987).

Bacterial counts that are usually low before evisceration, increase with every step during viscera removal (MAY, 1974, SÁNCHEZ *et al.*, 2002). Contamination of belts and equipment during evisceration was showed to increase through the day and represents higher risk to birds processed later (BAILEY *et al.*, 1987). However, spray-washing and washing with the combined scrubbing action of flexible water fingers have been shown to reduce the microbial loads on the skin of broilers (BAILEY *et al.*, 1987). Forty ppm of chlorinated water used during washing after evisceration reduced the number of viable bacteria, and higher concentrations (70ppm) almost totally eliminated any buildup of bacteria (THOMPSON *et al.*, 1984). Levels up to 50ppm of chlorine are approved in the U.S. to decontaminate birds. However, in Europe, chlorinated solutions cannot be used due to concerns based on the potential formation of tri-halo-methane compounds. Another work compared microbial loads of inspection-passed and fecal-contamination-condemned broiler carcasses, after spray-washing for 5 seconds with 200 mL of water. No significant differences were found (BLANKENSHIP *et al.*, 1975). Several chemical antimicrobials are being used by industry to reduce contamination levels, however their approval is not universally accepted. Therefore for markets that do not approve the use of chemicals on product, other alternatives need to be evaluated, such as washes,



highly optimized practices to reduce fecal contamination, among others.

Pathogenic bacteria usually transmitted by poultry products include *Salmonella* and *Campylobacter* spp. (DEMING *et al.*, 1987), which originate in the birds digestive tract and are spread by cross contamination from one bird to another during evisceration (HARRIS *et al.*, 1986). Reports indicate that 1 to 50 % of birds become contaminated with pathogens including *Salmonella* and *Campylobacter* during the normal course of processing (CDC, 1984). More recently, reports indicated that 80 to 90 % of the raw commercial broilers tested positive for *C. jejuni/coli* (USDA, 1995; PEARSON *et al.*, 1993). While it has been estimated between 20 % (USDA, 1995; DICKENS *et al.*, 1994) and 35 % (LILLARD, 1989) ready-to-market broilers tested positive for *Salmonella*.

Evisceration is considered a significant source of cross contamination. When intestines are ruptured by mechanical force, the fecal material is released and could contaminate other birds on line. Intestinal contents of birds to be processed contain up to 7 log of *C. jejuni* per gram of sample and numbers of *C. jejuni* on carcasses increase after evisceration (OOSTEROM *et al.*, 1982). *Campylobacter jejuni* levels peaked during evisceration in a turkey processing plant study, however, numbers were dropped after the final washing (ACUFF *et al.*, 1985).

Evisceration could be performed manually by using glove-protected hands. Despite of being labor consuming, the risk of rupturing the intestines is reduced, depending on the workers experience. It also could be performed automatically, which is currently widespread in processing plants because of its speed and consistency. It is performed in consecutive machines that achieve the three steps of evisceration, saving time and reducing labor work. However, the risk of rupturing the intestines is increased and hence the chance of cross-contamination. Because *Salmonella* and *Campylobacter* are present in the feces of birds (DEMING *et al.*, 1987), viscera removal and picking can be sites during processing where bacteria are transferred from the intestine to the skin. Picking and viscera removal are processing steps generally associated with having higher microbial levels when compared to the processing steps immediately prior to picking and viscera removal (IZAT *et al.*, 1988).

## Carcass washers

One of the areas of significant development in the poultry industry in the last 5 years has been the incorporation of antimicrobial interventions applied directly on the carcass surface by showers, sprays and dipping solutions containing antimicrobial chemicals. Application by cabinets or inside-outside bird washers (IOBW) is common nowadays in most processing facilities, and significant reductions have been attributed to some of these products. The most common vehicles of *Salmonella* and *Campylobacter* transmission on poultry and other meat products are carcasses that become cross-contaminated with intestinal contents during evisceration (COX *et al.* 1981; HERNÁNDEZ, 1987; LUCIO and BAEZ, 1993; USDA-FSIS, 2004). *Salmonella* spp and *Campylobacter* originate in the birds digestive tract and are spread by cross contamination. In the plant, much of the cross contamination occurs during picking, scalding and chilling (LILLARD, 1989). Reports indicate 1 to 50 % of birds become contaminated with pathogens such as *Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria*, *Clostridium perfringens*, and *Staphylococcus aureus* during the normal course of processing (CDC, 1984).

In response to demands from consumers and implementation of government regulations for safer meat/poultry products, numerous studies testing possible antimicrobial interventions have been conducted, particularly in the last ten years. Additionally, a wide variety of approaches to sanitize meat/poultry products after harvesting (recently reviewed by MERMELSTEIN, 2001; HUFFMAN, 2002; WHITE, 2002; CONNER, 2001) have been developed and include in part; cold and hot water rinses; steam pasteurization or steam vacuum treatment; trimming; a variety of chemical rinses including peroxiacetic acid, cetylpyridinium chloride, chlorine/chlorine dioxide, ozonated or electrolyzed water, trisodium phosphate, or acidified calcium sulfate (ACS) and organic acid rinses (e.g., lactic, acetic) with or without surfactants. As discussed above, processing has been implicated as a major source of *Salmonella* spp. and *Campylobacter jejuni* cross-contamination for broiler carcasses. As a result, research has focused on effective methods to substantially decrease contamination during the final stages of processing (THOMPSON *et al.* 1979; DAVIDSON *et al.* 1985; LILLARD *et al.* 1987; JAMES *et al.* 1992). Several methods for chemical and mechanical decontamination of carcasses have been tested and reported in the literature. Water sprays with and without bactericides have also been investiga-

ted at various pressure, temperature and concentration combinations for decontamination of poultry surfaces (BAUTISTA *et al.* 1997). COX *et al.* (1974) reported a 1 log reduction in total counts of surface bacteria on broiler breast skin from carcasses which had been immersed in 60 °C water for 1 min, a 2 log reduction using 71 °C water, and a 0.5 log reduction using water below 60 °C. Carcasses receiving 60 °C water treatment or higher exhibited a partially cooked appearance, thus affecting the organoleptic properties of the product. In a subsequent study, Morrison and Fleet (1985) found that carcasses immersed in 60 °C water (no treatment) for 10 min had 100 fold reductions in *Salmonella* contamination. Additionally, by incorporating either 200 ppm chlorine or 2.5 % potassium sorbate into the 60 °C immersion water, significantly greater reductions were noted than with water alone. Authors indicated that some of the effects were due to the mechanical effects of spraying to remove bacteria rather than antimicrobial properties of the chemicals.

Chemical decontamination methods also have been examined poultry carcasses. Different types of antimicrobial compounds can be used to inactivate or inhibit growth of microorganisms in food products, but chemical compounds can never replace sterilization treatment (DEVLIEGHERE *et al.* 2004). Antimicrobial agents must be non-toxic and active under routine processing conditions to exert significant reductions on microbial numbers (BAUTISTA *et al.* 1997). The most commonly used are chlorine, chlorine dioxide, acidified sodium chlorite, electrolyzed water, ozone, trisodium phosphate (TSP) and cetylpyridinium chloride (CPC). The latter has been evaluated in several studies (MEATNQWS, 2004; RANSOM *et al.* 2003; POHLMAN *et al.* 2002a,b; BREEN *et al.* 1997) producing significant reduction of pathogens and was recently approved for food use by the USDA. The 'gaseous' antimicrobials (chlorine, chlorine dioxide, ozone, acidified sodium chlorite which generates an oxy-halogen) usually are applied as an aqueous solution and generally have resulted in ~2-4 log reduction of pathogens depending on concentration, temperature of application and contact time (POHLMAN *et al.* 2002a, b; RANSOM *et al.* 2003; STIVARIUS *et al.* 2002a; TRACHOO and FRANK, 2002; PARK *et al.* 2002; KOSEKI *et al.* 2001; CASTILLO *et al.* 1999b; REAGAN *et al.* 1996; MULLERAT *et al.* 1995). The effects again tend to be transient, providing no extended bactericidal/bacteriostatic effect after treatment. The primary reason is that these compounds are readily reactive with unsaturated bonds, thus quickly removing them from solution and negating further action against

bacterial cells. TSP, on the other hand, is an alkaline salt solution which can leave residual reactive hydroxyl radicals on the treated product and suppress further growth (POHLMAN *et al.* 2002; RAMIREZ *et al.* 2001; DORSa *et al.*, 1998).

Organic acid treatments have also been reported to significantly reduce bacterial contamination of broiler skin (DUBAL *et al.* 2004; MARSHALL, 2003; COX *et al.* 1974a; MULDER *et al.* 1987; HWANG and BEUCHAT, 1994). Cox *et al.* (1974a) reported a 1.21 mean log reduction in bacterial counts on broiler thigh skin which had been immersed in a 5 % succinic acid treatment at 60 °C for 3 min. Skin treated with 5 % succinic acid at 24 °C for 3 min had a mean log reduction in bacteria of only 0.78 Log. In this study, both the heated and unheated succinic acid treatments resulted in discoloration and deterioration of carcass quality. In a subsequent study, Hwang and Beuchat (1994) reported that a lactic acid/sodium benzoate solution enhanced the rate of inactivation of *Salmonella* on chicken skin during refrigerated storage. In addition, Mulder *et al.* (1987) found lactic acid (1 %) and hydrogen peroxide (.5 %) resulted in 4-log reductions in *Salmonella* on experimentally inoculated carcasses or in naturally occurring *Salmonella* infections. Bautista *et al.* (1997) showed that lactic acid and a commercial mix of phosphates had some effect in reducing bacterial counts on turkey carcasses. Lactic acid is of particular interest because the mechanism of inhibition has been extensively studied, has a broad specificity and is considered GRAS (Generally Recognized As Safe). Phosphate formulations have also been shown to reduce spoilage and rancidity in broiler carcasses. Trisodium phosphate has been reported to be an effective bactericide and was approved for use in poultry processing in 1992 (Bautista *et al.* 1997). Now, a new generation of antimicrobials is being evaluated, such as epsilon-polylysine and lauric arruinate products.

While many reported treatments have been effective in decreasing bacterial contamination, many of these procedures used heated water or organic acid immersion treatments which resulted in discoloration and deterioration of the carcass quality. In addition, some of the organic acids tested were not GRAS and thus, could not be applied commercially. Therefore, other than addition of chlorine to chill immersion tanks and carcass sprayers (a process which becomes ineffective in the presence of large amounts of organic material), there is no single decontamination method predominantly used in commercial poultry processing.

The combination of two or more antimicrobial intervention treatments in lower doses may act in a synergistic manner. By attack on multiple fronts, pathogens effectively may be reduced while food quality is maintained using minimal individual treatments (NAM and AHN, 2003; SAMELIS *et al.* 2002; SOMMERS, 2002; HUFFMAN, 2002). Combination of interventions (e.g., organic acids, hot water/steam treatment) may not only increase effectiveness; but also serve to decrease the negative impact on the quality of meat/poultry products resulting in more shelf-stable products.

As another example, acidified calcium sulfate (ACS) (sold by Mionix Corp., Roseville, CA under the trade name Safe20®) has been found to be a very effective beef and poultry carcass washing agent (HUFFMAN, 2002; DICKENS *et al.* 2002) as well as a rinsing agent for RTE meats with considerable residual listericidal/ listerios-tatic activity (KEETON *et al.* 2004). According to manufacturers, this material disables the proton pumps in the bacterial membrane and thus attacks bacteria in a different fashion than other organic acids (e.g., lactic). However, only these few studies have been reported. Since then, the proprietary formulation has been changed (personal communication), requiring further evaluation. The potential use of these treatments as part of a multiple hurdle approach requires further investigations.

To ensure sound usage of these compounds in industrial practice, a quantitative understanding of their antimicrobial activity is necessary (DEVLIEGHERE *et al.* 2004). The quantification requires the use of the concept of the minimum inhibitory concentration (MIC). Unfortunately, MIC's do not give information about the extent of inhibition or inactivation at a specific concentration of the antimicrobial compound.

Antimicrobial interventions applied during the processing of poultry products had been shown to significantly reduce prevalence and loads of pathogenic organisms such as *Salmonella* and *Campylobacter jejuni* on poultry carcasses. Nonetheless, studies evaluating the combined use of previously-evaluated antimicrobial interventions are minimal. The combination of different antimicrobial interventions under a hurdle concept enhances the possibility of inactivating bacterial pathogens more efficiently. The effects exerted by a given method may be supplemented by applying a second treatment that maximizes overall microbial inactivation. Additionally, the potential development of resistance by the target organisms to a given inter-

vention is minimized when a set of treatments are applied rather than a single type. Furthermore, inactivation mechanisms of a given antimicrobial intervention may be different from another; therefore, combined applications are expected to enhance inactivation of target organisms by affecting them through different pathways.

## Chilling

The chilling process is considered one of the most critical steps during poultry processing. The main purpose of carcass chilling is to lower the carcass temperature in order to inhibit bacterial growth and hence maximize food safety and shelf life of the final product. The USDA requires that broiler carcass temperature must be reduced to 4.4 °C (40 °F) or less within 4 hours for carcasses under 4 lb (1.82 Kg); 6 hours for carcasses 4 to 8 lb (1.82- 3.63 Kg) and 8 hours for carcasses over 8lb (3.63Kg) (USDA, 1973; HOUSTON, 1985).

In the past, continuous-immersion chillers were used. During this process, carcasses and water flow in the same direction, with 0.5 gallons overflow per carcass. It was found that total microbial counts on the skin of carcasses were reduced, even after build up of microorganisms in the chill water during the day (KNOOP *et al.*, 1971; BAILEY *et al.*, 1987; MAY, 1974). No significant difference in carcass microbial counts in up to five locations in commercial immersion chillers was found (THOMSON *et al.*, 1975). On the contrary, other researchers found that continuous-immersion chilling may be related to an increase in carcass total microbial counts (LILLARD, 1971; BAILEY *et al.*, 1987).

Among factors contributing to microbial counts of immersion chilled poultry are bacterial contamination on carcasses before chilling, the amount of water overflowed and replaced per carcass and the ratio of birds to water in the chiller (BAILEY *et al.*, 1987). The variability of results found by several workers may be related to these factors. Despite the fact that immersion systems can be operated to reduce total microbial counts, controversy has been discussed to whether food-poisoning bacteria that may be present in significant numbers on relatively few carcasses may be distributed to many other carcasses (cross-contaminated) (MORRIS and WELLS, 1970; BAILEY *et al.*, 1987).

Currently there are two basic methods of carcass chilling. Immersion-chilling (IC), which is mostly used in the US and air chilling. During IC, birds coming from the final wash after evisceration are immersed in tanks with cold water flowing countercurrent to the direction of the birds. As the chicken exits the chiller it comes in contact with the cleanest and coldest water available. Chillers are usually large containers with a spiral auger or paddles to move the chickens forward in the line. The chickens move in one direction, while the water moves in the opposite direction. In the U.S. water is conventionally required to overflow at a rate of 1.89-2.5 liters (1/2 gallon) for each broiler chilled that enters the chiller to minimize microbial and solids buildup (HOUSTON, 1985; BAILEY *et al.*, 1987). The rate of chilling during immersion is faster than other approaches. In addition, 20-50 ppm chlorine is allowed in the chill water to inhibit microbial growth (USDA, 1973). Chlorine addition represents a significant difference when comparing processing between the US and Europe. Chlorine usage is restricted in Europe because of potential health concerns; however, these concentrations are commonly used by US processors. In-plant chlorination significantly improves sanitation in processing plants (BAILEY *et al.*, 1987). It was found that 40-60 ppm of chlorine in the spray washer effectively reduced carcass microbial counts compared to plain water (SANDERS and BLACK-SHEAR, 1971). Additionally chilling for two hours in 10 or 20 ppm chlorinated water significantly increased shelf-life (ZIEGLER and STADELMAN, 1955). Chlorine usage during immersion-chilling is effective also against known pathogens including *S. typhimurium*, when artificially inoculated carcasses were introduced (Bailey *et al.*, 1987). The entire chilling process is designed to lower the bird temperature to inhibit the growth of microorganisms, specifically pathogens, which require temperatures above 25 °C to grow. Despite the fact that chilling is not designed to clean the birds, it has been shown that the number of bacteria on the carcasses is also reduced and the shelf-life increased. However this reduction is offset by a concurrent accumulation of bacteria in the water (HOUSTON, 1985).

Immersion chilling increases the possibility of water retention up to 6 to 12 %. However, it acts as a rinsing step, and chlorine could reduce the levels of normal and pathogenic bacteria. Despite these facts, extensive contact from bird-to-bird could spread pathogens in the chiller increasing cross-contamination. A higher incidence of *Salmonella* was found after immersion chilling, compared to values before the process (MORRIS and WELLS, 1970). The same

results were found in a processing facility in Puerto Rico, were microbial loads were reduced by immersion-chilling, however, *Salmonella* incidence, which was lower after evisceration increased after immersion-chilling (JAMES *et al.*, 1992). A tracer organism inoculated on some carcasses before immersion chilling could be found on others after chilling, verifying cross-contamination (VAN SCHOTHORST *et al.*, 1972; BAILEY *et al.*, 1987). On the contrary large numbers of *C. jejuni* were washed off the carcass by using a spinchiller (OOSTEROM *et al.*, 1982), and the incidence of campylobacters was showed to be higher before than after IC chilling (GILL and HARRIS, 1984).

In the past, water supplies seemed limitless and disposal of the wasted posted no problem. Nowadays, environmental concerns and the cost of potabilization are limiting disposal and water usage. In 1986, water consumption by the broiler industry reached 25-45 billion gallons (94.6 to 170.3 billion liters) (CHANG *et al.*, 1988). Chiller water requirements strain the limits of water and energy supplies, private or municipal effluent disposal facilities and water treatment plants (HOUSTON, 1985).

Additional consideration must be related to the fact that overflow chiller water from IC plants may be used to move heavy solids from the eviscerating trough, or, after screening visible solids from the chiller overflow, it may also be used in the scald tanks, feather flow-away, picker aprons, and for washing picking room floors (HOUSTON, 1985). FSIS requires the addition of certain amount of fresh water along with the expulsion of the used to reduce the cumulative effects of using the same chiller water for different batches (HOUSTON, 1985). Water that is removed from the chiller is called "overflow". To maintain the overflow, 0.5 gallons (1.89 liters) for frying chickens and 1 gallon (3.78 liters) for turkeys of fresh water must be added to the chiller (HOUSTON, 1985). Additional measures to treat chiller water include the use of diatomaceous earth as a reacondicioning filter (CHANG *et al.*, 1988; HOUSTON, 1985), chlorine to eliminate some bacteria and acid solutions that have been showed to reduce bacterial loads (BAILEY *et al.*, 1987; DICKENS and WHITTEMORE, 1995). A study with diatomaceous earth showed that 1.75 gallons (6.62 liters) of reconditioned water can replace 1 gallon (3.78 liters) of fresh water, representing no significant differences in coliforms, aerobic plate counts and *Salmonella* counts (CHANG *et al.*, 1988).



Currently, USDA supervises requirements to processors to indicate the presence of added water, a by-product of chilling and washing, on labels (USDA, 1998, FSIS, 1998). Other meat industries have complained about the inequities in poultry processing compared to beef, pork, lamb, and other meats. The National Cattlemen's Beef Association estimates that US consumers pay \$3 billion a year for excess water in their processed poultry. Specifically, additional moisture is prohibited in the processing of beef, pork, and lamb, but poultry carcasses are allowed to retain a certain amount of water. Immersion-chilled birds may retain 8 % additional water in ready-to-market broilers and 12 % additional water in bulk packs for distribution under current USDA regulations.

An alternative to IC is air-chilling. The meat industry in the US, other than poultry, uses air-chilling to reduce carcass temperatures without retaining extra water in the product. Carcasses are chilled by the application of cold air drafts in closed environments. Air-chilling of carcasses is an alternative to water immersion chilling that is currently used in the United Kingdom (UK) by 80 % of poultry processors and in Canada by 20 % of marketed poultry. Chlorine use as an antimicrobial agent in water is prohibited in the UK. This ban to chlorine represents also that the air-chilling in the US will have different results, since the use of chlorine is still allowed. Therefore, microbial comparisons between the US poultry processing industry and the UK industry are not valid.

Air-chilled birds are chilled while hanged individually so that there is theoretically less chance of microbial cross-contamination from one bird to the next. Also the absence of a water immersion step reduces water retention. Previous research suggests that air- or spray-chillers minimizes cross-contamination. When *Serratia marcescens*-inoculated birds were passed through a spray chiller, cross contamination was limited to birds adjacent to highly contaminated carcasses when strong air circulation was present (BAILEY *et al.*, 1987). Air scrubbing systems were used in a study using a marker strain of *S. typhimurium*. It was demonstrated that the levels of the marker were reduced significantly by the air scrubbing system (DICKENS and COX, 1991).

Of particular interest to the pathogenic flora commonly associated with poultry, is the fact that the exposure to air applied to the skin may be detrimental to air-sensitive organisms including the microaerophilic *Campylobacter*. The difference in temperature between

the carcass surface (initially about 30 °C) and the cold air (0.5 °C) causes moisture to evaporate into the cooling air-stream and the surface tissues to dry. The extent of drying will vary over different regions of the carcass. Experiments with pieces of pig skin and lamb tissue provide evidence that drying rather than simple exposure to air or temperature change is the crucial parameter for counts reduction. Traditionally in the US, poultry are usually chilled in ice-cold water (IC), and are packaged or stored in high moisture conditions after chilling (ICMSF, 1996).

Some processors prefer to combine the two procedures for chilling their products. Usually the immersion comes first. Some Kosher poultry products are characterized for combining both processes, and even adding a salting step of the product to increase bacterial inhibition. Salting may work by reducing the water activity (AW), which influences the microbial environment making it hostile for growing.

Early studies comparing air-chilling to immersion chilling indicated that spoilage occurred sooner with immersion-chilled broilers compared to the air-chilled broilers (KNOOP *et al.*, 1971). It was showed that psychrotrophic organisms predominated after immersion chilling ultimately leading to spoilage sooner than the birds that were air-chilled. Similar findings were reported by Sánchez *et al.*, 2002. The “seeding” of carcasses with spoilage type of bacteria may also occur during immersion chilling (BAILEY *et al.*, 1987). Evidence was found that initial psychrophile counts are higher on wet-chilled than on dry-chilled carcasses, and hence shelf-life of dry-chilled birds was longer (KNOOP *et al.*, 1971). Contradictory to these findings, it was reported that air-chilled birds had higher bacterial counts during storage than immersion-chilled birds (THOMSON *et al.*, 1975). Other researchers suggested spray or cold-air cooling as remedy hygienic problems of immersion concerns (GROSSKLAUS and LES-SING, 1964; BAILEY *et al.*, 1987). These differences could be due to cleanliness of immersion-chiller, increased handling of air-chilled birds, and differences between the air-chill processes. The conditions at which these studies were performed may influence results. Some studies are performed in laboratory controlled environments and others in commercial processing plants.

A survey among nine federally inspected poultry processing plants found 5.5 % of carcasses entering and 11.6 % of the carcasses exiting the immersion-chiller to be contaminated with salmo-

nellae (CAMPBELL *et al.*, 1983; BAILEY *et al.*, 1987). In a study in the Netherlands, the spinchiller was found to remove large numbers of *C. jejuni*, but an air-cooling system used showed that *C. jejuni* was actually killed, probably by drying (OOSTEROM *et al.*, 1982). The incidence of *C. Perfringens* was found to be higher on broilers after immersion-chilling, compared to immediately before chilling (LILLARD, 1971).

Studies have shown varying results when evaluating the immersion-chiller as a point of contamination in the processing plant. Some studies reported the increase in the prevalence of *Salmonella* during immersion chilling (JAMES *et al.*, 1992; SÁNCHEZ *et al.*, 2002); while others (CASON *et al.*, 1997) reported no change in the prevalence of *Salmonella* and a decrease in the prevalence of *Campylobacter* in the immersion-chiller at a processing plant, a finding that contradicts what was reported by Sánchez *et al.*, 2002. The USDA-FSIS National Microbial Baseline for Broilers in 1995 reported that the incidence of *Salmonella* and *Campylobacter* was 20 % and 88.2 % respectively (USDA, 1995). Where pathogens levels are high, such as in the prevalence of *Campylobacter*, the physical process of rinsing the birds in the immersion-chiller may actually reduce counts on individual birds without changing the overall prevalence of the organism. However, in situations where pathogen prevalence is lower (as with *Salmonella*), the likelihood of spreading *Salmonella* to a *Salmonella* negative bird may increase due to the immersion-chill process. Another study (IZAT *et al.*, 1988) reported that in plants where *Campylobacter* levels were higher on carcasses, there was a reduction in levels due to immersion-chilling, but that was not the case in plants where *Campylobacter* levels were low.

After naturally contaminated, poultry chiller water was applied to surfaces; viable campylobacters could be recovered only while the material was still moist. Similarly, within 2 minutes of inoculation and drying, there was a  $10^7$  reduction in the viable campylobacter cell counts when the cells were spread on finger-tips from a 0.1 % peptone suspension (COATES *et al.*, 1987). Suspending cells in either blood or chicken-thaw fluid prolonged survival times on fingers. The protective effect exerted by blood and other tissue fluids and the handling of raw meats prior to cooking with wet or moist hands promote survival (ICMSF, 1996).

In spite of the sensitivity of campylobacters to free chlorine in water, cells are frequently found on poultry meats after chilling in chlorinated water. Increasing the chlorine concentration of the chilling water to 340 mg/L does not eliminate the organism from poultry carcasses (LUECHTEFELD and WANG, 1981). When poultry is chilled in chlorinated water, the numbers of *C. jejuni* on carcasses, livers and gizzards are usually reduced (ACUFF *et al.*, 1986). However, it is not clear how much of this decrease is due to chlorine and how much is the result of physical removal by the rinse action of the countercurrent water. Presumably many of the organisms are protected from chlorine in the surface tissues by attaching firmly to the pores in the skin (ICMSF, 1996).

Ultimately, there is no information comparing pathogen prevalence of birds from an officially inspected air-chill and immersion-chill poultry processing plants.

## **Sorting, Aging**

Sorting of the broilers includes all the selection steps to produce different products, including whole chicken, parts or deboned products. Aging is performed storing the bird in refrigeration for more than 4 hours to allow rigor mortis development in order to improve meat tenderness, which is critical during further processing of poultry products. The aging process consists in the degradation of the muscle fibers by enzymatic activity, which continuous after slaughtering. Once the fiber connections are degraded, the meat will become tenderer at the time of consumption. It is important to maintain low temperatures during aging to avoid microbial growth. Very few studies report bacterial contamination and pathogenic loads in these stages of processing.

## **Products**

There are several possibilities regarding the final products in a broiler facility. Final products could be whole carcasses, parts or the meat could be separated and used in further processing products. After the chilling processes the whole carcass is maintained as a whole until packaged. Whole carcass products will have less handling so their expected shelf life may be higher than other products.

When the carcass is separated in parts, the process of separating the carcass requires the intervention of experienced workers, however, the more handling of the product, the more chances of cross contamination and hence the shelf life will be affected. Finally separated meat could be used for the preparation of chicken derivative products like franks, and as ingredients in processed poultry products. The handling is higher, but usually the further processed products will receive a cooking or preservative treatment that will reduce or eliminate original contamination. This cooking step is absent in whole carcasses and chicken parts, which are sold raw at refrigeration temperatures.

Recently, the U.S. has implemented performance standards for *Salmonella* and *Campylobacter* in chicken parts. Several studies and an official baseline study indicate that despite having low numbers at the end of the chiller step, the same carcasses show higher pathogen levels during cut-up operations. Either by exposing new areas of the carcass, thus releasing bacteria for detection, or by the expiring efficacy of antimicrobials used in chillers, rendered ineffective in further process operations, currently the industry is working heavily in finding new intervention strategies in cut-up rooms.

## **Packaging**

Packaging varies depending on the product, but usually whole birds are packaged in foam trays covered with plastic film or plastic bags. The broiler is placed over an absorbent patch that retains drip loss from the product. There is a big difference when comparing immersed and air chilled products, since air-chilled broilers are supposed to have less drip loss than a regular immersed chilled bird due to the reduced water retained. The objective of packaging is to reduce the exposure of the product to aerobic organisms; also the use of a plastic cover will inhibit the growth of some aerobic organisms already present in the product, which includes the psychrotrophic bacteria responsible for the spoilage and degradation of the final product. Broiler carcasses ready for packaging contained approximately 50 cfu *Campylobacter*/ 1,000 cm<sup>2</sup> (IZAT *et al.*, 1988). The incidence of *Salmonella* in ready to packaged products ranges from 10 to 20 % (CASON *et al.*, 1997; USDA, 1995).

## Distribution

After packaging the birds are then distributed by several ways. It is important that the cold temperature is maintained throughout the transportation process to inhibit the growth of microorganisms and increase the shelf life of the product.

According to the Nationwide Broiler Chicken Microbiological Baseline Data Collection Program (USDA, 1995), whole carcass leaving the processing facility are contaminated with several pathogens including *Clostridium perfringens* (42.9 %), *Staphylococcus aureus* (64 %), *Listeria monocytogenes* (15 %), *Campylobacter jejuni/coli* (88.2 %) and *Salmonella* spp. (20 %). No chicken broiler was found to be contaminated with the pathogenic *E. coli* O157:H7. Microbial levels of microorganisms were also determined in this survey, and it was found that total aerobic counts per ml of rinse averaged 3.28 Log, coliforms 1.78 Log, generic *E. coli* 1.51 Log. And the numbers of the pathogens found were 0.86 Log for *C. perfringens*, 1.12 Log for *S. aureus*, -0.89 Log for *L. monocytogenes*, 1.33 for *C. jejuni/coli* and 0.79 for *Salmonella* spp.

Control of pathogens and spoilage bacteria in poultry processing will continue to be a challenge for processors, regulators and academia. Inactivation levels achieved by these interventions will provide valuable data for incorporation into recently published microbiological risk assessment models (BROWN, 2002; OSCAR, 1998; OSCAR, 2004; PARSONS *et al.* 2004 and ROSE *et al.* 1995) that currently lack information on antimicrobial interventions used in poultry processing and their effects in reducing *Salmonella* spp. Contamination. This multidisciplinary study will develop strategies to eliminate disease-causing microorganisms as well as providing insight into changes in their survivability and potential pathogenesis caused by these interventions that may result in organisms that become resistant to treatment and become more infective as a result. Ultimately, the results obtained should be adaptable for practical use as hurdle interventions to eliminate pathogens by food processors and a platform interface is planned in this proposal to facilitate the utilization of the information by processors and regulators.

## References

- ACUFF, G. R.; VANDERZANT, C.; HANNA, M. O.; EHLERS, J. G.; GOLAN, F. A.; GARDNER, F. A. 1986. Prevalence of *Campylobacter jejuni* in turkey carcass processing and further processing of turkey products. *Journal of Food Protection* v.49: 712-717.
- ALEKSHUN, M. N.; LEVY, S. B. 1997. Regulation of chromosomally mediated multiple antibiotic resistance: the *mar* regulon. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* v. 41: 2067-2075.
- ALTSCHUL, S.; MADDEN, T.; SCHAFFER, A.; ZHANG, J.; ZHANG, Z.; MILLER, W.; LIPMAN, D. 1997. Gapped BLAST and PSI-BLAST: a new generation of protein database search programs. *Nucleic Acids Resource* v. 25 (17): 3389-3402.
- ANDREWS, W. H.; JUNE, G. A. 1995. Food sampling and preparation of sample homogenate. Chapter 1 on FDA Bacteriological Analytical Manual, 8<sup>th</sup> edition, revision A, 1998, AOAC Publication, Gaithersburg, MD.
- ANDREWS, W. H.; JUNE, G. A.; SHERROD, P. 1995. *Salmonella*. Chapter 5 on Food and Drug Administration Bacteriological Analytical Manual, 8<sup>th</sup> edition, revision A, 1998, AOAC Publication, Gaithersburg, MD.
- ARCHER, D. L. 1996. Preservation microbiology and safety: Evidence that stress enhances virulence and triggers adaptive mutations. *Trends in Food Science and Technology* v.7: 91-95.
- ATABAY, H. I.; CORRY, J. E. L. 1998. Evaluation of a new arcobacter enrichment medium and comparison with two media developed for enrichment of *Campylobacter* spp. *International Journal of Food Microbiology* v.41: 53-58.
- ATABAY, H. I.; CORRY, J. E. L. 1997. The prevalence of campylobacters and arcobacters in broiler chickens. *Journal of Applied Microbiology* v.83: 619-626.
- BAIG, B. H.; WACHSMUTH, I. K.; MORRIS, G. K.; ILL, W. E. 1986. Probing of *Campylobacter jejuni* with DNA coding for *Escherichia coli* heat-labile enterotoxin. *Journal of Infectious Diseases* v.154: 542.
- BAILEY, J. S.; THOMSON, J. E.; COX, N. A. 1987. Contamination of poultry during processing, p. 193-206. In: F. E. Cunningham and N. A. Cox (ed.). *The microbiology of poultry meat products*. Academic Press Inc., New York.

- BAILEY, J. S. 1993. Control of *Salmonella* and *Campylobacter* in poultry production: a summary of work at Russel Research Center. Poultry Science v. 72:1169-1173.
- BAILEY, J. S.; CHI, J. Y.; COX, N. A.; JOHNSON, R. W. 1998. Improved selective procedure for detection of salmonellae from poultry and sausage products. Journal of Food Protection v. 51:391-396.
- BAIRD, R. M.; CORRY, J. E. L.; CURTIS, G. D. 1987. Pharmacopoeia of culture media for food microbiology. International Journal of Food Microbiology v.5: 212-270.
- BLACK, R. E.; LEVINE, M. M.; CLEMENTS, M. L.; HUGHES, T. P.; BLASER, M. J. 1988. Experimental infection in humans. Journal of Infectious Disease v.157: 472-479.
- BLANKENSHIP, L. C.; COX, N. A.; CRAVEN, S. E.; MERCURI, A. J.; WILSON, R. L. 1975. Comparison of the microbiological quality of inspection-passed and fecal contamination-condemned broiler carcasses. Journal of Food Science v. 40:1236.
- BLASER, M. J.; HARDESTY, H. L.; POWERS, B.; WANG, W-L. L. 1980. Survival of *Campylobacter fetus* subsp. *jejuni* in biological milieus. Journal of Clinical Microbiology v. 11:309-313.
- BLASER, M. J.; TAYLOR, D. N.; FELDMAN, R. A. 1984. Epidemiology of *Campylobacter* infections, in *Campylobacter* Infections, in Butzler, J. P. (ed.) Man and Animals, Boca Raton, FL: CRC Press: 143-161.
- BLASER M. 1995. *Campylobacter* and related species. Principles and Practice of Infectious Diseases: 1948-1956.
- BOLTON, F. J.; DAWKINS, H. C.; HUTCHINSON, D. N. 1985. Byotypes and serotypes of thermophilic campylobacters isolated from cattle, sheep, and pig offal and other red meats. Journal of Hygiene (Cambridge) v. 95:1-6.
- BOLTON, F. J.; HUTCHINSON, D. N.; COATES, D. 1986. Comparisons of three selective agars for isolation of campylobacters. European Journal of Clinical Microbiology v. 5:466-468.
- BRASHER, P. 2000. FDA plans to ban two widely used poultry drugs. The Associated Press. The Washington Post, October 27<sup>th</sup> 2000.
- BUTZLER, J. P.; DEKEYSER, P. Detrain, M. and Dehaen, F., 1973. Related vibrio in stools. Journal of Pediatrics v. 82:493-495.



BYRD, J. A. 1999. Origin and relationship of *Campylobacter* and *Salmonella* contamination of poultry during processing. Poultry Science 1999 Annual Meeting. *Campylobacter* Symposium Abstract #15.

CAMPBELL, D. F.; GREEN, S. S.; CUSTER, C. S.; JOHNSTON, R. W. 1982. Incidence of *Salmonella* in fresh dressed turkeys raised under *Salmonella*-controlled and uncontrolled environments. Poultry Science v. 61: 1962-1967.

CAMPBELL, D. F.; JOHNSTON, R. W.; CAMPBELL, G. S.; MCCLAIN, D.; MACALUSO, J. F. 1983. The microbiology of raw, eviscerated chickens: A ten year comparison. Poultry Science v. 62: 437.

CANADIAN TURKEY MARKETING AGENCY. 1997. Producer manual for on-farm food safety. The Canadian Turkey Marketing Agency. Mississauga, Ontario, Canada.

CARR, L. E.; MALLINSON, E. T.; TATE, C. R.; MILLER, R. G.; RUSSEK-COHEN, E.; STEWART, L. E.; OPARA, O.; JOSEPH, S. W. 1995. Prevalence of *Salmonella* in broiler flocks: Effect of litter water activity, house construction and watering devices. Avian Dis. 39:39-44.

CASON, J. A.; BAILEY, J. S.; STERN, N. J.; WHITTEMORE, A. D.; COX, N. A. 1997. Relationship between aerobic bacteria, salmonellae, and *Campylobacter* on broiler carcasses. Poultry Science v. 76: 1037-1041.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL 1984. Surveillance of the flow of *Salmonella* and *Campylobacter* in a community. Seattle-King Co. Dept. of Public Health, Communicable Dis. Control Section Cent. Vet. Med. FDA, Arlington, VA.

CHANG, S. Y.; TOLEDO, R. T.; LILLARD, H. S. 1989. Clarification and decontamination of poultry chiller water for recycling. Poultry Science v. 68:1100-1108.

CHANG, Y. H.; SHELDON, B. W. 1989. Effect of chilling broiler carcasses with reconditioned poultry prechiller water. Poultry Science v. 68:656-662.

CLAPP, S. 1997. Time/temperature debates. Meat&Poultry January 1997: 44-53.

CLOUSER, C. S.; KNABEL, S. J.; MAST, M. G.; DOORES, S. 1995. Effect of type of defeathering system on *Salmonella* cross-contamination during commercial processing. Poultry Science v. 74: 732-741.

COATES, D.; HUTCHINSON, D. N.; BOLTON, F. J. 1987. Survival of thermophilic campylobacters on fingertips and their elimination by washing and disinfection. *Epidemiology and Infection* v.99: 265-274.

CORRY, J.; ATABAY, H. 1997. Comparison of the productivity of cefoperazone amphotericin teicoplanin (CAT) agar, and modified charcoal cefoperazone deoxycholate (mCCD) agar for various strains of *Campylobacter*, *Arcobacter* and *Helicobacter pullorum*. *International Journal of Food Microbiology* v.38: 201-209.

CORRY, J. E. L.; POST, D. E.; COLIN, P.; LAISNEY, M. J. 1995. Culture media for the isolation of campylobacters. *International Journal of Food Microbiology* v. 26: 43-76.

COX, J. E.; MERCURI, A. J.; TANNER, D. A.; CARSON, M. O.; THOMSON, J. E.; BAILEY, M. S. 1978. Effectiveness of sampling methods for *Salmonella* detection on processed broilers. *Journal of Food Protection* v. 41:341-343.

COX, N. A.; BAILEY, J. S. 1995. Survival of *Salmonella typhimurium* in carcass processing water samples. *Journal of Applied Poultry Research* v. 4:154-156.

D'AOUST, J. Y. 1991. Psychrotrophy and foodborne *Salmonella*. *International Journal of Food Microbiology* v.12:207-216.

DEMMING, M. S.; TAUXE, R. V.; BLAKE, P. A.; DIXON, S. E.; FOWLER, B. S.; JONES, S.; LOCKAMY, E. A.; PATTON, C. M.; SIKES, R. O. 1987. *Campylobacter* enteritis at a university: transmission from eating chicken and from cats. *American Journal of Epidemiology* v.126: 526-534.

DEY, B. P.; LATTUADA, C. P. 1998. USDA Microbiology Laboratory Guidebook, 3rd Ed. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C.

DICKENS, J. A.; BUHR, R. J.; CASON, J. A. 1999. Subcutaneous temperature profile, skin appearance, and picking efficiency of immersion and spray scalded broiler carcasses. *Poultry Science* v. 78: 595-599.

DICKENS, J. A.; COX, N. A. 1992. The effect of air scrubbing on moisture pickup, aerobic plate counts, Enterobacteriaceae, and the incidence of salmonellae on artificially inoculated broiler carcasses. *Poultry Science* v. 71: 560-564.

DICKENS, J. A.; WHITTEMORE, A. D. 1994. The effect of acetic acid and air injection on appearance, moisture pick-up, microbiological quality, and *Salmonella* incidence on processed poultry carcasses. *Poultry Science* v. 73 (4): 582-586.

DICKENS, J. A.; WHITTEMORE, A. D. 1995. The effects of extended chilling times with acetic acid on the temperature and microbiological quality of processed poultry carcasses. *Poultry Science* v. 74: 1044-1048.

EUROPEAN UNION, 1997. EU/US discussions on veterinary equivalence agreement. European Union Press Releases No. 16/97 at <http://eurunion.org/news/press/1997-2/pr16-97.htm>

FEDORKA-CRAY, P. J.; PETERSEN, K. E.; TOLLEFSON, L.; DARGATZ, D. A.; MUHMED, W.; HOLLINGER, K.; WINELAND, N.; HEADRICK, M.; FERRIS, K. 1999. Significance of antibiotic resistant *Campylobacter*. Poultry Science 1999 Annual Meeting. *Campylobacter* Symposium Abstract #17.

FERRIS, K. E., 1998. Penta-resistant *S. typhimurium* phage types, source animals, and states of origin. Proceedings for USAHA *Salmonella* Committee.

FLEMING, B. K.; FRONING, G. W.; YANG, T. S. 1991. Heme pigment levels in chicken broilers chilled in ice slush and air. *Poultry Science* v. 70: 2197-2200.

FLUCKEY W.; SÁNCHEZ 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* vol. 66, Nº. 2: 272-279.

FONT, C.; CRUCETA, A.; MORENO, A.; MIRO, O.; COLL-VINENT, B.; ALMELA, M.; MENSA, J. 1997. A study of 30 patients with bacteraemia due to *Campylobacter* spp. *Medical Clinics* v.108: 336-340.

FOOD SAFETY AND INSPECTION SERVICE, UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 1998. New water retention rule for meat and poultry. Media Communications Office at <http://www.fsis.usda.gov>.

GARDNER, F. A.; GOLAN, F. A. 1976. Water usage in poultry processing-an effective mechanism for bacterial reduction. Pages 338-355 in *Proc. of the 7th Natl. Symp. On Food Process. Wastes. Environ. Prot. Technol. Series. EPA-600/2-76-340. Environ. Prot. Agency. Cincinnati, OH.*

GENIGEORGIS, C.; HASSUNEH, M.; COLLINS, P. 1986. *Campylobacter jejuni* infection on poultry farms and its effect on poultry meat contamination during slaughtering. *J. Food Protection*. 49:895-903.

GILL, C. O.; HARRIS, L. M. 1984. Hamburgers and broiler chickens as potential sources of human *Campylobacter* enteritis. *Journal of Food Protection* v.47: 96-99.

GILL, C. O.; HARRIS, L. M. 1984. Contamination of red-meat carcasses by *Campylobacter fetus* sbsp. *jejuni*. Applied and Environmental Microbiology v.43: 977-980.

GOOSSENS, H.; VLAES, L.; GALAND, I.; VAN DEN BORRE, C.; BUTZLER, J. P. 1989. Semisolid blood-free selective motility medium for the isolation of campylobacters from stool specimens. Journal of Clinical Microbiology v. 27: 1077-1080.

GROSSKLAUS, D.; LESSING, G. 1964. Problems of hygiene in poultry slaughterhouse. Die Fleischwirtschaft v.44: 1253.

HACKER, J.; BLUM-OEHLER, G.; MUHLDOERFER, I.; TSCHAPE, H. 1997. Pathogenicity islands of virulent bacteria: structure, function and impact on microbial evolution. Molecular Microbiology v.23 (6): 1089-1097.

Harris, N. V., Thompson, D., Martin, D. C. and Nolan, C. M., 1986. A survey of *Campylobacter* and other bacterial contaminants of pre-market chicken and retail poultry and meats. American Journal of Public Health v.76: 401-406.

HOLLINGSWORTH, J.; KAPLAN, B. 1997. Federal agencies collaborate to control dangerous new *Salmonella* strain. Journal of Applied Veterinary Medicine v.210: 1712-1713.

HOLT, J. G.; KRIEG, N. R.; SNEATH, P. H. A.; STALEY, J. T.; WILLIAMS, S. T. 1994. Bergey's Manual Determinative Bacteriology. Ninth Edition. Williams & Wilkins Editors. P. 41, 75, 83, 93 and 186.

HOOD, A. M.; PEARSON, A. D.; SHAHAMAT, M. 1988. The extent of surface contamination of retailed chickens with *Campylobacter jejuni* serogroups. Epidemiology and Infection v100: 17-25.

HOUSTON, D. L. 1985. An overview of US Department of Agriculture requirements. Poultry Sci. 64:481-484.

HUNT, J. M.; ABEYTA, C.; TRAN, T., 1995. *Campylobacter*. Chapter 7 on Food and Drug Administration Bacteriological Analytical Manual, 8<sup>th</sup> edition, revision A, 1998, AOAC Publication, Gaithersburg, MD.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS (ICMSF). 1996. Microorganisms in foods. Characteristics of microbial pathogens. Blackie Academic & Professional, London Great Britain. Chapter 4 and 14.

IZAT, A. L.; GARDNER, F. A.; DENTON, J. H.; GOLAN, F. A. 1988. Incidence and level of *Campylobacter jejuni* in broiler processing. Poultry Sci. 67:1568-1572.

JACOBS-REITSMA, W. F.; BOLDER, N. M.; MULDER, R. W. A. W. 1994. Cecal carriage of *Campylobacter* and *Salmonella* in Dutch broiler flocks at slaughter: a one-year study. Poultry Sci. 73:1260-1266.

JAMES, W. O.; WILLIAMS, W. O.; PRUCHA, J. C.; JOHNSTON, R.; CHRISTENSEN, W. 1992. Profile of selected bacterial counts and *Salmonella* prevalence on raW poultry in a poultry slaughter establishment. J Am.Vet. Med. Ass. 200(1): 57-59.

JONES, D. M.; SUTCLIFFE, E. M.; CURRY, A. 1991. Recovery of viable but non-culturable *Campylobacter jejuni*. Journal of General Microbiology v.137: 2477-2482.

JONES, D. M.; FOX, A. J.; ELDRIDGE, J. 1984. Characterization of the antigens involved in serotyping strains of *Campylobacter jejuni* by passive haemagglutination. Curr. Microbiol. 10:105-110.

JUVEN, B. J.; ROGOL, M. 1986. Incidence of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* serotypes in a chicken processing factory. J. Food Prot. 49:290-292.

KARAOLIS, D.; SOMARA, S.; MANEVAL, D.; JOHNSON, J.; KAPER J. 1999. A bacteriophage encoding a pathogenicity island, a type-IV pilus and a phage receptor in cholera bacteria. Letters to Nature v.399: 375-379.

KARMALI, M. A.; SIMOR, A. E.; ROSCOE, M.; FLEMING, P. C.; SMITH, S. S.; LANE, J. 1986. Evaluation of a blood-free, charcoal-based, selective medium for the isolation of *Campylobacter* organisms from feces. Journal of Clinical Microbiology v. 23:456-459.

KELLEY, T.; PANCORBO, O.; MERKA, W.; BARNHART H. 1998. Antibiotic Resistance of bacterial litter isolates. Poultry Science v.77: 243-247.

KNOOP, G. N.; PAMELEE, C. E.; STADELMAN, W. J. 1971. Microbiological characteristics of wet- and dry-chilled poultry. Poultry Science v.50: 530-536.

KUROKI, S.; HARUTA, T.; YOSHIOKA, M.; KOBAYASHI, Y.; NUKINA, M.; NAKANISHI, H. 1991. Guillain-Barre syndrome associated with *Campylobacter* infection. Pediatrics Infectious Disease Journal v.10: 149-151.

LE MINOR, L. 1988. Typing *Salmonella* species. European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases v.7: 214-218.

LEE, C.; TAI, C.; LIN, S.; CHEN, Y. 1994. Occurrence of plasmids and tetracycline resistance among *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* isolated from whole market chickens and clinical samples. International Journal of Food Microbiology v.24: 161-170.

LEE, L. A.; THREATT, V. L.; PUHR, N. D.; LEVINE, P.; FERRIS, K.; TAUXE, R. V. 1993. Antimicrobial-resistant *Salmonella* spp. isolated from healthy broiler chickens after slaughter. Journal of Applied Veterinary Medicine Association v. 202:752-755.

LILLARD, H. S. 1971. Occurrence of *Clostridium perfringens* in broiler processing and further processing operations. Journal of Food Science v.38: 1008.

LILLARD, H. S. 1989. Factors affecting the persistence of *Salmonella* during processing of poultry. Journal of Food Protection v. 52:829-832.

LUECHTEFELD, N. W.; WANG, W-L. L. 1981. *Campylobacter fetus* subsp. *jejuni* in a turkey processing plant. Journal of Clinical Microbiology v.13: 266-268.

MALLINSON, E. T. 1990. *Salmonella* monitoring system simplifies evaluation of farms. Poultry Digest. September. P. 46-47.

MALLINSON, E. T.; MILLER, R. G.; DYER, R. M.; HOLDER, D. J.; LAMICHHANE, C. M.; GIDDENS, M. L.; RUSSEK-COHEN, E.; DEGRAFT-HANSON, J.; JOSEPH, S. W. 1995. Quantification of *Salmonella* from carcass rinse and environmental specimens using a membrane filter transfer method. Procedures Symposium on the Diagnosis of *Salmonella* Infections. US Animal Health Association p. 64-83.

MALLINSON, E. T.; MILLER, R. G.; DE REZENDE, C. E.; FERRIS, K. E.; DE GRAFT-HANSON, J.; JOSEPH, S. W. 2000. Improved plating media for the detection of *Salmonella* species with typical and atypical hydrogen sulfide production. Journal of Veterinary Diagnostics Investigation v.12: 83-87.

MALLINSON, E. T.; CARR, L. E.; MALONE, G. W.; WABECK, C. J.; PALMER, D. H.; PUSEY, E. B.; RUSSEK-COHEN, E.; JOSEPH, S. W. 1995. Lower water activity in broiler litter and the reduction of *Salmonella* on farms and processed carcasses. Bulletin No. 348. Maryland Cooperative Extension Service.

MALLINSON, E. T.; TATE, C. R.; MILLER, R. G.; BENNET, B.; RUSSEK-COHEN, E. 1989. Monitoring poultry farms by drag-swab sampling and antigen-capture immunoassay. Avian Dis. 33:684-690.

MARION, J. E.; PRETANIK, S. 1999. Regulatory issues related to *Campylobacter* on poultry. Poultry Science 1999 Annual Meeting. *Campylobacter* Symposium Abstract #13.

MATURIN, L. J.; PEELER, J. T. 1995. Aerobic Plate Count. Chapter 3 on Food and Drug Administration Bacteriological Analytical Manual, 8<sup>th</sup> edition, revision A, 1998, AOAC Publication, Gaithersburg, MD.

MAY, K. N. 1974. Changes in microbial numbers during final washing and chilling of commercially slaughtered broilers. Poultry Science v.53: 1282.

MERKER, R. I.; SOLOMON, H. M. 1995. *Salmonella*. Appendix 3 on Food and Drug Administration Bacteriological Analytical Manual, 8<sup>th</sup> edition, revision A, 1998, AOAC Publication, Gaithersburg, MD.

MIELNIK, M. B.; DAINITY, R. H.; LUNDBY, F.; MIELNIK, J. 1999. The effect of evaporative air-chilling and storage temperature and shelf life of fresh chicken carcasses. Poultry Science v 78: 1065-1073.

MILLER, R. G.; TATE, C. R. 1990. XLT4: A highly selective plating medium for the isolation of *Salmonella*. Maryland Poultryman, April p. 2-7.

MILLER, R. G.; TATE, C. R.; MALLINSON, E. T.; SCHERRER, J. A. 1991. Xylose-lysine-tergitol 4: An improved selective agar medium for the isolation of *Salmonella*. Poultry Science v.70: 2429-2432.

MORAN, A. P.; PENNER, J. L. 1998. Serotyping of *Campylobacter jejuni* based on heat-stable antigens: relevance, molecular basis and implications in pathogenesis. Journal of Applied Microbiology v. 86: 361-377.

MORRIS, T. G.; AYRES, J. C. 1959. Incidence of Salmonellae on commercially processed poultry. Poultry Science v.: 1131-1135.

MORRIS, G. K.; WELLS, J. G. 1970. *Salmonella* contamination in a poultry-processing plant. Applied Microbiology v. 19:795.

MULDER, R. W.; DOORESTEIJN, L. W.; VAN DER BROEK, J. 1978. Cross-contamination during the scalding and plucking of broilers. British Poultry Science v. 19: 61.

OETHINGER, M.; PODGLADJEN, I.; KERN, W. V.; LEVY, S. B. 1998. Overexpression of *marA* or *soxS* regulatory genes in clinical topoisomerase mutants of *Escherichia coli*. Antimicrobial Agents Chemotherapy v.42: 2089-2094.

OLSEN, J.; AABO, S.; HILL, W.; NOTERMANS, S.; WERNARS, K.; GRANUM, P.; POPOVIC, T.; RASMUSSEN, H.; OLSVIK, O. 1995. Probes and polymerase chain reaction for detection of food-borne bacterial pathogens. *International Journal of Food Microbiology* v.28: 1-78.

OPARA, O. O.; CARR, L. E.; RUSSEK-COHEN, E.; TATE, C. R.; MALLINSON, E. T.; MILLER, R. G.; STEWART, L. E.; JOHNSON, R. W.; JOSEPH, S. W. 1992. Correlation of water activity and other environmental conditions with repeated detection of contamination on poultry farms. *Avian Diseases* v.36: 664-671.

PENDLETON, E. 2000. Professional Communication. Veterinary Diagnostics Center, University of Nebraska Lincoln.

POKAMUNSKI, S.; KASS, N.; BOROCHOVICH, E.; MARANTZ, B.; ROGOL, M. 1986. Incidence of *Campylobacter* spp. in broiler flocks monitored from hatching to slaughter. *Avian Path.* 15: 83-92.

RAGINBEAU, C.; SALVAT, G.; COLIN, P.; ERMEL, G. 1998. Development of a multiplex PCR gene fingerprinting method using *gyrA* and *pfIA* polymorphisms to identify genotypic relatedness within *Campylobacter jejuni* species. *Journal of Applied Microbiology* v. 85: 829-838.

RAHKIO, T. M.; KORKEALA, H, J. 1997. Airborne bacteria and carcass contamination in slaughterhouses. *Journal of Food Protection* v. 60 (1): 38-42.

RIGBY, C. E.; PETTIT, J. R. 1980. Changes in the *Salmonella* status of broiler chickens subjected to simulated shipping conditions. *Canadian Journal Comp. Medical* v.44: 374-381.

RUSSELL, S. M.; FLETCHER, D. L.; COX, N. A. 1994. The effect of incubation temperature on recovery of mesophilic bacteria from broiler chicken carcasses subjected to temperature abuse. *Poultry Science* v. 73: 1144-1148.

RUSSELL, S. M.; WALKER, J. M. 1997. The effect of evisceration on visible contamination and the microbiological profile of fresh broiler chicken carcasses using the UN-tech evisceration system or the conventional stream-lined inspection system. *Poultry Science* v. 76: 780-784.

SAMS, A. R. 1994. Poultry Processing and Products. *Encyclopedia of Agricultural Science* v. 3: 433-440.



SÁNCHEZ M. X.; FLUCKEY W. M.; BRASHEARS M. M.; MCKEE S. R. 2002. Microbial profile and antibiotic susceptibility of *Campylobacter* spp and *Salmonella* spp in broilers processed in air-chill and immersion-chill environments. *Journal of Food Protection* Vol. 65, No. 6: 948-956.

SANDERS, D. H.; BLACKSHEAR, C. D. 1971. Effect of chlorination in the final washer on bacterial counts of broiler chicken carcasses. *Poultry Science* v. 50: 215.

SARLIN, L. L.; BARNHART, E. T.; CALDWELL, D. J.; MOORE, R. W.; BYRD, J. A.; CALDWELL, D. Y.; CORRIER, D. E.; DELOACH, J. R.; HARGIS, B. M., 1998. Evaluation of alternative sampling methods for *Salmonella* critical control point determination at broiler processing. *Poultry Science* v.77:1253-1257.

THOMSON, J. E.; COX, N. A.; WHITEHEAD, W. K.; MERCURI, A. J.; JUVEN, B. J. 1975. Bacterial counts and weight changes of broiler carcasses chilled commercially by water immersion and air-blast. *Poultry Science* v. 54: 1452-1460.

THOMSON, J. E.; BAILEY, J. S.; COX, N. A.; SHACKELFORD, A. D. 1984. Chlorine wash to reduce bacteria on poultry processing equipment. Proceedings, 44<sup>th</sup> Annual Meeting, Institute of Food Technologists, Anaheim, CA.

THRELFALL, E. J.; FROST, J. A.; WARD, L. R.; ROWE, B. 1996. Increasing spectrum of resistant and multiresistant *Salmonella typhimurium*. *Lancet* v.347:1053-1054.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). 1973. Meat and Poultry Inspection Regulations. Animal and Plant Inspection Service Meat and Poultry Program. US Dept. Agric., Washington D.C.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). 1973. Meat and Poultry Inspection Regulations. Animal and Plant Inspection Service Meat and Poultry Program. US Dept. Agric., Washington D.C.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). 1995. Nationwide broiler chicken microbial baseline data collection program. US Dept. Agric., Washington D.C.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). 1996. Pathogen reduction; hazard analysis and critical control points (HACCP) systems. U.S. Department of Commerce, Washington, D.C.

VAN SCHOTHORST, M.; NOTERMANS, S.; KAMPELMACHER, E. H. 1972. Hygiene in poultry slaughter. *Die Fleischwirtschaft* v 52: 749.

WALKER, W. H.; AYRES, J. C. 1956. Incidence and kinds of organisms associated with commercially dressed poultry. *Applied Microbiology* v.4: 345.

WALLNER-PENDLETON, E. A.; SUMNER, S. S.; FRONING, G. W.; STETSON, L. E., 1994. The use of ultraviolet radiation to reduce *Salmonella* and psychrotrophic bacterial contamination on poultry carcasses. *Poultry Science* v. 73: 1327-1333.

WALTMAN, D. 2000. Monitoring and detection of *Salmonella* in poultry and poultry environments. Workshop Manual. Sponsored by the Georgia Poultry Laboratory and the National Poultry Improvement Plan. Oakwood, GA p. 70-84, 90-170.

ZEIGLER, F.; STADELMAN, W. J. 1955. The effect of different scald water temperatures on the shelf life of fresh, non-frozen fryers. *Poultry Science* v.34: 237.

# **O IMPACTO DA ÁGUA NO DESEMPENHO DAS AVES E NOS CUSTOS DE PRODUÇÃO**

**João Luis dos Santos**

*M.Sc*

*atendimento@especializo.com.br*

## **Introdução**

No final da década de 90 a avicultura brasileira alcançava patamares de produção e produtividade que prenunciavam o Brasil como emergente nas exportações de carnes de aves. Desde então passou de uma média de 500 ton exportadas na virada do milênio a praticamente 4.000 ton atuais, o que significou um aumento de 800 % em 15 anos e hoje projeta o país na liderança das exportações e no terceiro lugar como maior produtor mundial segundo Relatório Anual da União Brasileira de Avicultura 2014.

No início do ano 2000, embora o país já contasse com um melhoramento genético avançado, alta tecnologia nutricional, rigorosos procedimentos sanitários desde os incubatórios até os integrados, os resultados ainda não refletiam a expectativa das empresas.

A água, embora hoje seja vista como principal nutriente, envolvida em todos os aspectos metabólicos das aves, ainda não recebeu a atenção necessária dos profissionais ligados à produção de frangos de corte e perus. A água pode inferir um forte impacto econômico nos custos de produção se não houver uma atenção mais cuidadosa para suas características físico-químicas.

Estabelecer os parâmetros físicos e químicos ideias para a produção de frangos e perus carece de estudos mais aprofundados no Brasil, embora estudos internacionais possam nos apontar alguns impactos importantes no desempenho das aves.

Há três impactos que estabelecem uma forte relação entre o desempenho das aves com e redução de custos na produção.

- O manejo correto dos recursos hídricos disponíveis, o cuidado com a qualidade da água captada e armazenada, reduz os custos do tratamento necessário para se obter uma água de boa qualidade na produção avícola.
- O uso de uma água com qualidade que não impacte no desempenho das aves promove redução dos custos de produção com alimentos, medicamentos, tempo de alojamento, manutenção dos sistemas de distribuição de água e climatização, entre outros fatores.
- O tratamento da água com produtos adequados, desenvolvidos para tal aplicação, garante o uso correto dos mesmos e os resultados desejados. Economizar com produtos de baixa qualidade pode custar caro no fim do processo produtivo.

### **Legislação: Instrução Normativa nº 56 (MAPA - IN56)**

A IN56/2007, que estabelece os procedimentos para registro, fiscalização e controle de estabelecimentos avícolas de reprodução e de estabelecimentos avícolas comerciais, no seu Capítulo II – do Registro dos Estabelecimentos Avícolas, recomenda no Art. 9:

VIII – documento comprobatório da qualidade microbiológica, física e química da água de consumo, conforme padrões da vigilância sanitária, ou atestado da utilização de fornecimento de água oriunda de serviços públicos de abastecimento de água.

No CAPÍTULO III – da Fiscalização, lê-se:

Art. 21. Os estabelecimentos avícolas comerciais e de reprodução deverão adotar as seguintes ações:

VIII – realizar análise física, química e bacteriológica da água, conforme os padrões estabelecidos na Resolução do Conama nº 357, de 17 de março de 2005, à exceção de contagem de coliformes termotolerantes, que deverá seguir o padrão estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde nº 518, de 25 de março de 2004. A Portaria 518/2004 foi revogada tendo entrado em vigor a Portaria 2914/2011 que deverá ser substituída em 2016 visto que tal norma é revisada a cada cinco anos.

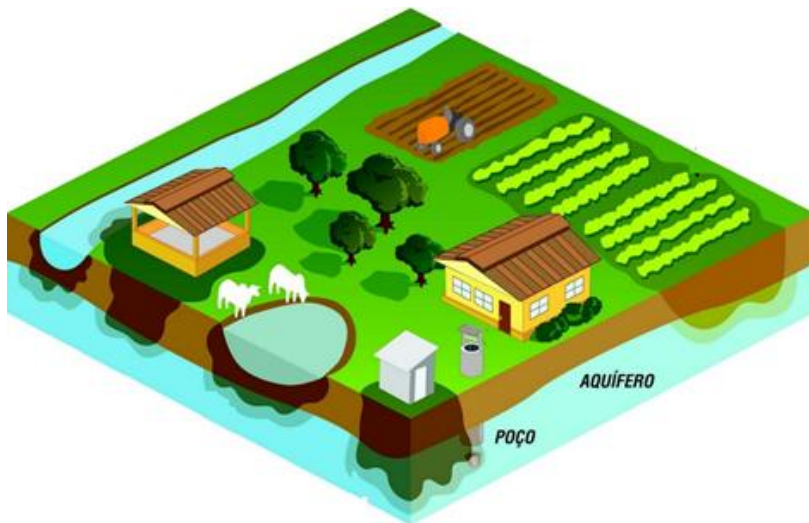
A IN56/2007 foi alterada por meio do Ofício Circular nº 1/2008, que selecionou os parâmetros de qualidade de água a serem monitorados na avicultura. O ofício apresenta os parâmetros a serem monitorados, bem como seus respectivos valores máximos permitidos (VMP). A circular ainda destaca que quando o parâmetro STD (sólidos totais dissolvidos) apresentar valor superior a 500 mg/L deve-se avaliar todos os demais parâmetros pela resolução do Conama 357 ou pela resolução do CONAMA 396.

Outro ponto que deve ser comentado sobre essa norma é que o Art.9 recomenda que a qualidade microbiológica, física e química da água de consumo deve seguir padrões da vigilância sanitária. Neste caso o padrão deveria ser o da Portaria MS 2914/2011 e não o da resolução do Conama 357/2005 como diz o Art. 21.

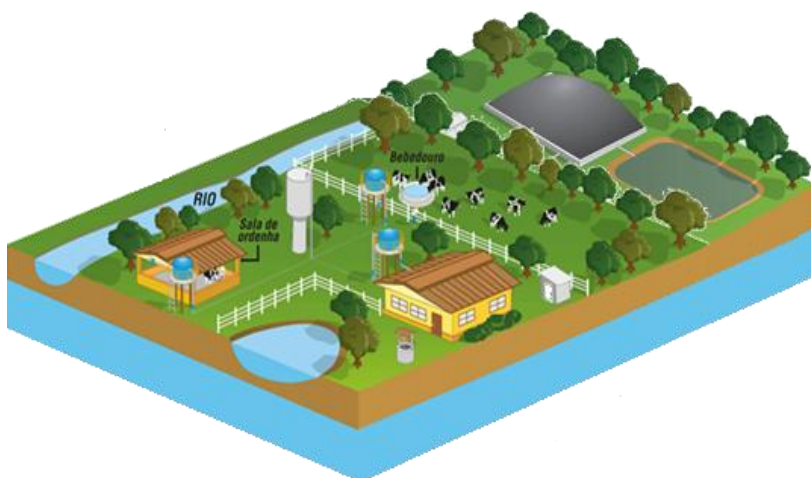
## **Água de qualidade é água conservada**

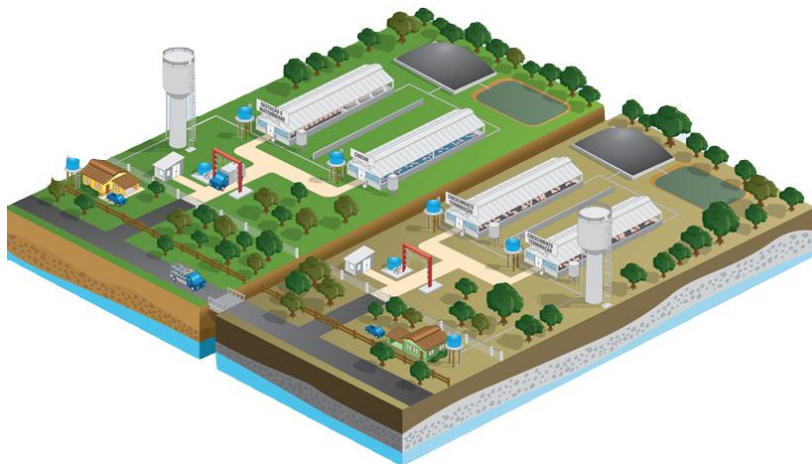
Antes mesmo de discutir a necessidade de tratamento da água para se obter uma boa qualidade, temos que atentar para a conservação da água que temos.

Na ilustração que segue temos dois modelos de áreas rurais. Na primeira situação a água está sendo contaminada pela atividade agrícola e agropecuária. Na segunda alguns cuidados que podem ser tomados a fim de evitar ou minimizar os impactos nos recursos hídricos.



**Figura 1.** Situações onde a qualidade da água é afetada pela atividade agrícola ou agropecuária.





**Figura 2.** Situações onde os impactos na qualidade da água são minimizados na atividade agrícola ou agropecuária.

Conservar, diferentemente de preservar que indica manter intocável, implica em fazer uso do recurso, mas manter suas características originais as mais intocadas possíveis. Se mantivermos a qualidade da água que utilizamos o investimento para tratar será o mínimo. Mas, se permitimos a sua degradação teremos altos custos para obter água com a qualidade desejada.

Neste sentido conservar a qualidade da água que utilizamos passa por uma série de medidas que abrangem desde a proteção das fontes de água até a correta captação e armazenamento, como demonstra as ilustrações. Ações como cercas que limitem o acesso dos animais nas fontes de água, afastamento e tratamento de dejetos, coleta, transporte e armazenamento seguro da água a ser consumida, cloração adequada da água captada e armazenada para evitar recontaminação. Todas são ações que devem pautar a agenda de cuidados sanitários de produtores e técnicos no dia a dia da atividade.

Um aspecto da produção intensiva que poucos levam em consideração é que no momento que concentramos uma determinada espécie numa área restrita também concentramos a geração de resíduos, o que implica necessariamente a adoção de técnicas de

manejo adequado destes com foco na mitigação dos impactos ambientais e principalmente nos recursos hídricos.

Outro ponto pouco discutido é questão da segurança hídrica e saúde humana. Nesse trabalho não serão abordados, mas não podemos ignorar o fato de que a água que contaminamos retorna para nossas casas e abastecem as cidades. A produção animal não pode colocar em risco a segurança hídrica seja pela quantidade ou qualidade. Os princípios da biossegurança devem também ser aplicados fora das cercas das empresas.

Nesse ponto cabe reforçar dois aspectos de extrema relevância:

- Primeiro, a produção de aves, embora não gere resíduos significativos que impactem diretamente os recursos hídricos, sempre esteve aos arredores da produção de suínos ou gado.
- Segundo, a melhor medida que podemos adotar para ter uma água de boa qualidade é evitar que essa água seja degradada pela nossa própria atividade, ou seja, conservar a qualidade da água que temos adotando o correto manejo dos resíduos gerados.

## **Qualidade microbiológica e físico-química da água**

Nem todos os aspectos da água que podem afetar a produção podem ser mitigados apenas com medidas para sua conservação. Alguns são intrínsecos a mesma, como o caso do pH, dureza, cloretos, sódios e tantos outros elementos que as águas contem proveniente da sua origem, do local de captação de um poço ou nascente. Águas superficiais sofrem maiores variações por razões óbvias, mas ainda assim podem ser protegidas e menos impactadas pela atividade produtiva.

As características ideais de uma água de boa qualidade na produção de aves é uma questão complexa visto que a qualidade pode ser avaliada e considerada de muitas maneiras e levando em conta, diferentes variáveis no processo produtivo. A água ácida, por exemplo, pode ser desejável no ponto de vista da zootécnica, e outros benefícios que flutuam em torno da discussão do tema, entretendo a água ácida acelera corrosão por dissolver metais.



## **Qualidade microbiológica**

Desde o início do ano 2000 as grandes empresas passaram a dar maior atenção à qualidade microbiológica da água servida às aves. O desempenho aquém do esperado levou as empresas a adotarem procedimento de desinfecção pela cloração. Algumas empresas estabeleceram seus próprios limites de dosagem com base em resultados alcançados em testes realizados, mas em média o residual de cloro na água que deve ser servida as aves varia de 2 mg/L a 5 mg/L.

Na ocasião ainda havia muita discussão sobre o tema, principalmente por parte dos produtores que acreditavam ter uma água de excelente qualidade visto que a mesma vinha de nascentes ou poços que eram considerados limpos.

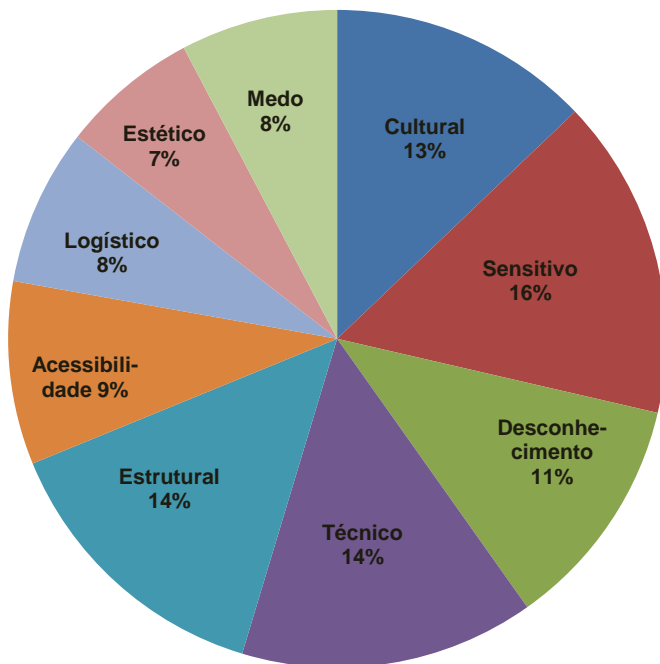
## **Pesquisa sobre a e cloração**

Uma pesquisa realizada em 2010 revela quais fatores eram mais impactantes na resistência de produtores para adotar um sistema de cloração da água. Realizada com 68 técnicos da avicultura, na região do oeste catarinense, solicitava que estes respondessem com base em sua experiência e percepção e atribuíssem pontos de 1 a 10, sendo 1 o fator considerado mais impactante e 10, menos impactante na resistência para clorar a água. Havia 10 perguntas e a pontuação não poderia ser repetida.

**Quadro 1.** Perguntas realizadas na pesquisa em 2010. Qual dos fatores abaixo considera mais relevante para a não adoção da cloração da água? Enumere de 1 a 10 não repetindo os números.

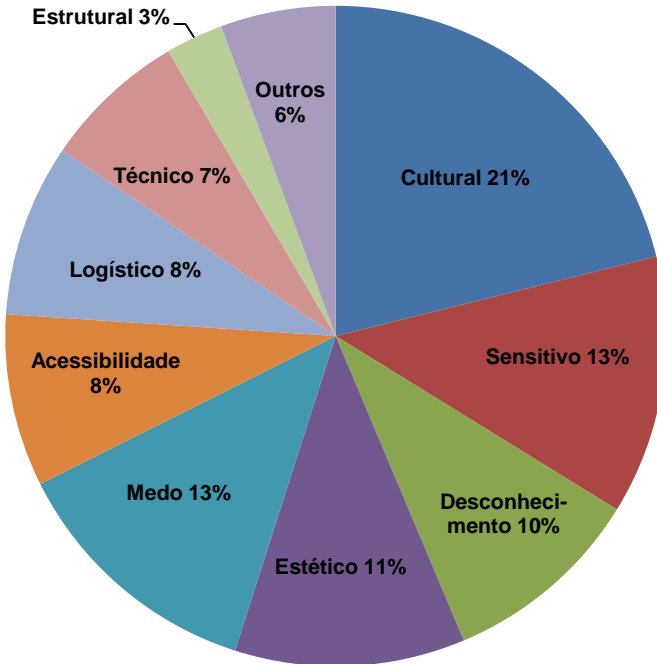
Fatores	Grupo	Tipo de justificativa	Ponto
Desconhecimento:	T	O cloro faz mal à saúde...	
Técnico:	T	Como vou controlar, dosar e medir?...	
Estrutural:	T	Não tenho acesso ao reservatório...	
Acessibilidade:	T	Onde vou comprar isso depois?...	
Logístico:	T	Como fazer o transporte e distribuição?...	
Cultural:	P	O meu avô bebia desta água...	
Sensitivo:	P	O cloro deixa gosto ou cheiro ruim na água...	
Estético:	P	Resseca a pele, cabelo fica duro e tira a tinta...	
Medo:	P	O cloro é perigoso...	
Outros?	P	Defina: _____	

As perguntas estavam divididas em dois grupos. O Psicológico (P) e Técnico (T). Atribui-se ao grupo psicológico impressões pré-concebidas ou desconhecidas que causam uma barreira emocional para a mudança. O grupo Técnico (T) revela preocupações de alguém que quer fazer uso correto do produto, mas desconhece o mesmo.



**Figura 3.** Fatores de resistência à implantação da cloração de água na produção de aves.

Nota-se a soma dos fatores técnicos foi de 56 % uma preocupação que revela que os produtores já tinham consciência da necessidade de cloração, mas preocupavam-se com a estrutura adequada e conhecimento técnico. O fator “Cultural” e o “Sensitivo” ainda tinham grande peso na resistência para a cloração, mas não havia alta resistência por “Medo” ou fatores como o “Estético” que já estavam sendo vencidos pelo trabalho que vinha sendo realizado desde o ano 2000. O resultado positivo da pesquisa fica mais evidente quando comparamos a mesma pesquisa realizada no mercado de leite na mesma região do oeste catarinense.



**Figura 4.** Fatores de resistência à implantação da cloração de água na produção de leite.

No mercado de produção de leite o tema ainda enfrenta as resistências iniciais. Note que a soma dos fatores psicológicos foi de 64 % sendo que o fator “Cultural” predomina, seguido do “Medo”. A falta de preocupação com fatores técnicos aparentemente na verdade revelam que no patamar em que se encontram no processo, os produtores ainda nem consideram isso um problema. Basta lembrar que a maioria dos produtores de leite nem possuem reservatórios de água, logo não possuem estrutura para realizar a cloração e, portanto, não consideram isso um problema, por não terem informação sobre do assunto.

## Avanços do cloro na avicultura

A implantação da cloração com objetivo de reduzir ou eliminar a contaminação bacteriológica da água servida às aves trouxe benefícios econômicos que ainda não foram devidamente mensurados ou divulgados. A economia gerada com a redução do uso de medicação para tratar doenças transmitidas pela água certamente foi maior que os custos de implantação dos sistemas de cloração. Outro fator importante foi a melhora no ganho rendimento do ganho de peso por carcaça.

Num estudo realizado na Universidade de São Paulo consistiu na utilização de um produto a base Tricloro em diferentes concentrações na água de bebida dos frangos fornecida desde o 1º dia ao 40º dia de vida das aves para determinar a palatabilidade, desempenho zootécnico e toxicidade aguda e crônica.

**Quadro 2.** Resultados do efeito nas diferentes concentrações de Tricloro, sobre o ganho de peso médio, consumo de ração, consumo acumulado médio de água e conversão alimentar no período de 1 a 40 dias de idade.

Tratamentos	Parâmetros zootécnicos médios – período de 1 a 40 dias de idade				
	Consumo ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar	Consumo médio diário de água/ave (mL)	Consumo médio/ave 40 dias/L
T1 - Controle não tratado	4.729	2.434	1,948	252	10,2
T2 - 2 mg/L água	4.871	2.551	1,901	237	10,2
T3 - 5 mg/L água	4.618	2.547	1,811	239	10,1
T4 - 10 mg/L água	4.735	2.545	1,812	231	10,2
T5 - 20 mg/L água	4.649	2.402	1,814	221	9,9
T6 - 30mg/L água	4.751	2.478	1,821	226	9,1

Piantino, 2012.

Observou-se uma redução do consumo de água nos tratamentos (T5 e T6) que receberam as maiores doses do produto. Por outro lado, notamos que o tratamento que não recebeu tratamento (T1 - Controle não tratado) apresentou resultados inferiores aos que receberam, T2, T3, T4, T5 e T6. O ganho de peso em T1 foi menor e

o consumo de ração maior afetando negativamente a conversão alimentar. Estes resultados sugerem que a qualidade da água e a redução de patógenos veiculados por água de bebida interferem significativamente com o desempenho zootécnico do lote e ainda pode comprometer a qualidade do alimento, onde o frango ou o ovo podem ser veiculadores de bactérias nocivas à saúde pública.

A concentração recomendada para água de bebida das aves pode variar de 2 a 5 mg/L de água na bebida das aves. A dosagem de cloro ideal deve ser avaliada pelas empresas na busca dos melhores resultados no que se refere ao custo versus benefício da aplicação. Isso demonstra que a avicultura necessita de produtos com dissolução controlada, que não desmanchem ou soltem grumos provocando descontrole na cloração. Uma série de características devem ser consideradas no momento de escolha do cloro a fim de obter o melhor rendimento e evitar perdas econômicas. Alguns produtos embora tenham formulações iguais a outros podem não ter o mesmo desempenho.

Abaixo o Quadro 3 apresenta os produtos utilizados e características positivas ou negativas de cada um.

**Quadro 3.** Características das principais pastilhas de cloro comercializadas na avicultura.

Formula	Ativo	Fabricação	pH 1%	Insolúveis	Solubilidade		Cada 10g dose 1mg/L em:
Tricloro	90%	Nacional	4,0	0%	Baixa	Regular	9.000 L água
	90%	Importada	4,0	0%	Baixa	Irregular, solta pedaços	9.000 L água
Tricloro + Dicloro	64%	Nacional	4,0	0%	Média	Irregular, solta pedaços	6.400 L água
Hipoclorito de Cálcio	65%	Nacional	11,0	5%	Alta	Irregular, pode desmanchar	6.500 L água

Cabe ainda ressaltar que as diferentes marcas possuem pastilhas com peso variando ente 10g, 20g, 50g, 100g e 200g.

A pastilha mais recomendada na desinfecção de água para aves é o Tricloro puro. Deve-se observar que a mesma tem que dissolver que forma regular, sem soltar grumos ou quebrar durante o processo o que indicaria produto de qualidade inferior e provocaria dissolução e consumo irregular com perdas econômicas. Pastilhas produzidas no Brasil seguem normas rigorosas de controle de qualidade uma vez que também são utilizadas na potabilização para consumo humano. Nesse caso as empresas importam o Tricloro em pó e produzem as pastilhas. Pastilhas importadas normalmente são produzidas com material de segunda linha, visto que o produto mais nobre é vendido na forma de pó e o de pior qualidade, aquele que as empresas rejeitam, é transformado em pastilhas e vendido. Outro fator importante é que nem toda pastilha de Tricloro contém 90 % de ativo, ou seja, o Tricloro tem 90 % de ativo, mas a formulação para preparo e prensagem da pastilha altera seu teor de ativo. Há empresas cujo processo produtivo é mais avançado e assim o produto tem maior teor de ativo.

Outro aspecto importante refere-se ao tipo de dosador de cloro utilizado. Dosadores de cloro são importantes ferramentas de trabalho nesse processo e os mesmos devem permitir ajustes precisos, com um mínimo de variação e as empresas precisam entender que nunca um mesmo dosador de cloro atenderá todas as situações de aplicação da ampla variedade de instalações que existem no Brasil.

O uso da cloração não deve se restringir a água de bebida das aves, há outras aplicações do cloro que ainda são pouco exploradas na avicultura. Produtos existentes no mercado podem ser utilizados na pulverização de aviários, via nebulização, como auxiliares na redução de *Salmonella spp.* na fase de pré-abate para controle de bactérias que colonizam o papo, de problemas sanitários gerais em frangos e ainda como agentes de limpeza das linhas de abastecimento e bebedouros no vazio sanitário.

**Quadro 4.** Efeito do Dicloro formulado na redução de *Salmonella Enteritidis* em frangos desafiados experimentalmente.

Tratamentos	Número de aves positivas/Número total de aves	Percentual de aves positivas
T1 - Controle sem tratamento e sem desafio – água normal	0/29	0%
T2 - Água contaminada no bebedouro com Produto 50g/1000L	0/26	0%
T3 - Água contaminada no bebedouro sem tratamento com Produto	17/28	60,71%
T4 – Cama desafiada com <i>Salmonella</i> e aves tratadas com Produto 50g/1000L	0/26	0%
T5 - Cama desafiada com <i>Salmonella</i> e sem tratamento com Produto	3/28	10,71%
T6 - Aves desafiadas no papo e tratada com Produto 50g/1000L	13/27	48,15%
T7 - Aves desafiadas no papo e sem tratamento com Produto	13/28	46,43%

Outro teste realizado sob coordenação do Dr. Piantino no campo, foi realizado avaliando o produto na água de bebida dos frangos na fase pré-abate e nos problemas sanitários gerais durante a produção de frangos em granjas comerciais. O teste determinou o nível de segurança e eficácia a campo do produto a 30 ppm. O produto, formulado a base de Dicloro, melhorou o desempenho zootécnico das aves além de reduzir o quadro de problemas sanitários gerais (entéricos e/ou respiratórios) e em alguns casos diminuiu o uso de antibióticos para o tratamento dos lotes acometidos. Foi demonstrada ainda a redução de re-isolamento de *Salmonella* spp. no papo dos frangos, durante a fase de tratamento no período de pré-abate. De acordo com resultados dos testes de campo, o produto é indicado como um coadjuvante no controle de problemas sanitários gerais e é altamente indicado para a redução de *Salmonella* spp., através da água de bebida das aves, na fase de restrição ali-



mentar na fase de pré-abate. O produto utilizado neste teste trata-se de Dicloro formulado com coadjuvantes e aromatizantes que promovem um ambiente agradável para as aves, eliminando a amônia e refrescando o ambiente promovendo melhor conforto térmico.

O Quadro 5 apresenta um resumo das aplicações de cloro na avicultura, o local de uso, dosagens usuais, produto mais indicado e benefícios alcançados.

**Quadro 5.** Aplicações do cloro na atividade avícola e benefícios comprovados.

Aplicação	Local de aplicação	Dosagem recomendada	Produto	Benefícios dos testes realizados
Água de bebida Painéis adiabáticos	Desinfecção da água	Residuais mínimos de 3 mg/L no bebedouro ou niple 0,5 a 1 mg/L nos painéis	Pastilhas de Tricloro	Eliminar vírus de bactérias Evitar crescimento microbiano nos painéis
Pulverização	Nebulizadores	1% do produto em água no volume necessário	Formulação a base de Dicloro e outros ativos específicos	Melhoria em índices de produtividade, como conversão alimentar. Reduz o uso de antibióticos. Controle de problemas respiratórios por vírus, bactérias e fungos
Choque pré-abate	Período de jejum no pré-abate	Dosagem de até 30 mg/L	Dicloro granulado	Coadjuvante no controle de problemas sanitários gerais. Indicado para a redução de <i>Salmonella spp.</i> , através da água de bebida das aves, na fase de restrição alimentar na fase de pré-abate
Limpeza	Tubulações, bebedouros, niple, etc.	2,5% de concentração	Dicloro granulado	Remoção de biofilme das tubulações e niples, desinfecção de reservatórios, de materiais e equipamentos, etc.

Neste ponto há dois fatores importante que dever ser fixados:

- O cloro de modo geral é um produto de baixo custo. Os benefícios do mesmo devem ser mensurados e contabilizados. Utilizar produtos seguros e desenvolvidos para aplicação na avicultura tende a ampliar os benefícios sanitários e econômicos.
- Outro aspecto refere-se ao tipo de dosador de cloro utilizado. Dosadores de cloro são importantes ferramentas de trabalho nesse processo e os mesmos devem permitir ajustes precisos, com um mínimo de variação e as empresas precisam entender que nunca um mesmo dosador de cloro atenderá todas as situações de aplicação da ampla variedade de instalações que existem no Brasil. Existem diversos modelos de dosadores de fabricação nacional de boa qualidade, mas eleger o dosador ideal requer um mínimo de conhecimento do sistema hidráulico, das necessidades de dosagem de cloro e o tipo de pastilhas que se utiliza.

### **Qualidade físico-química**

A presença de determinados minerais na água de bebida pode acarretar problemas de manutenção do aviário ou mesmo de saúde nas aves.

O fato é que tratar água na produção de aves ainda é um desafio a ser vencido. Apenas clorar a água não quer dizer tratar a água. O Brasil não tem sistemas simplificados para tratamento de água na produção rural e os que existem em geral tem escala industrial e custos elevados. Em alguns casos, dependendo do tipo de contaminação, as normas internacionais recomendam buscar outras fontes de água mais pura para misturar e diluir o contaminante. Nesse caso a água de chuva seria uma alternativa viável que falaremos mais a frente.

Podemos observar que a IN56/2007, embora seja uma evolução, não limita produtos como cobre e zinco, utilizados na alimentação de suínos, presente nas fezes que podem contaminar a água. Enquanto que a norma brasileira chega a ser mais restritiva que as internacionais, como em STD e Dureza, em outras é mais flexível, como Sulfato e Cloretos.

O Quadro 6 faz um comparativo entre os parâmetros de aceitação no Brasil definido pela IN56/2007, alterada por meio do Ofício Circular nº 1/2008, e outras orientações internacionais como da Universidade Estadual da Carolina do Norte (NCSU) e da Universidade Estadual de Michigan (MSU).

**Quadro 6.** Comparativo dos parâmetros nacionais e internacionais para água de bebida, principais efeitos da mesma nas aves e recomendações de tratamento.

Parâmetros	IN56	NCSU	MSU		Causas e efeitos	Recomendações
			Seguro	Aceitável		
Bactérias Totais UFC/mL	-	0	0	1000	A presença de coliformes ou quantidades excessivas de bactérias totais indica falta de higiene e segurança da água. Outras bactérias causadoras de doenças podem estar presentes	Manter a água clorada com um residual mínimo de 3,0 mg/L no bebedouro
Coliformes Fecais UFC/100mL	0	-	0	0		
Coliformes Totais UFC/100mL	-	0	0	0		
pH	6 a 9	6,8 a 7,5	6,5 a 7,8	5 a 8	< 5 causa corrosão de metais > 8 afeta a eficiência da cloração	Corrigir o pH se for possível
Alcalinidade mg/L	-	-	100	300	Associado com a presença de bicarbonatos, sulfatos e carbonato de cálcio. Pode dar a água um sabor amargo que é indesejável para as aves	Correção com acidificação. Difícil de baixar se muito elevado
Turbidez - UNT	-	< 15	-	-	Matéria orgânica e crescimento bacteriano	Filtração
Cálcio mg/L	-	60	60	-	Não há um limite preocupante no desenvolvimento da ave, mas pode causar incrustações e corrosão	O mesmo tratamento dado a dureza

Cloreto mg/L	<240	14	50	150	Combinado com Na em níveis elevados pode causar diarreia	Remoção difícil, exceto se associados a cálcio ou magnésio.
Cloro mg/L	-	2 a 3			Utilizar cloro orgânico evita adição de mais sódio e cálcio na água	Manter residual de no mínimo 3 mg/L
Cobre mg/L	-	0,002	0,002	0,6	Nível elevado causam lesões nas vias orais e moelas	Difícil remoção, localizar a fonte de contaminação e reduzir o impacto.
Chumbo	-	-	0	0,05	Pode causar ossos fracos e problemas de fertilidade em de frangos e de perus	Não ocorre naturalmente na água. Eliminar fonte de contaminação
Dureza mg/L	<110	60 a 180	<300	-	Provoca incrustações que protegem bactérias mesmo na presença de cloro, causa corrosão, entupimento de niple e bicos nebulizadores	Catalizadores eletroquímicos são de baixo custo, longa duração (3 a 5 anos), não utilizam produtos e não precisam de regulagens
Ferro mg/L	-	0,2	0,2	0,3	Água fica amarelada. Bebedouros podem ter vazamentos pelo acúmulo de Fe. Promove crescimento de <i>E. coli</i> e <i>Pseudomonas</i>	Pode ser oxidado via cloração e decantado ou filtrado
Magnésio mg/L	-	14	14	125	Água fica escura, até preta. Causa resíduos nos bebedouros	Pode ser oxidado via cloração e decantado ou filtrado
Nitrato mg/L	<10	10	1 a 5	25	Nitratos não são tóxicos, mas uma vez no organismo transforma-se em Nitrito e na corrente sanguínea toma o lugar do oxigênio na hemoglobina.	Difícil remoção, localizar a fonte de contaminação e reduzir o impacto
Nitrito mg/L	-	0,4	-	-	Pode causar ossos fracos, problemas de fertilidade ou até a morte.	

Sódio mg/L	-	32	-	-	Combinado com Cl em níveis elevados pode causar diarreia	Remoção difícil, exceto se associados a cálcio ou magnésio
Sólidos Dissolvidos Totais (STD) mg/L	500	< 1000	<1000	1000 a 2999	>2999 São águas pobres para as aves, muitas vezes causando fezes aquosas, aumento da mortalidade e diminuição do crescimento (especialmente em perus)	STD é a soma de todos componentes orgânicos e inorgânicos presentes na água
Sulfato mg/L	250	125	15 a 40	200	Pode causar diarreia. Cheio de ovo podre indica níveis elevados e contribui para crescimento de bactérias	Arejar a água para. Cloração de choque em caso de odor forte. Limpeza de reservatórios
Zinco mg/L	-	0	-	1,5	Crescimento pode ser comprometido	O uso de catalizador eletroquímico e carvão ativado reduzem os níveis

Dentre os parâmetros do Quadro 6 alguns merecem maior atenção no que se refere principalmente os impactos no custo de produção.

### Parâmetros e considerações

Dois parâmetros merecem destaque e atenção. Todos os demais ou são facilmente resolvidos ou os custos de tratamento não compensariam os benefícios e nesse caso a alternativa seria outra fonte de água.

- **pH:** embora em alguns aspectos o pH ácido seja desejável em função do benefício de alguns parâmetros zootécnicos ou mesmo controle microbiológico deve-se levar em conta que o meio ácido promove a corrosão aumentando custos de manutenção e agregando os metais na água. Caso a água seja muito alcalina, a acidificação deve ter objetivo de manter a água entre 6 e 7, o mais eficiente para a desinfecção.

- **Dureza:** provavelmente a maior causa de problemas de manutenção como entupimento de tubulações, bicos nebulizadores, queima de resistências de aquecedores. Causam fezes moles nas aves mantendo a cama mais úmida. Interferem nas vacinas e medicamentos administrados via água. Prejudicam a limpeza com sabão.

O tratamento da água dura normalmente é realizado adicionando produtos denominados de abrandadores. Trata-se fosfatos que são capazes de se ligar aos sais de cálcio ou magnésio mantendo-os solúveis. O fosfato de maior ação na eliminação da dureza é o fosfato de sódio dodecahidratado ( $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ). Ocorre que alguns problemas podem advir desta aplicação. Fosfatos são nutrientes para o desenvolvimento de muitas espécies aquáticas como algas e também de bactérias. Isso tem levado setores do saneamento a rever o uso deste composto.

Uma alternativa segura, de baixo custo, que não requer o uso de produtos químicos ou energia elétrica e, portanto, é ecologicamente viável são os catalizadores eletroquímicos. Trata-se de um equipamento muito simples, montado dentro de um tubo de PVC, por onde a água passa e no seu núcleo ocorre uma troca iônica com as placas de metais em seu interior. Desse modo ocorre a perda de carga do cálcio e magnésio eliminado e evitando incrustações. Não há recarga de produto, não necessita de ajustes, uma peça dura de três a sete anos, na média, cinco anos e quando seu efeito acaba é como uma pilha deve ser trocada.

Um produto de fabricação nacional a mais de 15 anos utilizado na indústria, tem agora no mercado versões para uso em água de consumo que atendem desde residências, irrigação ou produção animal.



**Figura 5.** Produtor no reservatório onde os sais precipitaram após seis meses de tratamento com um catalizador eletroquímico. A direita o sal precipitado no reservatório em detalhe.

## Água de chuva na avicultura

A água de chuva ainda é ignorada na avicultura. Com áreas cobertas na faixa de 1.000m<sup>2</sup> o potencial de captação proporcionaria água de qualidade e segura para uso em todas as atividades.

O uso de água de chuva armazenada em cisternas para a dessedentação de animais e higienização de instalações pode contribuir para segurança hídrica das propriedades rurais em três dimensões:

- **Ambiental:** conservando o recurso natural devido à menor extração das fontes superficiais e subterrâneas, principalmente para atividades de limpeza de pisos com alto impacto na qualidade da água.
- **Social:** auxiliando na manutenção do homem no campo por contribuir para a independência hídrica da propriedade, reduzindo sua dependência de fontes hídricas externas, promovendo o bem-estar de humanos e animais e facilitando o cumprimento da legislação regulatória sanitária e ambiental.
- **Econômica:** reduzindo o impacto do custo da água no custo de produção das atividades.

A Embrapa Suínos e Aves desde 2013 vêm trabalhando a questão. Na Figura 6 uma instalação na cidade de Concórdia, SC.





**Figura 6.** Cisterna instalada por suinocultor no interior de Concórdia (SC) – Foto Embrapa.

O que poucos profissionais percebem é que a água da chuva não apresenta nenhum dos problemas citados neste trabalho. Com exceção necessidade de cloração e uma filtração simples a água é praticamente isenta de problemas como dureza, ferro, sulfatos, sódio, potássio e outros metais que preocupam.

No projeto de mestrado realizado na Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, foi montado um sistema para captação e aproveitamento da água de chuva na unidade de bovinocultura de leite do Instituto Federal do Sul de Minas, Campus Inconfidentes. No período de dezembro de 2014 a abril de 2014 foram coletadas 10 amostras de água armazenadas em reservatórios e cloradas. No quadro abaixo seguem resultados. Para efeito de comparação foram utilizadas as normas Portaria 2.914 de 12 de Dezembro de 2011 do Ministério da Saúde (Portaria 2.914/2011) que regulamenta a potabilidade da água para consumo humano e a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do Conselho nacional de Meio Ambiente (CONAMA 357/2005).

**Quadro 7.** Comparativo de qualidade da água de chuva com Portaria 2.914/2011 e CONAMA 357/2005.

Parâmetros analisados	Portaria 2914	Conama 357 Classe 3	Resultados água de chuva
	VMP	VMP	
Bário	0,7	1	< 0,1
Cádmio	0,005	0,01	< 0,001
Chumbo	0,01	0,03	< 0,01
Cobre total	2	-	< 0,05
Cromo total	0,05	0,05	< 0,02
Nitrato (como N)	10	10	< 0,3
Nitrito (como N)	1,0	1,0	< 0,07
Alumínio	0,2	-	< 0,1
Cloreto total	250	250	13,2
Cor aparente	15	-	32
Dureza total	500	-	< 5
Ferro total	0,3	-	< 0,05
Odor	6	-	0
pH	6,00 - 9,50	6,00 - 9,00	7,01
Sódio	200	-	< 0,4
Sulfeto de hidrogênio	0,1	-	< 0,1
Zinco	5,0	5,0	< 0,02

Como a água era filtrada e clorada a microbiologia sempre esteve dentro dos limites. Dos parâmetros apresentados acima nenhum nunca esteve fora dos limites da norma mais restritiva, a Portaria 2.914/2011. A água de chuva, captada e armazenada corretamente, com uma simples filtração e clorada é uma alternativa segura na produção de aves. Observa-se que os parâmetros pH e dureza, mencionados como preocupantes, nesse caso não teriam nenhum problema quanto ao uso.

O Conama 396/2008 que regulamenta o uso de água subterrâneas para diversos consumos traz um texto que poucos leitores prestam atenção.

*Conama 396 – Cap. IV - Art. 35. Deverão ser fomentados estudos para definição de Valores Máximos Permitidos que reflitam as condições nacionais, especialmente para dessedentação de animais e irrigação.*

Há um caminho a seguir, a produção animal no Brasil precisa discutir e normatizar dentro de sua realidade os parâmetros mais importantes e com limites aceitáveis para a atividade produtiva.

## **Considerações finais**

A água é, possivelmente, a variável mais impactante e desconhecida no desempenho das aves e nos custos de produção que ainda não teve a merecida atenção por parte das empresas e produtores.

Seja pela sua qualidade ou disponibilidade a água sempre vai impor limites de produção e produtividade, apenas adotando o manejo adequado dos recursos hídricos, dos resíduos gerados e da água captada e utilizada poderemos ter um controle melhor sobre estar variáveis.

Ter água em nenhum momento implica em estar livre de problemas relacionados ao abastecimento. Torna-se necessário examinar e conhecer a água disponível e entender os impactos que a mesma pode ter sobre a produção e manutenção buscando assim as formas mais acessíveis de mitigar esses impactos.

Fomentar e promover estudos que regulamentem o correto manejo da água na produção animal, em quantidade e qualidade, é fundamental para a sustentabilidade da produção avícola, segurança hídrica e desenvolvimento humano.

## Bibliografia recomendada

BARTON, T. L. Relevance of Water Quality to Broiler and Turkey Performance. **Poultry Science**, v. 75, n. 7, p. 854-856, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011**. p. 24, 2011 - Aprova o Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite de Vaca.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 56, de 6 de dezembro de 2007**. p. 18, 2007- Estabelece os Procedimentos para Registro, Fiscalização e Controle de Estabelecimentos Avícolas de Reprodução e Comerciais.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011**, p. 32, 2011. Esta Portaria dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

FERREIRA, A. J. P.; PEDROSO, A. C.; ASTOLFI-FERREIRA, C. S.; REVOLLEDO, L.; COTRIM, E.; BAZETTO, R. **Efeito da coloração da água de bebida (aviclor choque e hidroall do Brasil Ltda.) no desenvolvimento de frangos**. In: Conferência FACTA Apinco, 2008, São Paulo. Revista Brasileira de Ciência Avícola, 2008. v. 1. p. 265-265.

FERREIRA, A. J. P.; FERREIRA, C. S. A.; CHACÓN, J. L. V.; VILLARREAL, L. Y. B.; PINHEIRO, S. S.; COTRIM, E.; GROSS, R. **Desenvolvimento de um desinfetante (Aviclor HidroAll do Brasil Ltda) com ação virucida e bactericida para avicultura**. In: V Congresso de Produção, Comercialização e Consumo de Ovos, 2007, Indaiatuba. Anais do V Congresso de Produção, Comercialização e Consumo de Ovos, 2007. p. 53-56.

SANTOS, J. L. dos; PATERNIANI, J. E. S.; PALHARES, J. C. P. **Potencial de aproveitamento da água de chuva na produção de leite - um estudo de caso**. [s.l.] Universidade Estadual de Campinas, 2015.

SIMIONI, J. et al. **Riscos de contaminação do solo, águas subsuperficiais e fitoxidez às culturas por cobre e zinco aplicados via**. p. 1-21, [s.d.].

TABLER, T. Water Quality Critical to Broiler Performance. **Mississippi State University Extension Service**, 2009.

VIOLA, E. S.; VIEIRA, S. L. Suplementação de acidificantes orgânicos e inorgânicos em dietas para frangos de corte: desempenho zootécnico e morfologia intestinal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1097-1104, 2007.

# IMPACT OF ANTIMICROBIAL RESISTANCE ON THE ANIMAL PRODUCTION AND PUBLIC HEALTH

**Wondwossen Abebe Gebreyes**

*The Ohio State University, College of Veterinary Medicine  
Columbus, Ohio, USA*

## **Abstract**

An increasing area of concern in public health globally as it relates to food animals is antimicrobial resistance. Contaminated meat and poultry products are responsible for estimated 40 percent of all bacterial foodborne diseases. These pathogens besides causing foodborne infections could also carry antimicrobial resistance that is of concern to animal health and also human health. As these pathogens are often carried by food animals without clinical concern, their impact remains primarily on humans. Therefore, antimicrobial use in food animals including poultry for prophylactic and metaphylaxis purposes remain controversial. While antimicrobial resistance is a very important issue in food animal medicine and public health, antimicrobial resistance profiling (also known as Antibiotyping) is also used as a phenotypic screening tool to subtype bacterial pathogens. The use of phenotypic approaches such as antibiotyping and serotyping, together with genotypic approaches (primarily DNA fingerprinting) is a very powerful tool to address important epidemiological questions in food animal populations. These phenotypic and genotypic approaches provide a high discriminatory power and highly reproducible results that enable to address major questions with less ambiguity. Such results are often needed by producers and veterinarians to make accurately informed decisions. In this presentation, a main emphasis is given to antimicrobial resistance issues in food safety using model organisms addressed in poultry and other food animal production systems. A recent study on *Campylobacter* spp that originated from turkeys showed that relationships among antimicrobial resistant isolates were better delineated by using a genotypic approach known as Fla-PFGE. Use of more sophisticated genotyping approaches such as Multi-Locus Sequence Typing (MLST), has also been shown to be instrumental to determine clonal structure of highly virulent pathogens in turkey, such as *Clostridium septicum*. Further, the presentation will highlight the role of antibiotic

selective pressure and co-selective agents such as disinfectants and micronutrients and their impact on antimicrobial resistance persistence. Finally, the presentation will highlight alternative approaches against antimicrobial resistance including immunomodulants to reduce stress on animals and enable to better cope and reduce pathogen shedding such as *Salmonella* in poultry and other food animal production systems.





## Realização



## Co-Promoção



## Apoio



## Patrocinadores



MSD é Merck Sharp & Dohme.



**Informações • Fone/Fax 49 3329.1640 • 49 3328.4785**

Rua Egito, 31 - E • Bairro Maria Goretti

Cep 89.801-420 • Chapecó • SC

e-mail [nucleovet@nucleovet.com.br](mailto:nucleovet@nucleovet.com.br)