



Capítulo 2

04.10.06.001

Nº 715

22

CONTROLE DE SALMONELA NAS FÁBRICAS DE RAÇÃO

Débora da Cruz Payão Pellegrini
Gustavo Julio Mello Monteiro de Lima

Introdução

Devido à complexidade epidemiológica da infecção por salmonela na produção animal, intervenções restritas a apenas um elo da cadeia produtiva são insuficientes para reduzir a disseminação e prevalência de suínos portadores da bactéria. Neste contexto, a ração também é uma importante fonte de infecção a ser considerada nos programas de controle no pré-abate, principalmente pelo elevado tempo de sobrevivência do gênero *Salmonella* em produtos estocados e pela abrangência de distribuição na produção em larga escala. Somado a isto, exigências comerciais cada vez maiores, principalmente quanto à produção de um alimento inócuo à saúde do consumidor, reforçam a necessidade de maior adequação nas regras de produção de ração.

O relatório intitulado “Avaliação de riscos microbiológicos em alimentos destinados a animais de produção”, elaborado em 2008 pela *European Food Safety Authority* (EFSA), identificou a presença de *Salmonella* sp. como o maior perigo microbiológico passível na ração animal, considerando outros patógenos, como a *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 e *Clostridium* sp., de menor importância como contaminantes da ração. As farinhas de oleaginosas e de origem animal destacaram-se como os ingredientes com maior risco de introduzir a contaminação por salmonela nas fábricas de ração e no produto final. O relatório recomenda que sejam realizados estudos locais para avaliar a prevalência deste patógeno ao longo do processo de produção para buscar soluções eficazes no controle da contaminação durante o preparo de ração animal.

Em 2010, a *American Feed Industry Association* (AFIA) elaborou um documento educacional destinado às indústrias filiadas sugerindo a adoção de programas de Boas Práticas de Fabricação (BPF) e Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), visando minimizar o risco de contaminação por salmonela e outros microrganismos na ração animal, ingredientes e produtos *pet*. No ano seguinte, o *Institute of Environmental Science and Research Limited* (ESR), sediado na Nova Zelândia, publicou um relatório sobre o perfil de risco de *Salmonella* em ração com o objetivo de fornecer informações

contextuais e relevantes capazes de auxiliar na tomada de decisões e gestão de riscos, uma vez que houve aumento nas notificações de humanos infectados por sorovares encontrados em amostras de ração.

No Brasil, em 2006, o Sindicato Nacional de Indústria de Alimentação Animal (Sindirações) redefiniu a estrutura do seu programa de certificação de boas práticas para estabelecimentos de produtos para alimentação animal, visando padronizar as informações relacionadas à produção de alimentos seguros. No ano seguinte, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) revogou a Instrução Normativa 1 (IN 1), colocando em vigência a IN 4, que consiste no regulamento técnico sobre as condições higiênico-sanitárias, nas boas práticas de fabricação para estabelecimentos fabricantes de produtos destinados à alimentação animal e em um roteiro de inspeção das fábricas.

Com o objetivo de colaborar com o amplo programa de controle de salmonela na suinocultura, este capítulo aborda os principais pontos críticos observados no controle da contaminação nas fábricas de ração, contextualizando a realidade presente nas fábricas de ração com as diretrizes ou normativas vigentes no Brasil, além de discutir quais seriam os procedimentos para a obtenção de sucesso no controle.

Presença de salmonela nas fábricas de ração

A transformação e intensificação na agricultura observadas nos últimos 50 anos levaram a um aumento na diversidade dos insumos utilizados na formulação de rações. Assim, a *Salmonella* pode ser isolada a partir de qualquer produto, incluindo componentes animais e vegetais, como farinhas, cereais e farelos.

Conforme observado por Sauli et al. (2005), microrganismos do gênero *Salmonella* podem sobreviver por períodos prolongados (de meses até quatro anos) em rações estocadas à temperatura ambiente, em níveis que variam de poucas células até 80 células por grama. Como observado por Israelsen et al.

(1996), a taxa de multiplicação de uma única célula deste microrganismo na ração pode ser alta em determinadas temperaturas (21 °C a 42 °C), chegando a níveis de 10^5 a 10^6 no período de 48 horas em amostras de farelo de soja úmido.

Todos os ingredientes da ração podem ser considerados potencialmente sujeitos à contaminação. Entretanto, a mesma ocorre numa prevalência baixa (inferior a 10 % das amostras) e distribuída de forma heterogênea na carga. Como a exclusão completa de ingredientes contaminados não é viável na produção, as medidas de descontaminação nas fábricas de ração são imprescindíveis para assegurar a qualidade microbiológica da ração.

Ao avaliar a prevalência de salmonela em fábricas de ração e identificar potenciais fatores de risco relacionados à contaminação, Torres et al. (2011), encontraram 4,8 % de amostras positivas em 3.844 amostras coletadas de 523 fábricas. Os sorovares mais isolados foram Mbandaka, Anatum, Senftenberg, Typhimurium e Agona. Dentre as amostras analisadas, o ingrediente com maior chance de contaminação foi o farelo de semente de algodão e o local considerado mais crítico foi o recebimento de ingredientes. Maior positividade foi observada nas amostras de poeira quando comparadas à ração e aos ingredientes. Não houve diferença significativa quanto à presença de *Salmonella* entre fábricas de ração que produziam menos que 1.000, de 1.000 a 5.000, 5.000 a 10.000 e acima de 10.000 toneladas por mês.

No Brasil, Pellegrini et al. (2015), avaliaram 1.269 amostras coletadas ao longo da produção de ração em quatro fábricas e constataram que 4,96 % delas foram positivas para *Salmonella* sp. A presença deste microrganismo no produto final foi detectada em duas fábricas avaliadas. Cepas apresentando perfil de genotipagem semelhantes foram identificadas nos sorovares Orion, Montevideo, Worthington e Agona. O sorovar Montevideo obteve o maior número de grupos clonais distribuídos entre ingredientes, poeira, equipamentos e ração. Os transportadores obtiveram 4,43 mais chances de isolamento de *Salmonella*, seguidos da poeira coletada nas dependências da fábrica (Tabela 1), quando comparados às demais amostras e locais analisados. Desta forma, fica evidente a importância do desenvolvimento de equipamentos de fácil limpeza,

higienização e acúmulo mínimo de poeira e resíduos para fabricação de rações (Figuras 1 e 2).

Tabela 1. Locais e ingredientes com maior chance de isolamento em quatro fábricas no Brasil.

Variável	% Positivo (N)	Razão de chance
Transportadores	12,2 (20/164)	4,43
Poeira	9,68 (12/124)	2,88

Fonte: Pellegrini et al. (2015).

Foto: Luiza Letícia Biesus



Figura 1. Limpeza e higienização são facilitadas em equipamentos com *Clean Design*.



Foto: Luiza Letícia Bieus

Figura 2. Sistema de exaustão de ar instalado em uma fábrica de ração.

De acordo com a *International Commission on Microbiological Specification for Foods* (ICMSF), as medidas de controle mais importantes para a fabricação de uma ração isenta de contaminação por microrganismos patogênicos são o tratamento térmico (extrusão e peletização) e a prevenção de recontaminação após os processos de descontaminação.

Poucos estudos relacionam a presença de salmonela na ração e nas fábricas a seus mecanismos de sobrevivência, embora a perpetuação de clones da bactéria por vários anos no ambiente da fábrica já tenha sido evidenciada. A formação de biofilme tem sido considerada um fator de extrema importância na persistência deste agente nas fábricas de ração, não somente pelo acúmulo de uma ampla variedade de substratos, mas, principalmente, pela proteção da ação de desinfetantes e antimicrobianos.

Estratégias de detecção e monitoramento da contaminação

Cada estabelecimento deve elaborar um plano de amostragem e monitoramento da qualidade microbiológica e contaminação por salmonela no produto final (ração), ingredientes, processos e contaminação residual no ambiente da fábrica. Desse modo, é necessário que o setor de qualidade determine o número de amostras e os locais adequados para a realização das coletas. Para aumentar a chance de obtenção de amostras que reflitam ou representem a carga ou lote de ração/ingrediente em veículos carregados ou em silos de armazenagem, recomenda-se que a amostra seja constituída por subamostras de dez locais diferentes. Para remessas a granel, a análise de uma amostra do mesmo material em diferentes intervalos de tempo (quando é carregado ou descarregado) representará o conteúdo da carga.

A coleta dos ingredientes deve ser realizada na chegada destes na fábrica, enquanto as amostras de rações devem ser retiradas para análise antes da expedição (Figura 3). A ampla variação na detecção (< 20 UFC até > 1.000 UFC por 100 g) e a desuniformidade da contaminação por salmonela reforçam a necessidade de analisar uma grande quantidade de amostras para aumentar a acurácia da avaliação em ingredientes e ração. Mitchell e McChesney (1991) sugeriram a análise de 30 amostras individuais para determinar com razoável chance de acerto que a partida de ração seja realmente negativa para salmonelas. Estes produtos possuem baixa atividade de água (0,4 a 0,65), de modo que as células de salmonela permanecem desidratadas. Por esta razão, os métodos de isolamento em ração e ingredientes devem ser capazes de recuperar e multiplicar células lesadas. O volume ou peso da amostra e a sua homogeneidade impactam na detecção de salmonela, porque a sensibilidade nas etapas de enriquecimento seletivo é influenciada pela concentração relativa do agente e pela presença concomitante de outros microrganismos.

No caso dos ingredientes, os resultados são documentados e um plano de ação deve ser incluído caso algum produto apresente resultado positivo, incluindo a notificação do fornecedor ou mesmo a rejeição do lote de ingre-

diente ou do produto avaliado. Para evitar transtornos relacionados a devoluções (*recalls*), os ingredientes deveriam permanecer estocados até a realização das análises e obtenção dos resultados. Entretanto, esta conduta pode se tornar extremamente onerosa.

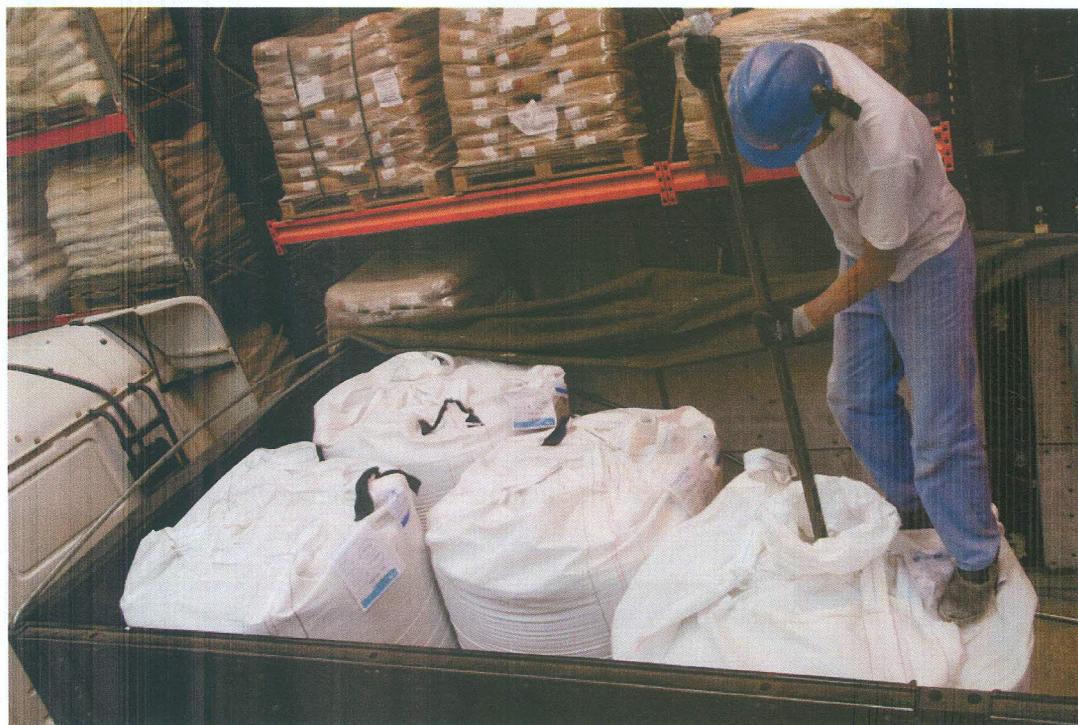


Foto: Luiza Letícia Biesus

Figura 3. Coleta de amostras de ingredientes deve ser feita na chegada do caminhão.

O controle dos processos ocorre com o monitoramento contínuo na produção da ração dentro de programas de APPCC com a adoção de medidas corretivas. A investigação através de amostragens contemplando todo o fluxo de produção, associada ao levantamento dos principais fatores de risco relacionados à produção da ração, contribuem para o melhor conhecimento de pontos de contaminação e recontaminação do produto final. Procedimentos de controle implantados no sistema APPCC e a realização de tratamento térmico controlam e previnem a disseminação da contaminação de ingredientes para áreas limpas destinadas ao acondicionamento de produto final (Figura 4 e 5).

Fotos: Luiza Letícia Biesus



Figura 4. Coleta de amostras de ração no instante do armazenamento.

Foto: Luiza Letícia Biesus



Figura 5. Coleta de amostras também é feita na saída da peletizadora.

Finalmente, a contaminação residual na fábrica deve ser monitorada pela amostragem de poeira, restos de ração e resíduos coletados nos equipamentos de processamento. A chance de obtenção de isolamento de *Salmonella* é maior nestas amostras e revela pontos críticos de contaminação cruzada e perpetuação da presença do patógeno no ambiente da fábrica.

Amostragens antes e após procedimentos de limpeza comprovam a eficácia do programa de saneamento e destacam a necessidade de adoção de procedimentos adicionais, revisão das práticas executadas ou maior foco em áreas específicas. Os resultados obtidos certamente fornecerão subsídios para alterar a frequência de limpeza e higienização programada, inclusive indicando a necessidade de possíveis ajustes no programa (Figuras 6 e 7).



Foto: Luiza Letícia Biesus

Figura 6. Coleta de amostras de varredura auxiliam a avaliar programa de limpeza.

Foto: Gustavo J. M. M. de Lima



Figura 7. Coleta de amostra de resíduos de equipamentos também é importante.

A amostragem ambiental pode ser realizada utilizando zoneamento de acordo com a proximidade do fluxo de produção. Podem ser definidas quatro zonas: zona 1, as superfícies de contato do produto (Figura 8); zona 2, aquelas superfícies imediatamente sobre ou ao lado do produto (Figura 9); zonas 3 e 4, que seriam as áreas mais afastadas. A zona 1 incluirá o interior dos locais de armazenagem e equipamentos de transporte, a zona 2 as áreas adjacentes aos locais definidos como zona 1, a zona 3 incluirá pisos, ralos e aberturas de climatização em áreas próximas às superfícies que têm contato direto com o produto, salas de transição (pré e pós processamento) e utensílios de limpeza (Figura 10). Já a zona 4 abrange as salas de descanso dos funcionários e corredores de tráfego (Figura 11).

Caso a contaminação seja detectada em alguma área compreendida nas quatro zonas, deve-se realizar uma limpeza adicional das instalações e equipamentos, seguido de um maior acompanhamento das análises ambientais e revisão da frequência de testes realizados no ambiente da fábrica.

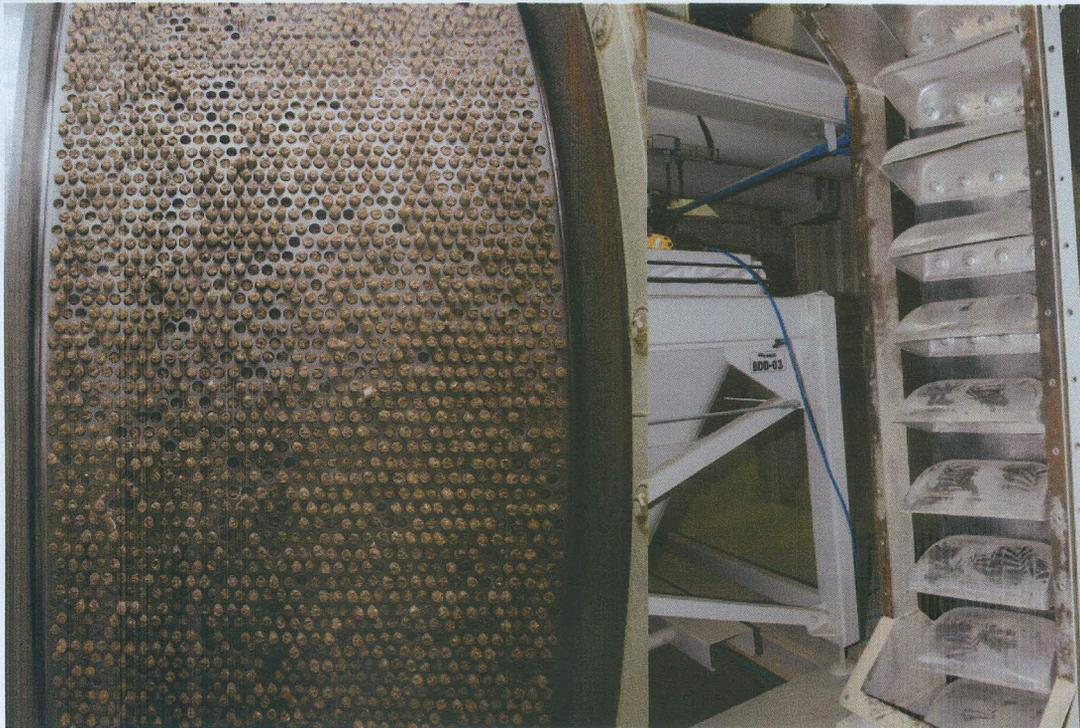


Foto: Luiza Letícia Biesus

Figura 8. A zona 1 de coleta é definida como “Superfícies de contato do produto”.



Foto: Luiza Letícia Biesus

Figura 9. Na zona 2 estão “Superfícies imediatamente sobre ou ao lado do produto”.

Foto: Luiza Letícia Biesus



Figura 10. A zona 3 é definida como “Áreas de transição, pré e pós-processamento e demais áreas próximas às superfícies que têm contato direto com o produto.”

Foto: Luiza Letícia Biesus



Figura 11. A zona 4 é entendida como “Áreas sem contato direto com o produto”.

É crucial que as amostras sejam obtidas de forma asséptica para avaliar a real taxa de contaminação. Para isso, recomenda-se que a coleta da amostra seja realizada com o auxílio de luvas de procedimento, sempre trocando os pares na coleta de cada amostra e higienizando as mãos com álcool 70° INPM. As amostras devem ser acondicionadas em embalagens plásticas estéreis ou utilizadas para armazenagem de alimentos (ex.: sacos *zip*) devidamente lacradas e identificadas.

Outros microrganismos, como as bactérias da família *Enterobacteriaceae*, podem ser utilizados como indicadores de contaminação. Conforme Jones e Richardson (2004), contagens superiores a 10^4 UFC/g e 10^2 UFC/g em rações não processadas e processadas, respectivamente, sugerem a presença concomitante de salmonelas.

A obtenção de resultados laboratoriais negativos indicará a adequação das fábricas quanto aos programas de controle de salmonela em diversos setores (compras, manutenção, armazenamento e processamento).

Experiências internacionais

Diversos países com histórico atual de baixa prevalência de contaminação por salmonela nos plantéis são exemplos do impacto dos programas de qualidade e monitoramento. Na Suíça, desde 1991, com a implantação do APPCC nas fábricas de ração, semanalmente são coletados resíduos (crostas e poeiras) dos pontos considerados como PCCs na linha de processamento e analisados para detecção de *Salmonella*. Matérias-primas importadas são coletadas segundo um plano de amostragem específico e permanecem em quarentena até a liberação dos resultados. Ingredientes positivos são tratados com ácidos orgânicos e retestados antes de serem usados na fabricação de ração. Na Suécia, o sistema APPCC e as BPF também foram implantados em 1991 e, a partir de 1993, o país adotou um programa nacional de controle em rações baseado na legislação europeia (EC) nº 2160/2003 de controle de salmonela e outros agentes zoonóticos. Nesta legislação, os pontos críticos identificados na linha de processamento de ração para produção animal foram:

- Ração pronta.
- Sala de resfriamento.
- Topo do resfriador.
- Pó do sistema de aspiração (filtros).
- Parte inferior do elevador de matérias-primas.

Em unidades produtoras de ração para aves, pelo menos uma amostra de cada um dos pontos descritos é analisada semanalmente para pesquisa de *Salmonella*. Já nas fábricas destinadas à produção de ração para outras espécies, somente a ração pronta e a parte inferior do elevador de matérias-primas são monitorados. No caso da detecção de amostras positivas na fábrica após o tratamento térmico (obrigatório apenas para aves), uma autoridade responsável é notificada e as ações tomadas dependerão da localização da contaminação na fábrica e do tipo de ração produzida. São sempre realizados procedimentos de limpeza e desinfecção da linha de produção, bem como o acompanhamento do lote produzido. O monitoramento de ingredientes da ração é realizado para detectar a contaminação de 5 % do lote com 95 % de probabilidade. Normalmente, são analisadas oito amostras, pesando 25 gramas cada. Cada amostra é formada por 10 subamostras de 2,5 gramas. O método utilizado para isolamento e identificação em ração é o protocolo de detecção de *Salmonella* em alimentos elaborado pela Nordisk Metodikkomite for Levnetmidler denominado NMKL-71.

Na Dinamarca, o Ministério da Alimentação, Agricultura e Pesca é responsável pela elaboração de leis e normas de controle em alimentos e adequação destas às legislações vigentes na UE, com o objetivo de regular o comércio de matérias-primas e alimentos, evitando a aquisição de insumos e produtos de má qualidade. A lei estabelece que devam ser utilizados somente alimentos que não ofereçam nenhum perigo à saúde dos animais, humanos ou ao meio ambiente. Os requisitos básicos destinados à alimentação e aos fabricantes de ração, inclusive a fiscalização do controle de salmonela na ração, são estabelecidos pela Diretoria Dinamarquesa de Fábricas. Fabricantes de aditivos ou pré-misturas devem possuir certificação no programa APPCC, enquanto as que utilizam

pré-mistura na alimentação animal ou produzem ração a partir de ingredientes ou suplementos minerais devem realizar os processos seguindo os preceitos de BPF.

Todas as recomendações necessárias para controle de salmonela nas fábricas de ração dinamarquesas encontram-se presentes no Regulamento nº 1177/2007. A maioria das empresas realiza tratamento térmico (aquecimento a 81°C), inclusive em matérias-primas contaminadas. A totalidade dos alimentos adquiridos por produtores de suínos é submetida ao sistema de controle de salmonela implantado nas fábricas. Procedimentos de limpeza e higienização dos silos e sistemas de alimentação são necessariamente realizados para evitar a ocorrência de contaminação e recontaminação por salmonelas. Os cereais e grãos produzidos na propriedade são considerados com baixo risco de contaminação, entretanto devem ser submetidos a programas de controle de pragas para evitar a infestação de roedores, pássaros e insetos. Matérias-primas com alto teor de lipídeos, subprodutos como soro de leite, melão e farinhas de origem animal são considerados ingredientes com alto risco de contaminação, devendo ser armazenados e manipulados corretamente. Os registros de controle e análises são publicados em relatórios mensais, havendo avaliações contínuas com o objetivo de verificar se realmente as fábricas estão realizando os processos e controles corretamente. As fábricas recebem pelo menos duas visitas anuais de fiscalização, sendo o número de amostras analisadas diretamente relacionado à capacidade de fabricação da unidade. A amostragem realizada é intencional (não probabilística), ou seja, direcionada para ingredientes e matérias-primas com histórico de maior contaminação. Os resultados obtidos nas análises são publicados em relatórios trimestrais.

Regulamentação brasileira

No Brasil, o Mapa é o órgão responsável pela regulamentação e fiscalização dos produtos destinados à alimentação animal. Todo estabelecimento que produz, fraciona, importa ou comercializa ração, suplementos, premix, núcleos, ingredientes e aditivos para alimentação animal deve ser registrado junto ao Mapa e estar sujeito à fiscalização pelo Serviço da Fiscalização Agropecuária (Sefag), da respectiva Superintendência Federal de Agricultura (SFA) nos estados. Em 2007, foi revogada a Instrução Normativa nº 1 (IN 1), entrando em vigor a IN 4, que aborda o regulamento técnico sobre as condições higiênico-sanitárias, as boas práticas de fabricação para estabelecimentos fabricantes de produtos destinados à alimentação animal e um roteiro de inspeção das fábricas. A fiscalização dos estabelecimentos realizada pelos fiscais agropecuários tem como objetivo principalmente garantir as condições higiênico-sanitárias adequadas aos processos de fabricação, prezando pela segurança, rastreabilidade e inocuidade dos produtos disponíveis no mercado. Os grãos, sementes e fenos *in natura* (exceto os moídos) destinados à alimentação animal são dispensados da obrigatoriedade de registro. Os demais produtos devem possuir registro no Mapa.

O roteiro de inspeção das boas práticas de fabricação de estabelecimentos fabricantes de produtos destinados à alimentação animal, anexo II da IN 4, tem como um dos seus itens principais a avaliação do estabelecimento, abordando as seguintes questões:

- Instalações, equipamentos e utensílios.
- Programa de treinamento de funcionários.
- Controle do processo de produção, armazenamento e expedição).

Outro ponto importante é a avaliação de procedimentos operacionais padrões em relação à:

- Qualificação de fornecedores e controle de matérias-primas, ingredientes e de embalagens.
- Limpeza/higienização de instalações, equipamentos e utensílios.
- Higiene e saúde do pessoal.
- Potabilidade da água e higienização do reservatório.
- Prevenção de contaminação cruzada.
- Manutenção e calibração de equipamentos e instrumentos.
- Controle integrado de pragas.
- Controle de resíduos e efluentes.
- Rastreabilidade e recolhimento de produtos.

A pontuação para classificação do estabelecimento é obtida considerando o atendimento dos itens imprescindíveis e necessários, conforme a média ponderada calculada pela seguinte equação: $\text{Pontuação} = \{(\text{soma dos itens imprescindíveis atendidos sobre o total dos itens imprescindíveis do roteiro} \times 100) \times 2 + (\text{soma dos itens necessários atendidos sobre o total dos itens necessários do roteiro} \times 100)\} / 3$. Os estabelecimentos serão classificados em grupos 1, 2, 3 e 4, com notas variando de 81 a 100, 61 a 80, 41 a 60 e 0 a 40, respectivamente. Os estabelecimentos exportadores e fabricantes de produtos com medicamentos devem estar classificados no grupo 1. Os estabelecimentos classificados como grupos 2 e 3 recebem prazos para se adequarem, enquanto aqueles classificados no grupo 4 sofrem interdição temporária até adequação. Cabe ao Mapa definir os prazos para que os estabelecimentos apresentem cronograma de adequação das não conformidades observadas, sendo que os prazos propostos no cronograma de adequações poderão ser aceitos ou redefinidos.

Ao analisar os 128 itens considerados necessários no roteiro de inspeção definido na IN 4, Pellegrini et al. (2013) verificaram que o maior número de não conformidades limitava-se aos aspectos associados à estrutura física das fábricas. As áreas com maior risco de contaminação por coliformes totais em ordem decrescente foram a dosagem, moagem, mistura, resíduos, transportador e poeira. A partir disso, concluiu-se que, além de buscar adequação à legislação vigente quanto à estrutura e procedimentos operacionais, é necessá-

rio implantar programas de monitoramento microbiológico, limpeza e controle de resíduos nas fábricas de ração para garantir a inocuidade dos alimentos produzidos.

Certificação de fábricas de ração no Brasil

Em 2006, o Sincerações redefiniu a estrutura do seu programa de certificação com o objetivo de padronizar as informações relacionadas à segurança dos alimentos. Utilizando os mais recentes tópicos e tendências da produção internacional de alimentos, o novo programa contempla a nomenclatura utilizada no *Feed & Food Safety* (Gestão do Alimento Seguro). Em concordância com os padrões e procedimentos para certificação global de Boas Práticas Agrícolas (*Good Agricultural Practices* - GAP), elaborados pelo *Euro Retailer Produce Working Group* (Eurep) e adotados no sistema de gestão de qualidade Eurep-GAP, o programa Gestão do Alimento Seguro tem como objetivo implementar medidas de segurança visando garantir a qualidade da alimentação fornecida aos animais, sendo aplicável aos estabelecimentos processadores de alimentação animal. Com protocolos e requisitos equivalentes ao de diversas entidades que já têm programas de certificação estabelecidos e verificados por organismos internacionais, o programa Gestão do Alimento Seguro garante o reconhecimento de clientes e entidades internacionais que se relacionam com a indústria brasileira. O protocolo apresenta três opções de certificação, compatíveis com os objetivos e necessidades de cada organização, que são:

- Certificação em Boas Práticas de Fabricação.
- Certificação em APPCC.
- Certificação com Equivalência Internacional - CFM (*Compound Feed Module*).

O programa inclui a realização periódica de treinamentos em BPF e APPCC e também cursos para formação de auditores internos. As inspeções do Mapa estão sendo conduzidas por cada regional por dois fiscais que abordam a situação das instalações, processos e controles, bem como a documentação

discriminada na IN 4. Ainda não há dados disponíveis quanto ao desempenho das fábricas obtidos pelas ações de fiscalização. O Sindirações tem acompanhado o trabalho de fiscalização, com a realização de reuniões com os fiscais para discussão e também durante os treinamentos, visando à padronização de abordagens e critérios. A grande vantagem obtida pelo conhecimento da situação das fábricas de ração seria fornecer um panorama da situação real do setor, detalhando as facilidades e dificuldades encontradas na adoção das BPF, APPCC e ações para adequação. Passo a passo, as indústrias estão buscando a certificação que deve ser compreendida como um programa que objetiva a excelência e melhoria contínua. Porém, esta iniciativa ainda está muito relacionada à exigência de clientes internacionais.

Medidas de controle da contaminação nas fábricas de ração

Como abordado anteriormente, a presença de salmonela em fábricas de ração tem sido associada a fatores como acúmulo de poeira, presença de vetores e más condições de higiene. Após o ingresso no ambiente na fábrica, a contaminação residente é favorecida pela natureza ubíqua da *Salmonella*, que possui grande adaptabilidade e sobrevive por tempo prolongado no ambiente, mantendo-se na iminência de contaminar o produto final em qualquer falha de biossegurança.

Uma grande dificuldade são os equipamentos das fábricas de ração, que não são projetados para evitar o acúmulo de resíduos e facilitar procedimentos de limpeza e higienização. Portanto, o estudo de novos modelos, com menor propensão para o acúmulo de resíduos, produção de umidade e poeira, são essenciais para a fabricação de uma ração com melhor qualidade microbiológica. Como a contaminação do produto final é resultado de uma combinação de fatores, é necessária uma abordagem sistêmica do problema. Neste sentido, programas de BPF seguidos de APPCC, que identifica perigos específicos e define ações de controle, são as melhores ferramentas de controle para as indústrias de alimentos e autoridades de saúde pública (Capítulo 1).

Para facilitar a abordagem, o controle de salmonela pode ser dividido em três tópicos: prevenção da contaminação na entrada da fábrica; redução na multiplicação microbiana na planta de processamento e procedimentos para eliminação do patógeno.

Prevenção da contaminação

Primeiramente, é importante designar corretamente as áreas no interior das fábricas como suja (onde há ingredientes sem processamento potencialmente contaminados) e limpa (ingredientes processados), restringindo o fluxo de pessoas, equipamentos e ar para evitar a contaminação cruzada.

A prevenção deve ser direcionada para os ingredientes da ração, considerados como fonte primária de contaminação por salmonela. Todos os ingredientes não processados devem ser considerados potencialmente contaminados. É recomendável que as fábricas adquiram os ingredientes somente de fornecedores com histórico de sucesso no controle de salmonela. Ao receber os ingredientes nas dependências da fábrica, um funcionário deverá inspecionar a carga buscando evidências e rejeitar cargas com indícios de contaminação, tais como a presença de parasitas, resíduos e demais sujidades.

Durante o descarregamento dos ingredientes, é importante controlar a poeira que poderá permanecer em suspensão ou difundir para outros setores da fábrica. Além do descarregamento, a poeira também pode ser produzida nos moinhos (martelo e rolo), misturadores, elevadores, transportadores (arraste, correia ou rosca), peletização, ensaque e carregamento. O controle da poeira pode ser realizado pela instalação de filtros, os quais devem ser monitorados de forma contínua para evitar a saturação e conseqüente dispersão e contaminação de outros setores da fábrica. Também podem ser utilizados sistemas de aspiração de poeira, principalmente quando os ingredientes são transportados para as dependências da fábrica.

A disseminação de salmonela pelos roedores também deve ser considerada importante nas fábricas de ração, já que poucas células (aproximadamente 15 UFC) são necessárias para causar infecção e estes animais podem eliminar níveis superiores a 10^5 UFC pelas fezes por três a cinco meses após a infecção. Por estes motivos, o controle de roedores deve ser prioritário nos programas de controle da contaminação por salmonelas nas fábricas de ração. Além dos roedores, outra fonte de contaminação a ser considerada são as aves silvestres, eventualmente encontradas nas dependências das fábricas devido à grande disponibilidade de alimento. Estas aves podem ser portadoras assintomáticas e eliminar salmonela pelas fezes de forma intermitente. O controle do acesso das aves nos silos de ingredientes e no interior da fábrica também deve ser outra medida prioritária para o controle de salmonela nas fábricas.

Os veículos transportadores devem ser incluídos no programa de controle. O ideal seria separá-los conforme a utilização. Ou seja, veículos de entrega devem ser utilizados exclusivamente para esta finalidade, sendo recomendada a limpeza e higienização após cada uso. Caso seja escolhido realizar a limpeza com água, deve-se tomar o cuidado para secar bem o veículo, já que a umidade favorece a multiplicação e persistência da salmonela. Infelizmente, a logística de muitas fábricas de ração inviabiliza a adoção desta medida, sendo também realizada a limpeza a seco. Entretanto, para facilitar o rastreamento de eventuais cargas contaminadas, recomenda-se a divulgação do conteúdo das três últimas cargas entregues e os procedimentos empregados na limpeza dos veículos.

Com o objetivo de monitorar a presença de salmonela nos veículos transportadores, recomenda-se coletar amostras de poeira ou suabes das lonas, partes internas das carrocerias, portas traseiras e demais utensílios empregados no descarregamento (pás, baldes, etc). A frequência de amostragem dos veículos deve levar em consideração os riscos bacteriológicos inerentes, a natureza e fonte dos ingredientes empregados na ração e os resultados obtidos anteriormente.

Redução na multiplicação de salmonela

Tanto os ingredientes quanto a ração são caracterizados pela baixa atividade de água, fator este imprescindível para o crescimento bacteriano. Algumas fontes de umidade na fábrica são óbvias (como eventuais vazamentos). Entretanto, a ração também pode adquirir umidade a partir da condensação, contato com ar úmido e vapores. Neste caso, são formadas crostas úmidas onde é mantido o crescimento bacteriano. A eliminação do ar úmido e vapores é extremamente importante para evitar a multiplicação de salmonela e outras bactérias. Um bom exemplo é o sistema de peletização, que reduz as taxas de contaminação em 50 % a 93 % pela ação do calor e pressão exercida pela adição de vapor. Porém, aumenta a umidade da ração quente, que na etapa de resfriamento favorece a condensação nas superfícies internas, retendo a umidade e formando as crostas propícias para a manutenção e multiplicação bacteriana.

A salmonela pode tornar-se endêmica na fábrica quando forma biofilmes nas superfícies dos equipamentos ou fica protegida em acúmulos de gordura. Considerando estas características, deve ser estabelecida uma rotina de remoção do material acumulado nos equipamentos bem como do acúmulo de óleo e gordura nas dependências das fábricas.

Schofield (2005), ao dividir as fábricas em setores, observou que o recebimento de ingredientes, moagem e peletização foram os que mais contribuíram para a contaminação por salmonela. Além disso, a área de recebimento de ingredientes é o setor que mais emite poeira para dentro da fábrica. Sistemas de moagem mal projetados ou mantidos em funcionamento inadequado podem gerar calor, favorecendo o aumento da umidade e condições adequadas ao crescimento microbiano.

Como o fluxo de produção das fábricas é extremamente variado, caberá à equipe da fábrica de ração investigar possíveis nichos de crescimento microbiano nos equipamentos e dependências. Desse modo, sugere-se elaborar um fluxograma da unidade de produção e coletar amostras de produtos antes e depois de cada etapa do processamento para a definição dos pontos de contaminação, que serão considerados na análise de perigos biológicos. Mesmo sendo a análise

dos perigos uma etapa essencial para o controle na linha de processamento, alguma orientação preliminar poderá ser obtida a partir de dados publicados como guia para a localização dos prováveis nichos de crescimento microbiano.

Eliminação de salmonela

A eliminação da salmonela na fábrica normalmente ocorre pelos tratamentos térmico (peletização ou extrusão), químico (adição de produtos) ou a associação de ambos. Diversos fatores podem influenciar na eficácia destas intervenções. O emprego de qualquer tipo de processo de descontaminação (físicos e químicos) não deve ser considerado garantia absoluta de resultado “negativo para *Salmonella*”, pois o nível de contaminação pode estar abaixo do poder de detecção do método aplicado.

O processo de peletização consiste em três etapas:

- **Condicionamento:** onde ocorre a adição de vapor nos ingredientes previamente misturados.
- **Peletização:** no qual o produto condicionado é prensado sobre o anel da peletizadora.
- **Resfriamento:** quando ocorre a remoção do calor e umidade pelo direcionamento de grandes volumes de ar.

As etapas da peletização podem variar de acordo com a formulação da ração, desenho do equipamento, necessidade de outros equipamentos de suporte (como caldeira para produção do vapor) e condições no momento da peletização. A temperatura, o tempo de permanência em determinadas temperaturas e a umidade, pela adição de vapor, são os principais fatores associados à eliminação microbiana na câmara de condicionamento. Estima-se que a eliminação de aproximadamente 10^3 UFC/100 g seja atingida a partir da temperatura de 71 °C.

Para eliminação de salmonela no processo de peletização, sugere-se manter as temperaturas de 80 °C a 85 °C no condicionamento. O tempo de condicionamento pode variar de nove segundos a três minutos, de acordo com o equipamento. É possível estender o período de condicionamento para aumentar a eliminação microbiana e melhorar a qualidade da ração peletizada.

No resfriamento, a ração peletizada quente normalmente recebe jatos de 11 a 23 m³/minuto de ar por tonelada com a função de remover a umidade e o calor. No entanto, se a temperatura do topo do resfriador diminuir e as gotículas aderidas esfriarem, ocorrerá condensação e produção de umidade. Para evitar este problema, recomenda-se o uso de resfriadores com um suprimento de ar adequado para atravessar as cortinas ou o aquecimento da parte superior do resfriador à temperatura de 46 °C.

Embora a peletização seja capaz de reduzir os níveis de salmonela em cerca de 80 % a 85 %, a eficácia do processo pode ser limitada pela composição da ração, recontaminação ou ambos os fatores. Importantes desafios de biossegurança ocorrem imediatamente após o tratamento térmico dos peletes nas fábricas de ração. A condensação e a contaminação com poeira durante o resfriamento parecem ser os principais fatores de risco para a recontaminação e multiplicação de salmonela imediatamente após a peletização.

Associados ao processo de peletização, podem ser utilizados os expansores, capazes de reduzir os níveis bacterianos de 10⁵ a 10⁶ UFC/100 g em temperaturas entre 115 °C a 125 °C e pressão de 84 kg/cm por 10 a 20 segundos. Os sistemas de extrusão que alcancem temperaturas de 130 °C a 140 °C e pressões de 42 kg/cm também podem ser opções para a mesma finalidade. A escolha do sistema depende do objetivo da fábrica, uma vez que as características do produto final e sua viabilidade econômica devem ser consideradas.

Os principais agentes químicos utilizados atualmente para o controle de salmonela na ração são ácidos orgânicos e seus sais, formaldeído, desreguladores da parede bacteriana (como terpenos) e óleos essenciais. A maior vantagem da utilização dos tratamentos químicos está no efeito antimicrobiano residual, que pode persistir após o armazenamento, auxiliando na proteção do alimento

contra a recontaminação. No entanto, a persistência do produto pode também ser uma desvantagem por interferir no resultado de testes microbiológicos, impedindo a detecção de organismos ainda viáveis. A eficácia destes produtos pode ser comprometida quando a quantidade de salmonela for superior a 10^3 UFC/g. É importante que os mesmos não deixem resíduos na carne, leite e ovos.

Os ácidos primários mais utilizados como inibidores são o fórmico e propiônico. Muitos produtos são constituídos pela mistura destes ácidos ou dos sais derivados destes com propriedades sinérgicas. Embora a inclusão de ácidos orgânicos na ração seja capaz de reduzir a quantidade de salmonela quando adicionados nas concentrações de 0,2 % a 2 %, a eficácia é influenciada pelo nível de contaminação, tipo de ácido empregado, mistura de ácidos, forma física, taxa de inclusão, composição da dieta, umidade do alimento e forma química do produto (ácido livre ou sal de ácido). A temperatura de processamento da ração (peletização ou extrusão) também exerce ação sobre a atividade dos ácidos orgânicos, que funcionam melhor em temperaturas mais elevadas. A total eliminação de bactérias presentes na ração exige taxa de inclusão de 1 % de ácido e tempo longo (vários dias). Além de dispendioso, o elevado índice de acidificação pode também ser corrosivo para os equipamentos e afetar negativamente a palatabilidade da ração, interferir na biodisponibilidade das vitaminas e comprometer o ambiente de trabalho, causando efeitos indesejáveis aos manipuladores.

O formaldeído apresenta um elevado nível de atividade desinfetante sobre a maioria das bactérias pela ocorrência de ligações cruzadas irreversíveis entre as proteínas, sendo empregado de maneira eficaz na desinfecção de ambientes e produtos contaminados por salmonela. É menos sensível à inativação pela matéria orgânica, mas requer um determinado período de ação para desempenhar sua eficácia completa. O efeito residual do formaldeído pode ser limitado devido à evaporação após a mistura, a menos que a ração permaneça em recipientes fechados. Por este motivo, alguns produtos comerciais à base de formaldeído também contêm ácidos, como ácido propiônico, e terpenos como ingredientes. Esta combinação possui efeito sinérgico que permite utilizar

menores níveis de formaldeído e ácidos, o que minimiza o perigo de manipulação para os operadores e também a corrosão dos equipamentos.

Formaldeído na concentração de 0,12 % foi capaz de reduzir gradualmente as contagens de salmonela em farinha de carne e ossos umedecida quando comparado ao crescimento bacteriano observado na utilização de diversos ácidos orgânicos e inorgânicos na concentração de 0,3 % (SMYSER; SNOEYENBOS, 1979). Já na concentração de 0,2 %, o efeito bactericida foi rápido. Também foi observado que em baixa umidade (em torno de 2 %), o formaldeído na concentração de 1 % teve pouco efeito bactericida em amostras de farinha de carne e ossos (DUNCAN; ADAMS, 1972).

Elevadas concentrações de formaldeído têm sido adicionadas a farelos ou maravalha e utilizados como substratos na descontaminação de áreas internas dos equipamentos que são inacessíveis a outros métodos. Normalmente, esta descontaminação é realizada nos finais de semana, quando os equipamentos ficam parados e os produtos têm tempo para agir. A volatilidade do formaldeído em sistemas abertos também pode causar danos futuros aos trabalhadores, em decorrência da exposição excessiva.

A eficiência dos métodos de descontaminação será inversamente proporcional à concentração microbiana encontrada no produto submetido ao tratamento, ou seja, os métodos podem ser ineficientes quando realizados em cargas de ração com elevados índices de contaminação. Ao estimar por simulação o nível de contaminação em lotes de ração produzidos na Suíça, Sauli et al. (2005) descobriram que os lotes não submetidos a processos de descontaminação apresentavam até 34 % de probabilidade de terem presença de salmonela, ao passo que os lotes submetidos a tratamentos térmicos associados a químicos (ácidos orgânicos) apresentavam probabilidade nula.

Implicações práticas

Um programa de controle com objetivo de diminuir os níveis de contaminação por salmonela em ração animal e fábricas de ração deve considerar os seguintes aspectos:

- Farinhas de oleaginosas e de origem animal não submetidas a nenhum tipo de processo de descontaminação (físico ou químico) apresentam maior risco de introduzir a contaminação por salmonela nas dependências da fábrica.
- Dentre as principais medidas de controle preconizadas, diversos trabalhos comprovam a importância de priorizar a realização de tratamento térmico e a prevenção na recontaminação pós-processo. Além da aplicação das BPFs, a separação e o acesso restrito a áreas de processamento de farinhas e materiais retidos são medidas que minimizam a veiculação, manutenção e disseminação de salmonela e outros microrganismos no ambiente de processamento. A condensação e a contaminação pela poeira em suspensão durante o resfriamento têm demonstrado ser um dos principais fatores de risco para a recontaminação e multiplicação de salmonela imediatamente após a peletização.
- Apesar da dificuldade na obtenção de diversos insumos, as fábricas deveriam evitar a utilização de ingredientes contaminados, avaliando os maiores riscos associados a estes. Como a realização de testes para detecção de patógenos em matérias-primas antes do descarregamento não é uma medida de fácil execução, um programa de seleção de fornecedores deveria ser estabelecido de acordo com o histórico de contaminação e adoção de programas de qualidade (BPF e APPCC) na produção dos ingredientes. O monitoramento das amostras pode ser instituído de acordo com o nível de confiança que se tem do fornecedor.

- A avaliação de resíduos provenientes de produtos e locais críticos favoráveis à manutenção e multiplicação de salmonela e também da poeira depositada em superfícies é útil para detectar a contaminação do ambiente de processamento e também para fornecer informações sobre a eficácia das medidas preventivas adotadas.
- A quantificação de microrganismos indicadores (como bactérias do gênero *Enterobacteriaceae*) poderá fornecer informações interessantes quanto à adoção de BPF e níveis higiênico-sanitários das fábricas. Ao analisar amostras de ração, ingredientes e resíduos, preconiza-se encontrar ausência de salmonela e níveis de enterobactérias entre 10^2 a 10^3 UFC/g.
- A análise do produto final para salmonela pode ser empregada para verificação da efetividade da combinação das medidas de prevenção, entretanto, apesar de ser requisito obrigatório para a comercialização da ração, não é suficiente para garantir a inocuidade do produto e averiguar eventuais falhas no processo de produção.

Atenção

A ração também é uma importante fonte de infecção por salmonela. Por isso, cada vez mais se apresenta como essencial a implantação em fábricas de rações de programas que garantam a rotineira execução de medidas para evitar a entrada e permanência da bactéria. Existem exemplos internacionais de sucesso neste sentido e iniciativas no Brasil que exemplificam o que deve ser feito. Devido às peculiaridades de uma fábrica de rações, manter a salmonela sob controle é um imenso desafio.

Resumo de Ideias

01

É conhecida amplamente a importância da ração contaminada como fonte de infecção por salmonela em suínos. De fato, a ração contaminada pode ser considerada hoje um fator de risco crucial para o sucesso dos programas de controle de salmonela na suinocultura.

02

Além dos transportadores e da poeira, fatores associados à contaminação por salmonela e coliformes totais, as áreas de moagem, dosagem, mistura e resíduos também contribuem para a disseminação da bactéria.

03

A utilização de filtros em equipamentos com elevada capacidade de produção e acúmulo de poeira pode ser uma alternativa para a retenção de partículas finas em suspensão. Mas a troca dos filtros deve ser realizada de acordo com o nível de saturação destes.

04

A realização de controle de pragas (insetos e roedores) é imprescindível para minimizar os riscos de contaminação cruzada na ração. Um programa de limpeza bem elaborado e executado de maneira correta também é importante no controle de infestações.

05

Os equipamentos das fábricas são caracterizados pela dificuldade de acesso e ausência de janelas de inspeção, o que dificulta a limpeza e higienização contínuos. São propícios ao acúmulo de resíduos e sujidades, além de contribuir para a presença da poeira em suspensão na fábrica. A necessidade de manter altos índices de produtividade favorece o risco de contaminação cruzada do produto final.

06

Mesmo cumprindo a maioria dos itens presentes no roteiro de inspeção da IN 4 e aderindo a programas de qualidade, há incerteza quanto a ocorrência de contaminação bacteriana durante a produção. Desse modo, as fábricas devem integrar o monitoramento microbiológico como parte indispensável dos protocolos de controle de qualidade.

Referências

DUNCAN, M. S.; ADAMS, A. W. Effects of a chemical additive and of formaldehyde-gás fumigant on *Salmonella* in poultry feeds. **Poultry Science**, v. 51, p. 797-802, 1972.

ISRAELSEN, M.; HANSEN, I. D.; JACONSEN, E. Don't grow *Salmonella* in the pellet cooler. **Feed International**, v. 17, p. 34-38, 1996.

JONES, F. T.; RICHARDSON, K. E. *Salmonella* in commercially manufactured feeds. **Poultry Science**, v. 83, p. 384-391, 2004.

MITCHELL, G. A.; MCCHESENEY, D. G. A plan for *Salmonella* control in animal feeds. In: SYMPOSIUM THE DIAGNOSIS AND CONTROL OF *SALMONELLA*, 1991, California. **Proceedings...** Richmond: United States Animal Health Association, 1991. p. 28-31.

PELLEGRINI, D. C. P.; PAIM, D. S.; LIMA, G. J. M. M.; PISSETTI, C. ; KICH, J. D.; CARDOSO, M. R. I. Distribution of *Salmonella* clonal groups in four Brazilian feed mills. **Food Control**, v. 47, p. 672-678, 2015.

PELLEGRINI, D. P. C.; PAIM, D. S.; LIMA, G. J. M. M.; KICH, J. D.; COLDEBELLA, A.; CARDOSO, M. R. I. Inspeção de boas práticas de fabricação e enumeração de coliformes totais em fábricas de ração para suínos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, supl. 2, p. 3767-3776, 2013.

SAULI, I.; DANUSER, J.; GEERAERD, A. H.; VAN IMPE, J. F.; RÜFENACHT, J.; BISSIG-CHOISAT, B.; WENK, C.; STÄRK, K. D. C. Estimating the probability and level of contamination with *Salmonella* of feed for finishing pigs produced in Switzerland-the impact of the production pathway. **International Journal of Food Microbiology**, v. 100, p. 289-310, 2005.

SMYSER, C. F.; SNOEYENBOS, G. H. Evaluation of organic acids and other compounds as *Salmonella* antagonists in meta and bone meal. **Poultry Science**, v. 58, p. 50-54, 1979.

TORRES, G. J.; PIQUER, F. J.; ALGARRA, L.; DE FRUTOS, C.; SOBRINHO, O. J. The prevalence of *Salmonella enterica* in Spanish feed mills and potential feed-related risk factors for contamination. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 98, p. 81-87, 2011.

Literatura recomendada

ALBAN, L.; STEGE, H.; DAHL, J. The New Classification System for Slaughter-Pig Herds in the Danish *Salmonella* Surveillance-and-Control Program. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 53, n. 1-2, p. 133-146, 2002.

ARVANITOYANNIS, I. S.; KASSAVETI, A. HACCP and ISO 22000: a comparison of the two systems. In: ARVANITOYANNIS, I.S. **HACCP and ISO 22000**: application to foods of animal origin. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2009. p. 3-45.

BOQVIST, S.; HANSSON, I.; NORD BJERSELIUS, U.; HAMILTON, C.; WAHLSTRÖMI, H.; NOLL, B.; TYSEN, E.; ENGVALL, A. *Salmonella* isolated from animals and feed production in Sweden between 1993 e 1997. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 44, p. 181-197, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 4, de 23 de fevereiro de 2007. Aprova o regulamento técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos fabricantes de produtos destinados à alimentação animal e o roteiro de inspeção. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 01 mar 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 15, de 26 de maio de 2009. Regulamenta o registro dos estabelecimentos e dos produtos destinados à alimentação animal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 maio 2009.

BUCKNAVAGE, M. W.; CUTTER, C. N. Hazard analysis of critical control points. In: HEREDIA, N.; WESLEY, I.; GARCIA, S. **Microbiologically safe foods**. New Jersey: John Wiley & Sons, p. 435-457, 2009.

COMA, J. *Salmonella* control in pork: effect of animal nutrition and feeding. **Pig News and Information**, v. 24, n. 2, p. 49N-62N, 2003.

COOKE, B. C. The industrial production of safe animal feeds in Europe. In: SMUDERS, F. J. M.; COLLINS, J. D. **Food safety assurance and public health: food safety assurance in the preharvest phase**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2002. v. 1, p. 71-86.

CRESSEY, P.; HUDSON, A.; LAKE, R.; MOORHEAD, S. **Risk profile: *Salmonella* spp.** In animal feed. Christchurch: Institute of Environmental Science & Research Limited, 2011. Disponível em: <<http://www.foodsafety.govt.nz/elibrary/industry/salmonella-in-feed.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2014.

CRUMP, J. A; GRIFFIN, P. M.; ANGULO, F. J. Bacterial Contamination of Animal Feed and Its Relationship to Human Foodborne Ines. **Clinical Infectious Diseases**, v. 35, n. 7, p. 859-865, 2002.

DAVIES, R. H.; HILTON, M. H. *Salmonella* in animal feed. In: WRAY, C.; WRAY, A. ***Salmonella* in Domestic Animals**. Oxfordshire: CABI Publishing, 2000.

DAVIES, P. R.; HURD, H. S.; FUNK, J. A.; FEDORKA-CRAY, P. J.; JONES, F. T. The role of contaminated feed in the epidemiology and control of *Salmonella* enteric in pork production. **Foodborne Pathogens and Disease**, v. 1, n. 4, p. 202-215, 2004.

EFSA. Microbiological risk assessment in feedingstuff for foodproducing animals. **EFSA Journal**, n. 720, p. 1-84, 2008.

EFSA Panel on Biological Hazards. Scientific opinion on a quantitative microbiological risk assessment of *Salmonella* in slaughter and breeder pigs. **EFSA Journal**, v. 8, n. 4 p. 1547-1637, 2010. Doi:10.2903/j.efsa.2010.1547.

FUNK, J.; GEBREYES, W. A. Risk factors associated with *Salmonella* prevalence on swine farms. **Journal of Swine Healthy and Production**, v. 12, n. 5, 2004.

GABIS, D. A. **Environmental factors affecting enteropathogens in feed and feed mills: colonization control of human bacterial enteropathogens in poultry**. Orlando: Academic Press, 1991. p. 23-28.

HAGGBLOM, P. **The feed borne outbreak of *Salmonella* Tennessee in Finland in the spring of 2009**. Uppsala: National Veterinary Institute, 2009. 20 p. Disponível em: <http://www.mmm.fi/attachments/mmm/tiedotteet/5mlkunEwY/The_feed_borne_outbreak_of_Salmonella_Tennessee_in_Finland_in_the_spring_of_2009.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2014.

HOFSHAGEN, M.; NYGARD, K.; HAUGE, K. Trends and sources of zoonoses and zoonotic agents in humans, foodstuffs, animals and feedingstuffs. **Zoonosis Report**, p. 70, 2007.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. Use of data for assessing process control and product acceptance. New York ; London : Springer, c2011. 400 p. (Microorganisms in foods ; 8).

JOHNSON, J. M.; RAJIC, A.; McMULLEN, L.M. Antimicrobial resistance of selected *Salmonella* isolates from food animals and food in Alberta. **The Canadian Veterinary Journal**, v. 46, p. 141-146, 2005.

JONES, F. T. Control of toxic substances. **Feedstuffs**, v. 80, n. 38, p. 77-81, 2008.

JONES, F. T. A review of practical *Salmonella* control measures in animal feed. **Journal Applied Poultry Research**, v. 20, p. 102-113, 2011.

KOYUNCU, S.; HAGGBLOM, P. A comparative study of cultural methods for the detection of *Salmonella* in feed and feed ingredients. **BMC Veterinary Research**, v. 5, n. 6, p. 1-10, 2009.

PIG industry quality manual: quality, growth, balance. 4th ed. Copenhagen: Danish Agriculture & Food Council, 2013. 150 p. Disponível em: <http://www.agricultureandfood.co.uk/Quality_assurance/Quality_assurance_manual.aspx>. Acesso em: 5 abr. 2014.

LYNNE, A. M.; KALDHONE, P.; DAVID, D.; WHITE, D. G.; FOLEY, S. L. Characterization of antimicrobial resistance in *Salmonella enterica* serotype Heidelberg isolated from food animals. **Foodborne Pathogens and Disease**, v. 6, p. 207-215, 2009.

LO FO WONG, D. M. A.; HALD, T.; VAN DER WOLF, P. J.; SWANENBURG, M. Epidemiology and control measures for *Salmonella* in pigs and pork. **Livestock Production Science**, v. 76, p. 215-222, 2002.

MANUAL feed & food safety: gestão do alimento seguro. São Paulo: Sindirações, 2008. Versão 4. Disponível em: <http://sindiracoes.org.br/wp-content/uploads/2012/03/manual_pffsgas_versao4_0.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2014.

MANUAL feed & food safety: gestão do alimento seguro. São Paulo: Sindirações, 2006. Versão 3.

MCCARTY, R. M. Receiving. In: SCHOFIELD, V. S. K. **Feed manufacturing technology**. Arlington: Feed Ind. Association, 2005. p. 91-107.

MOLLA, B.; STERMAN, A.; MATHEWS, J.; ARTUSO-PONTE, V.; ABLEY, M.; FARMER, W.; RAJALA-SCHULTZ, P.; MORROW, W. E. M.; GEBREYES, W. A. *Salmonella* enteric in commercial swine feed and subsequent isolation of phenotypically and genotypically related strains from fecal samples. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 76, p. 7188-7193, 2010.

MORETRO, T.; VESTBY, L.K.; NESSE, L.L.; HANNEVIK, S.; KOTLARZ, K.; LANSRUD, S. Evaluation of efficiency of disinfectants against *Salmonella* from the feed industry. **Journal of Applied Microbiology**, v. 106, p. 1005-1012, 2009.

MORITA, T.; KITAZAWA, H.; IIDA, T.; KAMADA, S. Prevention of *Salmonella* crosscontamination in an oil meal manufacturing plant. **Journal of Applied Microbiology**, v. 101, p. 464-473, 2006.

NESSE, L. L.; REFSUM, T.; HEIR, E.; NORDBY, K.; VARDUND, T.; HOLSTAD, G. Molecular epidemiology of *Salmonella* spp. isolates from gulls, fish-meal factories, feed factories, animals and humans in Normay based on pulsed-field gel electrophoresis. **Epidemiology and Infection**, v. 133, p. 53-58, 2005.

PETRI, A. Aspects of quality assurance in European Feed Production. PALHARES, J. C. P.; LIMA, G. J. M. M. de (Ed.). **Coletânea de seminários 2002 - Embrapa Suínos e Aves 2003**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003. 98 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 82). p. 66-73.

RICHARDSON, K. Comprendiendo la contaminación microbiana en el alimento. **World Poultry**, v. 26, n.4, p. 12-15, 2008.

SALMONELLA control guidelines. Arlington: American Feed Industry Association, 2010. 29 p. Disponível em: <<http://ucfoodsafety.ucdavis.edu/files/172958.pdf>> Acesso em: 10 maio 2014.

SELLERS, R. Hazard analysis and critical control points. In: SCHOFIELD, E. K. **Feed manufacturing technology**. Arlington: American Feed Industry Association, p. 399-401, 2005.

SINGER, R. S.; MAYER, A. E.; HANSON, T. E.; ISAACSON, R. E. Do microbial interactions and cultivation media decrease the accuracy of *Salmonella* surveillance systems and outbreak investigations? **Journal of Food Protection**, v. 72, p. 707-713, 2009.

SCHOFIELD, V. S. K. **Feed Manufacturing Technology**. Arlington: Feed Ind. Association, 2005.

STARK, C. R.; JONES, F. T. Quality assurance program in feed manufacturing. **Feedstuffs**, p. 62-67, Set. 2009.

VAN WINSEN, R.L.; KEUZENKAMP, D.; URLINGS, H. A.; LIPMAN, L. J.; SNIJDERS, J. M.; VERHEIJDEN, J. H.; VAN KNAPEN, F. Effect of fermented feed on shedding of enterobacteriaceae by fattening pigs. **Veterinary Microbiology**, v. 87, n. 3, p. 267-274, 2002.

VESTBY, L. K.; MORETRO, T.; LANGSRUD, S.; HEIR, E.; NESSE, L. L. Biofilm forming abilities of *Salmonella* are correlated with persistence in fish meal-and feed factories. **BMC Veterinary Research**, v. 5, n. 20, p. 1-6, 2009.

WALES, A. D.; ALLEN, V. M.; DAVIES, R. H. Chemical treatment of animal feed and water for the control of *Salmonella*. **Zoonoses and Foodborne Pathogens and Disease**, v. 7, p. 3-15, 2010.

WIERUP, M.; HÄGGBLOM, P. An assessment of soybeans and other vegetable proteins as source of *Salmonella* contamination in pig production. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 52, p. 1-9, 2010.