

A close-up photograph of a petri dish containing a bacterial culture on a red agar medium. The culture shows several dark, irregular colonies of varying sizes, some with a metallic sheen, scattered across the surface. The background is a solid, vibrant red color.

Salmonela na suinocultura brasileira: do problema ao controle

Jalusa Deon Kich
Jean Carlos Porto Vilas Boas Souza

Editores Técnicos

Embrapa

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

Salmonela na suinocultura brasileira: do problema ao controle

*Jalusa Deon Kich
Jean Carlos Porto Vilas Boas Souza*
Editores Técnicos

*Embrapa
Brasília, DF
2015*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Suínos e Aves

BR 153, Km 110
Caixa Postal 21
CEP 89.700-000 Concórdia, SC
Fone: (49) 3441 0400
Fax: (49) 3441 0497
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê de Publicações

Presidente

Marcelo Miele

Secretária

Tânia Maria Biavatti Celant

Membros

Airton Kunz
Helenice Mazzuco
Monalisa Leal Pereira
Nelson Morés
Rejane Schaefer

Suplentes

Mônica Corrêa Ledur
Rodrigo da Silveira Nicoloso

Unidade responsável pelo conteúdo e edição

Embrapa Suínos e Aves

Coordenação editorial

Tânia Maria Biavatti Celant

Revisão técnica

David Emilio Santos Neves de Barcellos
Elenita Ruttscheidt Albuquerque

Revisão gramatical

Lucas Scherer Cardoso

Normalização bibliográfica

Claúdia Antunes Arrieche

Projeto gráfico e editoração eletrônica

Vivian Fracasso

Capa e tratamento das ilustrações

Marina Schmitt

Foto da capa e da abertura dos capítulos

Luiza Letícia Biesus

1ª edição

1ª impressão (2015): 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

Salmonela na suinocultura brasileira : do problema ao controle / Jalusa Deon Kich, Jean Carlos Porto Vilas Boas Souza, editores técnicos. - Brasília, DF : Embrapa, 2015.
186 p. : il. color. ; 16 cm x 22 cm.

ISBN 978-85-7035-494-5

1. Produção animal - Suinocultura. 2. Bacteriologia - Salmonela. 3. Biossegurança - Controle. 4. Fábrica de ração. 5. Frigorífico. I. Kich, Jalusa Deon. II. Souza, Jean Carlos Porto Vilas Boas. III. Embrapa Suínos e Aves.

CDD 636.408 969 27

©Embrapa 2015

Editores Técnicos

Jalusa Deon Kich

Médica-veterinária, doutora em Ciências Veterinárias, pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Jean Carlos Porto Vilas Boas Souza

Jornalista, mestre em Comunicação e Informação, jornalista da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Autores

Armando Lopes do Amaral

Biólogo, mestre em Ciências Veterinárias, analista da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Débora da Cruz Payão Pellegrini

Médica-veterinária, doutora em Ciências Veterinárias, professora da Universidade Federal do Pampa, Uruguaiana, RS

Eduardo César Tondo

Biólogo, doutor em Ciências Biológicas, professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS

Eduardo de Freitas Costa

Médico-veterinário, mestre em Ciências Veterinárias, doutorando do programa de pós-graduação da Faculdade de Veterinária na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS

Gustavo Julio Mello Monteiro de Lima

Engenheiro-agrônomo, doutor em Nutrição Animal, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Jalusa Deon Kich

Médica-veterinária, doutora em Ciências Veterinárias, pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Luis Eduardo da Silva

Médico-veterinário, doutor em Ciências Veterinárias, fiscal federal agropecuário do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF

Luís Gustavo Corbellini

Médico-veterinário, doutor em Medicina Veterinária Preventiva, professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS

Marisa Ribeiro de Itapema Cardoso

Médica-veterinária, doutora em Microbiologia, professora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS

Nelson Morés

Médico-veterinário, mestre em Patologia, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Apresentação

A suinocultura tem dado contribuições importantes para o país nas últimas décadas, tanto do ponto de vista econômico quanto social, abrindo, por exemplo, novos mercados internacionais e influenciando positivamente no desenvolvimento de várias regiões. A produção de carne suína brasileira, de acordo com projeções realizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para o período de 2010/2011 a 2020/2021, terá um crescimento de 1,9 % ao ano, o que representa um valor considerável, atendendo assim o aumento do consumo doméstico e das exportações. Esse crescimento deve ser pautado em tecnologia e biossegurança, tendo como objetivo a obtenção de um produto final de qualidade inquestionável na visão de consumidores de qualquer local do mundo.

A redução do risco de contaminação por salmonelas é parte do escopo de qualidade necessário à nossa produção. Como o Brasil carecia de um documento que reunisse informações relevantes para o controle da salmonela na suinocultura, este livro propõe-se a preencher esta lacuna e contribuir com os profissionais que trabalham no dia a dia da produção. As páginas deste documento sistematizam informações produzidas pela pesquisa nacional e internacional e descrevem orientações para as diferentes fases da produção. Além disso, cumpre ainda com um dos principais papéis da Embrapa Suínos e Aves, ou seja, produzir conhecimento e fazê-lo chegar ao campo.

Janice Reis Ciacci Zanella
Chefe-Geral da Embrapa Suínos e Aves

Prefácio

O controle de *Salmonella* na produção animal, e especificamente na suinocultura, é um grande desafio em função das inúmeras oportunidades que a bactéria encontra para entrar na cadeia de produção de alimentos. Embora seja difícil, o seu controle é necessário para garantir a inocuidade do alimento produzido e mitigar o risco de contaminação dos consumidores.

O tema *Salmonella* na suinocultura vem sendo objeto de estudos na Embrapa Suínos e Aves, em parceria com a UFRGS e setor privado, há mais de uma década. Esta colaboração técnico-científica tem rendido muitos resultados úteis para a cadeia de produção.

Este livro se propõe a ser uma fonte de informação para profissionais que desejam estabelecer programas de qualidade e controle de *Salmonella* em granjas, fábricas de ração e matadouros-frigoríficos. Os profissionais vão encontrar capítulos que descrevem as práticas a serem seguidas nas diferentes etapas da produção, bem como no planejamento e implementação de programas de qualidade baseados em BPF/APPCC e análise de risco.

A estratégia apresentada nas páginas desta obra é claramente de redução dos níveis de contaminação e não de erradicação. O entendimento é de que a eliminação de uma bactéria extremamente adaptada ao ambiente de produção e abate de suínos é um alvo fora da realidade.

Biosseguridade e boas práticas estão no topo de todas as recomendações. Por isso, entende-se que os benefícios vão muito além do controle de *Salmonella*, passando pela redução da ocorrência de outras enfermidades e melhorando o desempenho zootécnico dos animais.

O programa de controle deve ser uma estratégia de qualidade, onde a *Salmonella* é o grande indicador. Sistemas capazes de controlar *Salmonella* são sistemas maduros do ponto de vista de biosseguridade e boas práticas de produção.

Jalusa Deon Kich
Jean Carlos Porto Vilas Boas Souza
Editores Técnicos

Sumário

Introdução.....	11
CAPÍTULO 1	
Sistemas de gestão da segurança de alimentos: BPF, PAC, APPCC, Normas ISO.....	15
<i>Eduardo César Tondo</i>	
CAPÍTULO 2	
Controle de salmonela nas fábricas de ração.....	47
<i>Débora da Cruz Payão Pellegrini e Gustavo Julio Mello Monteiro de Lima</i>	
CAPÍTULO 3	
Controle de salmonela nas granjas de suínos.....	85
<i>Nelson Morés, Armando Lopes do Amaral e Jalusa Deon Kich</i>	
CAPÍTULO 4	
Controle de salmonela em matadouros-frigoríficos de suínos.....	115
<i>Marisa Ribeiro de Itapema Cardoso e Luis Eduardo da Silva</i>	
CAPÍTULO 5	
Análise de risco microbiológica.....	155
<i>Luis Gustavo Corbellini e Eduardo de Freitas Costa</i>	

Introdução

A Embrapa Suínos e Aves, em mais de uma década, desenvolveu uma sequência de quatro projetos que estudaram a contaminação por salmonelas na suinocultura. A linha de pesquisa se estruturou a partir de parcerias com o setor de Medicina Veterinária Preventiva da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e iniciativa privada, contando com a colaboração, tanto de agroindústrias, como empresas fornecedoras de insumos. Foram desenvolvidas ferramentas para a pesquisa, estruturados laboratórios, realizados estudos epidemiológicos, principalmente na região Sul do Brasil, e testados protocolos de controle. Os anos de intenso trabalho em torno do tema trouxeram a experiência e os resultados necessários para que fosse possível produzir um documento como este livro, que aborda as estratégias de controle de *Salmonella* nas diferentes etapas da cadeia de produção de suínos (fábrica de ração, granjas e matadouros-frigoríficos). Também estão contemplados em diferentes capítulos temas como o sistema de gestão da segurança de alimentos e a análise de risco microbiológica.

Salmonella é um patógeno comum ao homem e animais, amplamente distribuído na natureza, capaz de sobreviver por longos períodos na presença de matéria orgânica e umidade. Com mais de 2.600 sorovares, a bactéria é encontrada nos ecossistemas mais remotos e variados. Quando adaptada ao hospedeiro, causa doença grave, a exemplo da *Salmonella* Typhi em humanos e da *Salmonella* Choleraesuis em suínos. Entretanto, existe uma gama de sorovares não adaptados que podem alcançar a cadeia de produção de alimentos e que são potencialmente patogênicos para o consumidor. O exemplo clássico é a *Salmonella* Typhimurium, que pode causar enterocolite em animais e humanos. Além disso, esse microrganismo, na maioria das vezes, passa despercebido nos animais, sem provocar sintomas clínicos, sendo excretado nas fezes e podendo alcançar as carcaças durante o processo de abate. Outros sorovares, como Panama, Agona, Derby e Bredney, muito encontrados na região Sul do Brasil, comportam-se da mesma forma silenciosa e contaminam o ambiente de abate dos suínos.

As zoonoses de etiologia bacteriana, a exemplo da salmonelose veiculadas por alimentos, podem ser transmitidas ao longo de toda a cadeia produtiva (da granja à mesa - *farm to table*). Teoricamente, isto possibilita a introdução de diversos pontos de eliminação ao longo das etapas de produção; na prática, porém, torna o controle mais complexo. Isso é explicado pela possibilidade de amplificação da prevalência em decorrência da multiplicação do agente no animal ou no ambiente, e pelas inúmeras possibilidades de transmissão e contaminação cruzada ao longo da cadeia de produção. No Brasil, a *Salmonella* é a maior causadora de Doenças Transmitidas por Alimentos, sendo os alimentos mistos os principais envolvidos em surtos.

Na produção de suínos do Sul do Brasil, geralmente, as porcas apresentam soroprevalência para *Salmonella* elevada e passam os anticorpos para seus leitões, os quais apresentam sorologia decrescente até o desmame. No período de creche, na maioria das granjas, a soroprevalência permanece baixa até o final do período. É na terminação que a infecção é drasticamente amplificada. Este fato pode ter várias explicações, como: normas de biossegurança negligenciadas; falhas em protocolos de limpeza, desinfecção e vazio sanitário, propiciando a contaminação residual entre lotes; ração contaminada; e leitões infectados em fases anteriores.

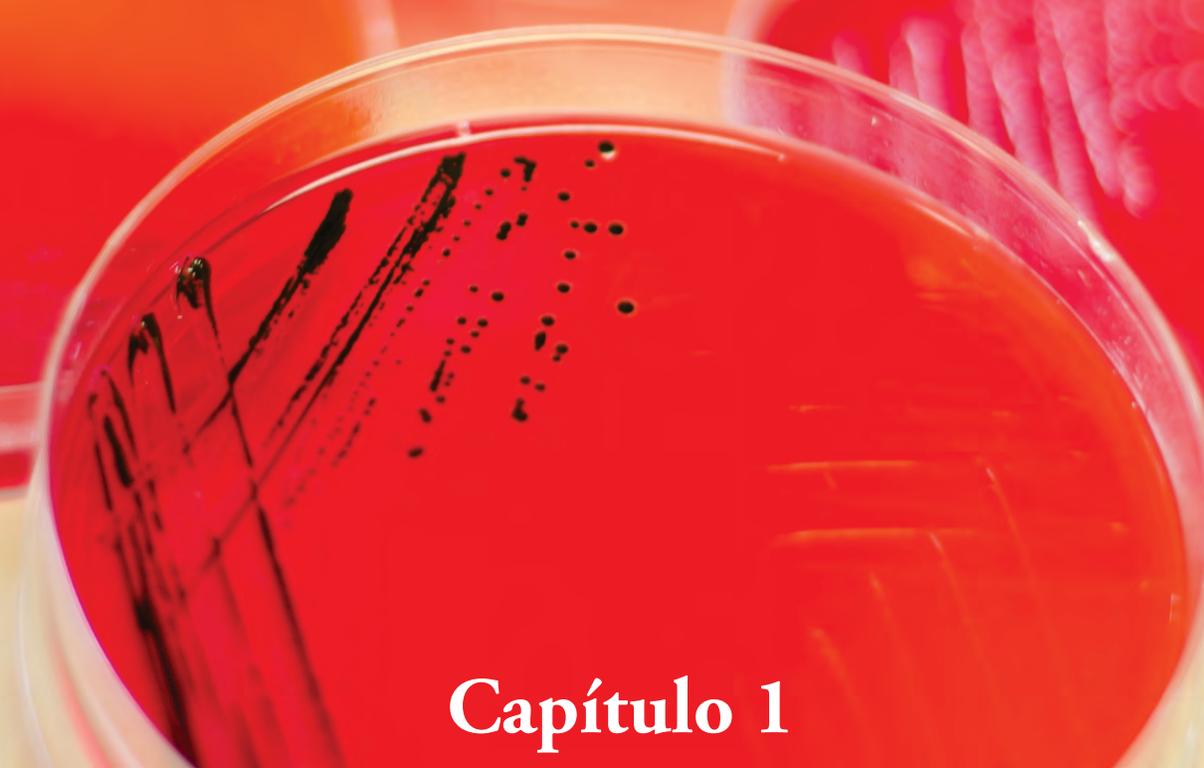
O estado de portador assintomático com a possibilidade de reativar a excreção de *Salmonella*, especialmente em momentos de estresse como transporte e mistura de animais, é crítico na transmissão da bactéria entre os suínos. Neste sentido, o pré-abate se torna um período importante na dinâmica da infecção, uma vez que a excreção de *Salmonella* aumenta e o tempo entre a contaminação e a eliminação pelas fezes é de duas horas ou menos. Assim, tanto os caminhões como as baias de espera no abatedouro são facilmente contaminados e se transformam em uma fonte de infecção para os animais que ali são alojados. Além da contaminação superficial da pele e cavidade oral, estes suínos estarão excretando a *Salmonella* nas suas fezes, transformando-se em um agente amplificador do problema.

O processamento do abate, com rígido programa de Boas Práticas de Fabricação, é eficiente em reduzir a contaminação superficial da pele dos animais. Porém, algumas áreas da carcaça, como a cabeça e cavidade oral, podem permanecer contaminadas após etapas de descontaminação, como o chamuscamento. Entretanto, já na área limpa, são as falhas de evisceração que representam o risco eminente de contaminação das carcaças e ambiente de abate. Por melhor que sejam os processos dentro do abatedouro, algumas falhas são esperadas. E quando acontecem em lotes bastante contaminados, as chances de contaminação direta e indireta das carcaças são grandes.

O Brasil possui regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos (RDC12, 2001), os quais devem ser negativos para *Salmonella*. Porém, o país ainda carece de um programa oficial de monitoramento e controle em suínos. Neste sentido, o *Codex Alimentarius*, em 2008, publicou o documento intitulado *Animal Food Production*, que contempla diretrizes de higiene, oferecendo orientações que vão desde a fase de produção animal até o consumidor, passando detalhadamente pelo sistema de abate, princípios de inspeção e controle de processos. O mesmo documento também orienta que, numa abordagem contemporânea de higiene de carne, baseada em risco, as medidas devem ser aplicadas nos pontos da cadeia onde se obtêm o maior índice de redução de risco de doenças transmitidas por alimentos para o consumidor. Elas devem refletir ainda a aplicação de ações baseadas em ciência e análise de risco, com grande ênfase na prevenção e controle da contaminação durante todos os elos da produção animal e processamento da carne.

Seguindo a orientação do *Codex*, com a intenção de melhor proteger o consumidor, qualquer programa de controle da *Salmonella* deve ter como objetivo final prevenir e reduzir (ou eliminar, mesmo que esta seja uma tarefa muito difícil) a contaminação das carcaças. Para tanto, é necessário entender toda a complexidade que envolve o tema e realizar estudos nas diferentes etapas do sistema de produção, especificamente em granjas, fábricas de ração e matadouros-frigoríficos. Este livro contempla sugestões para o sistema de produção melhorar suas práticas em todas estas etapas, tendo como alvo reduzir a contaminação por salmonelas. Em relação às fábricas de ração, este documento

explica o conceito de ração livre de salmonela, defendendo que seja aplicado um programa de BPF para aprimorar os processos de fabricação e controle de produtos. Posteriormente, enfatiza-se a intervenção nas granjas baseada em ações de biossegurança e boas práticas de produção. Por fim, esta obra destaca que nos frigoríficos são indispensáveis os programas de garantia da qualidade (BPF e APPCC) implementados e ativos, sem os quais torna-se mais desafiadora a comprovação de que determinada empresa realmente produz alimentos seguros. Dois capítulos são dedicados à sistema de gestão de segurança de alimentos e análise de risco microbiológica. De forma geral, este livro pretende ser um guia para quem diariamente lida com o compromisso de manter o Brasil entre os maiores produtores de carne suína do mundo.

A close-up photograph of a petri dish containing a red agar medium. A metal streaking tool is visible on the left side, having been used to inoculate the surface with a bacterial culture. The culture shows a series of dark, elongated streaks and small, dark, circular colonies that have grown along the streaks. The background is a soft, out-of-focus red and orange color.

Capítulo 1

SISTEMAS DE GESTÃO DA SEGURANÇA DE ALIMENTOS

BPF, PAC, APPCC, Normas ISO

Eduardo César Tondo

Introdução

A produção de carne suína vem aumentando expressivamente no Brasil e no mundo e a implementação de Boas Práticas de Fabricação (BPF), Programas de Autocontrole (PAC), Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), Normas ISO e a utilização da Análise de Riscos têm sido importante para a prevenção e controle da contaminação química, física e biológica dos produtos suínos. Enquanto a implementação dos PAC é obrigatória segundo a legislação brasileira, e eles contemplem grande parte dos requisitos das BPF e o APPCC, as Normas ISO e a Análise de Riscos não são compulsórias, mas em muito podem contribuir com a padronização de procedimentos, com o controle de processos e com a identificação e controle de perigos específicos dentro da cadeia produtiva. Em última análise, estes sistemas têm como função principal a redução das fontes de contaminação, criando condições adequadas para a produção de alimentos seguros, evitando Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) e, como consequência, mantendo a indústria de carne suína brasileira apta a participar de mercados competitivos. O objetivo deste capítulo é descrever as características dos sistemas de gestão da segurança de alimentos aplicáveis às agroindústrias, abordando fatores importantes para a implementação dos mesmos.

Boas Práticas de Fabricação (BPF)

A carne suína e seus produtos podem ser contaminados por perigos químicos (antimicrobianos, resíduos de desinfetantes, agrotóxicos, entre outros), físicos (pedaços de metais, ossos, insetos ou fios de cabelo) ou biológicos (bactérias e protozoários). Tais perigos podem afetar a saúde, integridade física ou psicológica dos consumidores, prejudicando também a qualidade dos produtos. Dentro desse contexto, o objetivo das BPF é reduzir as fontes de contaminação química, física e biológica em toda a cadeia de produção da carne suína.

Embora a prática mostre que mesmo empresas com rígidos parâmetros de BPF podem se envolver em surtos alimentares e problemas com contaminantes indesejáveis, a implementação das BPF têm sido muito útil para evitar, na grande maioria dos casos, situações desta natureza. Além da função de proteger a saúde dos consumidores, as BPF possibilitam ainda a organização dos ambientes de fábricas de ração e abatedouros, tornando-os mais agradáveis, eficazes e com menor risco de acidentes de trabalho. As BPF têm sido ainda adaptadas às granjas de produção animal, com o nome de Boas Práticas de Produção.

De forma geral, as BPF são controles higiênico-sanitários e demais procedimentos, que visam prevenir ou reduzir a contaminação do ambiente de produção, matérias-primas, água e funcionários, entre outros. As BPF podem abordar os seguintes itens:

- Projetos de prédios e instalações das fábricas.
- Programas de higienização das instalações.
- Tratamento adequado da matéria-prima.
- Procedimentos adequados de higiene pessoal.
- Procedimentos adequados de estocagem.
- Tratamento adequado de resíduos.
- Controle da qualidade da água.
- Controle integrado de pragas.
- Manutenção preventiva de equipamentos.
- Calibração de instrumentos de medição.
- Programa de recolhimento.
- Procedimentos de transporte.
- Outros.

No Brasil, as BPF direcionadas às indústrias da carne, incluindo a carne suína, foram inicialmente desenvolvidas em atendimento à Portaria 368, publicada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa)

em 1997. Essa portaria ainda está em vigor e apresenta condições generalistas, sem padrões ou limites numéricos, o que pode ter dificultado, de certo modo, a implementação de BPF específicas nas indústrias da carne. Devido a isso, existiam muitas dúvidas entre os profissionais do controle de qualidade que atuam no segmento. No intuito de reduzir essas imprecisões e determinar controles em itens específicos das BPF, o Mapa lançou os Programas de Autocontrole.

Programas de Autocontrole (PAC)

Em 16 de maio de 2005, o Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (Dipoa), do Mapa, publicou a Circular nº 175/2005/CGPE/Dipoa, estabelecendo os PAC. De acordo com o Dipoa, PAC são controles de processo, os quais devem ser implementados pelas indústrias da carne para prevenir interferências negativas na qualidade higiênico-sanitária dos produtos destinados ao consumo da população. Esses programas são os requisitos básicos que garantem a inocuidade dos produtos e devem ser sistematicamente inspecionados dentro das indústrias que produzem cortes de carnes, embutidos, enlatados, entre outros, no Brasil. Também segundo o Dipoa, os PAC incluem o Programa de Procedimentos Padrão de Higiene Operacional (PPHO ou SSOP), o Programa de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC ou HACCP) e, em um contexto mais amplo, as BPF.

Com base na Circular nº 175/2005, os PAC devem ser elaborados pelas empresas processadoras de carne e contemplar os seguintes itens:

- Manutenção das instalações e equipamentos industriais.
- Vestiários e sanitário.
- Iluminação.
- Ventilação.
- Água de abastecimento.
- Águas residuais.
- Controle integrado de pragas.

- Limpeza e sanitização (PPHO).
- Higiene, hábitos higiênicos e saúde dos operários.
- Procedimentos sanitários das operações (PSO).
- Controle da matéria-prima, ingredientes e material de embalagem.
- Controle de temperaturas.
- Calibração e aferição de instrumentos de controle de processo.
- Programa de análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC).
- Testes microbiológicos (contagem de mesófilos, *Enterobacteriaceae*, *Salmonella* spp., *E. coli* e *Listeria* spp., por exemplo).
- Certificação dos produtos exportados.

Segundo o Mapa, os procedimentos da Inspeção Oficial para verificar a implantação e manutenção dos PAC do estabelecimento são chamados de Elementos de Inspeção (EI). Os EI visam inspecionar os processos e revisar os registros de monitoramento dos PAC nas indústrias da carne. Em 31 de março de 2010, o Mapa, através do Dipoa, publicou a Circular nº 12/2010/GAB/Dipoa, estabelecendo a padronização das frequências e planilhas para a verificação oficial dos elementos de inspeção, especialmente para indústrias de aves e suínos. Segundo essa circular, os EI consolidados para aves e suínos passaram a abordar os seguintes conteúdos:

- Manutenção das instalações e equipamentos.
- Vestiários, sanitários e barreiras sanitárias.
- Iluminação.
- Ventilação.
- Água de abastecimento.
- Águas residuais.
- Controle de pragas.
- Limpeza e sanitização (PPHO).
- Treinamento, hábitos higiênicos e saúde dos manipuladores.

- Procedimentos sanitários das operações (PSO).
- Matérias-primas, ingredientes e material de embalagem.
- Temperaturas.
- Calibração e aferição de instrumentos de controle de processo.
- Análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC).
- Resultados laboratoriais (microbiológicos e físico-químicos).
- Respaldos para a certificação sanitária de produtos.
- Formulação e composição dos produtos.
- Bem-estar animal.

Analisando esses itens, pode-se notar que eles contemplam praticamente os mesmos PAC estabelecidos pela 175/2005, adicionados dos itens formulação e composição dos produtos e bem-estar animal.

Na prática, os PAC são documentos que devem ser escritos pela própria empresa, contendo de forma detalhada “aquilo que é realizado pela empresa” e não aquilo que deveria ser realizado pela empresa. Além disso, no corpo de cada documento é adequado que estejam descritas as formas de monitoramento, registro e verificação dos PAC, uma vez que estes serão os registros verificados nas inspeções oficiais. Para auxiliar a elaboração dos PAC e, mais que isso, o controle dos mesmos, a Circular 175/2005 descreve em minúcia todos os itens de cada PAC. Só não se refere aos itens formulação e composição dos produtos e bem-estar animal, que não constam na circular.

Assim como as BPF, os PAC objetivam reduzir fontes de contaminação, organizar e controlar o ambiente de produção e padronizar procedimentos em indústrias de carne suína. Tais condições são a base para a implementação de sistemas mais avançados, como o APPCC e Normas ISO.

Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)

Segundo a Circular 175, o APPCC é um dos PAC a ser implementado nas indústrias da carne. Esse sistema, criado no final da década de 1950 para garantir a segurança da alimentação fornecida às missões espaciais americanas, hoje é adotado por muitas indústrias da carne, uma vez que sua implantação é uma das condições exigidas pelo mercado nacional e, sobretudo, pelo internacional.

Dentro do enfoque da segurança, o APPCC objetiva identificar e prevenir perigos específicos, desde a matéria-prima até o momento do consumo de determinado alimento. Para tanto, cada etapa do fluxograma de produção de um produto específico é analisada criticamente e medidas preventivas são determinadas para todos os perigos químicos, físicos e biológicos identificados. De modo geral, devido à grande importância da manutenção da saúde pública, os perigos biológicos têm sido mais frequentemente citados dentro das indústrias da carne, quando comparados aos perigos químicos e físicos. Por essa razão, muitos planos APPCC têm se direcionado prioritariamente ao controle de microrganismos patogênicos. Alguns microrganismos considerados como perigos biológicos para a carne suína são: *Salmonella* spp., *Campylobacter coli*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* enteropatogênicas, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum* e *Trichinella*, entre outros. É sabido que cada granja ou planta industrial pode apresentar microrganismos específicos e, conseqüentemente, necessitar de medidas preventivas particulares para controlá-los. Considerar tal especificidade é uma das características básicas do APPCC, o qual deve ser elaborado levando-se em conta as características específicas de cada produto, em cada empresa. A identificação dos perigos biológicos assume especial importância principalmente quando microrganismos esporulados, multirresistentes ou muito adaptados estão presentes em propriedades ou no ambiente industrial. Nessas situações, medidas preventivas aplicadas em um determinado local podem não ser eficazes em outros. Os diversos controles necessários aos processos industriais, muitas vezes, atuam na seleção de cepas específicas de microrganismos, os quais podem se tornar problemas de qualidade ou mesmo de segurança dos alimentos.

Apesar da especificidade característica do sistema APPCC, algumas medidas generalistas são aplicáveis a todas as indústrias de alimentos, inclusive as de carne suína. Tais medidas são os procedimentos básicos de higiene e sanificação compreendidos nas BPF e PPHO. Ainda que as BPF, os PPHO e o APPCC estejam todos contemplados nos PAC, na prática, as BPF e PPHO devem ser implementadas antes do APPCC, uma vez que os primeiros são considerados programas pré-requisitos do APPCC.

As etapas do APPCC

Uma vez implementadas as BPF e PPHO, a implementação do APPCC deve seguir uma sequência de sete passos principais:

1. Análise e identificação de perigos e suas respectivas medidas de controle.
2. Identificação dos pontos críticos de controle (PCC).
3. Estabelecimento de limites críticos.
4. Estabelecimento dos procedimentos de monitoramento dos PCC.
5. Estabelecimento de correções e ações corretivas.
6. Verificação dos PCC e de todo o plano APPCC.
7. Estabelecimento de registros de todo sistema.

Muito planos APPCC no Brasil utilizam Ponto de Controle (PC) e PCC para gerir os perigos identificados. Em termos conceituais, PC são etapas ou procedimentos onde os perigos são controlados pelos pré-requisitos do APPCC (ou seja BPF e PPHO), enquanto os PCC são etapas onde se deve implementar medidas de controle, além das BPF ou PPHO, a fim de controlar os perigos identificados.

Implementação do sistema APPCC

O *Codex Alimentarius* estabeleceu uma sequência lógica de ações para a implementação do sistema APPCC. Essa sequência, adicionada de quatro itens iniciais, é apresentada no fluxograma abaixo (Figura 1) e comentada a seguir.



Figura 1. Sequência lógica de ações para a implementação do sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC. Modificado de *Codex Alimentarius* (CAC/RCP 1-1969, Rev. 4-2003 – Annex).

Responsabilidade e comprometimento da direção

Para o sucesso da implementação do APPCC, é muito importante que a direção da empresa e a gerência da área industrial apoiem e se comprometam com o sistema. De forma ideal, esse comprometimento deve existir na prática e também constar em documento por escrito, principalmente porque esse é um item frequentemente observado por auditorias externas do APPCC.

É recomendável que haja o envolvimento da direção em questões econômicas e técnicas, uma vez que o APPCC pode necessitar de mudanças de procedimento, alterações de *layout* de instalações e investimentos em novas tecnologias. Sem o apoio da direção, dificilmente o corpo técnico conseguirá implementar o APPCC, uma vez que recursos financeiros, pessoal e tempo podem faltar. Nesse sentido, recomenda-se que o passo inicial do APPCC seja o comprometimento por escrito da direção da empresa.

Sensibilização dos funcionários

A sensibilização dos funcionários é muito importante para a implementação do APPCC, uma vez que é normal que ocorra resistência quando há a necessidade de mudanças de rotina. O processo de sensibilização deve envolver a todos, não somente os funcionários das áreas que estão diretamente relacionados com o sistema APPCC. Para desenvolver os processos de sensibilização, aconselha-se a equipe a executar dinâmicas de grupo que proporcionem as mudanças adequadas, além de capacitações periódicas, para que os funcionários assimilem a ideia e assumam suas responsabilidades.

A colaboração dos funcionários é essencial, sem o comprometimento dos manipuladores dificilmente haverá implementação do sistema, e sim, no máximo, implantação das BPF e APPCC. A diferença entre esses dois termos é fundamental, uma vez que implementação significa que “o que está escrito está sendo feito, e o que está sendo feito está escrito”, havendo padronização e adequação dos procedimentos. Embora seja importante como passo inicial, a

implantação de um manual de BPF, PAC ou plano APPCC refere-se simplesmente à existência física desses documentos na empresa, não significando que eles estejam sendo seguidos.

Contratação de consultoria

Mesmo que esse passo não seja indispensável, são poucas as empresas que conseguem implementar o APPCC sem a contratação de consultores externos. A presença desses profissionais tem motivado as empresas a realmente realizarem a implementação do APPCC, sem a qual as atividades de elaboração do plano, muitas vezes, são substituídas por outras atividades “mais urgentes”. Além disso, o pessoal da empresa nem sempre possui conhecimentos técnicos suficientes para a implementação do APPCC, levando a perda de tempo e desmotivação da equipe. Ainda que muitos afirmem que o APPCC é caro, o custo dele, já levando em conta a ajuda de um profissional experiente, é muito menor que alterações estruturais na planta industrial ou outras mudanças exigidas quando se busca a adaptação às BPF. Após essas adequações, o APPCC torna-se bastante acessível e de rápida implementação, desde que orientado de forma correta.

Avaliação de pré-requisitos (BPF, PPHO, PAC)

Como dito anteriormente, antes de começar a implementação dos sete princípios do APPCC propriamente ditos, recomenda-se que as empresas façam uma avaliação das condições de seus programas de pré-requisitos. Essa avaliação deve ser realizada seguindo as legislações que abordam os PAC e BPF para empresas de carne suína. De forma ideal, todos os itens requisitados pelas legislações deveriam estar atendidos, porém nem sempre isso é possível no início da implementação. Nesses casos, os itens não conformes podem ser classificados como “críticos” e “não críticos” e devem ser estabelecidos planos de ação para a adequação dos pré-requisitos. No plano de ação deve estar descrito o

item não conforme de acordo com determinada legislação (o quê?), a forma de colocá-lo em conformidade (como?), o prazo para a adequação (quando?) e o responsável pela adequação (quem?). Também pode haver a descrição do custo da adequação e um campo para registrar o status (“realizada” ou “não realizada”, “OK” ou “não OK”) da não conformidade. Para iniciar a implementação do APPCC, sugere-se que todos os itens de PAC, BPF e PPHO considerados críticos para a segurança dos alimentos estejam atendidos e conformes. Alguns órgãos iniciam as atividades do APPCC quando 80 % dos itens gerais dos pré-requisitos estão conformes. É importante lembrar que dentro desse percentual necessariamente precisam estar os itens críticos para segurança dos alimentos.

Formação da equipe APPCC

Uma equipe deve ser formada com o objetivo de implementar o APPCC. Embora não haja um número definido de pessoas para comporem a equipe APPCC, sugere-se que ela não seja nem tão pequena, a fim de sobrecarregar seus integrantes, nem tão grande, a ponto de ser difícil de reuni-la. Sugere-se que ela seja composta de três a cinco pessoas, contudo, em empresas pequenas ou em granjas com poucos empregados, é possível utilizar um número menor de pessoas. A equipe APPCC deve ser multidisciplinar, ou seja, ser composta por pessoas com diferentes conhecimentos e formações. É importante que haja profissionais com conhecimentos sólidos nas principais áreas de atividade da empresa, sendo muito importante que eles juntos possam compreender os produtos, processos, tecnologias e perigos envolvidos na produção de alimentos. A equipe pode ter especialistas das áreas de produção, tecnologia, logística, engenharia, garantia de qualidade e microbiologia de alimentos, entre outros. Além disso, a equipe deverá sempre incluir pessoal diretamente relacionado com as atividades diárias do estabelecimento, já que essas são as pessoas que conhecem os detalhes e limitações das operações e dos equipamentos.

A equipe pode necessitar de ajuda de consultores e especialistas externos para a identificação dos perigos biológicos, químicos e físicos, contudo, um plano desenvolvido completamente por profissionais externos pode ser incom-

pleto ou errado. Uma vez que a análise de perigos deve ter embasamento técnico e científico, é recomendado que especialistas verifiquem o plano APPCC antes de sua implementação. Esses especialistas podem ser membros da equipe ou mesmo consultores externos. A função da equipe APPCC é implantar, implementar e manter o sistema APPCC. Assim, os seus componentes devem ser capazes de:

- Conduzir a análise de perigos.
- Identificar perigos potenciais.
- Identificar os perigos que realmente devem ser controlados.
- Recomendar medidas de controles, limites críticos, procedimentos de monitoramento e verificação.
- Recomendar ações corretivas adequadas.
- Recomendar pesquisas relacionadas ao plano APPCC.
- Validar o plano APPCC.

O treinamento da equipe é apontado como um dos pilares que sustentam um sistema APPCC eficaz.

Outro aspecto importante da equipe é que ela deve ser coordenada por um profissional competente e de bom relacionamento interpessoal. Esse coordenador deve ter acesso direto à alta administração da empresa, a qual é responsável pela tomada de decisões. Equipes subordinadas a profissionais que não têm o poder de decisão dentro da empresa podem não ser eficientes, retardando a implementação do sistema. A ligação da equipe com a alta administração da empresa deve ser documentada, de preferência no organograma da empresa. A equipe, juntamente com a alta administração da empresa, também deve ser capaz de definir os objetivos do sistema APPCC. Aliás, é importante que esses objetivos sejam definidos desde o início, deixando claro se o plano será direcionado para a segurança do alimento ou se também garantirá aspectos de qualidade dos produtos. Essa definição é fundamental para que os PCC sejam identificados e analisados corretamente.

Descrição do produto e identificação da intenção de uso

Uma das tarefas iniciais na implementação do APPCC é a descrição do produto que será alvo do plano e como ele deve ser utilizado ou consumido. A descrição deve abranger o nome do produto, características como atividade de água (*Aw*), pH, temperatura de conservação, informações técnicas de embalagem primária e secundária, forma de uso esperada pelo consumidor (se é pronto para consumo ou se necessita de tratamento térmico, etc.), prazo de validade, local de venda, público a que se destina, além de outros dados que possam auxiliar na análise de perigos.

De forma ideal, o plano APPCC deve ser descrito para um produto específico, ou seja, teoricamente, devem ser desenvolvidos tantos planos APPCC quantos forem os produtos. Isso se justifica porque perigos diferentes podem existir em produtos muito parecidos e, se a análise de perigos for realizada de forma generalista, perigos específicos podem não ser corretamente identificados e controlados.

Também, recomenda-se que sejam descritos cuidados especiais de distribuição e consumo e para qual público o produto se destina, possibilitando identificar consumidores que necessitam cuidados especiais, como por exemplo, pessoas imunodeprimidas. Segundo o *Codex Alimentarius*, a intenção ou forma de uso do produto deve ser baseada na sua expectativa de uso pelo consumidor. Ela deve descrever como o produto deve ser consumido (cozido, *in natura*, frio, etc.) e a identificação de grupos de pessoas sensíveis ou alérgicas a alguns dos componentes do produto, bem como, no caso de alimentos dietéticos e *light*, o grupo a que se destina.

Essa descrição é importante porque certos níveis de contaminantes ou componentes naturais dos alimentos podem ser prejudiciais para pessoas com algum tipo de doença, gestantes, crianças abaixo de cinco anos ou idosos.

Elaboração do fluxograma de produção de cada produto

Deve ser elaborado um fluxograma contendo todas as etapas da produção do alimento que terá APPCC. Esse fluxograma deve ser simples, objetivo e contemplar todas as etapas, desde a matéria-prima até a distribuição do produto final. É aconselhável que o mesmo não tenha desenhos de instalações ou descrição de equipamentos porque isso geralmente torna o fluxograma menos compreensível.

A correta elaboração do fluxograma é muito importante, uma vez que a análise de perigos será realizada em cada etapa descrita. Se alguma etapa não estiver claramente descrita ou faltando, ela pode não ser contemplada na análise. É por essa razão que a equipe APPCC deve elaborar o fluxograma contando com a ajuda do pessoal de produção e, após essa etapa, validar o fluxograma *in loco*, ou seja, dentro da indústria de alimentos ou serviço de alimentação. Nesse momento, a equipe pode verificar se o fluxograma corresponde à realidade da produção, já que a correta identificação dos PC e PCC depende dela. Além do fluxograma contendo o nome das etapas da produção, recomenda-se que a equipe descreva, através de textos, cada etapa do fluxograma. É através dessa descrição textual que auditores, pessoal técnico, fiscais ou consumidores podem entender o que ocorre exatamente naquela etapa e quais os controles implementados. Após a elaboração do fluxograma, a equipe APPCC deve seguir a implantação do sistema, seguindo os sete princípios do APPCC descritos anteriormente.

ISO 22000

Enquanto o principal objetivo da conhecida ISO 9001 é alcançar a satisfação dos clientes através da padronização de serviços, processos ou produtos, a norma ISO 22000 foi elaborada especificamente para a gestão da segurança dos alimentos (*Internacional Organization for Standardization*, ISO 22000:2005). Essa norma ainda é pouco aplicada nas indústrias brasileiras, porém ela pode trazer expressivos benefícios à inocuidade da carne, uma vez

que contempla as características do sistema APPCC, da ISO 9001 e alguns outros controles importantes.

Com o intuito de facilitar a sua harmonização, a ISO 22000 foi elaborada em alinhamento com a ISO 9001, objetivando propiciar o máximo de benefícios para as empresas que já possuíam a ISO 9001. A ISO 22000 integra os princípios do sistema APPCC e suas etapas de implementação estabelecidas pelo *Codex Alimentarius*, as quais estão baseadas na implementação prévia dos Programas de Pré-Requisitos (PPR). Esses programas contemplam muitos dos requisitos estabelecidos, se não todos, pelas BPF, PPHO e PAC nas indústrias da carne. Assim como no APPCC, a análise de perigos é a chave para a implementação eficaz do ISO 22000. Também é muito importante para auxiliar a identificação das medidas de controle para cada perigo identificado. Durante a análise de perigos, as empresas devem determinar estratégias a serem utilizadas para assegurar o controle dos pontos identificados, combinando os PPR, PPR operacionais (na prática, as BPF, PPHO e PAC) e o APPCC.

Conforme a própria norma, todos os requisitos da ISO 22000 são aplicáveis a todas as organizações na cadeia produtiva de alimentos, independentemente de tamanho e complexidade. Alguns dos aspectos, como a comunicação interna e externa de perigos à segurança de alimentos e atendimento aos princípios do APPCC, são características muito fortes da ISO 22000. Algumas das principais questões desta norma são descritas a seguir.

Requisitos gerais

O escopo do sistema de gestão de segurança de alimentos deve identificar claramente quais os produtos serão elaborados atendendo os princípios da ISO 22000.

Apesar da crescente qualidade da carne suína brasileira, controlar todos os perigos significativos em uma indústria não é uma tarefa fácil. Uma indústria de carne suína pode produzir muitos produtos diferentes, porém nem todos,

muitas vezes, poderão estar inicialmente dentro do escopo da ISO 22000, devido ao grande número de exigências dessa norma e à dificuldade de controles apropriados em todos os seus produtos. Comumente, a ISO 22000 contempla de imediato apenas os produtos da empresa que precisam dessa certificação por exigência do mercado ou porque são vistos como estratégicos. Também podem ser escolhidos inicialmente os produtos que mais facilmente atendem grande parte da norma. Em outros casos, as empresas escolhem num primeiro momento os principais produtos produzidos em determinada planta industrial ou aqueles que oferecem maior risco à saúde pública, estendendo a ISO 22000 para os demais produtos na medida em que os controles vão sendo aprimorados.

Responsabilidade e comprometimento da direção

Para atender a esse item da norma, as empresas devem demonstrar evidências de que a segurança de alimentos faz parte de seus objetivos de negócio, ou seja, que são valores fortemente consolidados. Essas evidências podem estar registradas na política da empresa, a qual deve contemplar a segurança de alimentos. Devem ainda ser comunicadas e estarem implementadas em todos os níveis da organização, além de convergirem com os requisitos estatutários vigentes e serem apoiadas por objetivos mensuráveis. A organização necessita também evidenciar que atende aos requisitos de segurança de alimentos estabelecidos pelos clientes, além dos regulamentos técnicos e oficiais. O atendimento desse item da norma exige a responsabilidade da alta direção para proporcionar análises críticas que permitam a melhoria contínua e a garantia de recursos para a implementação do sistema de segurança de alimentos.

Comunicação

Comunicação externa

Como já colocado anteriormente neste capítulo, a comunicação é um dos itens mais destacados na ISO 22000 e uma das grandes novidades em relação a ISO 9001 e à maioria dos planos APPCC. Segundo a norma, para assegurar que os assuntos relacionados à segurança de alimentos estejam disponíveis a toda cadeia produtiva, a organização deve estabelecer, implementar e manter métodos eficazes para a comunicação com:

- Fornecedores e contratantes (isso inclui produtores de suínos).
- Clientes ou consumidores.
- Autoridades estatutárias e regulamentares (Mapa, por exemplo).
- Outras organizações que tenham impacto ou serão afetadas pela gestão do sistema de segurança de alimentos.

Além de procedimentos documentados, praticamente todos os itens das normas ISO necessitam de evidências de sua adequação às normas. Isso quer dizer que devem existir dados confiáveis da execução ou conformidade aos requisitos, que no caso da comunicação podem ser registros em ofícios, documentos e “e-mails” enviados às partes interessadas, mensagens divulgadas em “sites ou mesmo na televisão”. Há diversas formas de comunicação atualmente, as quais devem ser suficientemente eficazes para prevenir ou mesmo corrigir, da forma mais rápida possível, qualquer problema de segurança de alimentos. Como exemplos disso na produção de carne suína, podem ser citados a comunicação com produtores no caso de recebimento de animais fora das condições previamente estabelecidas, solicitação de informações a órgãos reguladores (novas legislações, por exemplo) e divulgação de informativos técnicos sobre PAC, BPF ou APPCC, entre muitos outros.

Planejamento para obtenção de produtos seguros

Segundo o item 7.1 da ISO 22000, as organizações devem planejar e desenvolver os processos necessários à obtenção de alimentos seguros. Essas atividades devem incluir os PPR, os PPR operacionais e/ou os planos APPCC.

Programa de Pré-Requisitos

De forma geral, os PPR podem ser definidos como todas as atividades específicas e documentadas que atendam aos requisitos de higiene para a produção de alimentos, conforme descrito no *Codex Alimentarius*, incluindo as BPF e a legislação vigente. Esses têm o objetivo de criar as condições higiênicas básicas para o processamento de alimentos seguros. O termo “programa” refere-se ao fato de que os PPR são mais que Instruções de Trabalho (IT), planos ou regulamentos, uma vez que são “medidas de controle” que necessitam ser monitoradas e verificadas periodicamente quanto a sua efetividade.

De acordo com Liesbeth Jacxsens, no livro *Food safety management systems for food industries*, os PPR são divididos em 14 grupos:

- PPR 1 - Limpeza e desinfecção.
- PPR 2 - Controle de pragas.
- PPR 3 - Qualidade da água e ar.
- PPR 4 - Controle e registro da temperatura.
- PPR 5 - Saúde e educação de funcionários (incluindo hábitos higiênicos apropriados nos banheiros e vestiários, hábitos higiênicos durante o trabalho, capacitações, programa médico ocupacional, exames, entre outros).
- PPR 6 - Estrutura e infraestrutura (prédios e áreas adjacentes, materiais de construção e equipamentos).
- PPR 7 - Manutenção e calibração.
- PPR 8 - Controle de resíduos;

- PPR 9 - Controle de matéria-prima.
- PPR 10 - Rastreabilidade, recolhimento, manejo de produtos rejeitados e não-conformes.
- PPR 11 - Controle de alergênicos.
- PPR 12 - Controle da contaminação química e física.
- PPR 13 - Informação nos produtos e embalagens.
- PPR 14 - Métodos de trabalho (ou Instruções de Trabalho, IT).

PPR operacionais

A definição da ISO 22000 para PPR operacional é a seguinte: “é o PPR identificado pela análise de perigos como essencial para controlar a probabilidade da introdução, contaminação ou proliferação de perigos à segurança de alimentos nos produtos ou no ambiente de processo”.

A ISO/TS 22004, norma criada para auxiliar a implementação da ISO 22000, explica que os PPR operacionais são programas que gerenciam as medidas necessárias para controlar os perigos identificados, os quais não são gerenciados pelo APPCC. Deve-se atentar para o que diz esse conceito, uma vez que ele deixa claro que os PPR operacionais devem controlar o que foi identificado pela análise de perigos, a qual geralmente é uma atividade realizada durante a elaboração dos planos APPCC. Embora, em algumas situações, os PPR operacionais possam incluir medidas de controle também descritas nos PAC, BPF ou PPHO, os PPR operacionais não devem ser classificados literalmente como PAC, BPF ou PPHO, uma vez que estes últimos, assim como os demais procedimentos de BPF, devem ser definidos e implementados antes do APPCC. Nesse sentido, os PPR operacionais podem ser melhor definidos como aquelas medidas de controle identificadas na análise de perigos, as quais controlarão os perigos com riscos “intermediários”, considerando o conceito de risco como sendo “a função da probabilidade (possibilidade) e da severidade (consequência) de um perigo”. Dessa forma, ao considerar a probabilidade e a severidade de um perigo na análise de perigos do APPCC, aqueles com riscos

baixos poderão ser controlados pelas BPF ou PPR, os riscos médios ou intermediários pelos PPR operacionais e os riscos altos por PCC.

Análise de perigos

Neste item da norma (7.4), é solicitado que a equipe de segurança de alimentos, ou equipe APPCC, conduza a análise de perigos, com base em informações levantadas pela experiência, dados epidemiológicos e informações da cadeia produtiva, entre outros. Em todas as etapas do processo, desde a matéria-prima até a distribuição, os perigos identificados devem ser apontados, assim como o nível aceitável de cada um deles. Para tanto, tabelas indicando cada matéria-prima dos produtos e as etapas de processamento dos mesmos podem ser utilizadas. Essas tabelas podem descrever também os perigos químicos, físicos e biológicos, além de uma justificativa para a ocorrência dos perigos, a sua probabilidade e severidade de ocorrência, as medidas de controle e os níveis aceitáveis para cada perigo. Tabelas semelhantes são utilizadas na análise de perigos dos planos APPCC. Embora outras formas possam ser utilizadas, a elaboração dessas tabelas facilita a clareza, a adequação da análise de perigos e contempla os itens 7.4.3 e 7.4.4 da ISO 22000. Estes itens solicitam que a avaliação dos perigos identifique as formas de eliminação e redução dos mesmos, que cada perigo tenha avaliada sua probabilidade de ocorrência e severidade do seu efeito e que medidas de controle sejam selecionadas.

As medidas de controle identificadas devem ser gerenciadas pelos PPR operacionais ou pelo plano APPCC (pelos PCC). Os métodos e os parâmetros utilizados para esta classificação devem ser documentados e os resultados da avaliação registrados.

Estabelecimento do plano APPCC

Segundo a norma, o plano APPCC deve ser documentado e incluir as seguintes informações para cada PCC:

- Perigos a serem controlados pelos PCC.
- Medidas de controle.
- Limites críticos.
- Procedimentos de monitoramento.
- Correções e ações corretivas a serem tomadas se os limites críticos forem ultrapassados.
- Responsabilidades e autoridades.
- Registro de monitoramento.

Nota-se que essas exigências são basicamente as mesmas solicitadas pelos sete princípios do APPCC divulgados pelo *Codex Alimentarius* e demais órgãos. Apesar de não estar citado nesse item da norma, como complemento e adequação aos pontos acima relacionados, sugere-se também a realização e registro dos procedimentos de verificação de cada PCC. Um ponto importante a ser lembrado na ISO 22000 é que ela não faz nenhuma referência sobre os PC, os quais são muito utilizados nos APPCC implementadas no Brasil.

Planejamento da verificação

O item 7.8 da ISO 22000 relata que deve haver o planejamento da verificação, definindo o propósito, métodos, frequência e as responsabilidades da mesma. As atividades de verificação devem confirmar que os PPR operacionais e os elementos do plano APPCC estão implementados e são eficazes, que as entradas para a análise de perigos são atualizadas continuamente, que os níveis de perigos estão dentro do aceitável e que outros procedimentos requeridos pela organização estão implementados e são eficazes. A norma também expressa que quando a verificação, baseada na análise de produtos finais, demonstrar que estes estão fora dos níveis aceitáveis, os lotes dos produtos

analisados devem ser tratados como produtos potencialmente inseguros. Neste item, a ISO 22000 relata que as empresas devem assegurar que os produtos não-conformes não entrem na cadeia produtiva sem que alguma ação tenha sido tomada para torná-los seguros. Essas ações podem ser quaisquer medidas que reduzam os perigos até níveis aceitáveis, como, por exemplo, a cocção prolongada de um embutido suíno. Um aspecto importante desse item é que os produtos potencialmente inseguros ou não-conformes devem ser identificados, segregados e avaliados antes de sua utilização. No caso de um produto inseguro ter sido liberado, contaminado por *Salmonella*, por exemplo, a norma relata que as partes interessadas devem ser comunicadas e o recolhimento iniciado.

Sistema de rastreabilidade

A norma ISO 22000 expressa que a organização deve implementar um sistema de rastreabilidade que permita a identificação de lotes de produtos e sua relação com matérias-primas, processamento e registros de liberação. Esse sistema deve permitir que sejam identificados os materiais recebidos de fornecedores diretos e os produtos feitos com eles. Registros devem ser mantidos por um tempo determinado pela própria empresa, os quais possibilitem o tratamento adequado de produtos potencialmente inseguros e eventuais recolhimentos.

A rastreabilidade tem sido um dos principais pontos abordados em auditorias das normas ISO. Uma prática frequente é a escolha aleatória de um ou mais produtos elaborados pela empresa e auditada a rastreabilidade de seus controles de processo e suas matérias-primas. Atenção especial deve ser direcionada ao controle e rastreabilidade quando ocorre o agrupamento de suínos de diversos produtores em um mesmo caminhão, ou mesmo em baias de espera nos próprios frigoríficos. Esse mesmo obstáculo pode ser encontrado do outro lado da cadeia produtiva, quando os produtos suínos prontos saem dos supermercados ou grandes centros de distribuição, dificultando a rastreabilidade dos clientes finais. Em teoria, a rastreabilidade deve permitir a identificação dos alimentos desde a “fazenda até a mesa do consumidor”.

Recolhimentos

A organização deve elaborar um documento escrito que descreva os procedimentos a serem realizados quando for necessário o recolhimento de lotes inseguros, com o apontamento das pessoas autorizadas a iniciar o processo e as autorizadas a executar os procedimentos. Além disso, deve haver instruções documentadas que estabeleçam como será realizada a informação às partes interessadas (por exemplo, autoridades estatutárias, consumidores e clientes, entre outros) e o que deve ser feito com os lotes recolhidos ou em estoque. Os produtos recolhidos precisam ser mantidos em segurança até que tenham um destino final, como destruição ou reprocessamento. Os dados dos recolhimentos devem ser registrados e encaminhados à alta direção, a fim de servirem como entradas de reuniões de análise crítica. A empresa também terá que registrar e avaliar a eficácia dos recolhimentos, o que pode ser realizado através da análise de simulações de recolhimentos ou mesmo através da análise de recolhimentos reais.

Recolhimentos são ações tomadas, na maioria das vezes, como último recurso para prevenir problemas graves que possam comprometer a saúde dos clientes. Geralmente, o que desencadeia a ação de recolhimento é a identificação de surtos alimentares ou contaminações perigosas em produtos que já estão no mercado, sendo utilizados pelos clientes. Nesses casos, as ações a serem tomadas podem servir para evitar um número maior de eventos indesejáveis, principalmente se parte dos lotes já tiver sido consumido. Situações como recolhimentos necessitam de ações rápidas, bem organizadas, as quais serão realizadas, provavelmente, sob elevados níveis de tensão, o que justifica o seu planejamento prévio. De forma geral, os recolhimentos envolvem grandes investimentos monetários devido à necessidade de contratação de pessoal, meios de transporte e locais para armazenamento de produtos recolhidos, os quais devem ser mantidos sob vigilância para evitar o uso indevido, por exemplo, por saqueadores.

Validação, verificação e melhoria do sistema de gestão de segurança de alimentos

Esse item da norma descreve que a equipe de segurança de alimentos deve validar medidas de controle (temperatura, Aw e pH, por exemplo) ou combinações de medidas de controle (chamuscamento e ácido orgânico, cocção e nitrito ou nitrato, por exemplo), antes da inclusão das mesmas nos PPR operacionais ou nos planos APPCC.

A validação pode ser realizada através de testes, experimentos ou mesmo pelo uso de legislações e bibliografia científica especializada. Os procedimentos de validação das medidas de controle são bastante importantes, uma vez que evidências devem ser apresentadas a respeito do controle dos perigos identificados. A validação tem o objetivo de demonstrar que tais perigos estarão sendo controlados de modo eficaz pelas medidas de controle planejadas. Caso isso não ocorra, novas medidas de controle ou combinações de medidas de controle devem ser implementadas e validadas novamente. A validação é um processo que pode necessitar um considerável rigor metodológico, uma vez que precisa seguir planos amostrais confiáveis, métodos reconhecidos e também validados, sempre com embasamento científico. Quando certos perigos não são controlados pelas medidas de controle implementadas em uma empresa, uma análise de riscos pode ser conduzida, a fim de levantar dados e subsidiar a tomada de decisão segura, para o controle de uma contaminação específica.

Implicações práticas

Exemplos de controles específicos na industrialização da carne suína

Ainda que cada empresa deva realizar planos APPCC específicos para seus produtos, alguns controles podem ser sugeridos como PC ou PCC. As seguintes etapas poderiam ser consideradas como PC baseado em fluxograma genérico de abate de suínos:

- Lavagem dos animais anterior à insensibilização, controle da qualidade da água, temperatura e possibilidade de cloração.
- Sangria, treinamento de operadores e higienização adequada dos instrumentos utilizados.
- Escalda, controle da qualidade da água, temperatura e possibilidade de adição de cloro ou outro desinfetante.
- Chamuscamento ou flambagem, treinamento de operadores.
- Toalete, treinamento de operadores.
- Evisceração, remoção da cabeça, divisão das carcaças e desossa; treinamento de operadores, higienização de utensílios e superfícies de contato e temperatura do ambiente.
- Lavagem final das carcaças com água ou vapor quente, qualidade da água, possibilidade de cloração ou adição de ácido orgânico e controle de temperatura).
- Resfriamento, temperatura das câmaras frigoríficas e espaçamento entre carcaças, temperatura do *chilling*, quando aplicável.
- Cortes, temperatura das salas, higienização de utensílios e superfícies de contato e procedimentos higiênicos por parte dos funcionários.

Considerações específicas sobre a situação brasileira estão disponíveis no Capítulo 4, que trata do controle de *Salmonella* em matadouros-frigoríficos.

Em relação aos PCC, a Circular nº 369/2003, da Divisão de Controle e Comércio Internacional do Mapa, estabelece como PCC mínimos no abate de animais os seguintes pontos:

- Contaminação das carcaças por fezes.
- Controle da ingesta antes do abate.
- Temperatura da carcaça ao final do resfriamento.

A mesma circular descreve que os PCC devem ser estabelecidos considerando a prevenção de perigos à saúde pública e a sua probabilidade de ocorrência.

Exemplos de controles específicos na industrialização de rações

De forma geral, as fábricas de ração devem estar sem excesso de pó e bem organizadas. Mesmo que o pó seja um resíduo usual dessas indústrias, as empresas devem implementar ações que reduzam a presença dele dentro da área produtiva e de armazenamento. Para isso, sugere-se a revisão do maquinário, com a vedação de furos e frestas, e a verticalização excessiva dos equipamentos. A programação e execução de limpezas e sanitização periódicas, com registros, também devem ser implementadas. Como pontos principais que podem ser sugeridos como PC ou PCC, citam-se:

- O controle de micotoxinas e umidade no recebimento das matérias-primas e no armazenamento.
- O controle de perigos físicos metálicos (limalhas de metal, parafusos e arames, entre outros) através de colocação de ímãs e detectores de metais nas linhas de produção.
- O controle de *Salmonella* e outros microrganismos de interesse nas matérias-primas (recebimento de cargas com laudo de análise) e no ambiente da fábrica (coletando amostras de superfícies que entram em contato com as matérias-primas e também dos produtos finais).

Atenção

Implementar um sistema que padronize procedimentos, controle processos e identifique perigos específicos em agroindústrias que manipulam carne suína é necessidade e oportunidade ao mesmo tempo. Necessidade porque parte desses sistemas é exigência legal. E oportunidade porque a real incorporação deles à rotina de produção trará vantagens competitivas dentro de um mercado que se torna cada vez mais rigoroso em relação à qualidade e segurança dos alimentos. Para sair do campo das intenções e levar para a prática qualquer um dos sistemas tratados neste capítulo, uma palavra é essencial: comprometimento. Do dono da empresa aos operários, todos devem ter compromisso com a implementação do sistema escolhido.

Resumo de Ideias

01

Prevenir e controlar a contaminação química, física e biológica dos produtos feitos a partir da carne suína são situações viáveis com a implementação de sistemas compulsórios e voluntários.

02

Os sistemas compulsórios são os Programas de Autocontrole (PAC), que contemplam as Boas Práticas de Fabricação e dos Perigos e Pontos Críticos de Controle; já as Normas ISO e a Análise de Riscos são voluntárias.

03

Implementação e implantação são diferentes. Implementação significa que “o que está escrito está sendo feito, e o que está sendo feito está escrito”. A implantação de manuais não significa que eles estejam sendo seguidos.

04

A implementação de qualquer um dos sistemas depende do apoio irrestrito da direção da empresa e da gerência da área industrial. De preferência, esse comprometimento deve constar nos documentos que orientam o negócio.

05

Investir na sensibilização dos colaboradores e comunicar com eficiência o que significa para a empresa a implementação do sistema escolhido são necessidades imprescindíveis.

06

É preciso formar uma equipe, de preferência, multidisciplinar para implementar o sistema escolhido. Contar com um consultor externo, na maior parte das vezes, significa economia de tempo, esforço e dinheiro.

07

Implementar o processo escolhido é uma ação contínua. Ou seja, é necessário realizar as auditorias indicadas e manter a estrutura criada para que todo o esforço colocado em prática não seja jogado fora.

Referência

TONDO, E. C.; BARTZ, S. **Microbiologia e sistemas de gestão da segurança de alimentos**. Porto Alegre: Sulina, 2014.

Literatura recomendada

ALMEIDA, C. R. O Sistema HACCP como instrumento para garantir a inocuidade dos alimentos. **Higiene Alimentar**, v. 12, n. 53, p. 12-20, jan./fev. 1998.

BANG, D. D.; NIELSEN, E. M.; SCHEUTZ, F.; PEDERSEN, K.; HANDBERG, K.; MADSEN, M. PCR detection of seven virulence and toxin genes of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* isolates from Danish pigs and cattle and cytolethal distending toxin production of the isolates. **Journal of Applied Microbiology**, v. 94, p. 1003-1014, 2003.

BESSA, M. C. **Caracterização fenotípica e genotípica de amostras de *Salmonella enterica* sorovar Typhimurium isoladas de suínos no Rio Grande do Sul**. 2006. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BOLTON, D. J.; PEARCE, R.; SHERIDAN, J. J.; MCDOWELL, D. A., BLAIR, I. S. Decontamination of pork carcasses during scalding and the prevention of *Salmonella* cross contamination. **Journal of Applied Microbiology**, v. 94, p. 1036-1042, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento e Inspeção dos Produtos de Origem Animal. Portaria n. 368, de 4 set. 1997. Regulamento técnico sobre as condições- higiênico-sanitárias e de boas praticas de fabricação para estabelecimentos elaboradores/industrializadores de alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1997. 14 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº 46, de 10 de fevereiro de 1998. Manual genérico de procedimentos para APPCC em indústrias de produtos de origem animal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 mar. 1998. Seção 1, p. 24.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Divisão de Controle do Comércio Internacional. Circular nº 369, de 02 de junho de 2003. **Instruções para elaboração e implantação dos sistemas PPHO e APPCC nos estabelecimentos habilitados à exportação de carnes.** Brasília, DF.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Circular nº 175/2005/CGPE/DIPOA, de 16 de maio de 2005. **Procedimentos de Verificação dos Programas de Autocontrole.** Brasília, DF.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. OFÍCIO CIRCULAR nº 12 /2010/GAB/DIPOA, de 31 de março de 2010. **Aves e suínos:** padronização das frequências e planilhas para a verificação oficial dos elementos de inspeção. Brasília, DF.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Hazard analysis & critical control points (HACCP)**, 2010. Disponível em <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/HACCP/>. Acesso em: 21 ago. 2015.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia dos alimentos seguros.** 2. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 22000:** food safety management systems: requirements for any organization in the food chain. Geneve, 2005.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO/TS 22004:** food safety management systems: guidance on the application of ISO 22000:2005. Geneve, 2005.

JACXSENS, L.; DEVLIEGHIERE, F.; UYTENDAELE, M. **Quality management systems in the food industry.** 2nd ed. Sofia, Bulgaria: St Kliment Ohridski University Press, 2009. 141 p.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos.** Porto Alegre: ArtMed, 2005.

LAMMMERDING, A. **Using microbiological risk assessment (MRA) in food safety management.** Belgium: International Life Sciences Institute, 2007. 40 p.

MORTLOCK, M. P.; PETERS, A. C.; GRIFFITH, C. J. Food hygiene and hazard analysis critical control point in the United Kingdom food industry: practices, perceptions, and attitudes. **Journal of Food Protection**, v. 62, p. 786-792, 1999.

NATIONAL ADVISORY COMMITTEE ON MICROBIOLOGICAL CRITERIA FOR FOODS. Hazard analysis and critical control point principles and application guidelines. **Journal Food Protection**, v. 61, n. 9, p. 1246-1259, 1998.

SILVA JUNIOR, E. A. **Manual de controle higiênico-sanitário em serviços de alimentação**. 7. ed. São Paulo: Varela, 2014.

TONDO, E. C.; MANFROI, V. Análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC) na elaboração de vinhos. In: Curso de especialização por tutoria à distância. Brasília, DF: ABEAS, 1999. v. 13.



Capítulo 2

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: Luíza Letícia Biesus



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



Foto: Luiza Letícia Biesus

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 Leticia 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).

Foto: Luíza Letícia Biesus



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

Foto: Luíza 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 Leticia Biesus

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



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.

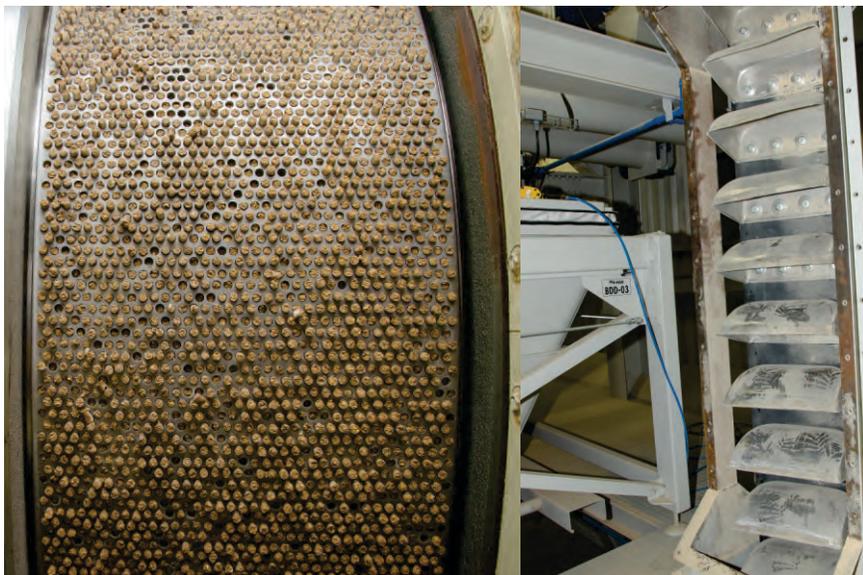


Foto: Luiza Letícia Biesus

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: Luíza 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: Luíza 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 Levnettsmidler 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, melação 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 Sindirações 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 an of formaldehyde-gás fumigariam 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 fishing pigs produced in Switzerland-the impact of the production pathway. **International Journal o Food Microbiology**, v. 100, p. 289-310, 2005.

SMYSER, C. F.; SNOEYENBOS, G. H. Evaluation of organic ácidos and other compounds as *Salmonella* antagonistas 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 n° 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 n° 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 Infections. **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 Health 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*. **Foodborne Pathogens and Disease**, v. 7, p. 3-15, 2010.

WIERUP, M.; HÄGGBLUM, 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.



Capítulo 3

CONTROLE DE SALMONELA NAS GRANJAS DE SUÍNOS

Nelson Morés

Armando Lopes do Amaral

Jalusa Deon Kich

Introdução

A contaminação por salmonela em rebanhos suínos se caracteriza por dois problemas: gastroenterites e septicemias causadas pela presença de sorovares patogênicos adaptados ao suíno e a contaminação das carcaças por sorovares que não causam a doença nos animais, porém são associadas à ocorrência de Doenças Transmitidas por Alimentos em humanos. A prevenção da doença em suínos envolve limitar o acesso dos animais às fontes de infecção. É possível também lançar mão de vacinação quando o diagnóstico e a dinâmica da infecção forem bem estabelecidos. O tratamento é baseado na aplicação parenteral de antibióticos, que possui valor relativo. Simultaneamente, devem ser adotadas medidas de higiene e manejo, ou seja, Boas Práticas de Produção, principal objetivo desse capítulo.

Na suinocultura brasileira, o maior desafio é manter a contaminação superficial das carcaças em níveis suficientemente baixos, que não caracterizem risco ao consumidor e que sejam comercialmente aceitáveis. Este desafio é baseado em dois fatos:

- A prevalência de animais portadores e excretores da salmonela na idade de abate é o principal fator de risco para a contaminação superficial de carcaças.
- O registro de elevadas prevalências, tanto sorológica como bacteriológica, em rebanhos no Sul do Brasil.

Essa realidade indica que medidas de controle direcionadas à fase de produção dos animais nas granjas são estratégicas.

Suínos, uma vez infectados, permanecem como portadores da salmonela no intestino e linfonodos mesentéricos. Quando estes animais são enviados ao frigorífico, como consequência do estresse do transporte e do pré-abate, eliminam a salmonela nas fezes. Estas fezes contaminam o ambiente pré-abate, como carrocerias dos caminhões e baias de recepção e espera no abatedouro. Assim, a infecção dos animais, que ocorre via oral, é amplificada, o que aumenta a prevalência de suínos excretores de salmonela nas fezes. Isso contribui para a contaminação superficial das carcaças e sua manutenção até o produto final.

Vários trabalhos foram realizados em diferentes países para identificar os fatores de risco mais relevantes no processo de produção de suínos. A maioria deles associa a maior infecção por salmonela nos rebanhos a questões de biossegurança e higiene das instalações. As práticas que levam em conta a logística de formação dos lotes nas terminações, a qualidade do vazio sanitário, a higiene das instalações, equipamentos e animais durante todo período produtivo, o controle de vetores, em especial roedores e moscas, bem como a qualidade dos alimentos e água fornecida aos animais, são pré-requisitos fundamentais para o controle dessa infecção nas granjas de suínos.

Como a salmonela pode permanecer e se multiplicar fora do organismo animal, sua erradicação é considerada praticamente impossível. A capacidade de sobrevivência e a facilidade de introdução da bactéria nas granjas também reforçam a importância das medidas de biossegurança e higiene. Alguns animais, uma vez infectados, podem permanecer portadores e numa situação de estresse (transporte, vacinação, misturas, infecções concomitantes, entre outros) passam a eliminar a salmonela nas fezes, contaminando o ambiente e, assim, aumentando sua disseminação e favorecendo a reinfecção.

A salmonela pode ser introduzida em uma granja de ciclo completo (CC), produtora de leitões (unidade de produção de desmamados - UPD ou unidade de produção de leitões - UPL) ou em um lote de suínos no sistema “todos dentro, todos fora” (crechários ou terminadores) de várias maneiras, porém a mais importante delas é o movimento/introdução de suínos saudáveis e portadores da bactéria. Outras formas importantes de introdução da salmonela em um rebanho ou lote de suínos são:

- Alimento e água contaminados.
- Contaminação residual do lote anterior na instalação.
- Animais excretadores.
- Aves e outros animais domésticas.
- Aves e outros animais silvestres.
- Roedores e insetos (moscas) portadores.

- Veículos.
- Trabalhadores.
- Visitantes.
- Equipamentos e cama contaminados.

Portanto, para reduzir o risco de introdução da infecção em rebanhos suínos e minimizar sua disseminação ao longo da vida produtiva até a planta de abate, é importante dispor de instrumentos e cuidados especiais e um programa básico de monitoria e checagem dos pontos mais relevantes, conforme descrição feita a seguir.

Animais de reposição ou para formação de lote de engorda

Os suínos para reprodução devem ser adquiridos de Granjas de Reprodutores Suídeos Certificadas (GRSC, conforme Instrução Normativa nº 19 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, de 2002). Para formação de um lote de engorda ou em crechários, o ideal é que os leitões sejam de uma única origem (UPL, UPD ou crechário). Infelizmente, no Brasil a grande maioria dos crechários e terminações é povoada com leitões de múltiplas origens. Esse procedimento é um dos principais fatores de risco, não apenas para infecção por salmonela, mas também para a maioria das doenças da suinocultura, facilitando a disseminação horizontal e multiplicação de agentes infecciosos. Isso ocorre essencialmente em função da mistura de leitões num mesmo ambiente, nem todos portadores de determinados patógenos e com diferentes níveis de imunidade para agentes específicos. Adicionalmente, é importante que a granja de origem mantenha um sistema de monitoria e controle de salmonela.

Após a introdução de salmonela em um rebanho CC, UPD ou UPL que nunca é totalmente despovoado, com o tempo, o plantel de reprodutores desenvolve imunidade, reduzindo o nível de infecção transmitida aos leitões.

Todavia, a necessidade constante de reposição de reprodutores implica na introdução de leitões com níveis de imunidade diferente das porcas, dando origem a subpopulações de leitões mais susceptíveis a infecções.

Quando os rebanhos estão contaminados por salmonela, o objetivo passa a ser a manutenção da disseminação da bactéria a mais baixa possível. Para tanto, é necessário a implementação de Boas Práticas de Produção na rotina da granja, mantendo boa qualidade de higiene e correto manejo “todos dentro, todos fora”, por sala ou galpão, seguindo rigorosamente os procedimentos de limpeza, desinfecção e vazio sanitário nas fases de maternidade, creche e terminação.

Fluxo de suínos

Produção contínua x produção em lotes

O controle de qualquer infecção, incluindo salmonela, é particularmente difícil em rebanhos que utilizam o sistema de produção contínuo, sem quebra do ciclo de infecção entre os lotes produzidos. Somado a isto, é comum no Brasil o comércio de leitões para crechários e terminações realizado por peso e não por idade ou lote produzido. Consequentemente, ocorre mistura de leitões de diferentes lotes, além do fato dos mais leves serem mantidos na granja e misturados ao lote seguinte de animais mais jovens. Esses leitões podem disseminar patógenos entre os leitões do lote seguinte, inclusive salmonela.

A produção de suínos com idade semelhante no sistema “todos dentro, todos fora”, com vazio sanitário adequado entre lotes, efetivamente reduz a prevalência e gravidade dos problemas sanitários e a contaminação por bactérias importantes na segurança dos alimentos, como salmonela.

Na situação onde a granja possui baias grandes, a mistura de um número elevado de leitegadas numa mesma baia aumenta a disseminação horizontal de infecções. Portanto, deve ser minimizado. O ideal seria que as baias de creche e terminação abrigassem sempre a mesma leitegada ou que as baias no desmame

fossem pequenas, com 12 leitões, oriundos de três leitegadas no máximo. Madec et al. (1998), identificou como fator de proteção para enterites pós-desmame a manutenção de menos 23 leitões por baía, oriundos de no máximo quatro leitegadas. Porém, tal recomendação dificilmente é atendida dentro da atual estrutura e logística de produção de suínos no Brasil.

Funcionários da granja

Todos os funcionários da granja devem receber treinamento periódico sobre os princípios de biossegurança, higiene, vazios sanitários e produção em lotes. Os principais procedimentos que envolvem esses aspectos devem ser descritos de forma clara, objetiva e em linguagem simples para disponibilizá-los aos funcionários. Eles precisam entender por que devem respeitar e executar os diferentes procedimentos de forma padronizada e sistemática.

O fluxo do manejo utilizado pelos funcionários na execução das atividades de rotina na granja deve ser sempre dos lotes mais jovens para os lotes mais velhos. As mãos devem ser lavadas e as botas limpas e desinfetadas sempre que o funcionário sair de uma instalação e entrar em outra. Quando a salmonela está presente em uma granja, a raspagem do piso compacto para limpeza diária representa um potencial enorme para disseminação da infecção entre diferentes baias, principalmente pelos equipamentos de limpeza (pá e vassoura) e calçados do funcionário. Independente do tipo de instalação, os instrumentos de limpeza, como pá e vassoura, e o calçado do funcionário que realiza a limpeza das baias devem ser específicos para cada sala. Granjas que possuem fábrica de ração devem ter um funcionário específico para esse setor, ou pelo menos trocar roupas e calçados e lavar as mãos quando for manejar a fábrica.

Veículos de transporte de animais

Veículos de transporte de suínos/ração/insumos possuem alto risco de introduzir a infecção em um rebanho. Após todo transporte de suínos, o veículo deve ser limpo e desinfetado completamente (Figura 1). Jamais devem ser utilizados veículos que transportaram suínos para o deslocamento de ração ou insumos para a granja. Preferencialmente, veículos de transporte de suínos não devem ser compartilhados com outras granjas. Todavia, isso só é possível para granjas grandes, o que não acontece na maioria dos casos no Brasil, inclusive nos sistemas integrados. Neste caso, os veículos precisam ser completamente lavados e desinfetados a cada carga de suínos transportada.

Foto: Luiza Letícia Biesus

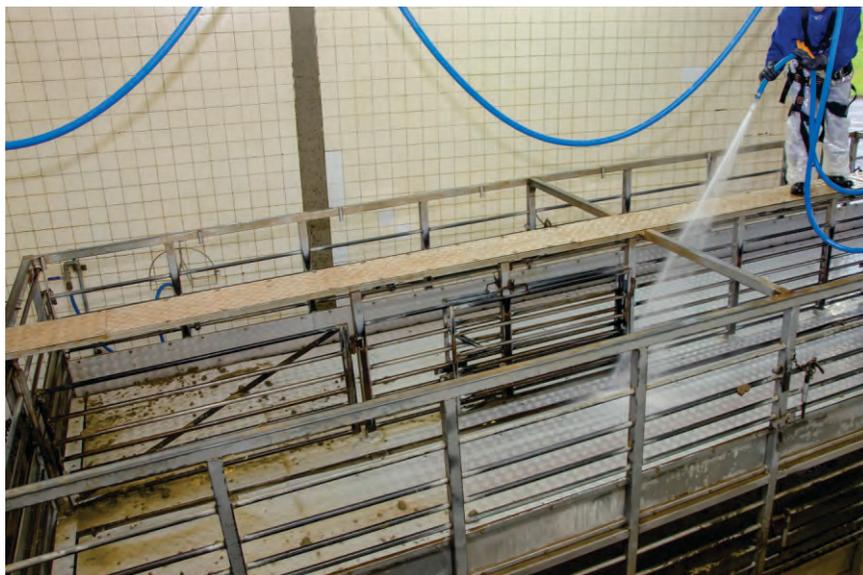


Figura 1. Após o transporte dos suínos, o caminhão deve ser lavado e desinfetado.

Limpeza, desinfecção e vazio sanitário das instalações

A limpeza e desinfecção das instalações é um conjunto de procedimentos que tem como objetivo eliminar o máximo possível de agentes causadores de doenças. A eficiência da limpeza e desinfecção na eliminação de bactérias nas instalações está descrito na Tabela 1. A limpeza e desinfecção das baias não elimina completamente a contaminação, podendo chegar até 97 % de eficiência, provavelmente devido à rugosidade da superfície das baias.

Tabela 1. Contagem total de bactérias viáveis nas instalações de acordo com a etapa de limpeza e desinfecção.

Situação da instalação	Bactérias viáveis por cm ²
Imediatamente após a saída dos animais	50.000.000
Após a lavagem	20.000.000
Após lavagem com água quente e detergente	100.000
Meta após a desinfecção	1.000

Fonte: adaptado de Gadd (2011).

O vazio sanitário refere-se ao tempo, geralmente contado em dias, que a instalação ou sala fica vazia, a partir da desinfecção até a entrada do próximo lote. Este período complementa a redução da contaminação residual por manter o local limpo, seco e livre de animais. Quando a limpeza, desinfecção e vazio sanitário são realizados adequadamente, a instalação não atuará como fonte de contaminação para o próximo lote.

A seguir estão relacionados os principais passos para realização dos procedimentos adequados de limpeza e desinfecção:

Lavagem

A limpeza úmida deve iniciar logo após a retirada dos animais. O ideal é até 25 minutos depois da saída. A lavagem da sala ou instalação deve ser completa e inclui equipamentos (comedouros, bebedouros e canos de distribuição de ração, entre outros), piso, corredores, paredes, forro, cortinas, pá, vassoura, carregador e calhas de dejetos. Os locais mais contaminados dentro da granja são piso, comedouros e bebedouros (Figura 2).

Fotos: Luiza Letícia Briesus



Figura 2. O ideal é que a limpeza úmida inicie 25 minutos após a saída dos animais.

Aplicação de detergente

Após a lavagem úmida com retirada bruta de toda matéria orgânica, é indicado o uso de um detergente para auxiliar na limpeza final (Figura 3). O produto deve ser diluído de acordo instruções do fabricante (consultar o técnico). Para simplificar o procedimento, deve ser calculado um litro da solução por metro quadrado de área de piso da instalação. Esta quantidade deve

ser aplicada em todas as superfícies, incluindo forro, paredes e corredores. O objetivo do uso de detergente é emulsificar as gorduras e matéria orgânica e remover o biofilme existente nas superfícies da instalação e equipamentos, para melhorar a eficiência do desinfetante na inativação dos microrganismos.



Fotos: Laiza Letícia Biesus

Figura 3. Aplicação de detergente é decisiva para eficácia da limpeza das instalações.

Vistoria da instalação antes da desinfecção

Realizar a vistoria com as instalações limpas e secas antes da desinfecção (Figura 4). Este passo é importante, uma vez que o desinfetante diminui sua eficiência na presença de restos de fezes e ração (matéria orgânica). Quando o procedimento não foi bem realizado, é comum se observar resíduos aderidos ao piso, paredes, comedouros ou bebedouros (concha). É mais fácil identificar esses resíduos com as instalações secas. Nas situações em que a vistoria precisa ser realizada com as instalações molhadas, indica-se abrir as cortinas para aumentar a claridade, melhorando a visualização. Caso necessário, as áreas com identificação de resíduos devem ser lavadas novamente (Figura 5).

Sempre que um sistema de vistoria é realizado, os procedimentos de rotina tendem a melhorar. Porém, o sucesso da vistoria depende do rigor com que os procedimentos são realizados. Desta forma, a equipe é estimulada a realizar as atividades corretamente para não ter que repetir o trabalho.

Foto: Osmar A. Dalla Costa



Figura 4. Antes da desinfecção, é preciso verificar se a sala está limpa, sem resíduos.

Fotos: Luiza Letícia Biesus



Figura 5. A foto acima mostra a presença de fezes nas instalações após a lavagem.

Desinfecção da instalação

Antes de iniciar a desinfecção, verificar se a lavagem foi bem feita e se a instalação está completamente seca. A água residual da lavagem que permanece nos comedouros, bebedouros e piso deve ser retirada com auxílio de uma esponja, pano ou rodo antes da desinfecção (Figura 6). Para desinfecção, também utilizar um litro da solução pronta do desinfetante por metro quadrado do piso da instalação ou sala. Todas as superfícies, incluindo equipamentos (comedouros, bebedouros e canos de distribuição de ração, entre outros), piso, corredores, paredes, forro, cortinas, pá, vassoura, carregador e calhas de dejetos, devem ser desinfetadas (Figura 7). O desinfetante a ser utilizado deve seguir uma recomendação técnica em função dos problemas sanitários ocorridos na região ou em lotes anteriores.



Foto: Luíza Letícia Biesus

Figura 6. A água residual em equipamentos pode ser retirada com uma esponja.

Fotos: Jairo Backes



Figura 7. O trabalho de desinfecção deve contemplar todas as partes da instalação.

Vazio sanitário

Após a aplicação do desinfetante, manter as portas da instalação ou sala sempre fechadas para impedir a entrada de animais e pessoas. As cortinas devem ser manejadas de acordo com o clima e época do ano. Em dias ensolarados, em crechários e terminações que utilizam o sistema “todos dentro, todos fora”, as cortinas devem permanecer abertas para facilitar a secagem das instalações. Neste caso, a utilização de telas protege a granja da entrada de pássaros e outros animais. Em dias úmidos, chuvosos ou com neblina e à noite, as cortinas devem permanecer fechadas.

Nas granjas onde sempre são mantidos animais e o vazio sanitário é realizado por sala, a mesma deve permanecer totalmente fechada, até a entrada do próximo lote.

Condições mínimas de biosseguridade da granja

As práticas de biosseguridade em granja de suínos devem ser aplicadas tanto internamente na granja, para evitar a manutenção, multiplicação e disseminação de agentes patogênicos dentro do rebanho, quanto externamente, para proteger o rebanho do ingresso de agentes infecciosos. Como prevenção da transmissão de salmonela, internamente destacam-se a higienização diária da granja, a limpeza e desinfecção das instalações/salas após a saída de cada lote de suínos e o controle de vetores internos, como ratos e moscas. Na proteção do rebanho, são decisivos o isolamento da granja (evitando o contato com outros animais, roedores e moscas), o controle da circulação de pessoas dentro da cerca de isolamento da granja (técnicos, produtores e visitantes), o controle da entrada de veículos e o controle da origem dos animais. Consequentemente, toda granja de suínos deve ter o mínimo de condições de biosseguridade, descritas na sequência.

Isolamento da granja

O objetivo é simples: limitar o acesso de animais, pessoas e veículos à granja, exceto os funcionários, técnicos e eventuais visitantes (sempre cumprindo o vazio sanitário de pelo menos um dia quando esse visitante tenha passado por outra granja). Para isso, é fundamental colocar uma cerca de isolamento com tela e mureta inferior circundando toda a granja, instalada no mínimo a 10 metros das instalações (Figura 8).

A cerca periférica deve ter apenas um portão de entrada para veículos, o qual deve permanecer fechado com cadeado e ser utilizado somente em casos de reforma das instalações ou transporte de equipamentos grandes. Nesta cerca deve estar localizado o embarcadouro/desembarcadouro escritório com chuveiro e banheiro, fábrica e/ou depósito de ração, estoque de equipamentos e câmara de compostagem ou de resfriamento para animais mortos e restos de parto (placenta, natimortos múmias). O depósito/tratamento dos dejetos deve ser construído fora da cerca de isolamento para evitar que o veículo que trans-

porta este resíduo entre na granja. A cerca deve ser rotineiramente vistoriada e manter-se sempre em bom estado.



Foto: Jairo Backes

Figura 8. Cerca periférica deve ser instalada a pelo menos 10 m das instalações.

No planejamento da construção de uma granja, a distância de outros rebanhos de suínos e abatedouros é um ponto que precisa ser considerado. Indica-se uma distância mínima de 500 m, em função do risco de contaminação pelo ar e vetores (moscas e ratos) sobre os quais o homem não tem absoluto controle.

Acesso ao interior da granja

O acesso de pessoas à granja deve ser restrito através de uma portaria que possua escritório, banheiro e vestiário. As demais entradas (portão para veículos, fábrica/depósito de ração) devem permanecer sempre fechadas com cadeado. Toda granja necessita de um programa de manutenção e melhorias permanente. Por isso, deve dispor de um sistema de desinfecção por aspersão (*spray*)

para desinfetar utensílios necessários na manutenção de equipamentos e instalações (caixa de ferramentas, escadas, entre outros).

Para entrar na granja, tanto funcionários, como técnicos e visitantes, devem estar no mínimo um dia sem contato com outros suínos, laboratórios e abatedouros. Geralmente, nas granjas que pertencem a um mesmo sistema de integração, o técnico e o vacinador têm permissão para entrar em mais de uma granja por dia, seguindo procedimentos determinados pela empresa como banho, troca de roupa e calçado exclusivos da granja, sempre em acordo com a exigência de biossegurança da granja. No planejamento de visita, o técnico deve seguir o fluxo de idade dos animais, dos mais jovens para os mais velhos, e nunca ao contrário.

Portaria

A portaria deve atender pelo menos três propósitos:

- Biossegurança da granja, com controle da entrada de pessoas, equipada para banho, troca de roupas e calçados. As visitas devem ser rigorosamente controladas e restritas apenas àquelas essenciais.
- Escritório com os registros de produção e documentos da granja, incluindo livro de registro para controle de entrada de pessoas.
- Farmácia em boas condições para armazenamento de produtos veterinários.

Embarcadouro/desembarcadouro

Deve estar localizado na cerca periférica, próximo ao escritório, para garantir a biossegurança e facilitar os procedimentos burocráticos de embarque e desembarque dos animais (Figura 9). Preferencialmente, este local deve ter cobertura para facilitar o embarque dos animais em dias de chuva.

Foto: Osmar A. Dalla Costa



Figura 9. O embarcadouro de animais deve estar localizado na cerca periférica.

Alimento

Quando a ração é fabricada na propriedade, o produtor deve cumprir as Boas Práticas de Fabricação (BPF), adquirir insumos de boa qualidade e impedir o acesso de animais, como pássaros, gatos e cães, à fábrica. É essencial ter um adequado sistema de controle de roedores, pois é neste local que o alimento está disponível, estimulando a sua multiplicação. Qualquer tipo de umidade, a exemplo de infiltração e goteira, deve ser evitado tanto na fábrica quanto no depósito de insumos e ração, pois a umidade favorece a multiplicação de salmonela e outros microrganismos.

Atualmente, a maioria das granjas recebe ração a granel e possui sistema de silos de armazenagem. Neste caso, os silos devem ser instalados justapostos à cerca e do lado interno, permitindo o abastecimento pelo lado de fora da cerca (Figura 10). Dessa forma, o caminhão transportador de ração não entra no perímetro interno da granja. Isso vale também para o armazenamento de ingredientes para aqueles que fabricam a ração na propriedade.



Foto: Jairo Backes

Figura 10. Os silos de armazenagem devem ficar justapostos à cerca periférica.

Sendo a ração uma fonte de infecção de salmonela aos suínos, é importante consultar capítulos específicos sobre implantação de programas de BPF (Capítulo 1) e controle de salmonela em fábricas de ração (Capítulo 2).

Destino de suínos mortos e restos de parto

Toda granja de suínos possui uma mortalidade de animais considerada aceitável. Em granjas de produção intensiva, o destino de animais mortos e restos de parto é crítico pela sua frequência (mesmo aquela considerada normal) e por ser um foco de concentração de patógenos, incluindo a salmonela. Esse material geralmente é contaminado e, numa condição de falhas de biosseguridade, como presença de roedores e moscas, constitui-se numa fonte permanente de recontaminação da granja.

Atualmente, do ponto de vista legal, os animais mortos e restos de partos devem ser destinados ao tratamento em câmara de compostagem localizada na própria granja.

A câmara de compostagem deve ser construída junto à cerca periférica e o mais próximo possível da baia ou sala hospital, para facilitar o manejo e diminuir o trânsito de carcaças contaminadas na granja. Não se indica a utilização de cama de aviário neste processo, e sim outro substrato sem uso anterior, como maravalha, serragem ou palhada (Figura 11).

Sendo a alternativa o envio das carcaças para plantas processadoras, a granja deve dispor de um sistema de refrigeração e de carregamento desse material instalado junto à cerca periférica. Este sistema impede o acesso do veículo e das pessoas envolvidas no recolhimento das carcaças ao interior da granja, pois eles circulam em outras propriedades e têm contato com carcaças contaminadas.

Foto: Jairo Backes



Figura 11. A câmara de compostagem deve estar junto à cerca e sala hospital.

Água

Os animais devem ter acesso irrestrito à água potável, a qual deve ser periodicamente monitorada. A cloração da água no seu armazenamento é uma prática amplamente adotada pela sua eficiência e facilidade de manejo, embora não dispense o monitoramento. Os técnicos e produtores necessitam adotar procedimentos claros e objetivos para garantir que a cloração seja feita adequadamente. Por exemplo: adequação do tratamento e teste rápido da disponibilidade de cloro residual na saída da água destinada aos animais, que deve estar entre 0,2 e 0,3 ppm (BRAULT, 1990).

A água fornecida aos animais pode ter várias origens: curso d'água, poço superficial ou poço profundo. Quando a origem for curso d'água, cuja nascente está fora da propriedade, a cloração é necessária, uma vez que a contaminação microbiológica não está sendo controlada. No caso de poço superficial ou profundo com qualidade comprovada, a cloração é dispensável, porém a monitoria deve ser realizada pelo menos a cada seis meses. O mais seguro é que a água de bebida dos animais não se origine de cursos d'água, exceto quando a nascente se localiza na própria granja.

Como toda água fornecida aos animais passa pela caixa de armazenamento e tubulação, que a conduz até as instalações, qualquer fonte de contaminação neste local compromete sua qualidade. Os principais problemas são a falta de limpeza e desinfecção periódica para retirada de sujeira e biofilme e a falta de vedação que permite o acesso de pássaros, insetos, poeira, entre outros. Fica claro então que a caixa d'água deve ficar adequadamente fechada com tampa e, em conjunto com a tubulação, ser limpa e desinfetada com hipoclorito de sódio a cada seis meses, conforme recomendação técnica (Figura 12). Granjas que retiram todos os animais ao mesmo tempo, devem limpar e desinfetar a caixa d'água no intervalo entre lotes durante o vazio sanitário, incluindo a desinfecção da canalização até as baias.

Foto: Osmar A. Dalla Costa



Figura 12. As caixas d'água devem ficar adequadamente fechadas com a tampa.

Manejo diário das baias

Considerando que a infecção por salmonela em suínos ocorre pelo ciclo fecal-oral, o manejo de limpeza diária das baias, o tipo de piso utilizado e a regulação de comedouros são fatores importantes. Em instalações onde a maior parte do piso é compacto, com a densidade animal utilizada atualmente, mesmo que a raspagem seja feita duas vezes ao dia, é impossível manter bom nível de higiene nas baias e, quase sempre, forma-se o cascão (Figura 13). A transmissão de microrganismos também é facilitada pelos instrumentos de limpeza da baia e pelo calçado do operador. Então, o melhor é dispor de instalações com pelo menos dois terços do piso vazado, o qual não necessita de limpeza diária, reduz o contato dos suínos com as fezes e mantém bom nível de higiene na baia, reduzindo a contaminação por microrganismos entéricos, incluindo a salmonela (Figura 14). Os comedouros devem ser permanentemente regulados para evitar que a ração caia no chão, contamine-se com fezes e seja ingerida pelos animais.



Foto: Jairo Backes

Figura 13. Raspagem das baias deve ser diária para se evitar a formação do cascão.



Foto: Lucas Scherer Cardoso

Figura 14. Piso parcialmente ripado, como na foto acima, facilita a limpeza.

O uso de cama sobreposta ou lâmina de água sobre piso de alvenaria são fatores de risco importantes para a infecção por salmonela, já que facilitam a multiplicação do agente e o contato com os animais.

Controle de roedores e insetos

A importância do controle de roedores se justifica por dois fatores: o primeiro é o papel que desempenha no controle da disseminação de agentes patogênicos no rebanho, incluindo salmonelas; o segundo é na redução dos prejuízos provocados em instalações e equipamentos e no consumo de alimento. A rápida taxa de multiplicação destes animais reforça a necessidade de que toda granja tenha um controle populacional adequado. Nas estratégias de controle de roedores, é preciso considerar que eles não se deslocam a grandes distâncias a partir dos seus ninhos (camundongos até 10 m e ratos até 100 m).

Obtém-se maior sucesso no controle de roedores quando se integra o controle mecânico com o químico. O mecânico envolve o uso de instalações que dificultam a formação de ninhos nos telhados e beirais, o cuidado para evitar o acúmulo de entulhos dentro ou fora das instalações, a manutenção dos arredores dos galpões limpos e a armazenagem adequada de rações e seus ingredientes.

O controle químico (veneno) é utilizado para desratização e está disponível em diferentes apresentações (granulado, pó, líquido e tablete) (Figura 15). Sua utilização deve seguir um programa padrão, com conhecimento de detalhes do ciclo biológico e hábitos dos roedores. Os programas de maior sucesso ocorrem quando realizados por profissionais treinados, que visitam as granjas periodicamente (uma vez ao mês). Nessas visitas, são realizadas as seguintes atividades: avaliação dos vestígios da presença de roedores, definição do produto a ser utilizado e o posicionamento dos porta-isca, revisão das iscas que já estão sendo utilizadas e controle do consumo do produto (consumo alto representa alta infestação e necessidade de intensificação do controle). Cabe ao produtor, orientado pelo profissional, o acompanhamento semanal para repo-

sição do veneno e verificação de vestígios da presença de roedores. Para melhor realização dessa tarefa, é importante elaborar um croqui da granja, identificando os locais onde os porta-isca foram colocados. É preciso também manter sempre este croqui atualizado.



Foto: Jairo Backes

Figura 15. Controle químico de roedores é outro importante item de prevenção.

Insetos, especialmente a mosca doméstica, podem disseminar agentes infecciosos dentro do rebanho ou entre rebanhos próximos. A mosca doméstica pode se deslocar a distâncias de até 3 km à procura de alimento. O controle é realizado pela combinação de boas práticas no manejo dos dejetos e uso de inseticidas e larvicidas. O objetivo principal é evitar o criatório de moscas nas canaletas de dejetos das instalações interna e externa e no depósito ou sistema de tratamento dos dejetos. No programa de controle, é essencial considerar aspectos biológicos dos insetos, em especial o período que a larva leva para se transformar em pupa, que é de cinco a seis dias.

Definição de responsabilidades nas atividades que envolvem limpeza e desinfecção das instalações

No sistema integrado de produção, o manejo da granja, os procedimentos técnicos e os produtos utilizados no processo são definidos pela empresa integradora e, geralmente, realizados pelo produtor. Quando o sistema opera com uma empresa terceirizada de limpeza de granjas, aumenta a complexidade da definição de responsabilidades e estabelecimento da logística de funcionamento das operações. Neste caso, as atividades dependem de diferentes atores: alguns procedimentos são realizados pela empresa integradora, outros pelos produtores e outros pela empresa de limpeza. Para que o processo seja realizado de forma adequada, é essencial que todos os envolvidos saibam exatamente quais são suas responsabilidades, estejam comprometidos e que sejam treinados no processo. A comunicação e planejamento adequados são ferramentas decisivas para o sucesso das atividades, pois cada ator deve saber claramente o que e como fazer.

Atenção

O controle da salmonela nas granjas de suínos tem ligação direta com questões de biossegurança e higiene das instalações. Por isso, dê atenção especial para os seguintes fatores de risco:

- formação de lotes com leitões de várias origens;
- ausência ou insuficiência de vazios sanitários;
- falta de higiene em instalações, equipamentos e animais durante todo o período produtivo;
- falta de controle de vetores, como roedores e moscas;
- má qualidade dos alimentos e água fornecida aos animais.

Resumo de Ideias

01

Não é possível erradicar a salmonela nas granjas que produzem suínos, mas é essencial manter a bactéria controlada.

02

Controlar a salmonela na granja requer, sobretudo, zelo pelas recomendações de biossegurança e higiene por parte dos produtores.

03

É preciso dar atenção tanto a questões maiores, como a reposição de animais no plantel ou o vazio sanitário, quanto a detalhes, como a utilização de um calçado próprio para a instalação.

04

Evite a entrada sem necessidade de pessoas e veículos na granja.

05

Invista no isolamento da granja.

06

Tenha um controle de moscas e roedores realmente eficiente e permanente; um mês de distração joga todo o investimento anterior fora.

07

Limpeza e desinfecção é coisa séria; se este serviço é terceirizado, defina bem o papel de cada um com a empresa contratada.

08

Utilize as Boas Práticas de Produção de forma rotineira e padronizada.

Referências

- BRAULT, M. L'eau et les problèmes liés à sa qualité. **Porc Magazine**, n. 224, p. 76-82, 1990.
- GAAD, J. **Modern pig production technology: a practical guide to profit**. Nottingham: Nottingham University Press, 2011. 596 p.
- MADEC, F.; BRIDOUX, N.; BOURNAIX, S.; JESTIN, A. Measurement of digestive disorders in piglet at weaning and related risk factors. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 35, p. 53-72, 1998.

Literatura recomendada

- AMARAL, A. L. do; SILVEIRA, P. R. S. da; LIMA, G. J. M. M. de. **Boas práticas de produção de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. 60 p. (Embrapa Suínos e Aves. Circular Técnica, 50).
- AMARAL, A. L.; MORÉS, N. Planejamento da produção de suínos em lotes com vazão sanitário. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 36, p. s143-s154, 2008.
- BLAKSHAW J. K.; BODERO, D. A. V.; BLAKSHAW, A. W. The effect of group composition on behaviour and performance of weaned pigs. **Applied Animal behavior Science**, n. 19, p. 73-80, 1987.
- DEE, S. A. Biosecurity: a critical review of today's practices. In: THE AMERICAN ASSOCIATION OF SWINE VETERINARIANS ANNUAL MEETING, Orlando, 2003. **Proceedings...** American Association of Swine Veterinarians, 2003. p. 451-455.
- HEINONEN, M.; GRÖHN, Y. T.; SALONIEMI, H.; ESKOLA, E.; TUOVINEN. The effects health classification and housing and management of feeder pigs on performance and meat inspection findings of all-in-all-out swine-finishing herds. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 49, p. 41-54, 2001.

MADEC, F.; HUMBERT, F.; SALVAT, G.; MARIS, P. Measurement of the residual contamination of post-weaning facilities for pigs and related risk factors. **Journal Veterinary Medicine**, v. 46, p. 37-45, 1999.

ENGLAND. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Scottish Executive Rural Affairs Department. **Code of practice for the prevention and control *Salmonella* on pig farms**. London: MAFF, 2000. 21 p. (Action on Animal Health and Welfare).

MORÉS, N.; AMARAL, A. L. do; LIMA, G. J. M. M. de; DALLA COSTA, O. A.; COLDEBELLA, A.; MIELE, M.; SANDI, A. J.; OLIVEIRA, P. A. de. **Produção de suínos em família, sem uso preventivo de antimicrobiano e privilegiando o bem-estar animal**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2013. 114 p. (Embrapa Suínos e Aves. Sistemas de Produção, 5).

TUFIÑO, L. C.; MORENO, G. F. A.; HERNÁNDEZ, L.; AGUIRE, A. F.; JASSO, V. A.; TEJEDA, R.; CARREÓN, R.; MORILLA, A. Comparative study of methods for evaluation of contamination of pig pens. In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY, 20., 2008, Durban, South Africa. **Proceedings**. Durban: IPVS, 2008. p. P11.001.



Capítulo 4

CONTROLE DE SALMONELA EM MATADOUROS-FRIGORÍFICOS DE SUÍNOS

Marisa Ribeiro de Itapema Cardoso

Luis Eduardo da Silva

Introdução

As medidas de controle implantadas na granja são cruciais para o programa de redução de salmonela em carcaças suínas, pois essa é a principal origem dos isolados que chegam ao matadouro-frigorífico. Entretanto, mesmo animais que deixam a granja com status negativo poderão sofrer infecção durante o transporte e o descanso pré-abate, tornando-se portadores da bactéria no trato digestório. Como demonstrado em diversos estudos, etapas anteriores ao abate são de alto estresse para o suíno. Uma vez que a excreção de salmonela está estreitamente associada aos períodos de estresse do animal, os portadores que chegam ao matadouro-frigorífico têm uma chance elevada de apresentarem a bactéria nas fezes.

A excreção fecal de salmonela nesse período resulta tanto na transmissão da bactéria para os suínos transportados ou alojados com os portadores excretores quanto na contaminação residual do ambiente do caminhão e das pocilgas de descanso. Em situações nas quais a contaminação residual não é eliminada por procedimentos de limpeza e desinfecção, lotes subsequentes em contato com esse ambiente estarão sujeitos à infecção, tornando-se positivos ao abate. A colonização de tonsilas, a chegada ao intestino e a invasão de linfonodos mesentéricos ocorre em curto espaço de tempo (de 30 minutos até duas horas, conforme estudos experimentais). Portanto, entre o contato do animal negativo com o ambiente contaminado e o abate há tempo suficiente para ocorrer a infecção.

Assim como a situação dos lotes de abate quanto à frequência de portadores de salmonela é variável, os matadouros-frigoríficos diferem quanto à capacidade de enfrentarem o problema representado pelos lotes positivos. A frequência de carcaças positivas para salmonela varia em função desses dois fatores. O escopo desse capítulo é discutir aspectos que demonstraram ser relevantes, em investigações conduzidas no Brasil, para a presença de carcaças suínas positivas para salmonela e refletir sobre possíveis medidas de controle. Não se tem por objetivo abranger todos os aspectos relativos ao abate, mas apenas as etapas que se mostraram importantes na disseminação da salmonela ou no seu controle.

O abate do suíno

Compreende diversas etapas em sequência, iniciando pela insensibilização e sangria e concluindo com o resfriamento. A linha de abate é dividida em zona suja e zona limpa, sendo que a divisão entre ambas está situada imediatamente antes da etapa de oclusão do reto e evisceração. Na Figura 1, está apresentado um fluxograma resumido da linha de abate de suínos.

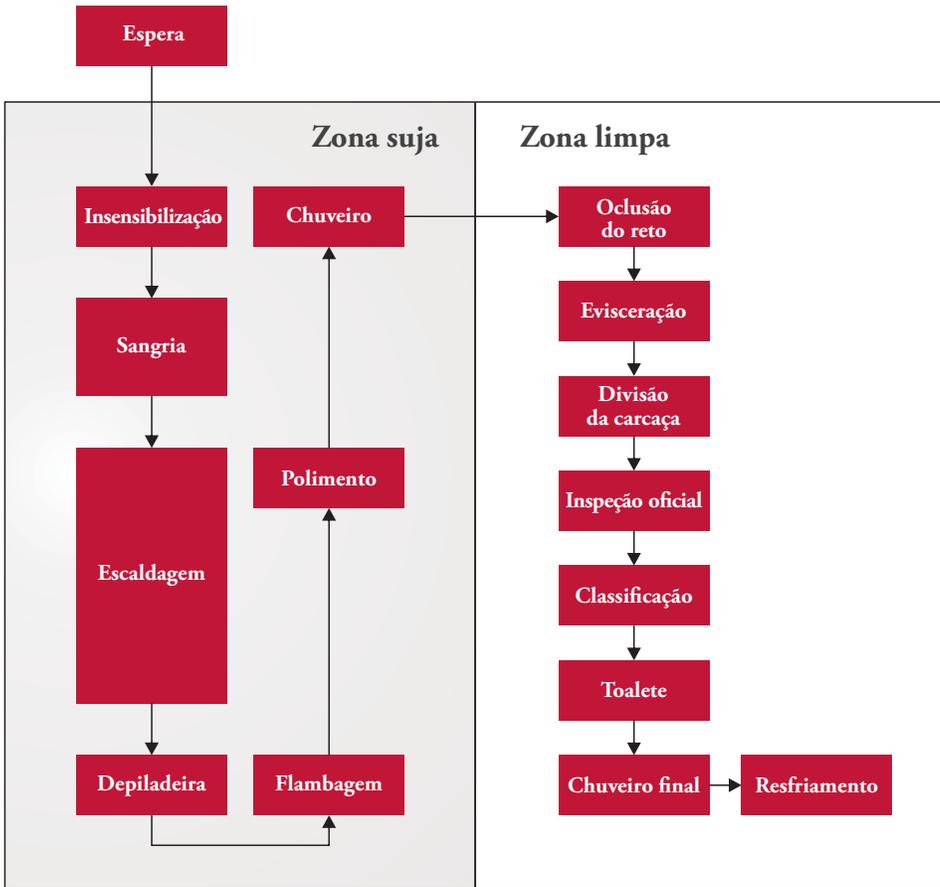


Figura 1. Diagrama da linha de abate de suínos, da recepção dos animais ao resfriamento das carcaças.

A legislação brasileira

O abate suíno está regulamentado pelo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Riispoa), publicado no Decreto 30.691, de 20 de março de 1952, e suas alterações (Dec. 39.093, de 30 de abril de 1956; Dec. 1.255, de 25 de junho de 1962; Dec. 1.236, de 2 de setembro de 1994; Dec. 1.812, de 8 de fevereiro de 1996; Dec. 2.244, de 4 de junho de 1997; e Dec. 6.385, de 27 de fevereiro de 2008). As normas técnicas que regem as instalações e equipamentos para abate e industrialização de suínos estão estabelecidas na Portaria 711, de 1º de novembro de 1995. Ainda fazem parte dos marcos legais vigentes no abate de suínos: o Regulamento Técnico sobre as condições Higiénico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Elaboradores/Industrializadores de Alimentos, publicado na Portaria 368, de 4 de setembro de 1997, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa); a Portaria 46 do mesmo ministério, publicada em 10 de fevereiro de 1998, a qual instituiu o Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) para implantação nas indústrias de produtos de origem animal. Tanto o Riispoa quanto a Portaria 711/1995 encontram-se em fase de revisão e modificações devem ser publicadas em futuro próximo. As referências no presente capítulo dizem respeito ao que está vigente na data de elaboração deste livro.

Em relação à presença de *Salmonella* em carcaças suínas, a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) número 12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) estabelece como padrão para carcaças inteiras, fracionadas, quartos ou cortes a ausência de *Salmonella* em 25 gramas, tanto para amostra indicativa como para amostra representativa ($n=5$, $c=0$). Em 2007, o Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (Dipoa/Mapa) emitiu a Circular 130/2007 com o intuito de orientar os estabelecimentos exportadores quanto às exigências da União Europeia relativas ao monitoramento de salmonela em carcaças suínas. Esse documento teve um caráter de padronização de procedimentos entre estabelecimentos que pretendessem pleitear a exportação para o mercado europeu, portanto não tem força de lei. Na circular consta que a amostragem de carcaças será realizada antes do

resfriamento, por meio de esponjas abrasivas friccionadas numa superfície de 100 cm² de lombo, pernil, papada e barriga, perfazendo um total de 400 cm² de área amostrada. O plano de amostragem prevê dois ciclos de colheita anual, onde 50 carcaças devem ser amostradas em cada ciclo. Semanalmente, a colheita de amostras deve ser realizada em cinco carcaças num mesmo dia, até que o número amostral seja alcançado. A cada semana, as colheitas devem ser efetuadas em dias distintos. O padrão aceitável é a presença de até cinco carcaças positivas por ciclo (n=50; c=5). Em caso de violação do ciclo, medidas corretivas devem ser tomadas.

Dados brasileiros

Todos os estudos conduzidos demonstraram que um grande número de animais portadores de salmonela é abatido em matadouros-frigoríficos brasileiros. Resultados de pesquisa de anticorpos demonstraram prevalências acima de 80 %. Nesse caso, o resultado deve ser interpretado como exposição prévia dos lotes à salmonela, o que representa risco dos lotes apresentarem elevado número de animais portadores em linfonodos e intestino. Esse fato pode ser confirmado pelos dados de isolamento obtidos. Se considerarmos animais abatidos que carregavam a bactéria em linfonodos, os dados demonstram frequências entre 19 % e 67 %; amostras fecais, que representam a excreção da bactéria, alcançaram frequências entre 18,3 % e 23,8 % de isolamento de salmonela. Em termos de contaminação residual das pocilgas de espera, os estudos demonstram frequências próximas a 100 % de isolamento de salmonela em amostras colhidas no piso, mesmo antes do alojamento dos lotes.

Em estudo que amostrou as mesmas carcaças em diversas etapas ao longo da linha de abate de matadouros-frigoríficos que recebiam um elevado número de suínos com a presença de salmonela no conteúdo intestinal, observou-se que existem etapas que contribuem para a disseminação da bactéria, ao passo que há importantes pontos de eliminação de salmonela da superfície da carcaça (Figura 2). Além disso, fica evidente o efeito do matadouro-frigorífico na diminuição ou no aumento do número de carcaças positivas ao longo do processamen-

to, pois enquanto no frigorífico C o maior número de animais portadores de salmonela no intestino era abatido, foi no frigorífico B que o maior número de carcaças positivas em todas as etapas amostradas foi constatado. Nos mesmos matadouros-frigoríficos, nenhuma amostra de água da escalda resultou positiva para salmonela e observou-se que a temperatura no tanque de escalda sempre foi mantida acima de 61 °C.

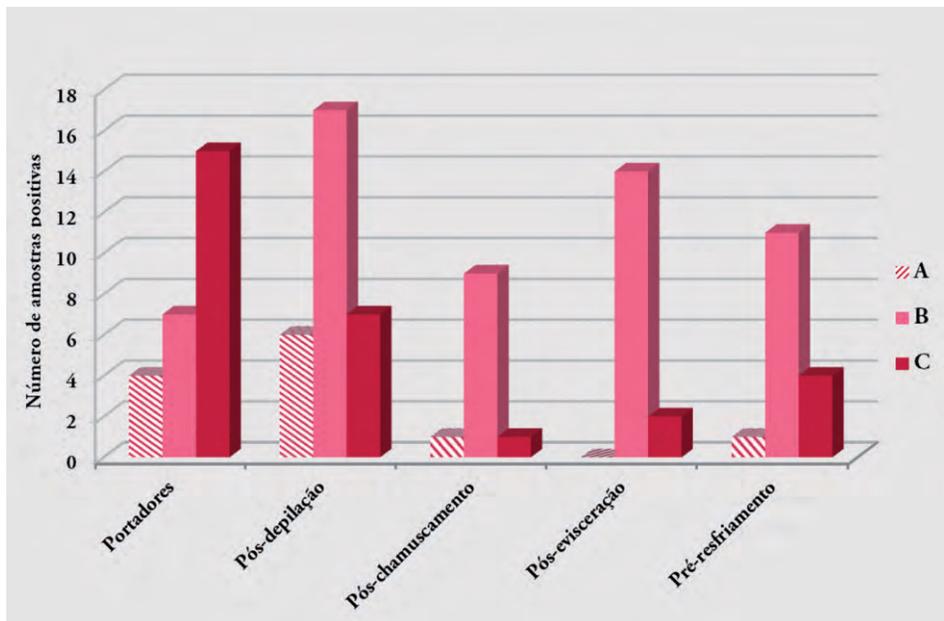


Figura 2. Frequência de amostras de conteúdo intestinal e suabes de carcaça colhidos em diversas etapas do abate que resultaram positivas para salmonela em três matadouros-frigoríficos de suínos.

Fonte: adaptado de Silva et al. (2012).

Os resultados de média de isolamento de salmonela a partir de carcaças na etapa de pré-resfriamento variam bastante (5,4 % até 24 %) entre estudos conduzidos no Brasil, provavelmente em função do plano de amostragem e da influência do matadouro-frigorífico estudado (positividade dos lotes abatidos e processo de abate).

O pré-abate

O transporte dos suínos para o matadouro-frigorífico e o período de descanso anterior ao abate são considerados como fases críticas para a transmissão de salmonela dos animais que saem portadores da granja para aqueles não infectados. Dois aspectos são cruciais nessa fase:

- O estresse ao qual estão submetidos os portadores durante o jejum, transporte e alojamento nas pocilgas de espera intensifica a excreção fecal de salmonela, contaminando o ambiente.
- A exposição de animais suscetíveis ao ambiente contaminado e o contato com animais excretando salmonela resulta na presença da bactéria no intestino, tonsilas e linfonodos mesentéricos após menos de duas horas da exposição.

Portanto, quanto maior a frequência de portadores no lote de abate, maior será o número de salmonela excretada e a contaminação ambiental no pré-abate. O número de portadores que embarcam no caminhão de transporte só pode ser diminuído por medidas de controle instituídas na granja (Capítulo 3). Por outro lado, no caso de lotes negativos ao final da terminação, o transporte e o pré-abate podem comprometer todo o programa de controle instituído nas etapas anteriores e determinar que os suínos entrem na linha de abate carreando salmonela no trato digestório. Nesse caso, medidas que diminuam a contaminação residual por salmonela no caminhão e nas pocilgas de espera são cruciais (Figuras 3 e 4).



Foto: Luíza Letícia Biesus

Figura 3. Foto acima ilustra prática comum no descarregamento de suínos.



Foto: Luíza Letícia Biesus

Figura 4. Antes do abate, suínos ficam alojados em uma baia de descanso.

A Portaria 711/1995 do Mapa determina que o período de descanso mínimo antes do abate seja de oito horas e que as pocilgas de recepção e de matança sejam lavadas com água sob pressão após a saída dos animais, sendo a desinfecção efetuada semanalmente com princípios ativos autorizados pelo Dipoa. O gênero *Salmonella* tem longa sobrevivência ambiental, principalmente em presença de matéria orgânica. Essa, por sua vez, interfere na ação da maioria dos desinfetantes. Portanto, o combate à contaminação residual necessita incluir a limpeza rigorosa para remoção da matéria orgânica antes da etapa de desinfecção diária. A ação mecânica por meio de raspagem de fezes e crostas, jatos de água sob pressão, escovação e aplicação de vapor quente são algumas medidas aconselhadas e que devem ser avaliadas nos programas de limpeza e desinfecção. Porém, apenas a remoção mecânica da matéria orgânica não é suficiente para eliminar a salmonela, que, frequentemente, permanece na umidade residual e em reentrâncias do piso, dos bebedouros e do caminhão. A aplicação de protocolo de limpeza e desinfecção dos caminhões antes do transporte de cada lote é considerada fundamental. A limpeza e desinfecção dos caminhões devem ser realizadas sempre no sentido de cima para baixo e da dianteira para a traseira do veículo (Figura 5 e 6).

Foto: Luiza Leticia Biesus



Figura 5. Limpeza de caminhão deve ser feita logo depois do descarregamento.



Figura 6. Etapas de limpeza e desinfecção de caminhões de transporte de animais.

Fonte: adaptado de Live... (2011).

A zona suja

Essa etapa compreende as operações de sangria (Figura 7), chuveiro após sangria, escaldagem, depilação, chamuscamento e toaleta (retirada de casquinhos, ouvido e pálpebras).

Foto: Luiza Leticia Biesus



Figura 7. Depois da insensibilização, os animais passam pelo processo da sangria.

Inicialmente, os suínos passam pelo chuveiro antes da insensibilização, que deve propiciar um jato de água com, no mínimo, 1,5 atmosferas pelo tempo mínimo de três minutos. A insensibilização e sangria serão conduzidas conforme previsto nos itens 3 e 5 da Portaria 711/1995 do Mapa. Do ponto de vista do controle de salmonela, o banho anterior à insensibilização é considerado importante, ao passo que insensibilização e sangria são etapas de baixo risco. A retirada de sujidades e restos de fezes da superfície corpórea do suíno antes da entrada na linha de abate é crucial, pois a presença de carcaças sujas no tanque de escaldagem introduzirá matéria orgânica na água, comprometendo a eficácia do cloro e protegendo contaminantes presentes na superfície da carcaça da ação da temperatura. Quanto mais limpo estiver o suíno, melhores serão as

chances de eliminar contaminantes superficiais. Essa etapa pode ser monitorada, verificando a presença de sujeira visível no corpo do animal.

A primeira etapa da zona suja que contribui significativamente para o controle de salmonela é a escaldagem. Essa etapa visa preparar a remoção dos pelos da carcaça e deve ser efetuada pelo contato da carcaça por dois a cinco minutos com água em temperatura entre 62 °C e 72 °C, a qual deve ser monitorada por termômetro. No caso da escaldagem em tanque, deve haver renovação constante da água. Estudos demonstram que a manutenção da temperatura no intervalo anteriormente mencionado determina que não haja contaminação residual por salmonela na água do tanque de escaldagem. Esse fato é justificado por ser essa bactéria termolábil e rapidamente destruída em temperaturas acima de 60 °C. Entretanto, a destruição da bactéria na superfície da carcaça é influenciada por outros fatores, como a presença de resíduos de matéria orgânica e a contaminação residual em reentrâncias da pele. Assim, não é possível descartar a sobrevivência da salmonela que está na superfície da carcaça durante a passagem pelo tanque de escalda. De qualquer forma, a manutenção da temperatura da água do tanque de escalda controlará a contaminação cruzada entre carcaças, o que, por si só, já torna o monitoramento e a manutenção da temperatura uma medida importante no controle da disseminação de salmonela (Figura 8).

A próxima etapa da remoção dos pelos é a passagem pela depiladeira (Figura 9 e 10). Esse é um equipamento de aço que funciona por sistema de tambor rotativo e chicotes de borracha dotados de placas raspadoras para remover os pelos. Nos estudos realizados, esse equipamento mostrou-se crítico na disseminação da salmonela presente no trato digestório de portadores para a superfície da carcaça e também na contaminação entre carcaças. Nesses estudos, ficou evidente que a maioria dos clones de salmonela encontrados nas carcaças no pré-resfriamento estavam presentes nas carcaças logo após a depilação. Esse achado pode ser explicado pelo fato de que, nessa etapa, o reto ainda não sofreu oclusão e, durante o processo de rotação da carcaça no equipamento, poderá ocorrer saída de conteúdo intestinal. Esse, por sua vez, transfere salmonela para a superfície da carcaça ou fica residualmente no equipamento, sendo posteriormente transferido para as carcaças subsequentes. Pelas suas características, o

equipamento é de difícil limpeza e a ação de desinfetantes é prejudicada pela presença de matéria orgânica. A avaliação do desenho desse equipamento demonstrou que a depiladeira apresenta muitos espaços mortos em seu interior, permitindo o acúmulo de sujeira e formação de biofilmes. Além disso, o equipamento não é projetado para limpeza *Clean in Place* (CIP) e não permite acesso para limpeza e inspeção. Ainda há possibilidade de recirculação de água, que vai tornando-se saturada de pelos e fezes. Nessa etapa, há poucos protocolos de controle propostos, sendo as únicas medidas citadas a utilização de tampões no orifício anal para diminuir a perda de conteúdo fecal, a renovação constante da água e a desmontagem periódica do equipamento para limpeza e verificação das condições de conservação dos chicotes e outros componentes. De qualquer forma, a passagem pela depiladeira deve ser considerada como importante disseminadora de salmonela na superfície das carcaças.

Foto: Luíza Letícia Bitesus



Figura 8. Equipamento de escaldagem, em que a carcaça fica de dois a cinco minutos.



Foto: Luiza Letícia Biesus

Figura 9. Depiladeira é um dos pontos críticos para a disseminação da *Salmonella*.



Foto: Luiza Letícia Biesus

Figura 10. Saída de depiladeira; equipamento como um todo é de difícil limpeza.

Ao final da passagem pela depiladeira, a carcaça é liberada sobre a mesa de rependura, sendo, na sequência, realizada a toailete da depilação para remoção dos pelos residuais. A toailete da depilação (Figura 11) feita manualmente pode transferir bactérias entre carcaças se não houver a correta desinfecção das facas. A legislação brasileira obriga a existência de esterilizadores de instrumentos nessa área do frigorífico, contendo água mantida em temperatura mínima de 82,2 °C, a qual, como já mencionado, é capaz de eliminar salmonela das facas, desde que as mesmas permaneçam por no mínimo três minutos no esterilizador (Figura 12).

Foto: Luiza Letícia Biesus



Figura 11. Na toailete de depilação é importante a eficaz desinfecção das facas.



Foto: Luiza Letícia Biesus

Figura 12. As facas devem ficar por pelo menos três minutos no esterilizador.

O processo de chamuscamento não conta com parâmetros estabelecidos na legislação, mas está inserido na toaleta da depilação, em virtude do previsto no item 8, alínea a, da Portaria 711/1995, que permite a utilização de outros processos aprovados pelo Dipoa para remoção de pelos. O processo é conduzido pela aplicação de chama na superfície da carcaça com o intuito de eliminar as cerdas residuais. A chama aplicada pode ser produzida por maçarico, operado por um funcionário, que direciona a aplicação nas diversas áreas da carcaça, que passa pendurada na nória. O chamuscamento pode, também, ser conduzido em equipamento semelhante a um túnel, no qual, durante a passagem da carcaça, ocorre a emissão de chama controlada em quatro ou mais filas de bicos queimadores (Figura 13). Nesse equipamento, a temperatura ultrapassa 700 °C durante a passagem da carcaça, o que contribui para a rápida eliminação de bactérias da superfície da mesma. Todos os estudos demonstram a importância do chamuscamento como ponto de eliminação de contaminação microbiana. Alguns autores afirmam que essa etapa é a única capaz de eliminar os perigos biológicos no abate suíno e, por isso, deve ser considerada como Ponto Crítico de Controle (PCC) no APPCC. Durante a avaliação do programa dinamar-

quês de controle de salmonela, o aumento da eficácia do chamuscamento foi apontado como a medida de intervenção com melhor relação custo/benefício. A eficácia do chamuscamento está relacionada com a intensidade de chama gerada, que vai influenciar na temperatura no interior do equipamento, bem como com o posicionamento dos bicos queimadores, o que garantirá a distribuição da chama em toda a superfície da carcaça. Dessa forma, a verificação periódica da integridade dos bicos queimadores e o monitoramento da pressão de gás utilizado na operação são procedimentos fundamentais. A utilização de maçarico operado manualmente demonstrou ser menos eficaz em vários estudos, inclusive em uma pesquisa conduzida em três matadouros-frigoríficos do Brasil. Na Figura 2, fica evidente que carcaças pós-chamuscamento nos estabelecimentos A e C apresentaram redução do número de amostras positivas para salmonela maior do que no estabelecimento B. Os dois primeiros contavam com equipamentos de chamuscamento, ao passo que em B era utilizado um maçarico. Várias razões podem ser apontadas para a menor eficácia do maçarico: a intensidade da chama é menor, logo o calor produzido é menos intenso; há variação da área de aplicação da chama por conta da atenção e dedicação do

operador; e não há padronização de processo. Em resumo, a passagem no túnel de chamuscamento pode ser incluída como PCC do programa APPCC, porém deverá haver o estabelecimento de um limite crítico (tempo/temperatura) e um sistema de monitoramento do mesmo.

Foto: Luíza Letícia Biesus



Figura 13. Na fase do chamuscamento, a carcaça passa por temperaturas de 700 °C.

A etapa seguinte, usualmente também incluída na toailete da depilação, é a passagem pela polidora (Figura 14). Nesse equipamento, a carcaça é lavada e sofre a ação de chicotes de elastômero, que removem o restante dos resíduos (Figura 15). Essa etapa tem demonstrado ser capaz de aumentar a contagem microbiana na superfície das carcaças, quer seja pelo fato de espalhar os contaminantes residuais, ou por apresentar presença residual de bactérias, que resulta na recontaminação das mesmas. Esse equipamento, quando submetido à inspeção, demonstrou apresentar cantos retos na área em contato com a carcaça, permitindo acúmulo de resíduos. Além disso, sua forma não favorece a higienização, inspeção ou limpeza CIP e existem ranhuras no elastômero dos chicotes. No mesmo estudo, foi demonstrado, experimentalmente, que as características do elastômero (profundidade e largura das ranhuras) influenciam diretamente no acúmulo de resíduos e na formação de biofilmes.



Foto: Luiza Letícia Biesus

Figura 14. Polidora promove nova lavagem.

Foto: Luiza Letícia Biesus

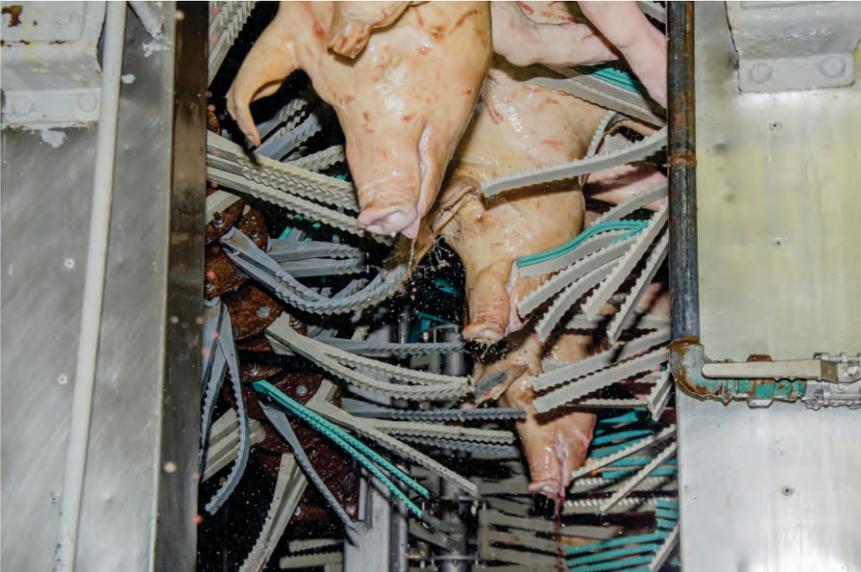


Figura 15. A foto acima mostra o momento da passagem de carcaças pela polidora.

A zona limpa

A zona limpa deve estar separada fisicamente da zona suja, sendo que a carcaça passa por chuveiro imediatamente antes da transferência de uma área para a outra. Na zona limpa estão compreendidas as operações de abertura abdominal-torácica (Figura 16), corte da sínfise pubiana, oclusão do reto, abertura da papada, inspeção de cabeça e papada, evisceração, inspeção de vísceras, divisão longitudinal da carcaça, retirada da cabeça, inspeção de carcaça e rins, inspeção de cérebro, desvio da entrada e saída para a inspeção final, retirada do "unto" e chuveiro para carcaças.



Fotos: Luiza Letícia Biesus

Figura 16. Funcionário de abatedouro realizando a abertura torácica e abdominal.

Como é possível observar, não há operação na zona limpa que propicie a eliminação de salmonela, porém há etapas que podem contribuir para a contaminação das carcaças. Os resultados obtidos em diversos estudos demonstram que uma parcela significativa das contaminações, efetivamente, ocorre na zona limpa, principalmente durante a evisceração. A contaminação pode ocorrer a partir do conteúdo do intestino da própria carcaça, ou de forma cruzada a partir de outras carcaças.

Anteriormente à evisceração, as operações de oclusão do reto e abertura da papada também são críticas para a contaminação de carcaças (Figuras 17 e 18). A oclusão do reto é efetuada com o objetivo de impedir o extravasamento do conteúdo intestinal durante a evisceração. De acordo com a legislação, pode ser efetuada por meio de ligadura com linha resistente ou grampo metálico. Entretanto, diversas investigações demonstram que quanto mais firme a ligadura, maior a eficácia da operação, havendo a recomendação da inclusão de sacos plásticos na ligadura efetuada, com o intuito de recolher qualquer conteúdo que extravase.

Foto: Luiza Letícia Biesus



Figura 17. Oclusão do reto é um momento crítico para a contaminação da carcaça.

Foto: Luiza Letícia Biesus

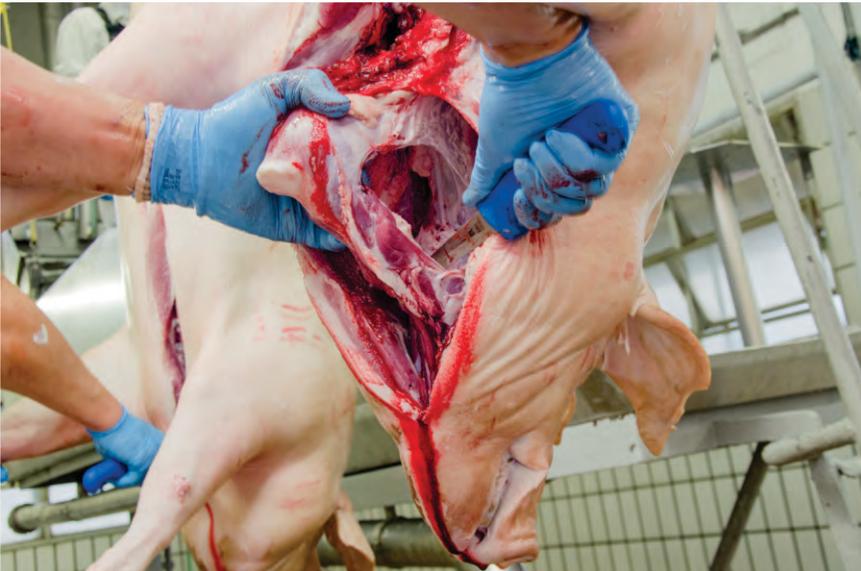


Figura 18. Abertura da papada também é considerada de risco para a contaminação.

A cabeça e a papada, por conterem elevada quantidade de tecido linfoide (tonsilas e linfonodos), e em virtude do contato direto com o ambiente contaminado, por meio da boca e língua, tornam-se áreas de grande risco para a presença de salmonela. Dessa forma, utensílios em contato com esses tecidos devem ser desinfetados em água quente pelo tempo necessário para destruição da salmonela. A legislação nacional determina a existência de esterilizadores com água em temperatura mínima de 82,2 °C na área onde ocorre a abertura abdominal-torácica, oclusão do reto, abertura da papada, inspeção da cabeça e papada, plataforma de evisceração, mesa de evisceração, plataforma da serra de carcaças, inspeção de carcaças e rins e inspeção final. A legislação não determina a frequência em que os utensílios devem ser desinfetados ou o tempo de permanência dos mesmos no esterilizador. Entretanto, estudos recomendam que o tempo mínimo de permanência seja de três minutos e que as facas na área limpa sejam trocadas entre as carcaças.

A evisceração é a etapa mais crítica da zona limpa (Figura 19). Todos os estudos concordam que a eficácia dessa operação influencia diretamente a contagem de microrganismos na superfície da carcaça e a contaminação por salmonela. A variação da eficácia entre matadouros-frigoríficos e entre dias de abate é amplamente demonstrada e pode ser visualizada na Figura 2, onde, no frigorífico B, o incremento no número de carcaças positivas após a evisceração foi muito maior do que nos frigoríficos A e C. Essa etapa é considerada, por alguns autores, como Ponto Crítico de Controle, sendo o monitoramento efetuado pela inspeção visual da carcaça. Entretanto, é difícil estabelecer um limite para a etapa e é preciso considerar que mesmo carcaças sem presença visível de conteúdo intestinal em sua superfície podem ter sido expostas ao mesmo. O treinamento dos funcionários e o monitoramento periódico das Boas Práticas são fundamentais para garantir a manutenção da contaminação de carcaças em baixo nível.

Fotos: Luíza Letícia Biesus



Figura 19. As fotos acima demonstram o momento da evisceração da carcaça.

Nas etapas subsequentes à evisceração, há o risco de distribuição de salmonela na superfície da carcaça ou entre carcaças (Figura 20). Contribuem para isto a ação mecânica da água durante a passagem pelos chuveiros e o contato das facas contaminadas e da serra na divisão da carcaça. Alguns estudos sugerem que possa haver contaminação residual importante da serra, que atuaria como uma disseminadora de salmonela na linha de abate. A presença residual de salmonela em equipamentos, utensílios e no próprio ambiente de processamento é matéria ainda sujeita à controvérsia. Inicialmente, havia o conceito que a presença residual de salmonela no ambiente da linha de abate não era importante. Estudos comprovaram que, após uma hora do início do abate, apenas as cepas de salmonela carregadas no intestino dos animais eram responsáveis pela contaminação de carcaças. Mais recentemente, o número de estudos que valorizam a contaminação residual de equipamentos e do ambiente vem crescendo. Se considerarmos o cenário em que grande número de animais excretando salmonela entra na linha de abate, é esperado que o conteúdo intestinal represente a principal origem da contaminação de carcaças. Nesse caso, a eficácia do chamuscamento e as boas práticas de evisceração constituem etapas cruciais

para o controle da contaminação de carcaças. Evidentemente, a contaminação de ambiente e equipamentos também ocorre, porém em face da frequência de conteúdo intestinal contaminado, sua importância decresce relativamente no programa de controle de salmonela. Entretanto, à medida que a presença de salmonela no intestino de portadores diminui, ou o matadouro-frigorífico passe a contar com medidas eficazes nas etapas críticas de controle mencionadas, a contaminação residual no ambiente tem sua importância aumentada. As medidas de controle baseiam-se na sanificação em água quente, no uso de desinfetantes, na eliminação de água residual no piso, por meio de rodos, e a limpeza e desinfecção rigorosa após o final do turno de abate. A Portaria 711/1995, no item 4, determina todos os procedimentos relativos à limpeza e desinfecção da sala de matança e anexos, os quais contribuem para diminuir a contaminação cruzada a partir do ambiente.



Foto: Luiza Letícia Biesus

Figura 20. Carcaças após a evisceração, é importante evitar a contaminação cruzada.

O resfriamento

O resfriamento da carcaça até $\leq 7\text{ }^{\circ}\text{C}$ no interior da massa muscular no período subsequente ao abate é considerado uma medida eficaz para impedir a multiplicação de salmonelas presentes na carcaça, apesar de não ser capaz de diminuir de forma expressiva o número de bactérias, ou a prevalência de carcaças positivas (Figura 21). O tempo necessário para alcançar essa temperatura pode ser encurtado pelo choque térmico conduzido em etapa de pré-resfriamento. O resfriamento rápido pode contribuir para diminuir o número de salmonelas, em virtude do efeito da dessecação superficial da carcaça pelo ar frio aplicado em velocidade. O efeito da aplicação do choque térmico (ar na velocidade de $6,1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, à temperatura de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, por três horas) seguido pelo resfriamento convencional demonstrou ser capaz de reduzir até 1,1 log de salmonela na carcaça.

Foto: Luíza Letícia Biesus



Figura 21. Resfriamento previne a multiplicação da *Salmonella*.

Desinfetantes

Desinfetante pode ser definido como um agente, usualmente químico, que reduz substancialmente o número de microrganismos viáveis, exceto esporos, numa superfície inanimada. O desinfetante passível de uso em superfícies em contato com alimentos deve ser seguro (não apresentar efeitos tóxicos, alérgicos ou inflamatórios); não apresentar impacto negativo na superfície em contato (corrosão, reatividade ou produção de manchas); ser estável durante o armazenamento e em diferentes intervalos de pH e temperatura; ser robusto na presença de fatores interferentes (diluição, água dura, matéria orgânica); e apresentar um largo espectro de atividade. Outros fatores também influenciam na escolha do desinfetante: não ser prejudicial ao meio ambiente, capacidade de formação de espuma e molhabilidade. Infelizmente, não há um desinfetante que reúna todas as características desejadas, portanto a escolha dependerá da compatibilidade do produto com a situação de uso.

A higienização das instalações deve ser diária e indica-se a aplicação de qualquer solução desinfetante precedida de limpeza rigorosa das instalações e equipamentos. Outro ponto importante é que a limpeza só pode ser feita quando o ambiente estiver livre de produtos comestíveis. No caso dos matadouros-frigoríficos de suínos, os procedimentos de limpeza e desinfecção são determinados pela Portaria 711/1995, do Dipoa. As soluções desinfetantes mencionadas (mas não determinadas) na portaria para higiene das instalações, de equipamento e pessoal são compostos quaternários de amônia, hipoclorito de sódio ou de cálcio, de iodo ou cloramina. Concentrações de hipoclorito de sódio são também recomendadas no item 9 da referida portaria, de acordo com a utilização.

Compostos liberadores de cloro, como o hipoclorito, são amplamente utilizados na indústria de alimentos. O cloro tem amplo espectro de atividade, age de forma rápida e tem menor custo, porém tem ação corrosiva em pH ácido e tem sua ação comprometida pela presença de matéria orgânica. Quaternários de amônia pertencem à classe dos tenso-ativos. Também são bastante utilizados em superfícies de contato com alimentos. São ativos contra grande número de

bactérias e podem ser usados em um amplo intervalo de temperatura, só que produzem espuma e sua atividade é reduzida na presença de água dura. Algumas características de desinfetantes que podem ser usados na indústria de alimentos estão listadas na Tabela 1.

Uma série de fatores pode afetar a ação antibacteriana dos desinfetantes, sendo as principais a concentração usada, temperatura, tempo de exposição e a presença de matéria orgânica. Em geral, a ação dos desinfetantes aumenta em função da temperatura. Assim, em áreas de refrigeração, o aumento da concentração ou maior tempo de contato serão necessários para alcançar o efeito desejado. O efeito do desinfetante também é dependente de sua concentração. Dessa forma, a utilização da diluição preconizada deve ser observada, bem como o fabricante do produto precisa estabelecer a diluição, levando em consideração a situação de uso. Em matadouros-frigoríficos, a presença de água acumulada em equipamentos, pisos e superfícies após a lavagem terão efeito de diluição dos desinfetantes. Portanto, deve haver a remoção do excesso de água, tornando a superfície o mais seca possível. Falhas de limpeza antes da desinfecção terão alto impacto no processo, pois como é possível constatar na Tabela 1, todos os grupos são afetados pela presença de matéria orgânica. A limpeza propicia, também, a remoção mecânica de parte das bactérias presentes na superfície, contribuindo para a maior eficácia do desinfetante. Além disso, a ação mecânica periódica impede a formação de biofilmes, os quais tornam as bactérias menos suscetíveis à ação de desinfetantes.

Tabela 1. Propriedades de agentes desinfetantes usados na indústria de alimentos.

Agente	Espuma	Corrosão	Redução de atividade		Mecanismo de ação
			Água dura	Matéria orgânica	
Compostos liberadores de cloro	-	++	-	++	Oxidação de grupos tiol em enzimas e proteínas; inibição da síntese de DNA
Ácido peracético, ozônio	-	++	+	++	Formação de radicais livres reativos com grupos tiol de enzimas e proteínas, lesão do DNA
Compostos quaternários de amônia	+	-	++	+	Lesão de membrana, perda dos constituintes da célula bacteriana

Fonte: adaptado de Moretto et al. (2012).

Indicadores microbiológicos e controle de processo

Apesar da extrema importância do monitoramento de salmonela nas carcaças ao final das etapas do abate, apenas esse resultado não será suficiente para dimensionar se o processo foi conduzido em condições higiênicas satisfatórias. Geralmente, o número de salmonelas presente na carcaça não é elevado e apresenta distribuição heterogênea. Esse fato pode representar um obstáculo à detecção e pode-se ter ocasiões em que, mesmo presente, a bactéria não seja identificada. Ao lado disto, é mais acurado, para avaliar a eficácia do processo em reduzir contaminantes, comparar resultados quantitativos do que aqueles baseados na presença/ausência (caso da salmonela).

Portanto, os programas de monitoramento de qualidade higiênica costumam avaliar microrganismos indicadores, paralelamente à pesquisa de patógenos específicos. Segundo Forsythe (2002, p. 156), microrganismo indicador é “qualquer grupo taxonômico, fisiológico ou ecológico, cuja presença ou ausência proporciona uma evidência indireta referente a uma característica particular do histórico da amostra”. No caso da carcaça suína, busca-se, pela avaliação de indicadores, elucidar a qualidade higiênica do processo e a possibilidade de ter ocorrido contato com o conteúdo intestinal. Uma vez que ambos

são cruciais para o risco da contaminação de carcaças por salmonela, parte-se do pressuposto que os indicadores tenham uma boa correlação com sua presença na amostra. Os principais indicadores utilizados no monitoramento de carcaças são os mesófilos aeróbios, enterobactérias e *Escherichia coli* genérica.

A contagem total de mesófilos aeróbios é um indicador geral de populações bacterianas nos alimentos. Não está diretamente relacionada à presença de patógenos ou toxinas, podendo ser utilizado como um indicador de condições de processamento. Não há diferenciação de tipos de bactérias: todas as bactérias capazes de multiplicar na presença de oxigênio, à temperatura de 35 ± 1 °C no meio de cultura utilizado para sua determinação (ágar padrão para contagem) formarão colônias que serão enumeradas, gerando a contagem de Unidades Formadoras de Colônia (UFC) na área amostrada da carcaça. Em outras palavras, quanto menor a higiene do processo, maior o contato da carcaça com mesófilos aeróbios e mais elevada sua contagem na superfície da mesma.

Enterobactérias é a denominação vulgar dos membros da família *Enterobacteriaceae*. São amplamente distribuídas na natureza, estando presente no solo, água, plantas e animais. Estão presentes no trato digestório dos animais, mas não exclusivamente nele. Enterobactérias são utilizadas como indicadores das condições de higiene dos processos de fabricação, pois são inativadas por sanitizantes e são capazes de colonizar várias superfícies das plantas de processamento. Na carcaça, indicarão a falha do processo, que permitiu seu contato com superfícies mal higienizadas ou conteúdos contaminados.

Um dos membros da família *Enterobacteriaceae* é o gênero *Escherichia* e sua principal espécie *E. coli*. Essa espécie tem como habitat o intestino de animais de sangue quente. Foi originalmente utilizada como indicador da contaminação de água por matéria fecal e continua sendo o indicador mais usado para avaliar a potabilidade da água. Indica contaminação fecal em alimentos *in natura*, mas não tem o mesmo significado em alimentos processados. No caso de carcaças, sua quantificação tem o papel de demonstrar possíveis contaminações com conteúdo intestinal e tem sido adotado como indicador de higiene de processo. Como a contaminação por salmonela na superfície da carca-

ça tem sua principal origem o conteúdo intestinal, a quantificação de *E. coli* tem sido interpretada como indicador de risco para presença desse patógeno. Entretanto, recentemente foi demonstrado que a quantificação de *E. coli* e a presença de salmonela podem apresentar resultados discrepantes, e que matadouros-frigoríficos com padrão higiênico satisfatório podem, assim mesmo, apresentar elevada frequência de carcaças positivas para salmonela. Essa observação remete ao fato que existem outras origens de contaminação, além do conteúdo intestinal da própria carcaça. A presença de cepas residentes em equipamentos e no ambiente é apontada como possível explicação para esse fato.

A Circular 130/2007, do Dipoa, emitida com a finalidade de padronizar procedimentos para atendimento à legislação da União Europeia, adotou como indicadores higiênico-sanitários de processo a pesquisa de salmonela, enterobactérias e mesófilos aeróbios totais. O plano de amostragem, já citado anteriormente (item Legislação), é de dois ciclos semestrais de 50 carcaças amostradas antes do resfriamento. Para os indicadores passíveis de quantificação (enterobactérias e mesófilos aeróbios totais) a avaliação de resultados se dá em plano de três classes, onde, para enterobactérias, o nível aceitável (m) é $<2 \times 10^2$ UFC/cm² de superfície de carcaça, o nível marginal (M) está entre $\geq 2 \times 10^2$ e $<2 \times 10^3$ UFC/cm² e o nível inaceitável é $\geq 2 \times 10^3$ UFC/cm². Segundo a circular, “É desejável que todos os resultados fiquem abaixo da linha m (Figura 22). Quando um resultado aparece no espaço compreendido entre a linha m (inclusive) e abaixo da linha M (excluindo a linha M), interpreta-se esse resultado como tendência de desvio. Neste caso, espera-se que o estabelecimento identifique a causa do desvio e adote as medidas de controle pertinentes. Quando se identificam resultados plotados acima da linha M (incluindo a linha M), isto deve ser interpretado como evidência de falta de controle do processo. O estabelecimento, imediatamente, deve identificar a causa do desvio, adotar as medidas de controle pertinentes e repetir o ciclo até que apresente resultados abaixo da linha m”.

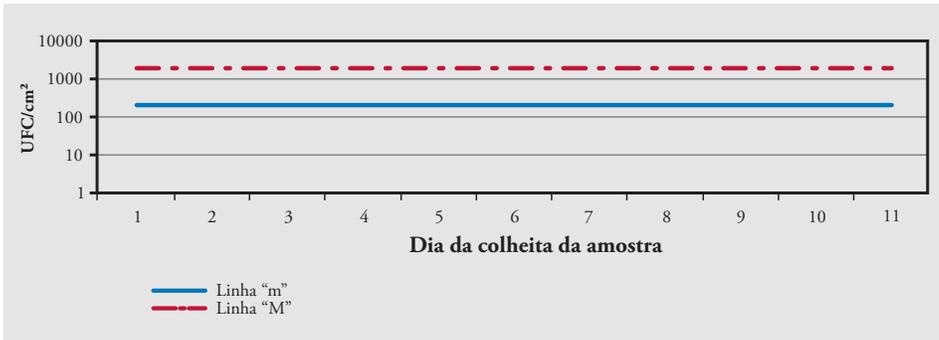


Figura 22. Gráfico para plotagem de resultados de quantificação de enterobactérias.

Fonte: Brasil (2007).

No caso dos mesófilos aeróbios totais, a interpretação é semelhante, porém os valores são diferentes:

- Valor aceitável (m) é $<5 \times 10^3$ UFC/cm².
- Valor marginal (M) está entre $\geq 5 \times 10^3$ e $<1 \times 10^5$ UFC/cm².
- Valor inaceitável é $\geq 1 \times 10^5$ UFC/cm².

Nos Estados Unidos da América, a abordagem dos indicadores difere do adotado na União Europeia (Tabela 2). O Programa de Redução de Patógenos em vigor nos EUA prevê a amostragem de uma carcaça a cada 1.000 processadas ou, no mínimo, uma carcaça por semana. A amostragem é realizada por meio de esponjas abrasivas friccionadas em três áreas (barriga, pernil e papada) de 100 cm² (total 300 cm² amostrados). As carcaças são amostradas após 12 horas de resfriamento. É realizada a contagem de *E. coli* genérica, a interpretação dos resultados é a seguinte: valor aceitável 10 UFC/cm², valor marginal entre >10 e $\leq 10^4$ UFC/cm² e valor inaceitável $>10^4$ UFC/cm². Para a avaliação, são consideradas sempre as últimas 13 amostragens efetuadas, numa estratégia denominada de janela móvel. Um resultado inaceitável ou três resultados marginais nas 13 últimas amostragens determinam que o controle do processo seja revisto e a causa do desvio seja descoberta e corrigida.

Tabela 2. Visão geral da avaliação de indicadores de qualidade higiênica de processo em carcaças suínas na União Europeia e nos Estados Unidos da América.

Item	União Europeia ⁽¹⁾	Estados Unidos ⁽²⁾
Área amostrada na carcaça	400 cm ² lombo, pernil, papada e barriga	300 cm ² barriga, pernil e papada
Etapas de amostragem	Após chuveiro final, antes do resfriamento	Após 12 horas de resfriamento
Plano de amostragem	Dois ciclos semestrais de 50 carcaças	Uma a cada 1.000 carcaças ou uma por semana
Indicadores avaliados	Mesófilos aeróbios totais (M.A.) e Enterobactérias (Ent.)	<i>Escherichia coli</i> genérica
Nível aceitável do indicador (m)	M.A. <5x10 ³ UFC/cm ² Ent. <2x10 ² UFC/cm ²	10 UFC/cm ²
Nível marginal (M)	M.A. ≥5x10 ³ e <1x10 ⁵ UFC/cm ² Ent. ≥2x10 ² e <2x10 ³ UFC/cm ²	>10 e ≤10 ⁴ UFC/cm ²
Nível inaceitável	M.A. ≥1x10 ⁵ UFC/cm ² Ent. ≥2x10 ³ UFC/cm ²	>10 ⁴ UFC/cm ²
Descontrole de processo	Qualquer coleta com parâmetro inaceitável Valores entre m (inclusive) e M são considerados tendência de desvio	Numa janela de 13 coletas consecutivas, qualquer coleta com parâmetro inaceitável ou três resultados marginais

⁽¹⁾ European Union (2005).

⁽²⁾ United States (1996).

Perspectivas do tratamento pós-abate

A adoção de intervenções para descontaminação de carcaças ao final da linha de abate é um tema que tem sido bastante discutido. Nos Estados Unidos, métodos de descontaminação podem ser usados, desde que aprovados pelas autoridades sanitárias. Na União Europeia, até 2006, apenas o uso de água era permitido para a remoção de contaminantes da superfície das carcaças. A partir dessa data, a legislação foi modificada e outras substâncias foram aceitas, desde que aprovadas pela autoridade europeia responsável por avaliar o risco para a

saúde do consumidor. Em ambos os casos, a descontaminação de carcaças é aceita apenas como medida adicional aos programas de boas práticas de higiene no abate. Embora a legislação brasileira permita a utilização de tratamentos químicos para a descontaminação de carcaças de animais, no momento a Circular 640/2004, do Mapa, proíbe essa prática nos estabelecimentos exportadores, independente do mercado de destino dos produtos, visando atender à legislação dos países em que a utilização é proibida.

A lavagem das carcaças, antes do resfriamento, com água quente (80 °C por 14-16 segundos) mostrou-se eficaz na redução de até 2 log de salmonela e é adotado na Dinamarca para o tratamento em plantas que recebem lotes suínos de risco para a presença de portadores de salmonela. Inúmeras outras tecnologias de descontaminação demonstraram serem capazes de reduzir a contaminação de carcaças. Essas metodologias podem ser divididas em:

- Físicas (por exemplo: vapor, vácuo/vapor).
- Químicas (por exemplo: ácidos orgânicos, cloreto de sódio acidificado).
- Biológicas (por exemplo: bacteriocinas).

Todas essas tecnologias apresentam vantagens e desvantagens e ainda não há um consenso sobre qual a mais eficiente. Novas tecnologias estão sendo continuamente propostas para utilização no controle de salmonelas, como ozônio, radiação ultravioleta, ultrassom, água eletrolisada, dióxido de carbono sob alta pressão, bacteriófagos, processamento de alta pressão e campo elétrico pulsado. Há um vasto campo de investigação a ser conduzido nessa área, pois a eficácia da metodologia varia com o tipo de uso pretendido (superfície, processo, produto pronto). Esse tema foge ao escopo desse capítulo, mas pode ser consultado em revisões publicadas.

Atenção

O controle da salmonela em plantas que industrializam a carne suína requer atenção e aplicação contínua de boas práticas. Mesmo animais que saem das granjas livres da bactéria podem ser contaminados durante o transporte ou descanso pré-abate. Na sequência, a contaminação cruzada, ocasionada por erros de manipulação das carcaças ou de limpeza de equipamentos e utensílios, é outra ameaça constante. Aplicar de fato as determinações oficiais, listadas em portarias e circulares do Mapa, é fundamental.

Resumo de Ideias

01

Levantamentos realizados no Brasil nos últimos anos mostram que é alta a presença de salmonela na fase do abate. Resultados de pesquisa de anticorpos demonstraram prevalências acima de 80 %.

02

O transporte e o descanso pré-abate são etapas importantes para a disseminação de salmonela. Devido ao estresse dos animais, essas duas fases podem transmitir a salmonela mesmo entre suínos livres da bactéria nas granjas.

03

Na primeira área da linha de abate, conhecida como zona suja, o chamuscamento é crucial para o controle de salmonela. A temperatura alcançada nesse processo determina a rápida destruição de bactérias na carcaça.

04

Na zona limpa não há operação que propicie a eliminação da salmonela. Porém, há procedimentos que podem contribuir para a contaminação das carcaças. Estudos comprovam que uma parcela significativa das contaminações ocorre na zona limpa, principalmente durante a evisceração.

05

A higienização das instalações deve ser diária. Indica-se a aplicação de qualquer solução desinfetante, sempre precedida de limpeza rigorosa. A limpeza só pode ser feita quando o ambiente estiver livre de produtos comestíveis.

06

Os programas de monitoramento costumam avaliar microrganismos indicadores e patógenos específicos. Os principais indicadores utilizados são os mesófilos aeróbios, enterobactérias e *Escherichia coli* genérica.

07

A descontaminação de carcaças ao final da linha de abate é um tema controverso. Apesar de permitido nos Estados Unidos e União Europeia, ainda é vedado em estabelecimentos exportadores no Brasil. A lavagem das carcaças, antes do resfriamento, com água quente (80 °C por 14-16 segundos) mostrou-se eficaz na redução de até 2 log de salmonela.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Exportações de Carne Suína para os Estados-Membros da União Europeia**. Brasília: MAPA, 2007. 12 p. (MAPA. Circular, 130).

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança alimentar**. Porto Alegre: Artmed, 2002. 424 p.

LIVE hog transport vehicle: wash, disinfect, dry protocols. Quebec: Canadian Swine Health Board, 2011. 20 p. Disponível em: <http://www.cpc-ccp.com/biosecurity/publications/en/Live_Hog_Transport_Vehicle_WashDisinfectDry_Protocols.pdf>. Acesso em: 10 maio 2014.

MORETRO, T.; HEIRA, E.; NESSE, L. L.; VESTBY, L. K.; LANGSRUD, S. Control of *Salmonella* in food related environment by chemical disinfection. **Food Research International**, v. 45, n. 2, p. 532-544, 2012.

SILVA, L. E. da; DIAS, V.; FERRONATTO, A.; GUERRA, P.; BERNO, L.; TRICHES, N.; KICH, J. D.; CORBELLINI, L. G.; CARDOSO, M. Longitudinal dissemination of *Salmonella enterica* clonal groups through the slaughter process of *Salmonella*-positive pig batches. **Journal of Food Protection**, v. 75, n. 9, p. 1580-1588, 2012.

EUROPEAN UNION. The Commission of the European Communities. Commission Regulation (EC) n° 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs. **Official Journal of the European Union**, Brussels, L 338/1, 22 dec. 2005. 26 p.

UNITED STATES. Department of Agriculture. Food Safety and Inspection Service. Pathogen reduction; hazard analysis and critical control point (HACCP) systems; final rule. **Federal Register**, Washington, DC, v. 61, n. 144, p. 38805-38989, jul. 25, 1996.

Literatura recomendada

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução RDC nº 12. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Seção I. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 21 jun. 2014.

ALBAN, F.; BAPTISTA, F. M.; MØGELMOSE, V.; SØRENSEN, L. L.; CHRISTENSEN, H.; AABO, S.; DAHL, J. *Salmonella* surveillance and control for finisher pigs and pork in Denmark: a case study. **Food Research International**, n. 45, p. 656-665, 2012.

BORCH, E.; NESBAKKEN, T.; CHRISTENSEN, H. Hazard identification in swine slaughter with respect to foodborne bacteria. **International Journal of Food Microbiology**, n. 30, p. 9-25, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Portaria nº 46, de 10 de fevereiro de 1998. Institui o sistema de análise de perigos e pontos críticos de controle APPCC a ser implantado nas indústrias de produtos de origem animal. **Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 fev. 1998. Seção I.

BRASIL. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 70 de 6 de outubro de 2003. Institui o Programa de Redução de Patógenos Monitoramento Microbiológico e Controle de *Salmonella* sp. em Carcaças de Frangos e Perus. **Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 out. 2003. Seção I. p. 9. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=3136>>. Acesso em: 12 maio 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Circular nº 640/2004/DCI/DIPOA de 22 de outubro de 2004**. Uso de descontaminantes de carcaças em estabelecimentos habilitados à exportação.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Circular nº 175/2005/CGPE/DIPOA, de 16 de maio de 2005**. Procedimentos de verificação dos programas de autocontrole. Brasília, DF. (versão preliminar). Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=18810>>. Acesso em: 10 out. 2014.

BUNCIC, S.; SOFOS, J. Interventions to control *Salmonella* contamination during poultry, cattle and pig slaughter. **Food Research International**, n. 45, p. 641-655, 2012.

DE BUSSER, E. V.; DE ZUTTER, L.; DEWULF, J.; HOUF, K.; MAES, D. *Salmonella* control in live pigs and at slaughter. **The Veterinarian Journal**, n. 196, p. 20-27, 2013.

KICH, J. D.; COLDEBELLA, A.; MORES, N.; NOGUEIRA, M. G.; CARDOSO, M.; FRATAMICO, P. M.; CALL, J. E.; FEDORKA-CRAY, P.; LUCHANSKY, J. B. Prevalence, distribution, and molecular characterization of *Salmonella* recovered from swine finishing herds and a slaughter facility in Santa Catarina, Brazil. **International Journal of Food Microbiology**, v. 151, n. 3, p. 307-313, 2011.

LORETZ, M.; STEPHAN, R.; ZWEIFEL, C. Antibacterial activity of decontamination treatments for pig carcasses. **Food Control**, v. 22, n. 8, p. 1121-1125, 2011.

MARIOT, R. F. **Avaliação do design higiênico de equipamentos que contribuem para contaminação de carcaças na 1º etapa de abate de suínos**. 2010. 55 f. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola e do Ambiente de Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Porto Alegre.

MATSUBARA, E. N. **Condição higiênico-sanitária de meias-carcaças de suínos após o abate e depois do resfriamento e análise da utilização de lista de verificação para avaliar boas práticas no abate de suínos**. 2005. Dissertação (Mestrado em Epidemiologia Experimental e Aplicada às Zoonoses) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10134/tde-30102006-113224/>>. Acesso em: 24 ago. 2015.

MUKHOPADHYAY, S.; RAMASWAMY, R. Application of emerging technologies to control *Salmonella* in foods: A review. **Food Research International**, v. 45, n. 2, p. 666-677, 2012.

NAUTA, M. Prediction of *Salmonella* carcass contamination by a comparative quantitative analysis of *E. coli* and *Salmonella* during pig slaughter. **International Journal of Food Microbiology**, n. 166, p. 231-237, 2013.

PEARCE, R. A.; BOLTON, D.J.; SHERIDAN, J.J.; MCDOWELL, D.A.; BLAIR, I.S.; HARRINGTON, D. Studies to determine the critical control points in pork slaughter hazard analysis and critical control point systems. **International Journal of Food Microbiology**, n. 90, p. 331-339, 2004.

PIN, C.; AVENDAÑO-PEREZA, G.; COSCIANI-CUNICOB, E.; GÓMEZA, N.; GOUNADAKICB, A.; NYCHASC, G. J.; SKANDAMISC, P.; BARKERA, G. Modelling *Salmonella* concentration throughout the pork supply chain by considering growth and survival in fluctuating conditions of temperature, pH and aw. **International Journal of Food Microbiology**, n. 145, p. S96-102, 2011.

ROSTAGNO, M.; CALLAWAY, T. Pre-harvest risk factors for *Salmonella enterica* in pork production. **Food Research International**, n. 45, n. 2 p. 634-640, 2012.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S. dos; GOMES, R. A. R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2010. 632 p.

SMALL, A.; BUNCIC, S.; COLLIS, V.; CHAPPLE, D.; JAMES, C.; PURNELL; G. JAMES, S. J. **Cleaning and disinfection of lairage-to-stunning areas in abattoirs**: final technical report. Bristol: University of Bristol, 2006.

EUROPEAN UNION. Regulation (EC) n° 2160/2003 of the European Parliament and of the Council of 17 November 2003 on the control of *Salmonella* and other specified food-borne zoonotic agents. **Official Journal of the European Union**, 12 dec. 2003. L325. p. 1-15.

EUROPEAN UNION. Regulation (EC) n° 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin. **Official Journal of the European Union**, 30 apr. 2004, L139, p. 55-205.

UNITED STATES. Department of Agriculture. Food Safety and Inspection Service. **Generic HACCP Model for Pork Slaughter**. [Washington, DC]: USDA, Food Safety and Inspection Service, 1997.

A close-up photograph of a petri dish containing a red agar medium. A streaked bacterial culture is visible on the left side of the dish, showing a series of dark spots and lines. The background is a blurred red color.

Capítulo 5

ANÁLISE DE RISCO MICROBIOLÓGICA

Luís Gustavo Corbellini

Eduardo de Freitas Costa

Introdução

A análise de risco é uma ferramenta que auxilia no processo de tomada de decisão com relação à mitigação de um determinado perigo, que por sua vez significa qualquer agente físico, químico ou biológico (bactéria, fungo, vírus, protozoário) que pode causar algum efeito nocivo à saúde humana ou animal. No âmbito da segurança dos alimentos, a aplicação desta ferramenta é relativamente recente (PRINCIPLES, 2009), mas vem se tornando cada vez mais popular em função do emprego de conceito de risco por organismos internacionais como a Organização Mundial do Comércio (OMC). Assim, o interesse na ferramenta está relacionado com a criação de políticas internacionais transparentes, ao comércio internacional de produtos alimentares e à segurança dos consumidores.

A OMC, criada na Rodada Uruguaí entre 1986 e 1994, visa promover o livre comércio entre as nações consignatárias. O acordo para a aplicação das medidas sanitárias e fitossanitárias, chamado de Acordo SPS, de 1995, foi criado durante essa rodada na tentativa de inibir a criação de medidas sanitárias arbitrárias e injustificadas (as barreiras sanitárias ao comércio), que dificultam o acesso ao mercado principalmente nos países em desenvolvimento. O SPS especifica regulamentações básicas sobre segurança dos alimentos e *standards* em saúde animal e vegetal. O acordo parte da premissa de que as medidas de proteção à saúde animal, humana e vegetal devam ser baseadas em princípios científicos, não sendo aplicadas de forma discriminatória ou de forma a constituir restrição velada ao comércio internacional. O acordo SPS possui 14 artigos e três anexos, que têm grande impacto no serviço de defesa animal (ZEPEDA et al., 2005) e agências de vigilância em todo mundo. O artigo V trata da avaliação dos riscos e da determinação de níveis apropriados de proteção (ALOP) e propõe que os países devam garantir que suas medidas sanitárias sejam baseadas em avaliações de riscos.

Com a necessidade da criação de *standards* fomentada pelo acordo SPS, abrangendo da prática de criação dos animais à mesa do consumidor, cresce a importância de organismos internacionais, como a Organização Internacional

da Saúde Animal (OIE), e dos manuais, códigos de boas práticas e *standards* elaborados pelo *Codex Alimentarius Commission* (CAC). Um dos objetivos da OIE é desenvolver regulamentações a serem empregadas pelos países na determinação de medidas para diminuir os riscos de introdução de doenças através do comércio de produtos de origem animal, com a finalidade de evitar a criação de barreiras sanitárias. Por outro lado, a adoção de códigos de boas práticas e aplicação da análise de risco na cadeia alimentar preconizados pelo CAC, em teoria, serve como facilitadora para o comércio internacional de alimentos de origem animal e vegetal, pois estas recomendações são referência global para consumidores, produtores, indústria processadora de alimentos e agências nacionais de vigilância.

Desta forma, a análise de risco torna-se um fator muito importante nas estratégias a serem empregadas no comércio de produtos de origem animal e segurança dos alimentos. Trata-se de uma ferramenta que possibilita organizar as informações disponíveis sobre um dado assunto para traduzi-las em probabilidades, auxiliando na criação de regras de decisão.

Análise de risco, avaliação de risco microbiológica quantitativa e suas aplicações na segurança dos alimentos por parte do Governo

A Avaliação de Risco Microbiológica (ARM), que consiste numa etapa da análise de risco, é uma ferramenta que utiliza dados de inquéritos epidemiológicos, monitorias microbiológicas e informações científicas de forma estruturada, seguindo o fluxo de produção ao longo de toda cadeia (da fazenda à mesa) ou parte dela, auxiliando no processo de decisão relativo à mitigação de riscos de doenças transmitidas pelo alimento. Durante a produção de um alimento, transporte, armazenamento e consumo doméstico, existem inúmeras oportunidades de contaminação, crescimento, inativação e sobrevivência de patógenos. Com o auxílio de ferramentas computacionais disponíveis, as mudanças nas quantidades de patógenos podem ser calculadas através da utilização de modelos matemáticos que se ajustam aos dados e descrevem estas mudanças.

Aos parâmetros dos modelos usados nas distribuições de probabilidade, são aplicadas simulações de Monte Carlo, que resultam num intervalo de valores que caracterizam as incertezas inerentes ao processo. O objetivo principal da Avaliação de Risco Microbiológica Quantitativa (ARMQ) é estimar, para uma população, a probabilidade de ocorrência de uma doença transmitida por um patógeno que pode estar presente no alimento e as consequências associadas. Desta forma, medidas corretivas podem ser avaliadas e aplicadas no processo de gestão dos riscos. É, portanto, um método que auxilia na promoção da saúde pública, uma vez que a forma estruturada de análise do processo permite avaliar o impacto de medidas de mitigação na ocorrência de casos de doenças transmitidas pelos alimentos.

A análise de risco é composta por três grandes componentes:

- Avaliação de risco.
- Gestão dos riscos.
- Comunicação dos riscos.

Especificamente, a ARM em alimentos é um processo de análise baseado em ciência, com o objetivo de estimar os efeitos adversos associados à exposição a um determinado perigo (patógeno) presente no alimento. Normalmente, o impacto à saúde pública avaliado nesta etapa da análise de risco é a probabilidade de ocorrência da doença por porção de alimento consumido. O número de casos por ano pode ser obtido se o dado de estimativa de consumo na população estiver disponível.

A ARM é composta de quatro partes:

- Identificação do perigo.
- Caracterização do perigo.
- Avaliação da exposição.
- Caracterização do risco.

Para estimar o número de patógenos a que a população pode ser exposta pelo consumo de um determinado produto, é necessário conhecer o fluxo de produção e descrever as etapas onde possa haver mudanças na concentração de microrganismos patogênicos, como exemplificado na Figura 1. O presente capítulo se focará mais na ARMQ, que será explicada mais detalhadamente ao longo do texto.

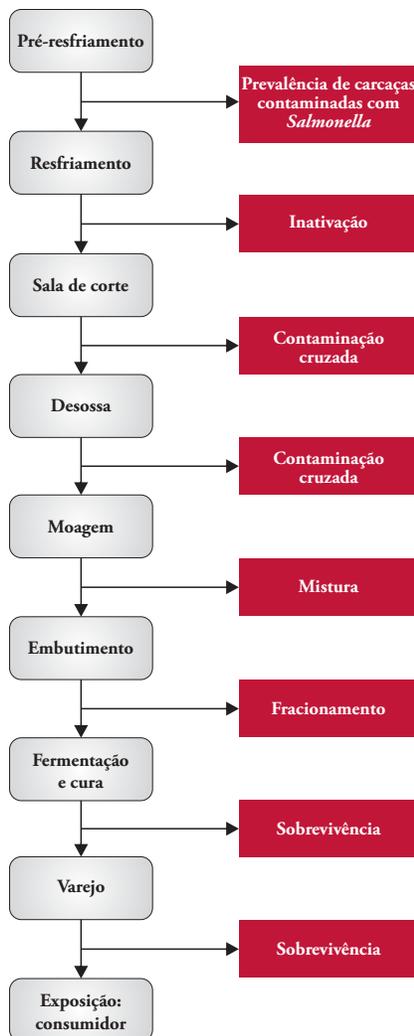


Figura 1. Exemplo de fluxo de produção de produto cárneo suíno embutido (salame).

Para a realização de uma avaliação de risco microbiológica quantitativa é recomendável descrever os eventos que podem afetar a transmissão de qualquer patógeno durante o processo de produção (em vermelho), como sugerido por Nauta (2002; 2008) e, através da aplicação de equações matemáticas, ajustar os dados que descrevem as mudanças na frequência e concentração dos microrganismos. O processo pode envolver toda a cadeia, desde o animal na fazenda, ou parte dela, até a exposição do consumidor ao patógeno, como por exemplo, *Salmonella* spp. (avaliação da exposição). Após a estimativa do número de patógenos consumido, avalia-se a dose-resposta, ou seja, a probabilidade do indivíduo adoecer de acordo com uma determinada dose ingerida (caracterização do perigo) para, então, determinar o número de casos numa população por ano (caracterização do risco).

A gestão dos riscos é o processo de avaliar alternativas políticas para aceitar, minimizar ou reduzir os riscos avaliados, bem como selecionar e implantar medidas de controle apropriadas para eliminar ou reduzir estes riscos. Deve haver uma separação funcional do processo de avaliação e de gestão do risco, com objetivo de reduzir o viés na avaliação do risco ou conflito de interesse entre as partes. O processo de análise de risco é dirigido pelos gestores, já que eles são responsáveis por tomar e implantar as decisões. Cabe aos gestores, representados pelos órgãos governamentais de vigilância e inspeção de produtos animais, definir a questão a ser respondida no processo de ARM. Em geral, as questões a serem feitas e respondidas conforme os resultados obtidos na avaliação de risco são:

- Qual é o problema (ou risco)?
- Como o impacto pode ser reduzido?
- É possível diminuir a probabilidade de ocorrência do problema/risco?
- Qual o melhor caminho para reduzir o problema/risco?

O terceiro componente da análise de risco é a comunicação dos riscos que, de maneira geral, tem como função sensibilizar e promover, entre os interessados, a compreensão sobre as questões específicas respondidas no processo de avaliação de risco e as medidas de mitigação tomadas. Trata-se de um

processo interativo de troca de informações e opiniões durante a execução da análise de risco entre avaliadores, gestores de risco e outras partes interessadas, como indústria e academia, por exemplo.

Por se tratar de uma metodologia que liga as diferentes etapas de produção até a exposição dos consumidores a um determinado número de patógenos, e de uma avaliação estruturada dos fatores que influenciam na variação da concentração destes microrganismos, a ARM permite uma compreensão ampla da cadeia de produção de alimentos no que diz respeito aos riscos de contaminação por patógenos durante o processo. Desta forma, a ARM possibilita avaliar o impacto de determinados pontos críticos do processo na incidência de doenças transmitidas pelo alimento, contribuindo para gestão de riscos dos processos de produção. O objetivo geral para a realização de uma análise de risco como parte da política de governo em segurança dos alimentos é primariamente promover a saúde da população. Este princípio deve ser aplicado tanto na utilização da ferramenta para promover a segurança dos alimentos quanto em questões relacionadas ao comércio (ressalta-se que este mesmo princípio pode ser utilizado de maneira discriminatória, ou seja, para criação de barreiras sanitárias).

A ARMQ tem sido cada vez mais utilizada por governos de países europeus e nos Estados Unidos. Neste último, os órgãos responsáveis pela fiscalização e inspeção de produtos de origem animal (USDA/FSIS) e alimentos (DHHS/FDA) têm utilizado a ferramenta como método auxiliar no processo de decisão sobre questões de segurança dos alimentos, tanto domésticas como internacionais. Na Europa, o órgão envolvido na coordenação e condução de avaliações de risco é o EFSA (*European Food Safety Authority*). O EFSA é um órgão independente que possui diversos comitês científicos que colaboram nas decisões sobre as questões ligadas à segurança dos alimentos e saúde animal, dentre outras, sendo responsável pela condução da avaliação e comunicação de riscos que são requeridas pela Comissão Europeia ou por países membros.

A ARMQ realizada pelo FDA/FSIS, que teve como objetivo estimar o risco da ocorrência de doença e morte através da ingestão de 23 categorias de produtos prontos para consumo contaminados com *Listeria monocytogenes*, é um exemplo de aplicação dos princípios de análise de risco nas políticas de segurança dos alimentos. O objetivo da análise foi específico a casos graves da doença, conhecida como listeriose invasiva, causados por produtos prontos para consumo contaminados. Como referido anteriormente, a análise de risco é dirigida pelos gestores e a etapa de avaliação de risco deve responder a perguntas elaboradas por eles. Neste contexto, a determinação sobre a elaboração de uma ARM específica advém de conhecimentos prévios acerca do problema em questão, como resultados de monitorias microbiológicas e de investigações sobre a ocorrência de doenças transmitidas por alimentos na população, que permitem a elaboração de perfis de risco por parte dos gestores. No caso da análise do FDA/FSIS, as categorias de alimentos foram escolhidas em função do histórico de isolamento de *L. monocytogenes* nestes produtos e pelo fato de serem consumidos sem nenhum tratamento térmico. O modelo matemático foi desenvolvido para estimar o impacto das estratégias de controle sobre a ocorrência de casos de listeriose através da mudança de um ou mais valores dos parâmetros. Informações científicas publicadas na literatura, da quantidade consumida, ocorrência de casos, investigações epidemiológicas e produzidas especificamente para a análise se constituíram na fonte primária de dados que alimentaram o modelo. O resultado permitiu avaliar a eficácia das estratégias realizadas e identificar novas possibilidades de controle.

Interface da avaliação de risco microbiológico com gestão de riscos, APPCC, ALOP, FSO e PO

A estrutura geral da gestão de riscos de doenças transmitidas por alimentos, como definido pela FAO/WHO, possui quatro etapas e evidencia a ligação da ARM com a análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC). O início do processo de gestão, atividade preliminar da gestão de riscos (primeira etapa), consiste em estabelecer um perfil de risco dos alimentos. Perfil de risco,

como exemplificado no item anterior, trata-se da descrição e contextualização de um determinado problema de segurança dos alimentos, permitindo identificar aspectos relevantes dos perigos e criar prioridades de ação. Caso seja necessário, o gestor pode requerer a realização de uma ARM, definindo os critérios a serem conduzidos no processo. Na segunda etapa, chamada de avaliação das opções de gestão, o gestor (governo) identifica as estratégias disponíveis em que pese à eficiência, eficácia, praticidade e viabilidade. Em seguida, na terceira etapa, a medida regulatória é implantada, sendo muitas vezes atendida pelas indústrias por meio dos princípios do APPCC para, finalmente, ser monitorada e revisada (quarta etapa). A evolução dos métodos de ARM e sua flexibilidade, que integra os principais passos que levam ao crescimento e diminuição da população bacteriana ao longo do processo de produção, permitem uma visão sistêmica do problema, bem como avaliar quantitativamente o impacto de uma determinada ação de controle na incidência de doenças. Esses fatores levaram o comitê consultivo da FAO/WHO a elaborar um manual para a incorporação sistemática da ARM no desenvolvimento de padrões de segurança dos alimentos.

O APPCC é uma ferramenta de gestão de riscos empregada pela indústria de alimentos para estabelecer pontos críticos de controle (PCC) com o objetivo de garantir a produção segura dos alimentos. A ARM fornece informações que fundamentam um plano de APPCC, pois não existe um mecanismo nestes planos que ligue diferentes passos da produção entre si para determinar, quantitativamente, o quanto de controle é necessário, o impacto de um PCC na saúde pública ou a incidência de doenças. Entretanto, muitas situações no âmbito da segurança dos alimentos podem ser geridas sem a necessidade de realização de uma ARM, bastando a implantação de boas práticas de fabricação, procedimentos operacionais padrão de higiene e APPCC.

Objetivo de inocuidade de alimentos (FSO – *Food Safety Objective*) é a frequência máxima e/ou concentração de microrganismos patogênicos considerados seguros que pode estar presente no alimento no momento do consumo. É o limite ao qual um consumidor pode ser exposto a um perigo ao ingerir um alimento que está dentro de um critério de segurança, em consonância com

o nível apropriado de proteção (ALOP - *Appropriate Level of Protection*). O ALOP é definido pelo gestor e se constitui num parâmetro que determina o grau de proteção à saúde pública de um programa de segurança dos alimentos realizado num país. Em outras palavras, é o nível de risco que uma sociedade deseja aceitar. Dessa forma, o ALOP é determinado em termos de risco ou incidência de casos na população. Um país pode estabelecer um ALOP de 10 casos anuais de salmonelose transmitida por alimento de origem suína para cada 100 mil habitantes (ou um risco de 1×10^{-4}). Este resultado é alcançado na etapa de caracterização dos riscos de uma ARM.

Como o ALOP é um parâmetro ligado às metas de saúde pública, não é uma medida útil para ser aplicada diretamente nos sistemas de controle das indústrias e na cadeia de produção como um todo. Assim, o FSO é a ferramenta que cumpre este papel, pois define uma meta em termos quantitativos de microrganismos patogênicos que podem estar presentes no momento do consumo, e que está ligada ao controle na ocorrência de casos/surtos relacionados à saúde pública - ALOP.

Outra métrica importante utilizada na gestão de riscos, avaliada em um ponto anterior ao FSO na cadeia de produção, é o objetivo de desempenho (PO - *Performance Objective*). PO é definido como a frequência máxima e/ou concentração de um perigo em um alimento em uma etapa especificada na cadeia alimentar, antes do momento do consumo, podendo ser estabelecido mais de um PO ao longo do processo. O FSO pode ser entendido como o PO no momento do consumo. O PO é necessário, pois entre as diversas etapas do processo produtivo até o consumo, há a possibilidade de aumento da frequência de contaminação ou do crescimento de patógenos. Sendo assim, os POs podem ser empregados em diversos níveis, desde a indústria até o varejo, visando ao atendimento do FSO.

Sendo assim, FSO e PO são metas definidas pelo gestor sobre a frequência ou concentração máxima de patógenos que podem estar presentes no alimento e que devem ser utilizados pela indústria para aumentar a garantia de um produto seguro. Nas práticas industriais, como o tratamento térmico de produ-

tos prontos para consumo, por exemplo, são definidos critérios de desempenho (PC - *Performance Criterion*) que garantam uma redução de patógenos a níveis seguros até o consumo. Por exemplo, o FSIS determina que uma redução mínima de $7 \log_{10}$ de *Salmonella* seja atingida durante o processo de produção de produtos de carne de frango pronto para consumo. Sendo assim, os parâmetros definidos ao longo do processo para atingir o PO (como perfil de tempo e temperatura aplicados) são denominados de PC e, muito destes parâmetros, são considerados pontos críticos de controle de um plano de APPCC.

A ARM possibilita conectar todos estes critérios, tornando-se uma ferramenta extremamente útil para a gestão de riscos. Neste contexto, a ARM, em sua face quantitativa, pode ser aplicada para determinar e testar estas métricas, a citar a ARMQ realizada pelo USDA/FSIS para avaliar o impacto da PC de redução de $6,5-7 \log_{10}$ de *Salmonella* em produtos prontos para consumo. O contexto naquele período é de que havia uma proposta de redução mínima de $6,5 \log_{10}$ em todas as categorias de produtos cárneos pronto para consumo e, então, a pergunta a ser respondida pela ARMQ foi “qual seria o impacto para a saúde pública se alternativas de $5 \log_{10}$ e $6,5-7 \log_{10}$ fossem aplicados no processo de produção?”. Trata-se de um exemplo do potencial da ferramenta em avaliar o impacto dos processos de controle sobre a saúde pública para, então, determinar os padrões necessários a serem implantados.

Este tipo de modelo probabilístico permite aos gestores simular diversos cenários e avaliar a melhor alternativa de controle com vistas à saúde pública. Uma vez que o resultado da ARMQ, ou caracterização do risco, é o produto entre a avaliação de exposição (estimativa da concentração de patógenos que um indivíduo pode ingerir ao consumir um produto contaminado) e a dose resposta (probabilidade de adoecer em função da dose ingerida), tanto FSO quanto o ALOP pode ser alcançados por meio desta ferramenta. O PO também pode ser determinado da mesma maneira, já que a ARM liga os diversos processos da cadeia através de distribuições de probabilidade, como explicado anteriormente.

Exemplo de avaliação de risco microbiológica quantitativa

Um caso simples de ARMQ e seu contexto dentro do processo de análise de risco será exemplificado a seguir. O objetivo é se aproximar ao máximo de uma situação real da utilização da análise de risco como ferramenta de gestão, desde a contextualização do problema, requerimento da avaliação de risco até a avaliação dos parâmetros. As conclusões da ARMQ são meramente ilustrativas e o intuito é refletir sobre os tipos de resultados na qual o gestor pode se deparar ao receber a avaliação requerida e sobre como proceder. O exemplo é de uma ARMQ de *Salmonella* sp. em salame tipo italiano na população do estado do Rio Grande do Sul.

Contextualização do problema (perfil de risco)

Produtos prontos para consumo se constituem em risco potencial por serem ingeridos sem a necessidade de cozimento. Desta forma, a matéria-prima e processamento deste tipo de produtos têm de ser controladas de forma eficiente para prevenir a ocorrência de toxinfecções alimentares na população. Análises dos dados de monitorias de microrganismos patogênicos (2007-2010) sobre os produtos de origem animal realizados nos estabelecimentos produtores sob Inspeção Federal e registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) demonstraram uma frequência de isolamento de *Salmonella* sp. em 4,65 % (8/172) dos produtos cárneos defumados, ou maturados ou dessecados. Destas amostras, quatro foram isoladas de salames. Em geral, salame é composto por aproximadamente 80 % de carne suína (paleta) e 20 % de toucinho. Estudos epidemiológicos evidenciaram grande variação na frequência de contaminação de carcaças de suínos em diferentes abatedouros no Sul do Brasil (2,7 % a 28,9 %). Um estudo encontrou uma frequência de isolamento de *Salmonella* sp. em 85 % a 100 % das amostras de massa para embutidos de um abatedouro de suínos sob Inspeção Federal no Estado do Rio Grande do Sul. Frente à possibilidade de contaminação da matéria-prima do salame por *Salmonella* sp., além das boas práticas de higiene e de elaboração do

produto vigentes na legislação, o processo de fermentação, maturação e dessecação é uma etapa importante na segurança do produto, pois nesta fase ocorre a redução da concentração de patógenos por diminuição do pH e atividade da água. Uma falha neste processo poderia acarretar em riscos ao consumidor, agravado pelo fato deste produto ser muito consumido no Sul do Brasil devido às características étnico-raciais e culturais da região.

Nesta situação hipotética, após analisar os dados disponíveis e a complexidade do problema, dentre outros fatores, o gestor poderia avaliar a situação de produção de salame em estabelecimentos comerciais, rever as normas vigentes relativas às práticas de produção e higiene, bem como alternativas de controle, decidindo ou não sobre o requerimento de uma ARMQ. Ao requerer uma ARMQ, os gestores já devem apresentar e discutir com os avaliadores de risco a pergunta a ser respondida. Esta comunicação deve ser mantida entre as partes durante a avaliação de risco, fazendo parte do processo de comunicação de risco. Os avaliadores de risco são normalmente membros de comitês científicos ou profissionais ligados a alguma divisão específica de avaliação de risco dentro dos serviços de vigilância e saúde pública ou órgãos de inspeção federal, a exemplo do que ocorre na BfR (*Bundesinstitut für Risikobewertung*) na Alemanha, FSIS e FDA nos EUA e na EFSA na União Europeia.

Avaliação de risco microbiológica quantitativa

A avaliação de risco deve responder uma pergunta/problema determinada previamente pelo gestor. Neste caso hipotético, o problema em questão é sobre os riscos de salmonelose através do consumo de salame na população do estado do Rio Grande do Sul, sendo que a pergunta é “Qual seria o impacto para a saúde pública assumindo um cenário de redução de 1 a 2 \log_{10} de UFC na concentração de *Salmonella* sp. durante o processo de fermentação e dessecação do salame?”. O processo de avaliação de risco é composto de quatro partes e cada uma delas será explicada ao longo do exemplo. A ARMQ é baseada em dados numéricos e análise probabilística. As incertezas e variabilidades são quantificadas através de distribuições de probabilidades teóricas que se ajustem

aos dados e devem ser apresentadas separadas no resultado final. A incerteza se constitui na falta de conhecimento sobre um determinado parâmetro e pode ser reduzida com a coleta de dados. A variabilidade, por sua vez, representa uma heterogeneidade que é inerente à população, não diminuindo com mais coleta de dados.

Identificação do perigo

Trata-se da descrição dos agentes biológicos, químicos ou físicos que podem estar presentes em um determinado alimento ou grupo de alimentos, capazes de causar um efeito adverso à saúde. Surtos de *Salmonella* associados ao consumo de produtos embutidos já foram descritos na literatura e mostraram que normalmente eles estão relacionados com a sobrevivência do patógeno durante o processo de fermentação/dessecação no caso de produtos feitos a partir de uma matéria-prima contendo grande concentração de *Salmonella*. Vários estudos conduzidos na região Sul do Brasil também sugerem alta frequência de infecção e contaminação por *Salmonella* em suínos e produtos suínos, respectivamente. E há ainda resultados de um inquérito realizado recentemente no município de Porto Alegre que demonstrou a presença de *Salmonella* em 4,4 % de salaminhos sob inspeção federal ou estadual, indicando que a ingestão deste tipo de produto pode representar risco de ocorrência de salmonelose na região. Essas evidências corroboram com o fato de que a *Salmonella* é um dos principais causadores de gastroenterite infecciosa de origem alimentar reportadas no Brasil. Estudos de investigação de surtos sugerem que quantidades pequenas são suficientes para causar a doença, caracterizada principalmente por gastroenterite e diarreia aguda.

Avaliação da exposição: exemplo do salame

Trata-se da estimativa da quantidade provável de ingestão do patógeno, neste caso, através do consumo de uma porção de salame em refeições. As etapas da produção do salame e as respectivas fases que representam aumento e diminuição da frequência/quantidade do patógeno estão ilustradas na Figura 1. O ponto inicial do modelo foi no pré-resfriamento das carcaças. Foi considerado que, se uma carcaça for positiva para *Salmonella*, as duas paletas (principal corte do suíno utilizado para produzir salame) estarão contaminadas. Para um lote de 100 kg de massa de embutido, são necessários 80 kg de carne suína e, assumindo que uma paleta pesa aproximadamente 4 kg, são necessários 20 cortes para cada lote (10 carcaças).

Dados de prevalência e contagem de *Salmonella* nas carcaças foram obtidos da literatura, provenientes de frigoríficos da região. O mínimo, a mediana e o máximo do valor de prevalência foram 2,7 %, 23,2 % e 35,7 %, respectivamente. O número de *Salmonella* nas carcaças em \log_{10} de UFC (unidades formadoras de colônia) por cm^2 foi ajustado à distribuição normal e estimado pelo método de máxima verossimilhança. A contagem média (desvio padrão) obtida de carcaças oriundas de três abatedouros foi de $-2,55$ (1,04) \log_{10} UFC/mL, que foi ajustada para 2.300 cm^2 , valor assumido da área de superfície da paleta de um suíno em idade de abate.

No modelo probabilístico, se mais de uma carcaça contaminada fosse incluída no lote no processo de simulação (iterações computacionais), o número de *Salmonella* seria igual à soma da contagem de bactéria encontrada em cada superfície da paleta.

De acordo com a literatura, existe uma grande variação na redução do número de *Salmonella* durante o processo de fermentação e dessecação dos embutidos. Alban et al. (2002) descreveram que a redução esperada do número de *Salmonella*, baseado em contagens de *Escherichia coli*, pode ser entre 2-3 \log_{10} ; Hwang et al. (2009), encontraram uma variação maior na redução de *Salmonella* em embutidos de carne bovina de acordo com os parâmetros de pH e atividade da água, entre 0,3 a 4,6 \log_{10} UFC. Estes mesmos autores apresenta-

ram uma revisão ampla acerca da redução de *Salmonella* durante todo o processo de fermentação/dessecação de diversos embutidos, que variou de 1,65 a 3,60 \log_{10} UFC.

No presente modelo, as incertezas acerca do processo foram tratadas na forma de cenários de hipóteses (*What-if scenarios*), usando como referência a redução de 1,0 \log_{10} UFC durante o processo para, então, comparar com o efeito da redução de 1,5 e 2,0 \log_{10} UFC. Para simplificar, os processos de aumento na concentração de *Salmonella* devido à contaminação cruzada não foram incluídos na avaliação da exposição pelo fato de que, neste caso, isso representaria a passagem de um determinado número de bactérias de uma paleta para outra durante o processo de corte e desossa e, necessariamente, não implicaria no aumento da concentração. Esse pressuposto foi considerado no modelo porque os recortes de carne serão misturados novamente na etapa de moagem e a concentração final será a soma da concentração de todas as paletas contaminadas incluídas no lote.

Os dados de contagem são oriundos de carcaças no pré-resfriamento. Apesar de alguns autores relatarem uma redução na frequência de carcaças contaminadas, esse processo não foi incluído. Kich et al. (2011) encontraram a mesma proporção de carcaças contaminadas antes e depois do resfriamento. Para a estimativa da concentração final de *Salmonella* no salame foi considerada, portanto, a prevalência e concentração da bactéria nas carcaças pré-resfriamento, o processo de mistura e fracionamento do lote em peças de 250 gramas após o embutimento e os cenários de redução durante a fermentação/dessecação (sobrevivência), assumindo um número constante de bactérias até o consumo. O fracionamento de um lote de 100 Kg de massa para embutido resulta em 400 salames de 0,25 Kg cada. Para a estimativa da exposição do número de *Salmonella* no momento do consumo, foi considerado um valor fixo de ingestão de 20 gramas de salame por refeição.

Caracterização do perigo

É a avaliação quantitativa, no caso de uma ARMQ, do impacto/natureza do efeito adverso à saúde associado aos perigos microbiológicos que podem estar presentes no alimento. Nesta etapa, é importante definir qual efeito adverso está sendo considerado e avaliar a dose capaz de causar a doença. A infecção por *Salmonella* é autolimitante, tem um período de incubação de oito a 72 horas, causa dor abdominal, diarreia aquosa, febre e raramente septicemia. Relatos demonstram que doses infectantes baixas, ao redor de duas células, são capazes de causar doença em produtos com baixa atividade de água.

Na disponibilidade de dados sobre a relação de dose-resposta, esta etapa da avaliação pode ser feita através da aplicação de modelos de distribuição que descrevem eficientemente esta relação, que são específicos para cada patógeno, ou mesmo pode ser utilizado para algum estrato específico da população (crianças, pessoas com deficiência de imunidade, idosos, etc.), dependendo dos parâmetros utilizados. A base teórica destes modelos é que pelo menos um patógeno ingerido deva sobreviver e iniciar a colonização. Existem vários modelos que explicam esta relação, a citar: Log-Logístico, Log-Normal, exponencial, Beta-Poisson e Weibull-Gamma, dentre outros. Neste caso, foi utilizado o modelo Beta-Poisson para descrever a probabilidade de ocorrência de salmonelose (*Pill*), aqui caracterizada por gastroenterite e diarreia aguda, de acordo com a variação da exposição à *Salmonella* pelo consumo de uma porção contaminada de salame. Os parâmetros alfa (0,3126) e beta (2.885), que descrevem esta relação para a população em geral, foi obtido da FAO/WHO.

Caracterização do risco

É uma estimativa quantitativa, considerando as incertezas do processo, da probabilidade de ocorrência dos efeitos adversos em uma dada população baseada na identificação do perigo, caracterização do perigo e avaliação da exposição. O resultado pode ser expresso em probabilidade média de ocorrência de um efeito específico (diarreia, infecção crônica, morte, etc.) por refeição/

porção ingerida por um indivíduo ou em termos de incidência ou morte anuais. A probabilidade média de ocorrer salmonelose pode ser ligada à quantidade consumida do produto em uma determinada população para caracterizar a incidência anual. No exemplo do salame, dados de consumo de 398 g/ano no Rio Grande do Sul, numa população maior que 10 anos de 7.929.511 habitantes, resultam em aproximadamente 159 milhões de porções de 20 g de salame por ano.

Considerações gerais do modelo: exemplo do salame

As distribuições de contagens de *Salmonella* nas carcaças e número de carcaças contaminadas no lote foram incluídas como variabilidade, e a prevalência da bactéria nas carcaças como incerteza. O resultado final (caracterização do risco) consiste na probabilidade média de ocorrer salmonelose por porção e o número de casos por ano no Rio Grande do Sul. As incertezas foram separadas da variabilidade através da multiplicação da probabilidade média de ocorrência de *Salmonella* estimada para cada valor de prevalência pelo número de porções, resultando no intervalo de credibilidade do número de casos anual. As simulações (10.000 iterações) foram realizadas utilizando o software @risk. A descrição detalhada do modelo com os parâmetros de entrada, distribuições de probabilidade, e saídas está demonstrada na Tabela 1 (exemplo do salame).

Tabela 1. Descrição geral do modelo de avaliação microbiológica de risco quantitativa de ocorrência de salmonelose pelo consumo de salame na população do estado do Rio Grande do Sul. As simulações foram realizadas utilizando o software @risk.

Modelo	Descrição	Distribuições de probabilidade e parâmetros
Entrada	Prevalência (P)	Triangular (0,02; 0,23; 0,35)
Entrada	Nº de carcaças contaminadas no lote ($n=10$)	Binomial (n, P)
Entrada	Distribuição da contagem de <i>Salmonella</i> (C_i) nas carcaças (\log_{10} UFC)	Normal (-2,55; 1,04)
Entrada	Nº de <i>Salmonella</i> no lote de 100 Kg de massa para embutido (UFC)	$\sum_{i=1}^n = C_i \cdot \text{superfície}_i$
Entrada	Nº de <i>Salmonella</i> no salame antes da fermentação/dessecação (UFC)	Nº <i>Salmonella</i> no lote /400
Entrada	Redução (em \log_{10})	Cenários de hipóteses: 1,0 (ref.), 1,5 e 2,0 \log_{10}
Entrada	Exposição/porção de salame (d)	Nº de <i>Salmonella</i> (UFC) em 20g após a redução pelo processo de fermentação/dessecação
Entrada	Dose-resposta (P_{ill})	$P_{ill} = 1 - \left(1 + \frac{d}{\beta}\right)^{-\alpha}$, onde $\beta = 2.885$ e $\alpha = 0,3126$
Saída	Probabilidade média de ocorrer doença	Média (P_{ill}) obtida das simulações
Saída	Número de casos anual	Média (P_{ill}) * Nº de porções ⁽¹⁾

⁽¹⁾Número de porções: 159 milhões de porções de 20 g de salame por ano.

Resultados (exemplo do salame)

A concentração média de *Salmonella* nos lotes de 100 Kg de massa de embutido foi de 233 UFC (IC 95%: 0-1517) e a máxima de 76.100 UFC. O valor máximo nas contagens de *Salmonella* por unidade de salame após o processamento, no 50º percentil de prevalência, nos cenários de redução de 1,0 (referência), 1,5 e 2 \log_{10} UFC foi de 114, 6 e 5 UFC. No cenário de referência, a incidência anual foi de 12 casos (IC 95 %: 7-24), como demonstrado na Figura 2. Quando aplicada uma redução de 1,5 e 2 \log_{10} UFC, as incidências

médias reduziram para 7 (IC 95 %: 0-9) e 0 (IC 95 %: 0-1), respectivamente. Os riscos médios de ocorrência de *Salmonella* por porção de 20 gramas de salame encontrados foram de $7,58 \times 10^{-8}$, $4,33 \times 10^{-8}$ e 0 para as reduções de 1,0, 1,5 e $2 \log_{10}$ UFC, respectivamente.

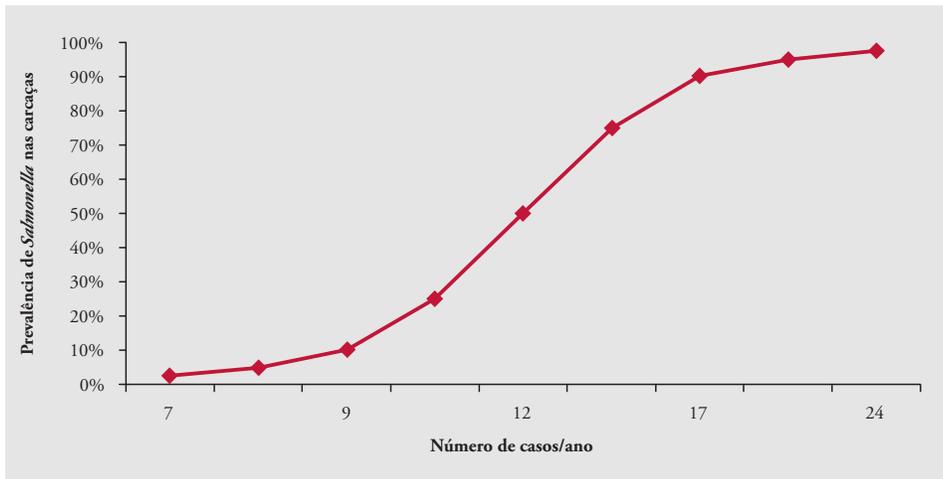


Figura 2. Variação da incidência de salmonelose (intervalo de credibilidade de 95%) no estado do Rio Grande do Sul pelo consumo de 20 g de salame tipo italiano contaminado por *Salmonella* sp. no cenário de referência (redução de $1,0 \log_{10}$).

Na Figura 3, estão demonstrados os riscos médios de ocorrência de *Salmonella* por porção ingerida encontrados na cauda da distribuição de probabilidade (97,5º percentil). Conforme os riscos encontrados, as incidências variaram de 0,3 a 0,01 casos para cada 100 mil habitantes.

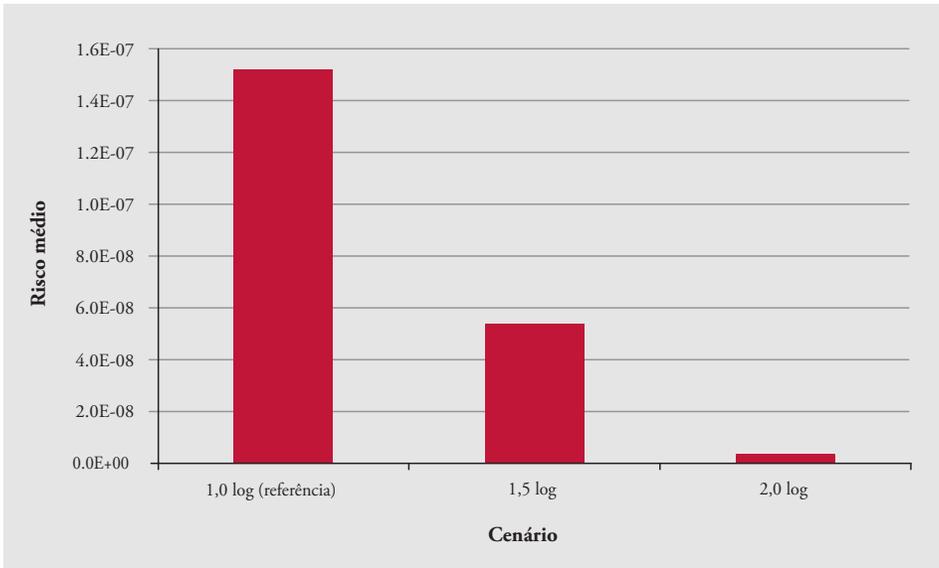


Figura 3. Riscos médios encontrados na cauda da distribuição (97,5º percentil) nos três cenários de redução da concentração de *Salmonella* pelo processo de fermentação/dessecação na produção de salame tipo italiano.

Na análise de sensibilidade, os fatores que mais influenciaram na ocorrência de casos foram a inativação e concentração de *Salmonella* nas carcaças (Figura 4). Nesta análise, os parâmetros de referência foram redução de 1 \log_{10} UFC e prevalência de carcaças de 21 % (mediana obtida pela distribuição triangular aplicada para modelar a prevalência de *Salmonella* na carcaça). As mudanças dos parâmetros foram redução de 2,14 \log_{10} UFC, prevalência de *Salmonella* nas carcaça de 5 %, média de concentração de 0,5 e desvio padrão de 1,0 \log_{10} UFC de *Salmonella* na superfície das carcaças. Os resultados desta análise evidenciam que a etapa de fermentação e maturação do produto é essencial para promover a redução da carga de patógenos que podem estar presentes na matéria-prima. Neste modelo, a redução causada pelo processo de produção (sobrevivência) foi calculada de forma simplificada. Normalmente, a variação na concentração dos patógenos pelos processos de crescimento, destruição e sobrevivência é calculada utilizando modelos matemáticos, fruto do desenvolvimento da área de microbiologia preditiva. Na literatura atual exis-

tem diversos modelos que podem ser aplicados em muitas situações comumente encontradas no âmbito da ARMQ, que predizem o comportamento de um patógeno em função de diversos parâmetros, como tempo, temperatura, pH e atividade da água, entre outros.

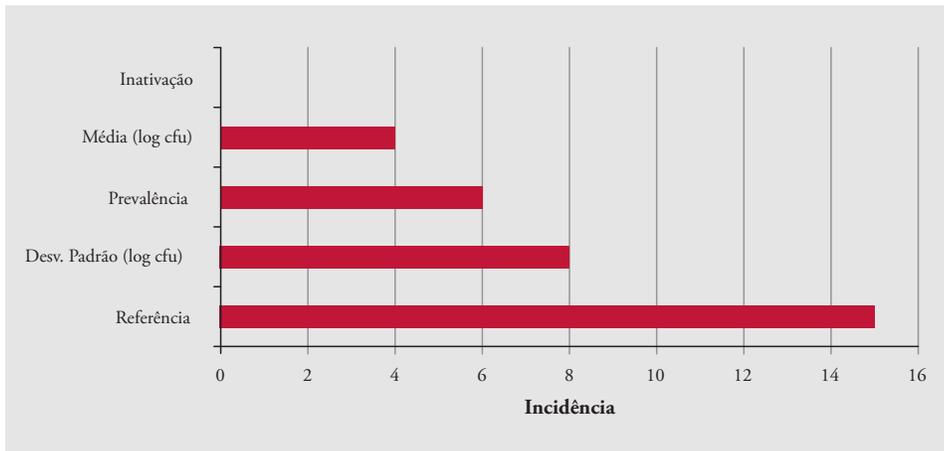


Figura 4. Análise de sensibilidade do modelo em comparação com o cenário de referência (redução de $1,0 \log_{10}$ UFC no processo de fermentação/dessecação e prevalência de 21 % de *Salmonella* nas carcaças) para avaliar o impacto das mudanças dos parâmetros com relação à incidência de *Salmonella*. As mudanças dos parâmetros foram de inativação de $2,14 \log_{10}$ UFC, média e desvio padrão de contagens de $0,5$ e $1,0 \log_{10}$ UFC, respectivamente e prevalência de 5 % de *Salmonella* nas carcaças.

Implicações práticas

O documento completo de avaliação de risco, descrevendo os parâmetros utilizados, pressuposições, incertezas, variabilidades e estrutura do modelo deve ser discutidos entre as partes, analisado por especialistas, disponibilizado para consulta pública e revisado. Um relato sumarizando os resultados, com uma linguagem mais acessível, também pode ser disponibilizado ao público em geral, como parte da comunicação dos riscos. Os resultados da ARMQ devem ser imparciais, não contendo nenhuma menção sobre alguma medida de con-

trole a ser aplicado. Cabe esta decisão aos gestores do processo que, por sua vez, devem discutir os resultados com os avaliadores de risco, interpretá-los e decidir se os resultados obtidos respondem a contento às questões formuladas.

De acordo com FAO/WHO, a análise de risco é um processo contínuo e interativo, onde a monitoria dos resultados e modificações, conforme a obtenção de novos dados, faz parte do procedimento. Comunicação interna (entre avaliadores e outros membros da equipe de análise de risco) e externa (com diferentes atores da cadeia) devem ocorrer de forma ativa e efetiva no ambiente da análise de risco. Em face dos resultados, o gestor adota uma medida que melhor se aplica ao problema, considerando aspectos econômicos, viabilidade e eficácia do método, entre outros.

A AMRQ, assim como outros tipos de avaliações de risco, devem prover resultados baseados em ciência que auxiliem no processo de entendimento da extensão e natureza do problema. Neste sentido, muitos dos dados utilizados provêm de literatura científica, sendo necessária uma ampla revisão da literatura para obtenção de muitas informações que possam ser utilizadas no modelo. O emprego da meta-análise vem se tornando cada vez mais comum no âmbito da AMRQ. A meta-análise é uma técnica estatística que possibilita produzir estimativas em relação a tratamentos, intervenções ou fenômenos a partir dos dados científicos disponíveis, levando em conta o efeito da variabilidade e do tamanho de cada estudo no resultado final. Ainda, permite estimar e explorar as fontes de variação que atuam nos resultados. Para que os resultados da meta-análise tenham validade, é necessário que os trabalhos a serem resumidos sejam selecionados por meio de uma revisão sistemática de literatura, uma vez que esta segue uma série de regras para inclusão dos estudos, evitando a análise de trabalhos com metodologias distintas e possíveis vieses de seleção.

Para tomar uma decisão, é importante o gestor compreender o significado das estimativas de risco, bem como as incertezas e variabilidade inerentes ao processo. O gestor, com base nos resultados, define se os riscos são toleráveis ou não, levando em considerações as limitações da avaliação e as incertezas envolvidas. Dependendo da magnitude do risco, ele pode definir qual nível é

considerado aceitável, podendo expressá-lo na forma de ALOP. A Figura 3 é um exemplo de resultado que pode auxiliar o gestor a definir qual nível ele considera mais apropriado. O processo de decisão na determinação destes níveis deve estar contextualizado com a situação atual, levando em conta aspectos técnicos, administrativos, socioculturais e econômicos. Por exemplo, se o número de casos de uma dada infecção alimentar, devido ao consumo de salame italiano, é menor em relação a outros problemas de segurança dos alimentos existentes, o risco pode ser considerado tolerável. Entretanto, se opções de controle para reduzir a incidência estiverem disponíveis, e seus custos suprirem os eventuais custos públicos implicados no número estimado de casos, o gestor pode utilizar o ALOP com base na viabilidade das opções de controle existentes para reduzir o número de casos.

Atenção

A análise de risco vem sendo cada vez mais utilizada por governos de países desenvolvidos como ferramenta auxiliar para a tomada de decisão nas questões de segurança dos alimentos. É por isso que o interesse por essa ferramenta tem relação estreita com a criação de políticas internacionais transparentes, o comércio internacional de produtos alimentares e a segurança dos consumidores. Na prática, a análise de risco tem por objetivo reduzir um determinado perigo, que por sua vez significa qualquer agente físico, químico ou biológico (bactéria, fungo, vírus, protozoário) que pode causar algum efeito nocivo à saúde humana ou animal.

Resumo de Ideias

01

Um dos motivos do crescente interesse pela ferramenta é a utilização do conceito de risco no acordo sobre Medidas Sanitárias e Fitossanitárias (SPS) da Organização Mundial do Comércio.

02

A análise de risco é composta por três grandes componentes: avaliação de risco, gestão dos riscos e comunicação dos riscos.

03

O gestor do processo precisa compreender o significado das estimativas de risco, bem como as incertezas e variabilidade inerentes ao processo. Com base nessas informações é que ele definirá se os riscos são toleráveis ou não, levando em consideração as limitações da avaliação e as incertezas envolvidas.

04

A avaliação de risco permite conhecer as etapas críticas do processo de produção que levam à contaminação e aumento da concentração dos patógenos em um determinado alimento, ligando-as à ocorrência de casos na população. Dessa forma, colabora significativamente na determinação de medidas de controle por parte dos gestores.

05

Outra possibilidade aberta pela avaliação de risco é auxiliar na determinação do impacto de uma medida de controle, como planos de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) na saúde pública.

Referências

ALBAN, L.; OLSEN, A.; NIELSEN, B.; SØRENSEN, R.; JESSEN, B. Qualitative and quantitative risk assessment for human salmonellosis due to multi-resistant *Salmonella* typhimurium DT104 from consumption of Danish dry-cured pork sausages. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 52, p. 251-265, 2002.

HWANG, C. A.; PORTO-FETT, A. C.; JUNEJA, V. K.; INGHAM, S. C.; INGHAM, B. H.; LUCHANSKY, J. B. Modeling the survival of *Escherichia coli* O157: H7, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella* typhimurium during fermentation, drying, and storage of soudjouk-style fermented sausage. **International Journal of Food Microbiology**, v. 129, p. 244-252, 2009.

KICH, J. D.; COLDEBELLA, A.; MORES, N.; NOGUEIRA, M. G.; CARDOSO, M.; FRATAMICO, P. M.; CALL, J. E.; FEDORKA-CRAY, P.; LUCHANSKY, J. B. Prevalence, distribution, and molecular characterization of *Salmonella* recovered from swine-nishing herds and a slaughter facility in Santa Catarina, Brazil. **International Journal of Food Microbiology**, v. 151, p. 307-313, 2011.

NAUTA, M. J. Modelling bacterial growth in quantitative microbiological risk assessment: is it possible? **International Journal of Food Microbiology**, v. 73, p. 297-304, 2002.

NAUTA, M. J. The modular process risk model (MPRM): a structured approach to food chain exposure assessment, p. 99-136. In: SCHAFFNER, D, W. (Ed.). **Microbial risk analysis of foods**. Washington, DC: American Society for Microbiology, 2008. p. 137-175.

PRINCIPLES and guidelines for the conduct of microbiological risk assessment. Roma: FAO/WHO, 2009. 7 p. (Codex Alimentarius. CAC/GL 30-1999). Disponível em: <http://www.codexalimentarius.org/standards/list-of-standards/en/?no_cache=1>. Acesso em: 16 out. 2013.

ZEPEDA, C.; SALMAN, M.; JIERMANN, A.; KELLAR, J.; ROJAS, R.; WILLEBERG, P. The role of veterinary epidemiology and veterinary services in complying with the world trade organization SPS agreement. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 67, p. 125-140, 2005.

Literatura recomendada

APPLICATION of risk analysis to food standards issues. Geneva: WHO, 1995. 39 p. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/58913/1/WHO_FNU_FOS_95.3.pdf>. Acesso em: 16 out. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Análise epidemiológica dos surtos de doenças transmitidas por alimentos no Brasil**. 2009. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/surtos_dta_15.pdf>. Acesso em: 10 out. 2013.

CASTAGNA, S. M. F.; SCHWARZ, P.; CANAL, W. C.; CARDOSO, M. R. I. Prevalência de suínos portadores de *Salmonella* sp. ao abate e contaminação de embutidos tipo frescal. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 32, p. 241-247, 2004.

CATTANI, C. S. O. **Ocorrência de *Salmonella* sp. e *Listeria monocytogenes* isolados em produtos cárneos suínos no Estado de Santa Catarina de 2007 a 2010**. 2011. 52 p. Dissertação (Mestrado em Higiene, Inspeção e Tecnologia de Alimentos de Origem Animal). Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro.

CODEX alimentarius: procedural manual. 21. ed. Roma: FAO/WHO, 2011. 204 p. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/codex/Publications/ProcManuals/Manual_21e.pdf>. Acesso em: 16 out. 2013.

DENNIS, S. B.; KAUSE, M.; LOSIFKOFF, D. L.; ENGELJOHN, BUCHANAN, R. L. Using risk analysis for microbial food safety regulatory decision making. In: SCHAFFNER, D. W. (Ed.). **Microbial risk analysis of foods**. Washington, DC: American Society for Microbiology, 2008. p. 137-175.

D'AOUST, J. Y. Pathogenicity of foodborne *Salmonella*. **International Journal of Food Microbiology**, v. 12, p. 17-40, 1991.

EFSA Panel on Biological Hazards. Scientific opinion on a quantitative microbiological risk assessment of *Salmonella* in slaughter and breeder pigs. **EFSA Journal**, Parma, v. 8, n. 4 p. 1547-1637, 2010. Doi:10.2903/j.efsa.2010.1547. Disponível em: <<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1547.htm>>. Acesso em: 07 out. 2013.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Food and Drug Administration. Food Safety and Inspection Service. **Performance standards for the production of certain meat and poultry products**. 1999. Disponível em: <<http://www.fsis.usda.gov/wps/portal/frame-redirect?url=http://www.fsis.usda.gov/OPPDE/rdad/FRPPubs/95-033F.htm>>. Acesso em: 08 out. 2013.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Food and Drug Administration. Food Safety and Inspection Service. **Risk assessment of the impact of lethality standards on salmonellosis from ready-to-eat meat and poultry products**. 2005. Disponível em: <http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/ace90cc5-2be2-4fa3-9ed5-2b186cae976c/Salm_RTE_Risk_Assess_ExecSumm_Sep2005.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 10 out. 2013.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Food and Drug Administration. Food Safety and Inspection Service. **Quantitative assessment of the relative risk to public health from foodborn *Listeria monocytogenes* among selected categories of read-to-eat foods**. 2003. Disponível em: <<http://www.fda.gov/downloads/food/scienceresearch/researchareas/riskassessmentsafetyassessment/ucm197330.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2013.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. **About EFSA**. Parma, 2003. Disponível em: <<http://www.efsa.europa.eu/en/aboutefsa.htm>>. Acesso em: 16 out. 2013.

FOOD safety risk analysis: an overview and framework manual: part 1. Roma: FAO/WHO, 2005. 86 p. Disponível em: <https://www.fsc.go.jp/sonota/foodsafety_riskanalysis.pdf> Acesso em: 16 out. 2013.

GONZALES-BARRON, U.; BUTLER, F. The use of meta-analytical tools in risk assessment for food safety. **Food Microbiology**, v. 28, p. 823-827, 2011.

HOLCOMB, D. L.; SMITH, M. A.; WARE, G. O.; HUNG, Y.; BRACKETT, R. E.; DOYLE, M. P. Comparison of six dose-response models for use with food-borne pathogens. **Society for Risk Analysis**, v. 19, p. 1091-1100, 1999.

IBGE. **Censo 2000**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/universo.php?tipo=31o/tabela13_1.shtm&uf=43>. Acesso em: 10 out. 2013.

IBGE. **Aquisição alimentar domiciliar per capita, Brasil e grandes regiões**. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pof/2008_2009_aquisicao/pof20082009_aquisicao.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2013.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. A simplified guide to understanding and using food safety objectives and performance objectives. Sydney, 2006. Disponível em: <<http://www.icmsf.org/pdf/FSO%20Objectives/GuiaSimplificadoEnglish.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2013.

LORIMER, M. F.; KIERMEIER, A. Analysing microbiological data: Tobit or not Tobit? **International Journal Food Microbiology**, v. 116, p. 313-318, 2007.

MATARAGAS, M.; ZWIETERING, M. H.; SKANDAMIS, P. N.; DROSINOS, E. H. Quantitative microbiological risk assessment as a tool to obtain useful information for risk managers-specific application to *Listeria monocytogenes* and ready-to-eat meat products. **International Journal of Food Microbiology**, v. 141, Suppl 1, p. 170-179, 2010.

MØLBAK, K.; OLSEN, J. E.; WEGENER, H. C. *Salmonella* infections. In: **FOODBORNE infections and intoxications**. 3th ed. Amsterdam: Elsevier, 2006. p. 57-114.

MURMANN, L.; CORBELLINI, L. G.; COLLOR, A. A.; CARDOSO, M. Quantitative risk assessment for human salmonellosis through the consumption of pork sausage in Porto Alegre, Brazil. **Journal of Food Protection**, v. 74, p. 553-558, 2011.

NAUTA, M. J. Separation of uncertainty and variability in quantitative microbial risk assessment models. **International Journal of Food Microbiology**, v. 57, p. 9-18, 2000.

PARIS. World Organisation for Animal Health, Organisation Internationale des Epizooties. **Objectives**. Paris, 2013. Disponível em: <<http://www.oie.int/about-us/our-missions/>>. Acesso em: 8 out. 2013.

PEET, B. For Pigs, size really does matter. **The Pig Site**, Featured Articles, 20 jun. 2003. Disponível em: <<http://www.thepigsite.com/articles/884/for-pigs-size-really-does-matter>>. Acesso em: 10 out. de 2013.

PISSETTI, C.; WERLANG, G. O.; BIESUS, L. L.; KICH, J. D.; CARDOSO, M. R. de I. Detecção de *Salmonella enterica* e *Listeria monocytogenes* em carcaças suínas na etapa de pré-resfriamento. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 40, n. 2, p. 1071, 2012.

RISK assessments of *Salmonella* in eggs and broiler chickens. Roma: WHO/FAO, 2002. (Microbiological Risk Assessment Series, 2). Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-y4392e.pdf>>. Acesso em 16 out. 2013.

RISK Management of Food Safety. Roma: FAO, 1997. 32 p. (FAO Food and Nutrition Paper, 65). Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/w4982e/w4982e00.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2013.

RODRIGUES, C.; ZIEGELMANN, P. Metanálise: um guia prático. **Revista do HCPA**, v. 30, n. 4, p. 436-447, 2010.

SARGEANT, J. M.; RAJIC, A.; READ, S.; OHLSSON, A. The process of systematic review and its application in agri-food public-health. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 75, p. 141-151, 2006.

SAUER, C. J.; MAJKOWSKI, J.; GREEN, S.; ECKEL, R. Foodborne Illness Outbreak Associated with a Semi-Dry Fermented Sausage Product. **Journal of Food Protection**, v. 60, p. 1612-1617, 1997.

SCHAFFNER, D. W. (Ed.). **Microbial risk analysis of foods**. Washington, DC: American Society for Microbiology, 2008. 270 p.

SCHWARZ, P.; KICH, J. D.; COLDEBELLA, A.; SEYBOTH, L.; ROMEIRO, C.; CORBELLINI, L. G.; CARDOSO, M. Frequência de suínos soropositivos para *Salmonella* sp. em granjas afetadas em diferentes níveis de severidade pela síndrome multissistêmica de definhamento do leitão desmamado. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 38, n. 2, p. 27-132, 2010.

SILVA, L. E. da; DIAS, V.; FERRONATTO, A.; GUERRA, P.; BERNO, L.; TRICHES, N.; KICH, J. D.; CORBELLINI, L. G.; CARDOSO, M. Longitudinal dissemination of *Salmonella enterica* clonal groups through the slaughter process of *Salmonella*-positive pig batches. **Journal of Food Protection**, v. 75, n. 9, p. 1580-1588, 2012.

SMITH, J. L.; HUHTANEN, C. N.; KISSINGER, J. C.; PALUMBO, S. A. Survival of *Salmonella* during pepperoni manufacture. **Applied Microbiology**, v. 30, p. 759-763, 1975.

TEUNIS, P. F.; NAGELKERKE, N. J.; HAAS, C. N. 1999. Dose response models for infectious gastroenteritis. **Society for Risk Analysis**, v. 19, p. 1251-1260, 1999.

WERLANG, G. O.; PETER, C. M.; HAUBERT, L.; CARDOSO, M. R. I.; CORBELLINI, L. G. Análise microbiológica de salaminhos elaborados sob Inspeção Federal ou Estadual e comercializados em Feiras Modelo de Porto Alegre. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA 24., 2012. [Resumos...]. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/64977>>. Acesso em: 28 jul. 2013.

WERBER, D.; DREESMAN, J.; FEIL, F.; VAN TREECK, U.; FELL, G.; ETHELBERG, S.; HAURI, A. M.; ROGGENTIN, P.; PRAGER, R.; FISHER, I. S.; BEHNKE, S. C.; BARTELT, E.; WEISE, E.; ELLIS, A.; SIITONEN, A.; ANDERSSON, Y.; TSCHAPE, H.; KRAMER, M. H.; AMMON, A. International outbreak of *Salmonella* Oranienburg due to German chocolate. **BMC Infection Disease**, v. 5, n. 7, p.1-10, 2005.

WHITING, R. C.; BUCHANAN, R. L. Using risk assessment principles in an emerging paradigm for controlling the microbial safety of foods, In: SCHAFFENR, D. W. (Ed.). **Microbial risk analysis of foods**. Washington, DC: American Society for Microbiology, 2008. p. 29-50.

WORKING principles for risk analysis for food safety for application by governments. Roma: FAO/WHO, 2007. 41 p. (*Codex Alimentarius*. CAC/GL-62). Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1550t/a1550t00.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2013.

WORLD TRADE ORGANIZATION. **Agreement on the application of sanitary and phytosanitary measures**. Genebra, 1995. Disponível em: <<http://www.worldtradelaw.net/uragreements/spsagreement.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2008.

WORLD TRADE ORGANIZATION. **Agreement on the application of sanitary and phytosanitary measures**. Genebra, 1995. Disponível em: <<http://www.worldtradelaw.net/uragreements/spsagreement.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2008.

Impressão e acabamento
Gráfica Sul Oeste

Embrapa

Suínos e Aves

A *Salmonella* é um patógeno comum aos homens e aos animais, amplamente distribuído na natureza, capaz de sobreviver por longos períodos na presença de matéria orgânica e umidade. É por isso que a adoção de medidas de controle para esta bactéria em atividades intensivas como a suinocultura é um grande desafio. Este livro reúne mais de uma década de pesquisas da Embrapa Suínos e Aves sobre a *Salmonella*. Em parceria com o setor de Medicina Veterinária Preventiva da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e iniciativa privada, foi possível desenvolver ao longo do tempo a experiência e os resultados necessários para a produção de uma obra como esta, que aborda as estratégias de controle da *Salmonella* nas diferentes etapas da cadeia de produção suínos (granjas, fábricas de ração e matadouros-frigoríficos). O livro também trata de temas como o sistema de gestão da segurança de alimentos e a análise de risco microbiológica.

Patrocínio:



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA

ISBN 978-85-7035-494-5



CGPE 12157