

CAPÍTULO 2

Estratégias de controle para infecção por *salmonella* em suínos

Andréa Rosa Machado

Arlei Coldebella

Gustavo Julio Mello Monteiro de Lima

Jalusa Deon Kich

Juliana Cafruni Calveyra

Letícia dos Santos Lopes

Lidia Cristina Picinin

Luís Eduardo da Silva

Luis Gustavo Corbellini

Maria Cristina da Silva

Mariana Gomes Nogueira

Marisa Ribeiro de Itapema Cardoso

Nelson Morés

Patricia Schwarz

Sandra Maria Ferraz

Valéria Dutra

Introdução

O projeto estudou medidas de controle da contaminação por *Salmonella* na cadeia produtiva de suínos por meio de planos de ação coordenados e executados pela Embrapa e Universidades com o apoio de instituições privadas.

Com o objetivo de reduzir o índice de animais infectados e excretadores, foram testados experimentalmente tratamentos orais com prebióticos, probióticos, ácidos orgânicos e bacteriófagos em animais inoculados com salmonela. Posteriormente, o tratamento com melhor desempenho na fase experimental, o prebiótico, associado à correção de fatores de risco e medidas de biossegurança, foi aplicado e avaliado a campo em quatro lotes de terminação de suínos em granja comercial.

Referente ao manejo sanitário em granjas, foi realizada a identificação de fatores de risco para a infecção dos animais por salmonelas e para a contaminação residual de instalações de terminação por meio de estudo observacional, com auxílio de inquérito epidemiológico, sorologia e pesquisa bacteriológica no ambiente. A fim de determinar procedimentos para fabricação de rações livres de salmonela, foi realizada a análise de pontos críticos nas plantas industriais. Nos frigoríficos, foram avaliados pontos de contaminação e disseminação dessa bactéria, e comparados tratamentos experimentais de carcaça. Isolados de *Salmonella* provenientes de avaliação de pontos críticos em abatedouros e fábrica de ração foram genotipificados por eletroforese em campo pulsado (PFGE) para identificação de grupos clonais e esclarecimento das fontes de contaminação. A área de estudo foi ampliada, incluindo a Região Centro-Oeste, onde se constatou que a prevalência de suínos portadores de salmonela nos linfonodos mesentéricos ao abate foi cerca de 39%, inferior aos resultados obtidos na Região Sul.

O projeto foi organizado em rede sob a liderança da Embrapa Suínos e Aves, tendo diferentes parceiros responsáveis por planos de ação e atividades. O projeto alcançou suas metas e foi encerrado em 2011.

Objetivos

Geral

Identificar alternativas de controle da infecção por salmonela em suínos, direcionadas à fábrica de ração, animais, granjas e linha de abate.

Específicos

- Avaliar o grau de redução da excreção de salmonela nas fezes de suínos inoculados oralmente e tratados com prebiótico, probiótico, composto de ácidos orgânicos e suspensão de bacteriófagos;
- Validar o uso de um produto com melhor desempenho na fase experimental em teste de campo (identificado no objetivo acima);
- Avaliar a redução da contaminação superficial por salmonela em carcaças tratadas com água em temperatura elevada, vapor, cloro e composição de ácidos orgânicos;
- Identificar os fatores de risco associados à qualidade da limpeza e desinfecção, vazio sanitário e contaminação residual por salmonela em granjas de terminação;
- Identificar os fatores de risco associados à prevalência de suínos soropositivos e portadores de salmonela em granjas de terminação de diferentes sistemas de integração;
- Avaliar pontos de contaminação por salmonela em diferentes etapas da produção de ração;
- Determinar a prevalência de suínos portadores de salmonela ao abate no estado do Mato Grosso;
- Determinar pontos de contaminação de carcaças por salmonela e estabelecer a principal via de disseminação desse micro-organismo em linhas de processamento de abatedouros de suínos;
- Identificar grupos clonais de *Salmonella* em fábricas de ração e linha de abate.

Resultados e discussão

Devido à complexidade e abrangência do projeto, bem como a execução em diferentes locais, seus resultados e discussão serão tratados por planos de ação e atividades.

Plano de ação (PA2) - Avaliação de alternativas para o controle de *Salmonella* em leitões experimentalmente desafiados

Atividade 1

Avaliação da excreção de *Salmonella*, integridade de enterócitos, composição da microbiota e imunidade em leitões submetidos a diferentes tratamentos orais.

O experimento foi realizado em 2009 e o objetivo desse estudo foi testar o efeito da adição individual de dois tipos de ácidos orgânicos, (Tetracid: ácido fumárico, ácido cítrico, ácido málico, ácido fosfórico, óleo vegetal e Selacid: ácido sórbico, ácido fórmico, ácido acético, ácido láctico, ácido propiônico, formiato amônico, ácido cítrico, polisorbato, propileno glicol, ácidos graxos vegetais e dióxido de silício prebiótico) (Bio-Mos: levedura seca de cervejaria e sólidos solúveis de fermentação), bacteriófagos líticos e probiótico (*Bifidobacterium Bifidum*, *Enterococcus Faecium*, *Lactobacillus Acidophilus*, *Lactobacillus Plantarum*, *Saccharomyces Cerevisiae*) à dieta de suínos infectados experimentalmente por *Salmonella* Typhimurium. Foram utilizados 46 leitões com 43 dias de idade, distribuídos em blocos casualizados e em seis tratamentos. As dietas foram administradas aos animais por oito semanas, sendo que após duas semanas todos os animais foram inoculados pela via oral com *Salmonella* Typhimurium (dia zero após a infecção = 0 PI). Foram realizadas colheitas de sangue (-14, 0, 7, 14, 21, 28 e 35 PI) para pesquisa de IgG anti-*Salmonella*, e de fezes (-14, -7, 0, 3, 7, 14, 21 e 28) para pesquisa e quantificação de *Salmonella*, *Enterococcus*, *Lactobacillus* e coliformes totais. No dia 35 PI, os animais foram eutanasiados e fragmentos de órgãos foram submetidos à pesquisa de

Salmonella. Foram coletados segmentos do intestino delgado, de cada animal, para análise de morfometria e pesquisa de IgA de mucosa.

Os tratamentos não foram capazes de impedir a infecção dos animais, e a soroconversão foi observada a partir do dia 7 PI. Diferenças de morfometria de vilosidades e concentração de IgA na mucosa intestinal não foram observadas entre os grupos. Porém, observou-se menor excreção de *Salmonella* no grupo tratado com mananoligossacarídeo, com diferença estatística no dia 28 PI. No dia 35 PI, os grupos tratados com ácidos orgânicos e com probiótico apresentaram menor contagem de *Salmonella* no conteúdo cecal em um dos blocos do experimento. A administração de probiótico resultou em menor frequência de isolamento de *Salmonella* a partir de fígado, linfonodos mesentéricos, pulmão e baço. A partir disso, conclui-se que a adição de mananoligossacarídeo na dieta pode contribuir para a menor excreção de *Salmonella* Typhimurium e que os micro-organismos probióticos diminuíram o número de portadores em linfonodos mesentéricos e preveniram a colonização dos órgãos internos avaliados.

Atividade 2

Aplicação de um conjunto de medidas de intervenção para o controle de salmonela em granja de terminação de suínos.

Esta atividade foi conduzida em uma granja de terminação de suínos pertencente a um sistema cooperativado no estado do Rio Grande do Sul ao longo de quatro lotes de produção consecutivos. Primeiramente, foi escolhida uma pirâmide de produção, unidade de produção de leitões e crechário, capazes de fornecer animais de uma única origem. O crechário foi escolhido após levantamento sorológico nos primeiros dias de alojamento na terminação para identificar a creche que produzia leitões com sorologia negativa para salmonela. Para este levantamento e primeiro lote, o cálculo da amostragem ($\cong 80$ suínos) baseou-se na população de animais da granja de terminação e estimou-se a prevalência de 50%, uma vez que a mesma não era ainda conhecida. Com a disponibilidade dos primeiros resultados, novos cálculos foram conduzidos e

o tamanho da amostra foi ajustado para 30 suínos.

Os lotes foram amostrados para sorologia no início e final da terminação, na primeira semana de alojamento e na semana precedente ao abate. Antes do alojamento, após a limpeza e desinfecção e durante o vazio sanitário, foi realizada avaliação da contaminação residual por salmonela no piso das baias e equipamentos (comedouros e bebedouros). Toda ração entregue na granja durante o período de terminação dos lotes de suínos foi amostrada e submetida à pesquisa bacteriológica de *Salmonella*. Paralelamente, a fábrica de ração foi visitada nove vezes, quando foram coletadas amostras em 15 pontos, divididas em três categorias: ingredientes, resíduos e produtos (ração pronta) para pesquisa bacteriológica de *Salmonella*.

Como a infecção por *Salmonella* é multifatorial, um conjunto de medidas foi estabelecido para diminuir a vulnerabilidade dos lotes de suínos à infecção. Foram controlados os principais fatores de risco e respeitados os seguintes procedimentos: leitões de uma única origem com sorologia negativa para *Salmonella* na entrada da terminação, transporte dos animais em caminhão desinfetado e negativo para *Salmonella*, ração negativa para *Salmonella*, ausência de outras espécies animais na granja, programa de controle de vetores (roedores, aves silvestres e moscas), canaletas mantidas limpas e limpeza seca diária. Os animais receberam prebiótico (Bio-Mos) durante todo período de creche e terminação. Os procedimentos de limpeza e desinfecção foram acompanhados pelo técnico da cooperativa e os produtores detalhadamente orientados para todo o processo. O procedimento de limpeza e desinfecção entre lotes que preveniu a contaminação residual detectável foi a utilização de detergente na lavagem úmida, desinfecção com produto à base de fenóis e respeito ao tempo de vazio sanitário.

Dois pontos críticos observados neste trabalho foram:

- Amostras esporádicas de ração positivas para *Salmonella* na fábrica de ração, as quais representam risco iminente de contaminação dos rebanhos;
- Dificuldade de eliminar a contaminação residual na granja, principalmente em comedouros e bebedouros, o que estimulou a realização de um dia de campo sobre limpeza, desinfecção e vazo sanitários das instalações com os técnicos da cooperativa.

Esta experiência a campo demonstrou a vulnerabilidade dos rebanhos à infecção por salmonela, e que medidas estritas de biossegurança propostas conseguem manter os lotes com soroprevalência mais baixa do que a usualmente encontrada em suínos terminados na região Sul do Brasil, prevenindo assim a entrada de suínos portadores e excretores na linha de abate.

Plano de ação (PA3) - Identificação de fatores de risco associados à infecção por *Salmonella* em granjas de suínos

Atividade 1

Avaliação da contaminação residual por *Salmonella* em granjas de terminação de suínos

Este estudo avaliou o nível de contaminação residual de coliformes totais e *Salmonella* sp. em granjas de terminação de suínos, e fez um levantamento dos protocolos de manejo, instalações e práticas de desinfecção mais utilizados durante o período de vazio dessas granjas. Foram amostradas 71 granjas de terminação integradas a cinco agroindústrias localizadas no Rio Grande do Sul. Em cada granja, foi aplicado um questionário contendo itens relativos à estrutura e manejo das instalações. Para a análise microbiológica, suabes do piso das baias foram colhidos e submetidos à quantificação de coliformes totais e pesquisa de *Salmonella*. A contagem de coliformes totais encontrada nas granjas variou de 6×10^2 UFC/cm² até $4,33 \times 10^9$ UFC/cm². Mesmo em granjas integradas em uma mesma empresa, houve grande variabilidade na presença de coliformes residuais após a limpeza e desinfecção. *Salmo-*

nella sp. esteve presente em 26,7% do total de granjas amostradas, com variação de frequência entre as agroindústrias (0 até 100% das granjas). Observou-se também grande diferença em termos de instalações e práticas de manejo adotadas, o que poderá servir para explicar a contaminação residual numa análise de risco futura. A partir desses resultados, é possível concluir que os protocolos de limpeza e desinfecção adotados nas granjas são pouco eficazes, pois a contagem residual de coliformes totais é muito elevada e possibilita a presença residual de *Salmonella* sp.

Atividade 2

Identificação de fatores de risco associados à soroprevalência de *Salmonella* em diferentes empresas integradoras.

O estudo observacional foi encerrado em 2009 e foram determinados os fatores associados à infecção por *Salmonella* na fase de terminação, identificando-se os fatores mais importantes em granjas integradas a cinco diferentes agroindústrias. A soroprevalência para *Salmonella* constituiu a variável explicada e as respostas do inquérito epidemiológico conduzido em 189 granjas as variáveis explicativas.

A associação dos resultados foi analisada através de regressão logística para a identificação de fatores de risco. As soroprevalências e os fatores de risco variaram entre as agroindústrias. Os fatores de risco que apresentaram maior razão de chance (OR) para altas prevalências de *Salmonella* foram: produção intensiva de frango de corte na propriedade (OR = 2,4), animais provenientes de mais de uma origem (OR = 2,0), presença de outras espécies animais na granja (OR = 1,7), canaletas sujas (OR = 1,5), acúmulo de dejetos na fossa (OR = 1,4), piso compacto (OR = 1,3), ausência de forro (OR = 1,2). A presença de outros animais na granja e a pré-fossa suja foram os fatores mais frequentes na análise conduzida individualmente nas agroindústrias. O maior número de dias da granja fechada teve efeito de proteção (OR = 0,9).

Plano de ação (PA4) - Efeito de diferentes tratamentos sobre a contaminação superficial de carcaças com *Salmonella* Typhimurium

Atividade 1

Efeito de diferentes tratamentos sobre a contaminação superficial de carcaças por *Salmonella* Typhimurium: avaliação microbiológica

Foram testados nove tratamentos que podem ser aplicados na superfície das carcaças no final da linha de abate. Amostras de pele de suínos foram contaminadas artificialmente com *Salmonella* e submetidas aos seguintes tratamentos:

- T1: Grupo controle;
- T2: Aplicação de água deionizada;
- T3: Aplicação de água deionizada quente (80°);
- T4: Aplicação de água deionizada quente (80°) com Citrex® (ácido ascórbico, ácido cítrico e ácido láctico);
- T5: Aplicação de água deionizada clorada quente (80°C) com Citrex®;
- T6: Aplicação de água deionizada clorada quente (80°C);
- T7: Aplicação de água deionizada com Citrex®;
- T8: Aplicação de água deionizada clorada com Citrex®;
- T9: Aplicação de água deionizada clorada.

Todos os tratamentos foram aplicados com água sob pressão controlada (3 atm), a concentração do cloro foi de 2 ppm, do Citrex® 1000 ppm, e realizadas 10 repetições. A pele foi imersa em solução com 106 UFC/mL de *Salmonella* Typhimurium e após 15 minutos 5 cm² da superfície externa foi amostrada com suabe estéril. Foram realizadas duas avaliações, 10 segundos e 24h após o tratamento. Os suabes foram processados individualmente para análise quantitativa e qualitativa de *Salmonella*. Os dados foram analisados pelo modelo de medidas repetidas, pelo qual o tratamento 5 apresentou o melhor desempenho seguido dos tratamentos 8 e 7 com diminuição de 1 log a mais que o grupo controle 24h após a aplicação.

Atividade 2

Efeito de diferentes tratamentos sobre a contaminação superficial de carcaças com *Salmonella* Typhimurium: avaliação dos aspectos de qualidade de carne

Esta avaliação consistiu de duas etapas:

- Avaliaram-se as possíveis alterações físico-químicas de pernis suínos submetidos a tratamentos com ácidos orgânicos, vapor e associação dos dois tratamentos. Foram avaliados o aspecto, coloração, consistência e odor, antes e após cada tratamento de pernis, bem como, análises físico-químicas visando determinação do percentual de lipídeos, proteínas, pH, umidade e voláteis, também, antes e após cada tratamento. Os resultados obtidos revelaram que os tratamentos utilizados não interferiram nos atributos aspecto, cor, odor e consistência e, também, não alteraram suas propriedades físico-químicas, sendo que somente o tratamento de vapor associado aos ácidos orgânicos diminuiu o pH e aumentou o teor de umidade e voláteis da carne, porém, não descaracterizou a qualidade físico-química da carne suína, que permaneceu dentro de seus padrões ideais, apta ao consumo humano.
- Foi realizada a análise sensorial com os tratamentos que apresentaram melhor desempenho na descontaminação da carcaça na Atividade 1 (T5, T8 e T9) deste PA, objetivando conferir se esses tratamentos podem ou não apresentar diferença no sabor e aspecto da carne para os consumidores. O teste discriminativo (comparação múltipla) foi escolhido, no qual estabelece diferenciação qualitativa e/ou quantitativa entre as amostras. Foram realizadas quatro sessões de testes, com cerca de 20 a 30 julgadores. Nas sessões, pedaços de lombos suínos foram submetidos a quatro diferentes tratamentos:

T1: Água deionizada com cloro (2 ppm);

T2: Água deionizada clorada quente (80°C);

T3: Água deionizada clorada com Citrex® (1000 ppm);

T4: Água deionizada clorada quente (80°) com Citrex® (1000 ppm).

A amostra submetida ao tratamento 1 foi utilizada como padrão, e os quesitos analisados foram aparência, odor e sabor. Em nenhum dos quesitos analisados houve diferença significativa, concluindo-se que os tratamentos aplicados não interferem no produto final.

Plano de ação (PA5): Avaliação de pontos críticos e rastreabilidade das fontes de contaminação por *Salmonella* durante o preparo de dietas para suínos

O estudo foi conduzido em quatro fábricas de alimentos para suínos. Realizaram-se seis visitas para coleta de 50 a 60 amostras/fábrica e obtenção de informações. As amostras foram constituídas de aproximadamente 100 g do produto, formadas a partir de 5 a 10 alíquotas colhidas, ou de esponjas friccionadas em superfícies de contato. No total, foram coletadas 1.322 amostras submetidas à pesquisa qualitativa de *Salmonella*. Trinta e sete cepas foram analisadas por macro-restrição seguida de eletroforese em campo pulsado (PFGE) para identificar relações clonais entre estirpes de *Salmonella* do mesmo sorovar. A quantificação de coliformes totais, em unidades formadoras de colônia por grama de ração (UFC/g), foi realizada paralelamente à pesquisa de *Salmonella*.

A presença de *Salmonella* foi detectada em todas as fábricas visitadas, embora em somente 4,9% das amostras (65/1.322). As áreas denominadas transportador e varredura foram consideradas as mais críticas quanto ao isolamento de *Salmonella* enquanto a peletização não apresentou amostras positivas. O sorovar mais prevalente foi Montevideo (n = 14, 27%), seguido de Anatun e Senftenberg (n = 8, 12,7%), Mbandaka, Orion e Agona (n = 6, 9.5%) e Tennessee (n = 5, 7,9%). Em três fábricas foram encontradas amostras positivas no produto final, provavelmente em decorrência de recontaminação ou contaminação cruzada durante os processos. Quanto à quantificação de coliformes totais, a dosagem foi o local com maior percentual de amostras com contagem superior a 100 UFC/g. As amostras coletadas nas áreas de armazenagem e ingredientes tiveram quantidades menores de coliformes totais quando comparadas às amostras coletadas nas dependências das fábricas (como dosagem, armadilha, moagem e misturador).

A presença de poeira e incrustações nas superfícies em contato com a ração foram aspectos favoráveis ao isolamento de bactérias. Esse achado reflete a dificuldade de higienização de superfícies nas fábricas de ração e aponta a necessidade de desenvolver equipamentos com *design* que facilitam a limpeza.

Plano de Ação (PA6): Determinação da prevalência de suínos portadores de *Salmonella* em linfonodos mesentéricos no MT

Este plano de ação determinou a prevalência de *Salmonella* sp. em suínos abatidos em frigoríficos sob Inspeção Federal no estado de Mato Grosso. Amostras de linfonodos mesentéricos e tonsilas de lotes de suínos de diferentes procedências foram coletadas em três frigoríficos. Das 300 amostras processadas, 50 (16,6%) foram positivas para *Salmonella* sp., sendo identificados 14 diferentes sorovares. Os sorovares mais frequentes foram Derby (16%), Typhimurium (14%), London (12%) e Give (12%). Os resultados obtidos demonstraram uma prevalência de portadores menor quando comparados às frequências encontradas em abatedouros da Região Sul.

Plano de ação (PA7): Determinação de fontes de contaminação e vias de disseminação de *Salmonella* em linhas de abate

O presente estudo objetivou verificar a presença de *Salmonella* na superfície da carcaça. Para isso, avaliou-se a influência de diferentes etapas do processo de abate de suínos, do recebimento dos animais à lavagem final das carcaças em três frigoríficos (A, B, C) sob Inspeção Federal no Sul do Brasil. Foi determinada a soroprevalência de cada lote abatido no turno de amostragem, não havendo correlação entre a sorologia dos lotes e a contaminação das carcaças após o chuveiro final. A análise dos dados permitiu verificar que houve mais chance de isolar *Salmonella* a partir do conteúdo intestinal dos animais no Frigorífico C (OR = 6,5), demonstrando que nesse frigorífico são abatidos lotes com maior prevalência de portadores. Considerando-se todas as etapas analisadas, a análise de Qui-quadrado de independência indicou que houve uma frequência estatisticamente significativa maior de isolamen-

to de *Salmonella* após a depilação. Não houve isolamento de *Salmonella* das amostras de água da escalda, que manteve a temperatura sempre acima dos 61°C durante o abate. Em comparação com o Frigorífico A, no Frigorífico B observou-se maior chance de isolamento de *Salmonella* após a depilação (OR = 4,18), após flambagem (OR = 11,17) e após o chuveiro final (OR = 14,66). Na comparação do Frigorífico C com A não houve diferença estatística significativa. Somente no Frigorífico B o número de animais com conteúdo intestinal positivo foi preditivo da contaminação das carcaças após o chuveiro final (Coeficiente = 0,57), demonstrando que as práticas adotadas na linha de abate não foram capazes de contribuir para o controle de *Salmonella*.

Plano de Ação (PA8): Tipificação de amostras de *Salmonella* por meio de PFGE

Esta avaliação foi realizada em cepas de *Salmonella* isoladas de diferentes amostras coletadas na fábrica de ração (PA5) e frigorífico (PA7); e demonstrou que o PFGE é uma ferramenta valiosa para elucidar a disseminação clonal ao longo do processamento conforme descrito abaixo:

- Entre as amostras isoladas nas fábricas de ração estudadas no PA5, os sorovares Montevideo, Senftenberg, Agona, Infantis e Tennessee apresentaram nove, quatro, três e dois pulsotipos, respectivamente. Já os sorovares Orion, Newport e Worthington apresentaram apenas um pulsotipo. Na fábrica C, o pulsotipo 2 do sorovar Montevideo esteve presente desde a primeira visita em amostras de pó e ração antes da extrusão, voltando a ser isolado na quinta visita em uma amostra de farinha animal. Os pulsotipos 4 e 5 deste mesmo sorovar encontraram-se disseminados por várias áreas da produção na fábrica D ao longo do tempo, indicando a presença de uma fonte comum de contaminação. O mesmo argumento pode ser utilizado para o sorovar Agona isolado em amostras específicas como farelo de trigo, glúten de milho e poeira na mesma coleta.

- De um total de 132 isolados de *Salmonella* obtidos nas linhas de abate do PA7, a sorotipificação revelou oito diferentes sorovares, dentre os quais os sorovares Derby (n = 47; 35,6%), Typhimurium (n = 46; 34,8%) e Panama (n = 21; 15,9%) foram os mais frequentes e apresentaram, respectivamente, seis, oito e três pulsotipos após a clivagem do DNA total com as enzimas XbaI e BlnI. A análise dos pulsotipos identificados nas carcaças após o chuveiro final demonstrou haver relação com isolados das baias de espera, do conteúdo intestinal e de outras carcaças. As etapas até a depilação demonstraram ser as mais críticas para a disseminação de grupos clonais de *Salmonella* e a flambagem para o seu controle. Os resultados permitiram observar a influência das práticas de higiene e processos de abate executados pelos matadouros no controle da disseminação clonal em carcaças, mesmo quando lotes com elevado número de portadores de *Salmonella* são recebidos.

Plano de Ação: Transferência de Tecnologia

As ações de transferência de tecnologia estão sendo baseadas nas seguintes estratégias: artigos científicos, comunicações em congressos, artigos técnicos e palestras e seminários/workshops específicos.

Artigos científicos

Publicados

SILVA, M. C.; FARIA, G. S.; PAULA, D. A. J.; MARTINS, R. P.; CARAMORI JUNIOR, J. G.; KICH, J. D.; COLODEL, E. M.; NAKAZATO, L.; DUTRA, V. Prevalência de *Salmonella* sp. em suínos abatidos no Estado de Mato Grosso. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 266-268, 2009.

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**, Porto Alegre, v. 38, n. 2, p. 127-132, 2010.

CALVEYRA, J. C.; NOGUEIRA, M. G.; KICH, J. D.; BIESUS, L. L.; VIZZOTTO, R.; BERNO, L.; COLDEBELLA, A.; LOPES, L.; MORÉS, N.; LIMA, G. J. M. M., CARDOSO M. Effect of organic acids and mannopoligosaccharide on excretion of *Salmonella* Typhimurium in experimentally infected growing pigs. **Research in Veterinary Science**, v. 93, n. 1, p. 46-47, 2012.

NOGUEIRA, M. G.; CALVEYRA, J. C.; KICH, J. D.; COLDEBELLA, A.; MORÉS, N.; CARDOSO, M. Efeito de probiótico na infecção e excreção fecal de *Salmonella* em suínos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, p. 514-519, 2012.

SILVA, L. E.; DIAS, V.; FERRONATO, A.; GUERRA, P.; BERNO, L.; TRIQUES, 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**, Des Moines, v. 75, p. 1580-1588, 2012.

MACHADO, A. R.; GOUVEIA, F. C.; FERRAZ, S. M.; PICININ, L. C. A.; KICH, J. D.; COLDEBELLA, A.; CARDOSO, M. Avaliação microbiológica e físico-química de pernis suínos tratados com ácidos orgânicos e/ou vapor no controle da contaminação superficial por *Salmonella* Typhimurium. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 14, n. 3, p. 245-351, 2013.

Artigos técnicos

SCHWARZ, P.; KICH, J. D.; CARDOSO, M. *Salmonella* em suínos: alternativas de controle. **Suinocultura Industrial**, Itu, ed. 238, ano 33, n. 1, p. 14-19, 2011.

SCHWARZ, P.; KICH, J. D. Novas tendências e oportunidades no controle de *Salmonella* sp. na suinocultura In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE SUINOCULTURA, 2.; BRASIL SUL PIG FAIR, 1., 2009, Chapecó. **Anais**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2009.

KICH, J. D.; SCHWARTZ, P.; COLDEBELLA, A.; CARDOSO, M. Soro-prevalência de *Salmonella* sp. em rebanhos suínos brasileiros. **Suinocultura Industrial**, Itu, v. 31, n. 218, p. 12-15, 2008.

KICH, J. D.; SCHWARTZ, P.; NOGUEIRA, M. G. Aspectos epidemiológicos na contaminação por *Salmonella* em suínos no Brasil. **Suinocultura Industrial**, Itu, v. 30, n. 214, p. 16-19, 2008.

KICH, J. D.; CARDOSO, M. R. de I. Controle de *Salmonella* em suínos: situação atual e estratégias baseadas na relação hospedeiro-patógeno. **Suinocultura Industrial**, Itu, ed. 250, ano 35, n. 1, p. 14-20, 2013.

Congressos, publicações e participação

KICH, J. D.; SCHWARZ, P.; COLDEBELLA, A.; CORBELLINI, L. G.; CARDOSO, M. Evaluation of risk factors and proposals for control of infection of *Salmonella* sp. in different production systems of brazilian swine. In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY(IPVS) CONGRESS, 21., 2010, Vancouver. **Proceedings...** Vancouver: IPVS, 2010. p. 967. 1 CD-Rom.

SCHWARZ, P.; KICH, J. D.; COLDEBELLA, A.; CORBELLINI, L. G.; CARDOSO, M. Frequency of *Salmonella* seropositive pigs in farms affected by different severity levels of the post-weaning multisystemic wasting syndrome. In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY(IPVS) CONGRESS, 21., 2010, Vancouver. **Proceedings...** Vancouver: IPVS, 2010. p. 968. 1 CD-Rom.

PELLEGRINI, D. C. P.; PAIM, D. S.; LIMA, G. J. M. M. de; KICH, J. D.; COLDEBELLA, A.; CARDOSO, M. Frequência de isolamento de *Salmonella* sp. e de enterobactérias em diferentes áreas de fábricas de ração para suínos In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 14., 2009, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Abraves, 2009. p. 359-360. 1 CD-ROM.

PAIM, D. S.; PELLEGRINI, D. da C. P.; CARDOSO, M. R. de I; LIMA, G. J. M. M. de; KICH, J. D.; COLDEBELLA, A. Frequência de isolamento de *Salmonella* sp. e de enterobactérias em fábricas de ração para suínos. In: CONGRESSO SUL BRASILEIRO DE AVICULTURA, SUINOCULTURA E LATICÍNIOS, 2., Bento Gonçalves, 2010. **Feira de equipamentos, serviços e tecnologias: resumos...** Bento Gonçalves: AVISULAT, 2010.

PELLEGRINI, D. C. P.; PAIM, D. S.; LIMA, G. J. M. M.; KICH, J. D.; COLDEBELLA, A.; CARDOSO M. Identification of *Salmonella* clonal groups and enterobacteria quantification in different risk areas of manufacturing process in four Brazilian feed mills. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE EPIDEMIOLOGY AND CONTROL OF BIOLOGICAL, CHEMICAL AND PHYSICAL HAZARDS IN PIGS AND PORK, 9., Maastricht, 2011. **Proceedings...** Safepork, 2011. v. 1. p. 279-282.

KICH, J. D. Atualização sobre contaminação da carcaça suína por *Salmonella*. In: CÍRCULO BAYER DE INTEGRAÇÃO TÉCNICA, 3, 2009, local? **Anais...** local: Bayer, 2009 p. 54-57

Palestras

2007

A contaminação por *Salmonella* sp na suinocultura: presente e futuro, Florianópolis/SC.

2008

Salmonella como problema em saúde pública - Embrapa Suínos e Aves, Concórdia/SC.

Salmonella sp na produção de suínos - Sadia S/A, Concórdia/SC.

2009

Atualização sobre contaminação da carcaça suína por *Salmonella* - 3º. Circuito Bayer de Integração Técnica - Paradise Golf & Lake Resort, Mogi das Cruzes/SP.

Controle de *Salmonella* na indústria porcina - Evento de Segurança dos Alimentos, Palotina/PR.

Controle de *Salmonella* na indústria porcina - Evento de suinocultura na Frimesa, Medianeira/PR.

2010

A *Salmonella* é um problema nas fábricas de ração animal no Brasil? AVESUI

Atualização sobre a ocorrência de *Salmonella* - Evento da Alltech do Brasil, Curitiba/PRPorkexpo

2011

Fatores de risco à contaminação por *Salmonella* ao longo da cadeia de produção de rações de suínos. SINSUI

Organização de eventos

2009

Workshop: Estratégias de Controle da Infecção por *Salmonella* em Suínos, 9 de setembro, Embrapa Suínos e Aves, Concórdia/SC.

2011

Dia de Campo: Contaminação Residual por *Salmonella* sp. em Granja de Terminação de Suínos, 26 de abril, Cooperativa de Suinocultores de Encantado – COSUEL, Encantado/RS.

Outras atividades

2007

MEDIDAS de controle de salmonela na produção de suínos: alimento seguro para o consumidor. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 1 Videocassete (60 min), VHS, son., color. (Dia de Campo na TV). Programa de TV.

KICH, J. D. Bacterioses: salmonelose. In: SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, D. **Doenças dos suínos**. Goiânia: Cãnone, 2007. p. 196-203.

Número de infecções por salmonela preocupa hospital - O Fato Novo, Taquari, RS - 26/01/2007.

2008

KICH, J. D.; COLDEBELLA, A.; MORÉS, N.; FRATAMICO, P. M.; CALL, J. E.; LUCHANSKY, J. B. Rastreabilidade da *Salmonella* do crescimento ao abate de suínos. **Engormix**. Disponível em: http://pt.engormix.com/MA-suinocultura/saude/artigos/rastreabilidade-salmonella-crescimento-ao_95.htm. Acesso em: 6 jul. 2009.

2012

KICH, J. D. Bacterioses: salmonelose. In: SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, D. **Doenças dos suínos**. 2. ed. Goiânia: Cãnone, 2012. p. 257-264.

Tecnologias geradas

Prebiótico para a redução da excreção de *Salmonella* em suínos

Associados às boas práticas de produção de suínos, especialmente as medidas de biossegurança, diferentes tratamentos orais têm sido propostos como prática agropecuária para reduzir o índice de suínos portadores de *Salmonella*. Os oligossacarídeos não digeríveis, denominados de prebióticos, são alimentos ou substâncias que afetam o hospedeiro por estimular seletivamente o crescimento e/ou a atividade de um número limitado de espécies bacterianas já residentes no trato digestivo e, dessa forma, melhoram a saúde do animal. Paralelamente, os ácidos orgânicos têm sido utilizados na produção animal por serem preservantes eficientes da ração, além de uma alternativa no controle de patógenos no trato digestivo. O efeito da adição de dois tipos de ácidos orgânicos e prebiótico à dieta de suínos infectados experimentalmente por *Salmonella* Typhimurium foi estudado na Embrapa Suínos e Aves no ano de 2009. Para tanto, foi avaliada a excreção de *Salmonella*, integridade de enterócitos, composição da microbiota e imunidade. Observou-se menor excreção de *Salmonella* no grupo tratado com mananoligossacarídeo, com diferença estatística no dia 28 pós-infecção (PI). Diferenças de morfometria de vilosidades, concentração de IgA na mucosa intestinal e concentração de IgG no soro não foram observadas entre os grupos. Entre os aditivos testados observou-se menor excreção de *Salmonella* no grupo tratado com mananoligossacarídeo (MOS). A partir destas informações, a utilização de prebiótico pode ser uma ferramenta auxiliar aos programas internos de controle de *Salmonella* nas agroindústrias produtoras de suínos.

Redução da *Salmonella* em suínos por meio do controle de fatores de risco

A contaminação de alimentos por *Salmonella* é uma ameaça à saúde do consumidor e os produtos de origem animal são uma importante fonte de infecção. O primeiro ponto crítico de contaminação das plantas frigoríficas é a entrada de suínos portadores/excretadores da bactéria. Este fato remete para a necessidade de medidas de controle antes do abate, ou seja, na granja. *Salmonella* possui mais de 2.500 sorovares, múltiplos hospedeiros e fontes de infecção, e apresenta longa sobrevivência no ambiente. Esta complexidade epidemiológica exige várias estratégias de controle, com intervenções específicas e gerais contra *Salmonella*. Referente ao manejo sanitário, diferentes programas têm sido implantados pelas agroindústrias exportadoras de suínos no Brasil. O impacto destas diferenças sobre a prevalência de suínos soropositivos para *Salmonella*, bem como os fatores de risco relacionados, não eram de conhecimento da comunidade técnica anteriormente a este estudo. Os fatores predisponentes para a infecção de rebanhos suínos foram variáveis relacionadas à biossegurança, havendo diferença entre as empresas avaliadas. Os resultados do estudo apontaram que os principais fatores de risco associados a altas prevalências de *Salmonella* foram: pré-fossa suja, presença de outros animais na granja além dos suínos, presença de produção intensiva de frangos de corte na mesma propriedade, Síndrome Multissistêmica do Definhamento do Leitão Desmado, número de origens de animais alojados em uma mesma granja, tempo de vazio sanitário e distância entre granjas. A partir dos modelos ajustados foram simulados vários cenários considerando os fatores de risco encontrados, com valores protetores de manejo e biossegurança. Ou seja, corrigindo os fatores de risco listados acima, foi alcançada a prevalência teórica de 11,20% de animais soropositivos, bem inferiores à prevalência média de 72,6%. Através de modelos de simulação, pode-se propor a combinação de fatores de risco para a intervenção de controle de *Salmonella* sp. em granjas produtoras de suínos.

Considerações e perspectivas

O projeto proporcionou a obtenção de resultados importantes nos diversos elos da cadeia de produção de suínos. Foi determinada a prevalência de suínos positivos e os sorovares de *Salmonella* que ocorrem no estado do Mato Grosso, informação que o setor não possuía anteriormente. Este resultado é interessante porque com a prevalência baixa (<20%) de suínos portadores de *Salmonella*, as medidas de controle direcionadas ao abate e processamento têm grande chance de sucesso na prevenção da contaminação das carcaças.

O conhecimento da dinâmica de contaminação por *Salmonella* e o estudo da diversidade genética dos isolados em fábricas de ração e frigoríficos possibilitaram entender as rotas de disseminação e persistência da bactéria. Estas informações serão úteis na elaboração de programas de monitoramento e controle de *Salmonella* na agroindústria brasileira.

Como ferramenta para uso nos animais, destacou-se a utilização de prebiótico (mananoooligossacarídeo) na diminuição da excreção fecal de *Salmonella* em condições experimentais. Este produto deve ser validado em escala industrial como aditivo alimentar nas fases de creche e terminação de suínos.

A redução da contaminação superficial de peles suínas por *Salmonella* submetidas a tratamentos considerados "limpos" foi avaliada experimentalmente. Obteve-se redução na contaminação, sem o comprometimento de características de qualidade da carne, a qual foi avaliada em peças de pernis. Porém, ainda é necessário uma etapa de validação em escala industrial para que a metodologia possa ser indicada para a indústria e sistema oficial de inspeção de carne. A eficiência do tratamento está diretamente relacionada à carga contaminante das carcaças, portanto é necessário conhecer a realidade da planta frigorífica para optar pelo tratamento.

Devido ao acúmulo de resultados obtidos nesta linha de pesquisa, foi elaborado um projeto específico de transferência de tecnologia (TT). O referido projeto está utilizando os resultados de pesquisa, criando ferramentas de comunicação e validando estas ações numa agroindústria de SC. A Embrapa Suínos e Aves utilizará esta experiência em TT para internalizar programas de controle de *Salmonella* em outros sistemas de produção do país.