TRILHA DE APRENDIZADO

PPGVET
EDUCAÇÃO

Da Produção ao Consumo: Dinâmica de Transmissão e Controle da *Salmonella*

Um patógeno endêmico, um problema multidisciplinar, uma resposta integrada — da granja à mesa.

10 CAMADAS TÉCNICAS · ≈ 75–90 MIN DE LEITURA · PPGVET EDUCAÇÃO

O percurso da *trilha*

Quinze blocos de leitura, da microbiologia básica ao controle integrado da cadeia.

00 Abertura, por que estudar Salmonella da granja à mesa

01 Fundamentos, microbiologia e taxonomia

02 Clínica, patogenia e quadro infeccioso

03 Epidemiologia, panorama global e brasileiro

04 Granja, reservatório inicial e biosseguridade

05 Logística, transporte e recepção no abate

06 Abate, escaldagem, evisceração e chiller

07 Frio, varejo e comportamento do consumidor

08 Saúde Única, resistência antimicrobiana e globalização

09 Caso SE86, duas décadas de evidências no Sul

10 Controle, marco regulatório e barreiras múltiplas

11 Linha do tempo, pesquisa sobre SE86

12 Casos, surtos e respostas sanitárias

13 Números, indicadores essenciais

14 Glossário, termos técnicos

ABERTURA

Por que estudar *Salmonella* da granja à mesa

Um patógeno endêmico, um problema multidisciplinar, uma resposta integrada.

A **salmonelose** figura entre as principais doenças transmitidas por alimentos (DTAs) no mundo. A OMS atribui cerca de ***2,2 milhões de óbitos anuais*** a doenças veiculadas por água e alimentos, com forte participação de patógenos entéricos como *Salmonella* spp.

No Brasil, o Ministério da Saúde identifica **Salmonella spp.** como o agente bacteriano mais frequente em surtos de DTAs, sobretudo em ***ovos, carne de frango e subprodutos***. No Rio Grande do Sul, a cepa *S. Enteritidis* SE86 respondeu por mais de ***95% dos surtos*** entre 1999 e 2013.

PARA QUEM

Médicos veterinários, engenheiros de alimentos, nutricionistas, profissionais de vigilância e indústria.

TEMPO DE LEITURA

Aproximadamente 75 a 90 minutos, divididos em 10 camadas técnicas.

INSIGHT INICIAL

O controle eficaz exige articulação entre indústria, saúde pública e vigilância genômica.

CAMADA 01 · FUNDAMENTOS, MICROBIOLOGIA E TAXONOMIA

Quem é a *Salmonella spp.*

O gênero **Salmonella** pertence à família *Enterobacteriaceae*: bacilos Gram-negativos, anaeróbios facultativos, em geral móveis por flagelos peritríquios (exceto ***S. Gallinarum*** e ***S. Pullorum***), não esporulados, fermentadores de glicose com produção de gás.

Crescem em ampla faixa de temperatura (**5,2 °C a 46,2 °C**, ótimo entre 35 e 37 °C) e pH (**4,1 a 9,0**), o que explica sua persistência em diferentes matrizes alimentares e ambientes industriais.

> **CONCEITO-CHAVE**
>
> A taxonomia atual reconhece duas espécies — ***S. enterica*** e ***S. bongori*** — com mais de **2.600 sorovares** descritos no esquema de Kauffmann-White-Le Minor (antígenos O, H e Vi).

Gram-negativa
Bacilo da família *Enterobacteriaceae*, anaeróbio facultativo.

Faixa de crescimento
5,2 °C a 46,2 °C; pH 4,1 a 9,0. Ótimo 35 a 37 °C.

Sorovares
Mais de 2.600 descritos, classificados por antígenos O, H e Vi.

CLASSIFICAÇÃO CLÍNICA E PRINCIPAIS SOROVARES

GRUPO	SOROVARES PRINCIPAIS	QUADRO CLÍNICO	HOSPEDEIRO
Tifoidais	S. Typhi, S. Paratyphi	Febre tifoide / paratifoide sistêmica	Restrito ao homem
Aviárias	S. Gallinarum, S. Pullorum	Tifo aviário, pulorose	Restrito às aves
Não tifoidais (NTS)	S. Enteritidis, S. Typhimurium, S. Heidelberg	Gastroenterite, raramente bacteremia	Zoonótico — ampla gama de hospedeiros

Adaptado de Tondo & Ritter (2012); Brasil/MAPA (PNCS).

TÓPICOS FUNDAMENTAIS

1.1 Morfologia e metabolismo

Bacilos com 0,7–1,5 × 2,0–5,0 µm, móveis por flagelos peritríquios; fermentam glicose com produção de gás (exceto algumas variantes).

1.2 Antígenos de classificação

Antígeno O (somático, LPS), H (flagelar) e Vi (capsular, em S. Typhi). Base do esquema de Kauffmann-White-Le Minor.

1.3 Ecologia ambiental

Sobrevive em fezes, poeira, ração, água e fômites por longos períodos; forma biofilmes em superfícies industriais.

1.4 Capacidade adaptativa

Tolera ampla faixa de aw, pH e temperatura; cepas ácido-adaptadas tornam-se mais resistentes a sanitizantes e calor.

FICA A DICA

Conhecer microbiologia, sorologia e ecologia da Salmonella é o ponto de partida para qualquer estratégia de controle.

CAMADA 02 · CLÍNICA, PATOGENIA E QUADRO INFECCIOSO

Do contato à doença: *como a Salmonella adoece o hospedeiro*

A **dose infectante** de Salmonella spp. varia tipicamente de ***10^3 a 10^6 UFC***, mas pode ser tão baixa quanto **15 a 20 células** em alimentos gordurosos (queijos, chocolate, maionese), nos quais a matriz lipídica protege a bactéria da acidez gástrica.

Após a ingestão, a bactéria atravessa o epitélio intestinal via *células M* das placas de Peyer, replica-se em macrófagos e desencadeia resposta inflamatória local característica da salmonelose.

CONCEITO-CHAVE

Em alimentos gordurosos, ***15 a 20 células*** bastam para causar doença. Isso muda a régua de aceitação para ovos, maionese, chocolate e queijos.

Dose infectante

10^3–10^6 UFC; 15 a 20 células em matriz lipídica.

Período de incubação
6 a 72 horas após a exposição.

Duração
Sintomas por 4 a 7 dias em casos não complicados.

QUADRO CLÍNICO DAS SALMONELOSES NÃO TIFOIDAIS

SINTOMA	CARACTERÍSTICA	GRUPOS DE RISCO
Diarreia	Aquosa, eventualmente com muco e sangue	Crianças menores de 5 anos
Febre	Moderada (38 a 39 °C)	Idosos
Cólica abdominal	Intensa, pós-prandial	Gestantes
Náuseas e vômitos	Variáveis, em surtos coletivos	Imunocomprometidos
Bacteremia	Quadro invasivo, exige antibioticoterapia	Imunossuprimidos / idosos

MECANISMOS DE VIRULÊNCIA

2.1 Invasão via células M
Translocação pelas placas de Peyer; ilha de patogenicidade SPI-1.

2.2 Sobrevivência intracelular
Replicação em macrófagos via SPI-2; vacúolo contendo Salmonella (SCV).

2.3 Resposta inflamatória
Recrutamento de neutrófilos e liberação de citocinas (IL-8, TNF-α).

2.4 Eliminação intermitente
Portadores assintomáticos podem excretar o agente por semanas a meses.

Resistência antimicrobiana em foco

A crescente resistência a fluoroquinolonas e cefalosporinas de 3ª geração em isolados de origem animal compromete a antibioticoterapia em casos invasivos. O monitoramento integrado (PNCS, ANVISA, OMS) é hoje requisito incontornável.

6–72 h	4–7	20×
INCUBAÇÃO	DIAS DE SINTOMAS	SUBNOTIFICAÇÃO ESTIMADA

FICA A DICA

Em alimentos gordurosos, 15 a 20 células de Salmonella já podem desencadear surto — o controle precisa operar com margens muito estreitas.

O peso global da *salmonelose não tifoidal*

Estima-se que ocorram cerca de **93 milhões de casos anuais** de gastroenterite por *Salmonella* não tifoidal, com aproximadamente ***155 mil óbitos*** em todo o mundo.

No Brasil, os boletins do Ministério da Saúde apontam **Salmonella spp.** como o agente bacteriano mais isolado em surtos de DTAs — sobretudo em ***maionese caseira, ovos crus, doces com clara batida, aves e produtos cárneos minimamente processados***.

A vigilância da salmonelose no Brasil apoia-se em instrumentos centrais: o **SINAN** e a **VE-DTA** garantem a notificação compulsória de surtos, ainda que persistam lacunas de cobertura; a ***sorotipagem de referência*** é conduzida em laboratórios regionais (LACEN) e centrais (FIOCRUZ, IAL); e a ***vigilância genômica***, ainda emergente, amplia a resolução para distinguir clusters relacionados. O principal indicador de qualidade do sistema segue sendo o tempo médio entre surto, notificação e resposta, que permanece elevado.

> CONCEITO-CHAVE
>
> Para cada caso confirmado laboratorialmente, estima-se que ocorram ***20 a 30 não notificados***. A vigilância integrada e a rastreabilidade são, portanto, condição de qualquer política sanitária séria.

93 milhões
Casos anuais de gastroenterite por NTS no mundo.

155 mil óbitos
Estimativa global associada à salmonelose não tifoidal.

Subnotificação
20 a 30 casos não notificados para cada confirmado.

PRINCIPAIS VEÍCULOS ALIMENTARES EM SURTOS NO BRASIL

VEÍCULO	CARACTERÍSTICA DE RISCO	SOROVAR MAIS ASSOCIADO
Maionese caseira	Ovo cru e abuso de temperatura	S. Enteritidis (SE86 no Sul)
Ovos in natura	Casca contaminada e transmissão vertical	S. Enteritidis
Carne de frango	Contaminação cruzada no abate e varejo	S. Heidelberg, S. Minnesota
Doces com clara batida	Sem cocção; binômio tempo × temperatura	S. Enteritidis
Cárneos minimamente processados	Refrigeração inadequada, recontaminação	S. Typhimurium

> FICA A DICA
>
> *Sem vigilância integrada e rastreabilidade, todo número epidemiológico é um piso — não um teto.*

Onde tudo começa: *Salmonella na granja*

A granja é o **reservatório inicial** da Salmonella na cadeia. O patógeno é frequentemente introduzido em planteis avícolas, suinícolas e bovinos por ***ração contaminada, água, pintainhos infectados, vetores e fômites***.

A **transmissão vertical** — especialmente de *S. Enteritidis* em poedeiras — é um dos principais desafios sanitários da avicultura, exigindo monitoramento contínuo nas matrizeiras.

CONCEITO-CHAVE

Animais portadores excretam Salmonella nas fezes de forma ***intermitente***, contaminando camas, equipamentos e ambiente. Diagnóstico pontual negativo não exclui status portador.

Controle integrado na granja

Reúne biosseguridade (barreiras físicas, sanitárias e operacionais nas entradas), monitoramento sorológico e bacteriológico em pontos estratégicos e adesão ao **PNCS/MAPA**, o Programa Nacional de Controle de Salmonella obrigatório.

FONTES DE INTRODUÇÃO E MEDIDAS DE CONTROLE NA GRANJA

FONTE	MECANISMO	MEDIDA DE CONTROLE
Ração	Matéria-prima de origem animal contaminada	Pelletização (≥80 °C), aditivos ácidos, monitoramento
Água	Reservatórios e bebedouros	Cloração, sanitização periódica
Pintainhos / leitões	Transmissão vertical e horizontal	Origem certificada, controle nas matrizeiras
Vetores	Roedores, insetos, aves silvestres	Desratização, telamento, manejo de cama
Fômites	Botas, equipamentos, veículos	Pedilúvios, barreira sanitária, lavagem

PILARES DO CONTROLE NA GRANJA

4.1 Vacinação seletiva
Em matrizeiras e poedeiras para *S. Enteritidis* e *S. Typhimurium*.

4.2 Limpeza e desinfecção entre lotes
Vazio sanitário com produtos validados.

4.3 Manejo de cama
Compostagem ou tratamento térmico antes do reuso.

4.4 Rastreabilidade
Registro de lotes, origem da ração e movimentação de animais.

FICA A DICA

Granja com Salmonella endêmica entrega risco para todo o restante da cadeia — biosseguridade é a primeira barreira efetiva.

CAMADA 05 · LOGÍSTICA, TRANSPORTE E RECEPÇÃO NO ABATE

Gaiolas, caminhões e jejum: *o elo invisível da cadeia*

O transporte de aves vivas em gaiolas é um **ponto crítico** de contaminação cruzada — entre lotes, entre granjas e entre planteis de origem distinta.

Estudos conduzidos no laboratório do ***Prof. Eduardo Cesar Tondo*** demonstraram que tanques de imersão para limpeza de gaiolas, quando há recirculação de água, atuam como **fontes ativas** de contaminação.

CONCEITO-CHAVE

A substituição do tanque de imersão por ***jatos de água limpa associada à aspersão de quaternário de amônio a 1.500 ppm*** mostrou-se significativamente mais eficiente para eliminar Salmonella das gaiolas.

PONTOS CRÍTICOS NO TRANSPORTE

5.1 Tempo de jejum
Excessivo (acima de 12 h) aumenta estresse e excreção fecal.

5.2 Densidade nas gaiolas
Superlotação eleva contaminação cruzada e mortalidade.

5.3 Higienização entre cargas
Tanques de imersão recirculados disseminam o patógeno.

5.4 Logística e rota
Cruzamento entre veículos sujos e limpos, e ordem de coleta.

BOAS PRÁTICAS VALIDADAS

5.5 Jato + sanitizante
Quaternário de amônio 1.500 ppm em aspersão.

5.6 Fluxo unidirecional
Separação física entre área suja e limpa.

5.7 Registro e rastreabilidade
Tempo de jejum, temperatura e responsável por carga.

5.8 Capacitação de motoristas
Treinamento de biosseguridade e cadeia do frio.

Lavagem de gaiolas — o que a evidência mostra

Pesquisas do grupo do Prof. Tondo compararam tanques de imersão com recirculação versus jato com sanitizante químico. A imersão recirculou e disseminou Salmonella entre lotes. O jato com quaternário 1.500 ppm reduziu significativamente a presença do patógeno nas gaiolas que chegam ao abatedouro.

1500 ppm de quaternário de amônio em aspersão reduzem a Salmonella nas gaiolas tratadas, com jejum ideal abaixo de 12 h

FICA A DICA

A logística do abate é a primeira linha do processo industrial — e, se mal desenhada, dissemina antes mesmo do animal entrar no frigorífico.

Onde se concentra o risco: *escaldagem, evisceração e chiller*

No abatedouro, etapas como **escaldagem, depenagem, evisceração e pré-resfriamento** concentram o maior risco operacional. Cada uma combina hidratação, manipulação mecânica e potencial de aerossolização.

A ***Instrução Normativa MAPA nº 20/2016*** estabelece programa de autocontrole obrigatório para Salmonella spp. da obtenção da matéria-prima ao produto final, com critérios microbiológicos definidos por etapa.

Cada etapa carrega um perigo específico: na **escaldagem**, a temperatura insuficiente permite a sobrevivência microbiana; a **depenagem** gera aerossóis contaminados com material entérico; e a **evisceração**, quando há ruptura intestinal, libera conteúdo entérico sobre as carcaças.

> CONCEITO-CHAVE
>
> Falhas no ***controle de cloração, fluxo e temperatura do chiller*** podem disseminar o patógeno entre todas as carcaças do tanque — um único elo fraco compromete o lote inteiro.

PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE (PCC) NO ABATE DE AVES

ETAPA	PERIGO	MEDIDA PREVENTIVA
Escaldagem	Sobrevivência por temperatura insuficiente	Controle de °C e tempo; escaldagem em contra-corrente
Depenagem	Aerossóis e contato com penas	Manutenção de borrachas; renovação de água
Evisceração	Ruptura intestinal	Calibragem de equipamento; treinamento
Pré-resfriamento (chiller)	Disseminação cross-carcass	Cloro residual livre, fluxo contra-corrente, temperatura ≤4 °C
Embalagem	Recontaminação pós-processo	BPF, sanitização de superfícies, fluxo dirigido

Adaptado de Hachiya et al. (2020); IN MAPA 20/2016; Tondo & Ritter (2012).

FERRAMENTAS REGULATÓRIAS

6.1 APPCC
Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle obrigatória.

6.2 PSO (Padrões Sanitários Operacionais)
Verificação diária e registro.

6.3 Programas de pré-requisitos
BPF, PPHO, controle integrado de pragas.

6.4 Monitoramento microbiológico
Sampling de carcaças conforme IN 20/2016.

> FICA A DICA
>
> *No abate, controle de chiller é o último ponto onde a indústria pode efetivamente reduzir contagem — o que sair daqui chega assim ao consumidor.*

Do caminhão à cozinha: *onde o controle vira comportamento*

A manutenção da **cadeia do frio** (≤ 4 °C para refrigerados; ≤ −18 °C para congelados) é determinante. Abusos de tempo e temperatura no transporte, exposição em gôndolas e armazenamento doméstico inadequado são recorrentes em investigações de surtos.

Na prática, isso significa manter os produtos **refrigerados a ≤ 4 °C** em toda a cadeia até o consumo e os **congelados a ≤ −18 °C**, sempre com descongelamento sob refrigeração. Quando essas condições falham, o resultado aparece no ***IPShp baixo***, indicador que sintetiza as falhas combinadas de tempo e temperatura no food service e nos domicílios.

No elo de **distribuição e varejo**, o controle depende do monitoramento contínuo de temperatura na cadeia do frio durante transporte e exposição, da rastreabilidade de lote como pré-requisito para recall ágil e contenção de focos, da auditoria de fornecedores com aprovação técnica, BPF e controle microbiológico, e da comunicação ao varejo por meio de treinamento de equipe, rotulagem e alertas.

No elo final, falhas comportamentais predominam: ***cozimento insuficiente, contaminação cruzada entre crus e prontos, conservação inadequada de sobras, higiene precária do manipulador*** e o uso de **ovos não pasteurizados** em preparações cruas.

Já no **comportamento do consumidor**, quatro pontos concentram o risco: o cozimento adequado de ovos e aves até ***74 °C no centro térmico***; a prevenção da contaminação cruzada, com separação de utensílios e tábuas entre alimentos crus e prontos; a conservação correta de sobras, com resfriamento rápido (abaixo de 4 °C em até 2 horas) e consumo em até 72 horas; e a substituição do **ovo cru por ovo pasteurizado** em maioneses, mousses e doces.

CONCEITO-CHAVE

Pesquisas do grupo do Prof. Tondo aplicando o ***Índice Ponderado de Prevenção de Surtos (IPShp)*** revelaram que a maior parte de consumidores e manipuladores apresenta baixo nível desse indicador — sobretudo por falhas combinadas de tempo e temperatura.

IPShp — o consumidor que não enxerga o risco

Aplicações do Índice Ponderado de Prevenção de Surtos em manipuladores de food service e em domicílios mostraram que falhas de tempo e temperatura, somadas à higiene precária, são os fatores mais frequentes. Comunicação de risco efetiva precisa lidar com hábitos consolidados e percepções normalizadas.

FICA A DICA

A última barreira é o consumidor — e ela só funciona se a comunicação de risco for clara, repetida e dirigida a hábitos reais.

Animal, humano, ambiente: *a Salmonella na perspectiva da Saúde Única*

A abordagem de **Saúde Única (One Health)** reconhece a interdependência entre saúde humana, animal e ambiental. No caso da Salmonella, essa interface é particularmente nítida: o agente circula em hospedeiros animais, contamina o ambiente (água, solo, ração, fômites industriais) e atinge o humano pela cadeia alimentar.

Dois fatores agravam o problema: a ***globalização do comércio***, que dissemina sorovares emergentes (caso da introdução mundial de *S. Enteritidis* em planteis avícolas nos anos 1980), e a ***resistência antimicrobiana crescente*** em isolados de cadeias avícolas e suinícolas.

Essa interface se expressa em três dimensões interligadas: a **saúde humana**, acompanhada pelo SINAN, pela vigilância de DTAs e pela sorotipagem clínica; a **saúde animal**, sob o MAPA e o PNCS, com vacinação e biosseguridade; e a **saúde ambiental**, que abrange água, solo, efluentes, fauna silvestre e biofilmes industriais.

CONCEITO-CHAVE

A vigilância coordenada entre ***saúde humana (SINAN, DTAs)***, ***saúde animal (MAPA, PNCS)*** e ***segurança de alimentos (ANVISA)*** é requisito incontornável — não um item opcional.

Eixos da articulação intersetorial

A integração One Health se sustenta em quatro eixos: **tipagem molecular compartilhada**, com bases de dados integradas entre laboratórios; **notificação de surtos** em fluxo único entre vigilância sanitária e epidemiológica; monitoramento integrado da **resistência antimicrobiana** em humanos, animais e alimentos; e **educação continuada**, com capacitação intersetorial de profissionais.

FICA A DICA

Salmonella é, por natureza, uma doença One Health — qualquer estratégia que opere em silos perde eficácia.

CAMADA 09 · CASO SE86, DUAS DÉCADAS DE EVIDÊNCIAS NO SUL

Um clone, duas décadas: *a história da SE86*

Isolada inicialmente em **1999** a partir de um surto associado ao consumo de repolho contaminado no Rio Grande do Sul, a cepa *S. Enteritidis* **SE86** foi posteriormente identificada em mais de ***95% dos episódios investigados*** de salmonelose no estado entre 1999 e 2013.

Análises retrospectivas por **sequenciamento de genoma completo (WGS)** demonstraram que todos os isolados formam um ***cluster monofilético***, sugerindo introdução única do clone seguida de adaptação e estabelecimento endêmico.

Três características explicam o sucesso da cepa: a SE86 apresenta **crescimento de 1 a 2 log** superior ao de *S. Typhimurium* e *S. Bredeney* em maionese a 30 °C; torna-se **ácido-adaptada**, resistindo a tratamentos térmicos e ácidos após exposição a pH próximo de 4,0; e, confirmada por **WGS** como cluster monofilético, revela uma introdução única seguida de estabelecimento endêmico.

Entre as **vantagens adaptativas observadas**, destacam-se o crescimento acelerado em maionese caseira a 30 °C, que supera outros sorovares na janela crítica; a acid-adaptação após pH próximo de 4,0, que aumenta a resistência a calor e ácido; a sobrevivência a hipoclorito em concentrações sub-ótimas; e a produção de biossurfactante, que amplia a aderência e a resistência em folhosos como a alface.

Quanto às **implicações para a prática**, recomenda-se substituir o ovo in natura por ovo pasteurizado em maioneses, gemadas, mousses e doces de clara; refrigerar rapidamente abaixo de 7 °C, lembrando que isso impede o crescimento mas não inativa o patógeno; aplicar sanitização em barreiras múltiplas, combinando lavagem mecânica, sanitizante e temperatura; e adotar a vigilância genômica (WGS, MLST e sorotipagem molecular) como rotina.

CONCEITO-CHAVE

Em maionese caseira a 30 °C, a SE86 atinge contagens ***1 a 2 logaritmos superiores*** a outros sorovares nas primeiras seis horas — janela crítica de food service e domicílio.

COMPORTAMENTO COMPARADO SE86 × OUTROS SOROVARES

SOROVAR	CRESCIMENTO EM MAIONESE 30 °C	RESPOSTA A HIPOCLORITO SUB-ÓTIMO	ASSOCIAÇÃO A SURTOS
S. Enteritidis SE86	+1 a 2 log em 6 h	Sobrevivência elevada	>95% dos surtos no RS (1999–2013)
S. Typhimurium	Crescimento moderado	Sobrevivência intermediária	Esporádica
S. Bredeney	Crescimento mais lento	Maior inativação	Não associada

Síntese de Malheiros, Paula & Tondo (2007) e Machado et al. (2010).

1999 → 2021: uma cepa, uma assinatura genômica

Mion et al. (2021) consolidaram, por sequenciamento de genoma completo, a hipótese de cluster monofilético dos isolados brasileiros de S. Enteritidis associados a surtos. O estudo coroa duas décadas de investigação do grupo do Prof. Tondo e mostra como a vigilância genômica transforma epidemiologia em ciência operacional.

>95%
DOS SURTOS NO RS (1999–2013)

+1–2 log
VS. OUTROS SOROVARES EM 6 H

1
CLUSTER MONOFILÉTICO (WGS)

FICA A DICA

A SE86 não é apenas um sorovar — é um caso-paradigma de como adaptação microbiana, hábito alimentar regional e falhas de barreira convergem em um problema persistente.

CAMADA 10 · CONTROLE, MARCO REGULATÓRIO E BARREIRAS MÚLTIPLAS

Da norma à prática: *como controlar de fato*

O controle da Salmonella em alimentos de origem animal está estruturado em um conjunto de instrumentos normativos brasileiros e em ferramentas de gestão de qualidade — **APPCC, BPF, PPHO, autocontroles** — articuladas com vigilância e educação.

O profissional do PPGVET precisa transitar entre indústria e saúde pública: ***traduzir conhecimento técnico em recomendações claras e exequíveis*** para auditores, manipuladores, gestores e consumidores.

CONCEITO-CHAVE

Controle eficaz exige ***barreiras múltiplas*** ao longo de toda a cadeia — nenhuma medida isolada substitui a integração entre granja, indústria, varejo e consumo.

Boas práticas e ferramentas de gestão

O controle se apoia no **APPCC**, com identificação e monitoramento de PCCs em cada elo da cadeia; em **BPF e PPHO** como pré-requisitos validados, com registros e verificação; em **autocontroles** microbiológicos (Salmonella, *E. coli*, mesófilos), físico-químicos e operacionais; e em procedimentos de **recall e rastreabilidade**, definidos e simulados periodicamente.

Comunicação de risco e educação sanitária

Complementam o controle a **rotulagem informativa**, com alertas em embalagens de ovos e carne de frango; a **capacitação de manipuladores**, focada em tempo, temperatura e higiene; as **campanhas dirigidas** ao ovo pasteurizado e ao cozimento adequado; e a **interface clínica**, com médicos da atenção primária reconhecendo e notificando casos.

MARCO REGULATÓRIO BRASILEIRO ESSENCIAL

INSTRUMENTO	FOCO	APLICAÇÃO
IN MAPA nº 20/2016	Carcaças de frangos e perus	Programa de autocontrole obrigatório
PNCS (MAPA)	Matrizeiras e poedeiras	Monitoramento sorológico e bacteriológico
IN MAPA nº 60/2018 + RDC ANVISA nº 331/2019	Padrões microbiológicos	Critérios para alimentos prontos
RDC ANVISA nº 216/2004	Boas práticas em food service	Capacitação e fiscalização
Decreto nº 9.013/2017 (RIISPOA)	Inspeção industrial e sanitária	Produtos de origem animal

Da norma ao prato: o papel do pós-graduando

Para o pós-graduando em Qualidade e Segurança de Alimentos de Origem Animal e Saúde Única, o desafio é desenvolver visão sistêmica capaz de interpretar dados epidemiológicos, identificar pontos críticos, propor intervenções tecnicamente embasadas e atuar como vetor de comunicação qualificada do risco — sempre sob a perspectiva da Saúde Única.

FICA A DICA

Controle de Salmonella é, no fim, gestão de barreiras múltiplas — e o profissional eficaz é aquele que enxerga a cadeia inteira, não apenas o seu elo.

CAPÍTULO 11 · LINHA DO TEMPO

Linha do tempo da pesquisa sobre a *SE86* no RS

Duas décadas de evidências do grupo do Prof. Eduardo Cesar Tondo (ICTA/UFRGS).

FASE	ANO	ESTUDO / REFERÊNCIA	ACHADO CENTRAL
Identificação e caracterização	**1999**	Surto inicial	Identificação da SE86 a partir de surto associado a repolho contaminado.
Identificação e caracterização	**2002**	Costalunga & Tondo	Documentação inicial da hegemonia de S. Enteritidis em surtos no RS.
Identificação e caracterização	**2004**	Geimba et al.	Caracterização sorológica e prevalência de spvR.
Identificação e caracterização	**2007**	Malheiros, Paula & Tondo	Cinética comparativa em maionese caseira a 30 °C.
Resistência e adaptação	**2010**	Machado et al.	Avaliação de hipoclorito, peracético e quaternário.
Resistência e adaptação	**2013**	Ferreira et al.	Recuperação após exposição a dicloroisocianurato.
Resistência e adaptação	**2014**	Capalonga et al.	Sorovares, padrões de resistência e veículos no Sul do Brasil.
Resistência e adaptação	**2016**	Rossi et al.	Biossurfactante e adesão da SE86 em folhosos.
Vigilância genômica	**2015**	Tondo, Ritter & Casarin	Revisão integrada e estratégias de controle.

FASE	ANO	ESTUDO / REFERÊNCIA	ACHADO CENTRAL
Vigilância genômica	**2016**	Elias et al.	Modelagem do crescimento da SE86 em maionese caseira.
Vigilância genômica	**2021**	Mion et al.	WGS retrospectivo confirma cluster monofilético.
Vigilância genômica	**Hoje**	Vigilância em rede	Integração de WGS, sorotipagem e dados epidemiológicos.

CAPÍTULO 12 · CASOS, SURTOS E RESPOSTAS SANITÁRIAS

Casos, surtos e *respostas sanitárias*

Três episódios que ilustram a convergência entre falha de barreira e hábito alimentar.

Surto em food service

Maionese caseira em refeitório industrial; a investigação aponta abuso de tempo e temperatura.

Resultado. Mais de 70 casos, interdição temporária e recall de matéria-prima.

Recall de ovos

Isolamento de S. Enteritidis em ovos de granja com falha de PNCS.

Resultado. Recall coordenado MAPA e ANVISA, com suspensão de comercialização.

Surto domiciliar com gemada

Preparação tradicional com ovo cru.

Resultado. Ilustra a necessidade de campanha pública sobre ovo pasteurizado.

CAPÍTULO 13 · NÚMEROS, INDICADORES ESSENCIAIS

Números âncora da *salmonelose*

Os indicadores essenciais que sustentam toda a trilha.

93 milhões de casos de gastroenterite por *Salmonella* não tifoidal por ano no mundo, com **155 mil óbitos** anuais. No Rio Grande do Sul, **95% dos surtos** entre 1999 e 2013 foram associados à SE86. A dose infectante cai para apenas **15 a 20 células** em alimentos gordurosos. Já são descritos mais de **2.600 sorovares** no esquema Kauffmann-White-Le Minor, e estima-se uma subnotificação de **20 a 30 vezes** para cada caso confirmado laboratorialmente.

Glossário de *termos técnicos*

Oito conceitos-chave para a leitura técnica da trilha.

APPCC
Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle. Ferramenta sistemática de gestão de segurança de alimentos.

PNCS
Programa Nacional de Controle de Salmonella. Conduzido pelo MAPA em matrizeiras e poedeiras.

IN MAPA 20/2016
Estabelece autocontrole obrigatório para Salmonella em carcaças de frangos e perus.

Sorovar
Variante antigênica dentro de uma espécie; por exemplo, S. enterica sorovar Enteritidis.

WGS
Whole Genome Sequencing. Maior resolução para rastreamento e identificação de clusters.

SE86
Cepa de S. Enteritidis dominante em surtos no Rio Grande do Sul entre 1999 e 2013.

IPShp
Índice Ponderado de Prevenção de Surtos em food service e domicílio; mede falhas de tempo, temperatura e higiene.

One Health
Abordagem integrada que articula saúde humana, animal e ambiental.

REFERÊNCIAS ESSENCIAIS

Referências *essenciais*

Base científica e regulatória citada ao longo da trilha.

Costalunga & Tondo (2002). Hegemonia de S. Enteritidis em surtos no RS.

Geimba et al. (2004). Caracterização sorológica e prevalência de spvR.

Malheiros, Paula & Tondo (2007). Cinética comparativa em maionese caseira.

Machado et al. (2010). Hipoclorito, peracético e quaternário de amônio.

Tondo & Ritter (2012). Microbiologia e controle de Salmonella.

Ferreira et al. (2013). Recuperação após dicloroisocianurato.

Capalonga et al. (2014). Sorovares, resistência e veículos no Sul do Brasil.

Tondo, Ritter & Casarin (2015). Revisão integrada e estratégias de controle.

Elias et al. (2016). Modelagem do crescimento da SE86 em maionese.

Rossi et al. (2016). Biossurfactante e adesão da SE86 em folhosos.

Hachiya et al. (2020). Pontos críticos de controle no abate de aves.

Mion et al. (2021). WGS retrospectivo e cluster monofilético da SE86.

BRASIL/MAPA. IN nº 20/2016; IN nº 60/2018; Decreto nº 9.013/2017 (RIISPOA).

ANVISA. RDC nº 216/2004; RDC nº 331/2019.

Ministério da Saúde. Boletins Epidemiológicos de DTAs.

Esquema de Kauffmann-White-Le Minor. Classificação sorotípica de Salmonella.