

Coordenação de Armindo Rodrigues

Autores:

Vanessa P. Espinoza-Erazo
Maria Gabriela Vela-Chauvin
Juan Carlos Collantes-Vela
Sonia Zapata-Mena
António Machado

Biofilmes de *Salmonella*: um desafio invisível para a segurança dos alimentos

A *Salmonella enterica* é uma das principais bactérias responsáveis por doenças transmitidas através dos alimentos. Estima-se que esteja associada, anualmente, a cerca de 93,8 milhões de casos e a aproximadamente 155 mil mortes em todo o mundo.

Um artigo de revisão publicado na revista internacional *Foodborne Pathogens and Disease*, com participação de investigadores da Universidade San Francisco de Quito e da Universidade dos Açores, analisa um dos mecanismos que mais contribuem para a persistência deste microrganismo: a formação de biofilmes. O estudo reúne conhecimento atualizado sobre a formação, deteção e controlo destas comunidades bacterianas e sobre o seu impacto na segurança alimentar e na saúde pública.

O que são biofilmes?

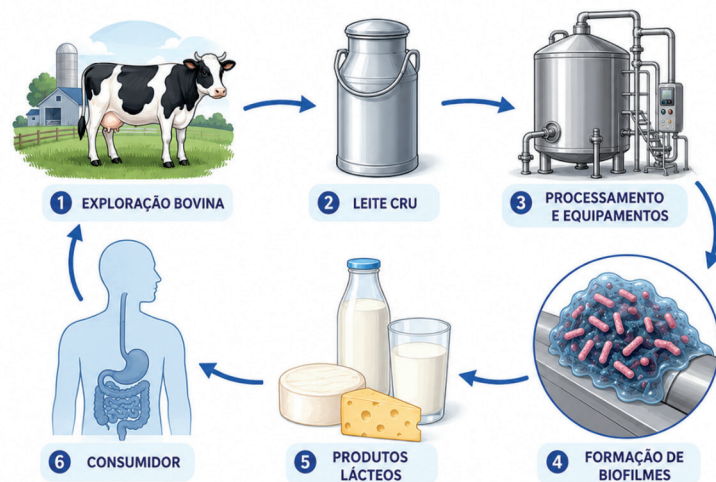
Muitas bactérias aderem a superfícies e organizam-se em comunidades envolvidas por uma matriz produzida pelas próprias células. Esta estrutura, designada biofilme, fun-

ciona como um abrigo coletivo, protegendo-as da secura, das alterações de temperatura, dos desinfetantes, dos antibióticos e das defesas do organismo.

A *Salmonella* pode formar biofilmes em aço inoxidável, plástico e borracha, materiais frequentes em explorações agropecuárias e unidades de processamento alimentar. Depois de estabelecidos, podem persistir em tubagens, depósitos e outras zonas de difícil limpeza, funcionando como reservatórios de contaminação.

Da exploração bovina ao consumidor

A **Figura 1** ilustra uma possível via de contaminação na produção bovina e leiteira. A bactéria pode estar presente nos animais, na água, nas fezes, no solo ou nos equipamentos de ordenha, alcançar o leite cru e entrar nas instalações de processamento. Se aderir às superfícies e formar biofilmes, algumas células podem libertar-se posteriormente e contaminar os alimentos.



Biofilmes em equipamentos e superfícies podem libertar *Salmonella* para o leite e produtos lácteos, representando um risco para a saúde pública.

Figura 1. Exemplo de uma possível via de contaminação por *Salmonella* no ciclo desde a exploração bovina até ao consumidor.

A figura representa uma via possível de risco e não significa que os produtos lácteos açorianos estejam contaminados. O objetivo é mostrar a importância da prevenção e da vigilância microbiológica em todas as etapas da cadeia.

Porque são tão difíceis de eliminar?

A resistência dos biofilmes resulta de vários mecanismos, resumidos na **Figura 2**. A matriz protetora dificulta a penetração de desinfetantes e antibióticos. Nas camadas mais profundas, algumas células recebem menos nutrientes e crescem lentamente, tornando-se menos suscetíveis aos antimicrobianos.

Coordenação de Armindo Rodrigues



Figura 2. Principais fatores que aumentam a sobrevivência de *Salmonella* em biofilmes.

Algumas células entram num estado de dormência, permanecendo vivas, mas difíceis de detetar. Quando as condições voltam a ser favoráveis, podem recuperar a atividade e originar novas contaminações.

Um desafio para os Açores

A produção de leite e de produtos lácteos constitui um dos pilares da agricultura e da economia açorianas. Garantir a qualidade microbiológica ao longo de toda a cadeia é, por isso, essencial. A prevenção começa na exploração, com a saúde animal, a qualidade da água e a higiene durante a ordenha, e continua no transporte, processamento e distribuição. Embora o artigo tenha âmbito internacional e não avalie diretamente explorações ou indústrias dos Açores, as suas conclusões são relevantes para uma região com forte atividade bovina e leiteira. A monitorização das superfícies, a validação dos procedimentos de higienização e a deteção precoce de reservatórios microbianos ajudam a proteger os consumidores e a preservar a qualidade dos produtos regionais.

Surto que atravessam fronteiras

De ovos e carne de aves a chocolate, fruta, queijo e fórmulas infantis, os surtos de *Salmonella* mostram que a contaminação pode surgir em alimentos muito diferentes e atravessar

fronteiras. O artigo reúne exemplos registados em vários países, incluindo surtos associados a produtos distribuídos internacionalmente, alguns com centenas de casos e vítimas mortais. Esta informação reforça a importância de compreender como a bactéria permanece na cadeia alimentar. A formação de biofilmes pode favorecer essa persistência, permitindo que determinadas estirpes sobrevivam em superfícies e equipamentos, mesmo após procedimentos de limpeza e desinfecção.

Prevenir antes de eliminar

Depois de um biofilme estar estabelecido, a sua remoção pode ser difícil. A estratégia mais eficaz consiste em impedir a adesão inicial das bactérias. Entre as medidas fundamentais estão o desenho higiénico dos equipamentos, a eliminação de zonas de difícil acesso, a manutenção preventiva, a utilização correta dos desinfetantes e a monitorização regular das superfícies. O artigo destaca ainda métodos rápidos, como PCR, imunodiagnóstico e biossensores, para identificar contaminações mais cedo. Defende também uma abordagem *One Health*, ou Uma Só Saúde, que reconhece a ligação entre a saúde humana, animal e ambiental. Controlar os biofilmes de *Salmonella* é essencial para tornar a cadeia alimentar mais segura e proteger a saúde pública.



Fagos contra *Salmonella* em quintas de perus

Um estudo publicado em 2026 na revista *BMC Microbiology* avaliou um cocktail de bacteriófagos ou fagos para combater *Salmonella* em quintas de perus. Os fagos, vírus que infetam especificamente bactérias, atuaram contra 81,3% das estirpes testadas e reduziram em cerca de 40% a

biomassa de biofilmes de *Salmonella* Infantis. O tratamento foi também aplicado numa exploração comercial sem afetar negativamente a saúde ou o crescimento dos animais, demonstrando o potencial desta abordagem como ferramenta biotecnológica de controlo.