

SURTOS ALIMENTARES EM PORTUGAL

Novas abordagens tecnológicas para prevenção e controlo



SURTOS ALIMENTARES EM PORTUGAL: NOVAS ABORDAGENS TECNOLÓGICAS PARA PREVENÇÃO E CONTROLO

A segurança alimentar é um desafio global que exige a integração do conhecimento científico, tecnologias inovadoras e práticas agrícolas sustentáveis. A prevenção e a monitorização de agentes infecciosos e de substâncias tóxicas são fundamentais para evitar e controlar surtos alimentares.

Emílio Gomes^{1,2}, Daniela Araújo^{1,3}, Ricardo Oliveira¹,
Gonçalo Almeida^{1,4}, Carina Almeida^{1,2,3}, Joana Castro^{1,3}

¹ Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária



² LEPABE, ALiCE, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



³ Centro de Engenharia Biológica, Universidade do Minho



⁴ Centro de Estudos de Ciência Animal (CECA-ICETA),
Laboratório Associado de Ciência Animal e Veterinária (AL4Animals)



Introdução

Os surtos alimentares podem ser definidos como a ocorrência de dois ou mais casos de doença em indivíduos que tenham consumido o mesmo alimento contaminado ou que tenham sido expostos a uma fonte comum de contaminação^[1]. Estas situações de doença estão geralmente associadas à presença de microrganismos patogénicos (bactérias, vírus, parasitas), toxinas ou contaminantes químicos, que podem afetar de forma significativa a saúde pública. Em Portugal, à semelhança do que acontece em toda a Europa, os surtos alimentares representam um desafio de particular relevância para o setor agroalimentar, visto que muitos destes agentes patogénicos têm origem nas matérias-primas de base agrícola e pecuária. Enquanto Estado-Membro da União Europeia, Portugal adota as diretrizes da Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA)^[2].

A nível nacional, diferentes entidades reguladoras asseguram a aplicação dessas orientações, com o objetivo de minimizar o risco de surtos alimentares. A Direção-Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV) é responsável pela inspeção sanitária e pela execução do Plano Nacional de Controlo Plurianual (PNCP), que abrange a proteção da saúde humana e animal, a fitossanidade e a segurança em toda a cadeia alimentar^[3]. Complementarmente, a Autoridade de Segurança Alimentar e Económica (ASAE) exerce funções de fiscalização e controlo da qualidade, segurança e higiene dos produtos alimentares, atuando sobretudo ao nível da comercialização. A agricultura portuguesa enfrenta atualmente desafios significativos, resultantes de conciliar a produção local com a crescente integração em cadeias globais, o que exige padrões elevados de segurança e qualidade dos alimentos. Uma falha no controlo da segurança alimentar pode comprometer não apenas a saúde dos consumidores, mas também a estabilidade e competitividade dos mercados agroalimentares.

O impacto dos surtos alimentares ultrapassa, assim, a dimensão da saúde pública. No setor agroalimentar, estes episódios acarretam custos económicos diretos, como perdas de produção, recolhas de produtos e despesas com tratamentos médicos,

bem como custos indiretos, decorrentes da perda de produtividade e redução da competitividade das empresas.

Perante este cenário, torna-se evidente a necessidade de investir em abordagens tecnológicas e inovadoras que permitam prevenir e controlar surtos alimentares, reforçando a segurança da cadeia agroalimentar e mitigando os riscos associados a estas ocorrências.

Panorama atual em Portugal e na Europa

Os surtos alimentares constituem um problema crescente na sociedade contemporânea, em parte associado ao contínuo crescimento e à intensificação do setor agroalimentar. De acordo com o mais recente relatório da EFSA (2023), foram reportados, a nível europeu, 5691 surtos alimentares, que resultaram em 52 127 casos de doença, 2894 hospitalizações e 65 óbitos^[4]. Os principais agentes etiológicos continuam a ser bacterianos (26,4%), seguidos pelas toxinas bacterianas (15,7%) e pelos vírus (6,7%). Entre os agentes específicos, *Salmonella* spp. (19,6%) é dos principais responsáveis por surtos alimentares, seguidos pelas toxinas de *Bacillus cereus* (8,3%), pelos Norovírus e outros calicivírus (6,3%), por *Campylobacter* spp. (4,0%) e pelas toxinas de *Staphylococcus aureus* (3,6%) (Figura 1)^[4]. Em termos de severidade de doença, os surtos causados por *Listeria monocytogenes* e pelas toxinas de *Clostridium botulinum* estão associados a uma maior taxa de óbitos.

Em Portugal, em 2023, foram reportados 13 surtos alimentares, totalizando 819 casos, sem registo de hospitalizações ou óbitos. As toxinas de *S. aureus* mantêm-se como as principais responsáveis pelos surtos alimentares (30,8%), seguidas pelas toxinas *B. cereus* (15,4%) e pelas toxinas de *Clostridium perfringens* (15,4%) (Figura 2)^[5].

Relativamente às matrizes alimentares mais associadas a surtos, a nível europeu, os ovos e produtos derivados, assim como os produtos de panificação, estão sobretudo relacionados com *Salmonella* spp. A carne de frango (*Gallus gallus*) e respetivos produtos encontram-se frequentemente associados quer

Agentes causadores de surtos alimentares na Europa (2023)

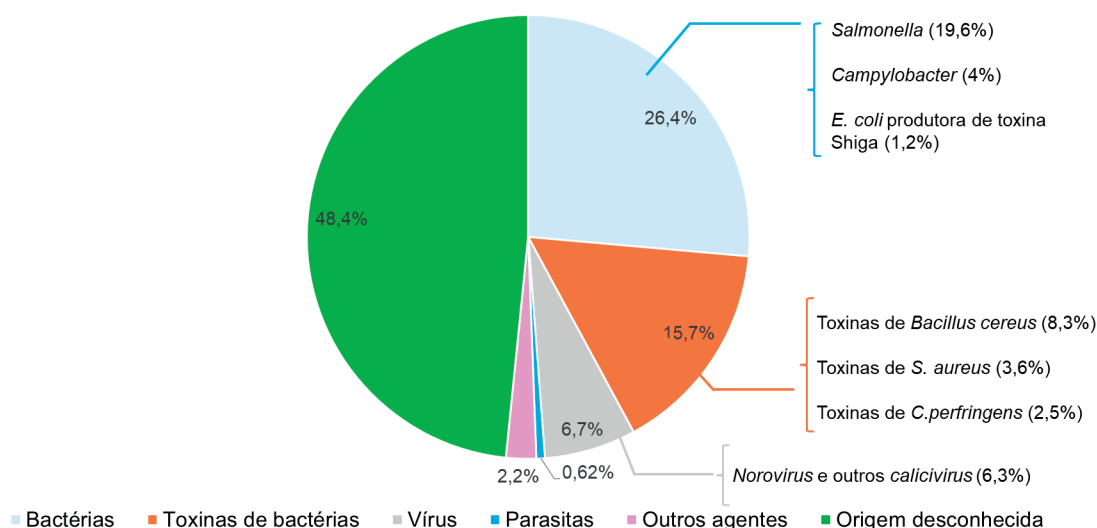


Figura 1 – Diferentes tipos de agentes responsáveis por surtos alimentares na Europa em 2023 (n=5691) e respetiva percentagem dos mais prevalentes. Fonte: Relatório da EFSA^[4].

a *Salmonella* spp., quer a *Campylobacter* spp. Os alimentos mistos surgem como uma matriz com múltiplas associações, estando implicados em surtos provocados por *Salmonella* spp., Norovírus e outros calicivírus, histamina e escombrotóxina, cogumelos tóxicos e toxinas de *S. aureus*. Já os crustáceos, moluscos e seus derivados apresentam ligação sobretudo a surtos de Norovírus e outros calicivírus^[5]. Em Portugal, os alimentos mistos são a matriz alimentar associada ao maior número de surtos alimentares, tendo sido reportada nos surtos de toxinas de *S. aureus*, *B. cereus* e *C. perfringens*, bem como carne e produtos derivados também associada a toxinas de *C. perfringens*^[5].

Para além dos agentes etiológicos típicos associados a surtos alimentares, nos últimos anos têm sido identificados, a nível europeu e nacional, novos riscos emergentes decorrentes da contaminação natural de matrizes alimentares, sobretudo de origem vegetal. Entre estes destacam-se os alcaloides de tropano, compostos tóxicos produzidos por plantas infestantes da família *Solanaceae*, como *Datura stramonium* (figueira-do-inferno), que têm contaminado extensivamente culturas tais como o milho, o trigo e outros cereais, bem como produtos derivados, como as farinhas e o pão.

Na Europa, diversos surtos de intoxicação por alcaloides de tropano têm sido reportados, geralmente associados à ingestão de alimentos contaminados. Em 2023, Portugal registou 209 casos de intoxicação alimentar num único surto, cujas análises laboratoriais revelaram níveis elevados de atropina e escopolamina, substâncias tóxicas presentes em plantas como a *D. stramonium*. Desde então, foram reportados outros dois surtos em Portugal, bem como um outro associado a cereais e produtos derivados originários de Portugal^[6].

O aumento destes incidentes realça a importância de adaptar os sistemas de segurança alimentar aos novos cenários e implementar controlos rigorosos no setor agroalimentar, de modo a prevenir surtos de intoxicação na população.

Do campo à mesa: onde surgem os riscos

Para implementar novas estratégias de controlo e prevenção de surtos alimentares, é fundamental identificar as fases da cadeia alimentar em que ocorre a contaminação. Até chegar ao consumidor final, esta pode ocorrer em diferentes etapas: na produção agrícola, no processamento do alimento, ou no transporte.

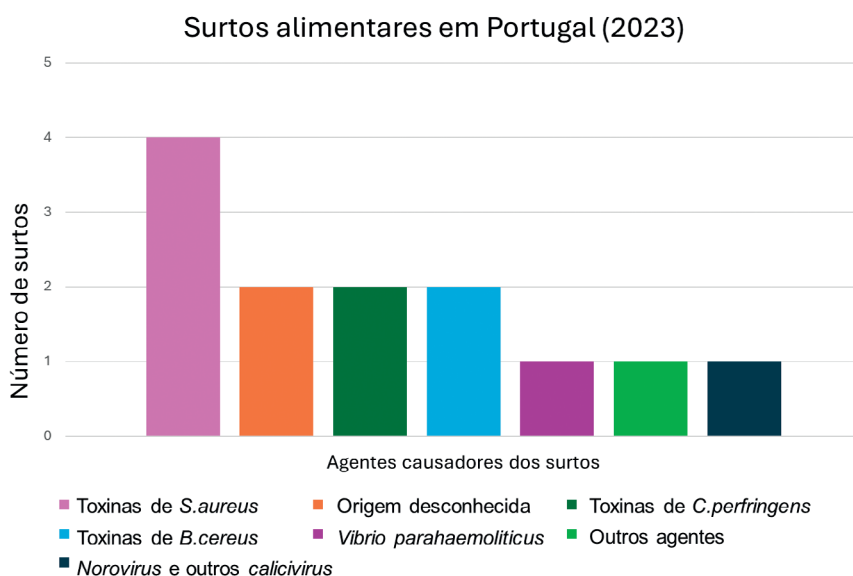


Figura 2 – Surtos alimentares em Portugal no ano de 2023 (n=13). Fonte: EFSA^[5].

Na fase de produção, estes riscos assumem diferentes formas consoante a origem do alimento. Nos sistemas pecuários, por exemplo, os animais podem ingerir rações ou forragens contaminadas, além de estarem sujeitos ao contacto com microrganismos patogénicos no meio ambiente. A monitorização da alimentação animal assim como do ambiente circundante é, assim, passível de controlo para evitar contaminação de determinadas matrizes alimentares nesta fase, como, por exemplo, o leite.

Na produção agrícola, durante a colheita mecanizada, as sementes, as folhas ou fragmentos de plantas tóxicas infestantes, como *D. stramonium*, podem misturar-se inadvertidamente com culturas destinadas ao consumo humano e animal, levando à contaminação da matéria-prima. Este problema é particularmente relevante em cadeias como a de cereais, leguminosas e forragens, onde a separação manual é inviável e o processamento das matérias-primas não conseguem eliminar as contaminações, transformando as sementes tóxicas em formas físicas que passam despercebidas durante toda a cadeia de alimentar. Neste tipo de culturas, é por isso importante manter um controlo, tanto ao nível do campo, para integrar medidas de gestão e controlo de infestantes, como na monitorização da matéria-prima recolhida, de forma a evitar a sua propagação ao longo da cadeia alimentar.

Também na produção da carne existem riscos específicos, sobretudo durante o abate, momento em que pode ocorrer um contacto direto com os conteúdos intestinais do animal. Já no caso de produtos de origem vegetal, fatores como a irrigação com água contaminada, o uso de fertilizantes de origem animal e o contacto com animais selvagens podem constituir importantes fontes de contaminação. Assim, a fase de produção revela-se um ponto crítico na prevenção de surtos alimentares.

Durante o processamento e armazenamento, os alimentos ficam também expostos a vários riscos adicionais que se somam aos já existentes na fase de produção. Na indústria da carne, por exemplo, o contacto entre diferentes carcaças pode facilitar a disseminação de certos microrganismos patogénicos. No leite e seus derivados, falhas na pasteurização ou na refrigeração criam condições favoráveis à multiplicação de bactérias como *L. monocytogenes*. Em produtos vegetais e cereais, a utilização de equipamentos mal higienizados ou o armazenamento em condições de temperatura e humidade inadequadas podem promover o crescimento de bolores e a consequente produção de micotoxinas. É, por isso, importante nesta fase da cadeia alimentar manter um controlo e monitorização regular não só das matérias-primas, mas também dos equipamentos utilizados no processamento e armazenamento.

O transporte e a distribuição dos alimentos constituem também pontos críticos de contaminação. Variações de temperatura durante o transporte refrigerado podem favorecer a multiplicação de microrganismos, enquanto a utilização de contentores mal higienizados aumenta o risco de contaminação cruzada entre diferentes alimentos.

Para mitigar estes riscos, a aplicação de boas práticas agrícolas, aliada a sistemas de monitorização e controlo de qualidade e de higiene na indústria alimentar, é essencial em todas as fases da cadeia agroalimentar. Neste contexto, novas abordagens tecnológicas de monitorização e diagnóstico poderão desempenhar um papel auxiliar fundamental, permitindo a deteção precoce de agentes patogénicos e contaminantes, apoiando a tomada de decisões rápidas e informadas, e aumentando a eficácia das intervenções para prevenir e mitigar surtos ao longo de toda a cadeia agroalimentar.

Novas tecnologias na prevenção e controlo

As inovações tecnológicas têm vindo a transformar significativamente a forma como se previnem e controlam os surtos alimentares, proporcionando ferramentas que permitem a deteção rápida de contaminações e a melhoria da segurança alimentar ao longo de toda a cadeia de produção. A Figura

3 apresenta algumas das abordagens tecnológicas mais recentes que poderão desempenhar um papel importante na prevenção e controlo destes surtos, cuja aplicação é detalhada na Tabela 1.

Sensores avançados e biossensores, como nanosensores e Bio-FET (*Field Effect Transistors* biológicos), destacam-se pela simplicidade, portabilidade e capacidade de deteção precoce de agentes patogénicos no local de necessidade (*point-of-care*), como no campo ou em armazéns. Estas ferramentas utilizam tipicamente elementos de reconhecimento capazes de identificar a presença dos agentes patogénicos, traduzindo a interação em sinais mensuráveis. Os aptâmeros, moléculas sintéticas de ADN ou ARN, constituem um exemplo de elementos de reconhecimento que têm emergido em soluções de diagnóstico alimentar. Estes ligam-se especificamente a microrganismos e/ou toxinas, apresentando elevada especificidade e sensibilidade, e podem ser integrados em biossensores portáteis para deteção de *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., toxinas de *S. aureus* ou micotoxinas, entre outros.

Entre técnicas moleculares, os métodos de amplificação isotérmica de ácidos nucleicos (a uma temperatura constante, sem necessidade de termociclador), como a metodologia RAA (Amplificação Assistida por Recombinase) têm-se revelado uma tecnologia promissora que promete ser rápida (15–30 mi-



Figura 3 – Novas tecnologias para deteção de surtos alimentares.

Tabela 1 – Novas tecnologias na prevenção e controlo de surtos alimentares

Tecnologia	Aplicação/Funcionamento	Exemplos de agentes detetados ou condições monitorizadas	Benefícios principais
Sensores avançados e biossensores (nanosensores, Bio-FETs)	Recorrem a moléculas de reconhecimento, como aptâmeros, para a deteção específica de microrganismos patogénicos	<i>Salmonella</i> , <i>Listeria</i> , vírus, <i>E. coli</i> O157:H7	Identificação rápida e precisa antes de sintomas visíveis; prevenção antecipada
Métodos de amplificação isotérmica	Recorrem à amplificação do ADN/ARN de agentes patogénicos a temperatura constante, sem necessidade de termociclador	Bactérias patogénicas, vírus alimentares	Rápido (15–30 min), portátil, adequado para análises em campo
Reação em cadeia da polimerase quantitativa (qPCR)	Recorrem à amplificação de ADN/ARN com quantificação em tempo real por fluorescência	<i>Salmonella</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>E. coli</i> , vírus	Alta sensibilidade, rapidez, quantificação precisa da carga microbiana
PCR digital (dPCR)	Divide a amostra em milhares de reações individuais de amplificação de ADN/ARN para contagem absoluta de cópias genéticas	Agentes patogénicos alimentares, vírus emergentes, resistência antimicrobiana	Ultrasensível; deteção absoluta sem curva padrão; útil em contaminações de baixa carga
Monitorização remota com IA	Sensores inteligentes ligados a plataformas de inteligência artificial em tempo real	Cadeia de frio, falhas de higiene, parâmetros ambientais críticos	Deteção imediata de desvios; resposta rápida e minimização de riscos
Drones com câmaras hiperespectrais	Avaliação de colheitas e superfícies com imagem espectral avançada	Anomalias, pragas, plantas infestantes, doenças em culturas	Deteção antes da manifestação visual; gestão eficiente dos recursos agrícolas
Inteligência Artificial aplicada a big data	Análise de grandes volumes de dados históricos e ambientais	Padrões de contaminação, previsões de risco	Otimização de inspeções; previsão de surtos; abordagem preventiva e inteligente

nutos), portátil e indicada para análises em campo, aplicando-se tanto a bactérias patogénicas como vírus alimentares. Ainda assim, requerem equipamento básico e alguma especialização técnica.

Por sua vez, a Reação em Cadeia de Polimerase quantitativa (qPCR) permite amplificar e quantificar ADN ou ARN dos agentes patogénicos em tempo real por fluorescência, sendo amplamente utilizada pela sua sensibilidade, rapidez e precisão na deteção de microrganismos como *Salmonella*, *L. monocytogenes*, *E. coli* e vírus.

Já o PCR digital (dPCR) representa uma evolução, ao dividir a amostra em milhares de reações individuais, permitindo a contagem absoluta de cópias genéticas, o que garante elevada precisão na deteção de microrganismos de origem alimentar, vírus emergentes e genes de resistência antimicrobiana, mesmo em contaminações de baixa carga. Estas abordagens tecnológicas, apesar da enorme sensibilidade, estão ainda muito restritas a laboratórios centralizados e técnicos especializados. Ainda assim, devido à sua evolução permitem, hoje em dia, dar uma resposta rápida aos produtores, permitindo atuar atempada-

mente em fontes de contaminação identificadas.

A monitorização remota em tempo real é também viável através do uso de sensores inteligentes com plataformas de inteligência artificial, permitindo detetar rapidamente desvios críticos, como falhas na higiene ou variações na cadeia de frio, e permitindo intervenções rápidas para minimizar riscos de contaminação.

O uso de *drones* equipados com câmaras hiperespectrais são outra abordagem tecnológica com enorme potencial, oferecendo uma visão detalhada das colheitas, identificando anomalias, pragas infestantes ou doenças antes da manifestação visual, sendo uma medida preventiva que permite uma gestão eficiente dos recursos e intervenção atempada. Finalmente, a inteligência artificial permite analisar grandes volumes de dados, desde padrões de históricos de contaminação até condições ambientais, para prever riscos e otimizar inspeções, possibilitando uma abordagem eficiente e inteligente à segurança alimentar.

A integração destas tecnologias nas fases críticas da cadeia alimentar permitirá um aumento na se-

gurança dos alimentos, devido a uma detecção precoce, uma monitorização contínua, análises rápidas e à previsão de riscos, sendo capaz de diminuir os riscos e aumentar o lucro.

Formação e consciencialização

Apesar dos significativos avanços científico-tecnológicos alcançados nos últimos anos, a transferência deste conhecimento para o setor agroalimentar continua a ser, muitas vezes, lenta. A formação e a sensibilização são fundamentais para garantir esse processo que visa promover a segurança alimentar desde a produção até ao consumo. A capacitação de agricultores e trabalhadores rurais é fundamental para que não só práticas simples, como a correta higiene no manuseamento, a limpeza de equipamentos e o uso adequado de fertilizantes e da água, como também as modernizações dos seus sistemas de controlo de qualidade sejam incorporadas no dia a dia. Outro ponto essencial é a adesão a programas de formação e de boas práticas que ajudem os agricultores a estarem informados sobre os avanços tecnológicos. A promoção destes programas permitirá não só aproximar a comunidade científica do setor agroalimentar como também impulsionar melhorias contínuas na produção e na adoção de medidas de rastreabilidade, fundamentais em caso de surtos alimentares. As cooperativas e associações do setor desempenham, por isso, um papel decisivo, oferecendo suporte técnico, promovendo cursos e *workshops*, e facilitando a partilha de conhecimento entre produtores. Estas atividades fortalecem a organização do setor, criando uma rede de partilha de conhecimento que contribui para a construção de um setor agrícola mais resiliente, alinhado com os elevados padrões de segurança alimentar e exigências de saúde pública.

Conclusão

A segurança alimentar depende da capacidade de unir a inovação científico-tecnológica ao conhecimento prático acumulado ao longo de gerações. As soluções tecnológicas, como sensores e a inteligência artificial, só terão impacto real quando aplicadas em conjunto com a experiência prática dos agricultores e com a adaptação às realidades de cada território.

Nos próximos cinco a dez anos, é esperado que sejam desenvolvidos sistemas ainda mais rápidos de detecção de microrganismos, plataformas de monitorização em tempo real acessíveis a todos e ferramentas que permitam antecipar riscos antes mesmo de afetarem a produção, o processamento e/ou o transporte. A verdadeira transformação, no entanto, nascerá da fusão entre ciência, tecnologia e agricultura tradicional. A ciência permite entender os riscos, a tecnologia fornece as respostas e a agricultura local garante que as soluções são eficazes no terreno. Desta forma, é também importante o contacto próximo com as cooperativas e associações, cuja disseminação de conhecimento desempenha um papel determinante na prevenção de doenças e na proteção da saúde animal e humana. 🌱

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado por fundos nacionais através da FCT/MCTES (PIDDAC), no âmbito dos projetos 2022.07654.PTDC – NAMsal: Mímicos de ácidos nucleicos como uma nova ferramenta para o combate de salmonelose na indústria pecuária (<https://doi.org/10.54499/2022.07654.PTDC>) e PTDC/CVT-CVT/4620/2021: APTAcoli – NAM-aptameros para bloqueio de enterotoxinas na colibacilose em suínos. JC e DA agradecem ao CEEC Individual (<https://doi.org/10.54499/2022.06886.CEECIND/CP1737/CT0001> e <https://doi.org/10.54499/2023.06040.CEECIND/CP2873/CT0001>, respetivamente).

Bibliografia

- [1] Foodborne Outbreak | EFSA. Disponível online: <https://www.efsa.europa.eu/en/glossary/foodborne-outbreak> (acedido a 18/08/2025).
- [2] EFSA | Science, Safe Food, Sustainability. Disponível online: <https://www.efsa.europa.eu/en> (acedido a 18/08/2025).
- [3] Plano Nacional de Controlo Plurianual. 2020.
- [4] The European Union One Health 2023 Zoonoses Report. EFSA Journal 2024, 22.
- [5] Foodborne Outbreaks Report | EFSA. Disponível online: <https://www.efsa.europa.eu/en/microstrategy/FBO-dashboard> (acedido a 19/08/2025).
- [6] RASFF Window – Search. Disponível online: <https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/screen/search> (acedido a 08/09/2025).