U.PORTO

ICBAS | INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS ABEL SALAZAR
SCHOOL OF MEDICINE AND BIOMEDICAL SCIENCES

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

Contaminantes Químicos em Géneros Alimentícios de Origem Animal: Avaliação do Risco e Sistemas de Controlo Oficial

Sofia Coimbra Silva Marques Gomes

MI 2026



Mestrado Integrado em Medicina Veterinária
Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar
Universidade do Porto

Sofia Coimbra Silva Marques Gomes

Contaminantes Químicos em Géneros Alimentícios de Origem Animal: Avaliação do Risco e Sistemas de Controlo Oficial

Área científica: Segurança Alimentar

Orientador: Paulo Manuel Rodrigues Martins da Costa

Co-orientador: António Luís Barreiros da Costa Silva Duarte

Porto, 2026

RESUMO

A segurança alimentar constitui um dos pilares centrais da saúde pública, particularmente no que respeita à presença de contaminantes químicos em géneros alimentícios de origem animal. Este tema assume crescente relevância devido ao aumento da poluição ambiental, emergência de novos contaminantes, globalização das cadeias alimentares, evolução dos padrões de consumo, maior conhecimento dos efeitos toxicológicos e à necessidade de garantir a conformidade com a legislação europeia aplicável. Em Portugal, a Direção-Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV) é a autoridade competente responsável pela implementação e coordenação dos controlos oficiais, assegurando a aplicação da legislação alimentar e a monitorização de contaminantes químicos ao longo da cadeia agroalimentar. O presente trabalho tem como objetivo analisar o enquadramento legal, científico e operacional da gestão de contaminantes químicos em alimentos, com foco no Plano Nacional de Controlo de Contaminantes em Géneros Alimentícios de Origem Animal (PNCC-GAOA). São abordados os principais tipos de contaminantes químicos, incluindo os metais pesados, dioxinas, bifenilos policlorados, substâncias perfluoroalquiladas e outros contaminantes emergentes, bem como a sua origem, dinâmica na cadeia alimentar e a sua relevância toxicológica. É, igualmente, realizada a distinção entre perigos químicos e microbiológicos, evidenciando as diferenças na sua avaliação do risco, deteção e impacto na saúde pública. O trabalho descreve ainda a organização do programa oficial de pesquisa de contaminantes em géneros alimentícios, abordando os critérios de seleção de amostras, a definição da estratégia de amostragem e o tratamento de resultados não conformes. É analisada a evolução das frequências de amostragem dos contaminantes classificados como monitorizados convencionalmente, bem como o reforço da monitorização de contaminantes emergentes, refletindo a aplicação de uma abordagem no risco. Conclui-se que a gestão de contaminantes químicos depende da articulação entre a legislação europeia, os sistemas de controlo oficial e as medidas de prevenção implementadas pelos operadores do setor alimentar, sendo este conjunto essencial para garantir a segurança dos alimentos e a proteção da saúde pública.

PALAVRAS-CHAVE: Segurança Alimentar; Saúde Pública; Cadeia Alimentar; Monitorização; Legislação Europeia

CASUÍSTICA E ATIVIDADES REALIZADAS DURANTE O ESTÁGIO

O estágio curricular decorreu entre 2 de fevereiro e 22 de maio de 2026, nas instalações da Direção Geral de Alimentação e Veterinária do Porto (DGAV) e extramuros. Ao longo destas 16 semanas, foram propostas várias atividades relacionadas com a área da segurança alimentar, nomeadamente, acompanhamento de auditorias que integram os Planos de Controlos Oficiais, realizadas pela Autoridade Competente, no âmbito da segurança dos alimentos. Estes planos fazem parte do Plano Nacional de Controlo Plurianual (PNCP), tendo como finalidade cumprir os artigos 109.º, 110.º, 111.º do Regulamento (UE) 2017/625 do Parlamento Europeu e do Conselho de 15 de março de 2017.

No período de aprendizagem, foram acompanhadas, 25 vistorias aos operadores do setor alimentar **(Tabela 1),** no âmbito do Plano de Controlo de Estabelecimentos Aprovados de Géneros Alimentícios (PACE-GA).

Adicionalmente, houve também oportunidade de participação em auditorias no âmbito de outros Planos de Controlo Oficial, bem como em atividades de inspeção sanitária em matadouros, aprovação de estabelecimentos do setor alimentar, vistorias conjuntas no âmbito do licenciamento industrial e tarefas atribuídas no Posto de Controlo Fronteiriço. Estas atividades são especificadas na **Tabela 2.**

Por fim, houve oportunidade de seguimento de atividades na área da Proteção Animal, tal como a certificação de animais vivos, auditorias de bem-estar animal, condicionalidades e controlos de identificação animal.

Tabela 1. Frequência de vistorias acompanhadas no âmbito do Plano de Controlo de Estabelecimentos Aprovados de Géneros Alimentícios.

Plano de Controlo de Estabelecimentos Aprovados de Géneros Alimentícios	**Nº De Operadores Fiscalizados**
Salas de Desmancha	3
Entrepostos Frigoríficos	5
Matadouros	1
Lotas	6
Estabelecimentos de Produtos da Pesca	2
Estabelecimentos de Moluscos Bivalves Vivos	2
Estabelecimentos de Produtos à Base de Carne e Preparados de Carne	6
TOTAL	**25**

Tabela 2. Outras atividades realizadas durante o estágio curricular na área da segurança alimentar.

Outras Atividades	Frequência De Acompanhamento
Aprovação de Estabelecimentos	5
Posto de Controlo Fronteiriço (dias)	7
Plano de Controlo Oficial do Leite	7
Plano Nacional de Controlo de Navios	7
Vistorias conjuntas no âmbito do Licenciamento Industrial	3
Inspeção Sanitária de Suínos (dias)	1
Inspeção Sanitária de Aves (dias)	2
TOTAL	**32**

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO 1

2. ANÁLISE DO RISCO 3

2.1 Avaliação do risco 3

2.2 Responsabilidade do operador no setor da área alimentar 4

3. CONTROLOS OFICIAS 5

3.1 Planos de Controlo Oficial 5

3.1.1 Planos orientados para a vigilância de perigos específicos na cadeia alimentar **5**

3.1.2 Produção Primária **7**

3.1.3 PACE-GA **7**

3.1.3.1 Articulação entre controlos oficiais e enquadramento legal dos contaminantes químicos **9**

4. PERIGOS QUÍMICOS vs PERIGOS MICROBIOLÓGICOS 9

5. CATEGORIZAÇÃO DOS CONTAMINANTES 11

5.1 Classificação quanto à origem do contaminante 11

5.2 Classificação quanto ao controlo ao longo da cadeia alimentar 12

5.3 Classificação quanto ao estado atual de conhecimento científico e avaliação do risco 14

6. CONTAMINANTES ALIMENTARES DE MONITORIZAÇÃO CONVENCIONAL 15

6.1 Gestão do risco 15

6.2 PNCC-GAOA 16

6.2.1 Critérios de seleção na colheita de amostras oficiais **17**

6.2.2 Critérios para estratégia de amostragem oficial **19**

6.2.3 Procedimento em caso de resultados não conformes **20**

7. ESTRATÉGIA DE GESTÃO DE FREQUÊNCIAS DE AMOSTRAGEM OFICIAL 23

7.1 Contaminantes monitorizados convencionalmente não prioritários 23

7.1.1 Metais pesados **23**

7.1.1.1 Presença de chumbo e cádmio em alimentos **24**

7.1.2 Dioxinas e PCB **25**

8. Contaminantes monitorizados convencionalmente prioritários 27

8.1 Mercúrio **27**

9. PERIGOS EMERGENTES 30

9.1 PFAS 30

10. MONITORIZAÇÃO E ESTRATÉGIAS DA UNIÃO EUROPEIA PARA A GESTÃO DOS CONTAMINANTES QUÍMICOS 34

10.1 Sistemas europeus de monitorização e interpretação dos dados relativos aos contaminantes químicos 34

10.2 Estratégias europeias de mitigação dos contaminantes químicos 38

11. CONCLUSÃO 40

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 42

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Frequência de vistorias acompanhadas no âmbito do Plano de Controlo de Estabelecimentos Aprovados de Géneros Alimentícios. iv
Tabela 2. Outras atividades realizadas durante o estágio curricular na área da segurança alimentar. v
Tabela 3. Classificação de contaminantes químicos segundo a sua origem. 12
Tabela 4. Classificação de contaminantes químicos segundo o conhecimento científico e avaliação do risco. 14
Tabela 5. Síntese interpretativa da intensidade histórica de monitorização de contaminantes químicos na União Europeia, elaborada com base na distribuição de resultados da base CHEFS (2000-2024), evolução da legislação e de pareceres científicos da EFSA. 35
Tabela 6. Indicadores de conformidade dos programas harmonizados de controlo de resíduos de pesticidas e medicamentos veterinários na União Europeia (2024). Fonte: adaptado de EFSA (2025, 2026). 37

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Excerto do Anexo I do Regulamento Delegado (UE) 2022/931 relativo às regras da seleção de combinações específicas de contaminantes. 18
Quadro 2. Excerto do Manual PNCC-GAOA 2026 (DGAV, 2026a) - Matriz de associação entre o tipo de contaminantes controlados oficialmente e o tipo de produto de origem animal a colher a amostra..... 19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diferenças de perigos microbiológicos e perigos químicos na segurança alimentar.....11

Figura 2. Procedimento em caso de resultados não conformes no âmbito do PNCC-GAOA.....**22**

ABREVIATURAS

AC	Autoridade Competente
ASAE	Autoridade de Segurança Alimentar e Económica
CE	Comissão Europeia
CHEFS	*Comprehensive European Food Safety*
DCF	*Data Collection Framework*
DGAV	Direção-Geral de Alimentação e Veterinária
DSSA	Direção de Serviços de Segurança Alimentar
ECHA	*European Chemichals Agency* (Agência Europeia dos Produtos Químicos)
EFSA	*European Food Safety Authority (*Autoridade para a Segurança dos Alimentos)
EM	Estados-Membros
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
EUCP	*EU Coordinated Control Programme*
FAO	*Food and Agriculture Organization* (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura)
GA	Géneros alimentícios
GAOA	Géneros alimentícios de origem animal
GAONA	Géneros alimentícios de origem não animal
HACCP	*Hazard Analysis and Critical Control Points* (Análise de Perigos e Controlo de Pontos Críticos)
HAP	Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos
OMS	Organização Mundial da Saúde
PACE-GA	Plano de Controlo de Estabelecimentos Aprovados de Géneros Alimentícios
PCB	*Polychlorinated Biphenyls* (Bifenilos Policlorados)
PCOL	Plano de Controlo Oficial do Leite
PCON	Plano de Controlo de Navios de Produção Primária
PFAS	*Per- and Polyfluoroalkyl Substances* (Substâncias perfluoroalquiladas e polifluoroalquiladas)
PFOA	*Perfluorooctanoic Acid* (Ácido perfluooctanóico)
PFOS	*Perfluorooctane Sulfonate Acid* (Ácido perfluorooctanossulfónico)
PIGA	Plano de Inspeção de Géneros Alimentícios
PNCC-GAOA	Plano Nacional de Controlo de Contaminantes em Géneros Alimentícios de Origem Animal
PNCP	Plano Nacional de Controlo Plurianual
PNPR	Plano Nacional de Pesquisa de Resíduos
RASFF	*Rapid Alert System for Food and Feed* (Sistema de Alerta Rápido para Géneros Alimentícios e Alimentos para Animais)
REACH	*Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals* (Registo, Avaliação, Autorização e Restrição de Produtos Químicos)
UE	União Europeia

1. INTRODUÇÃO

A segurança alimentar constitui um dos pilares centrais da saúde pública, da ciência e da tecnologia alimentar, assumindo particular relevância num contexto global marcado por profundas transformações nos sistemas de produção, distribuição e consumo de alimentos. A intensificação da produção alimentar em larga escala, associada à crescente globalização das cadeias de abastecimento, ao crescimento populacional, à urbanização e à alteração dos padrões de consumo, contribuiu para uma maior complexidade dos sistemas alimentares e para um aumento da exposição a diferentes tipos de perigos. Simultaneamente, a crescente sensibilização dos consumidores para questões relacionadas com a qualidade dos alimentos, bem-estar animal e o impacto ambiental, tem reforçado a exigência social por maior transparência, rastreabilidade e garantia da segurança dos alimentos ao longo de todo o percurso produtivo. Sendo assim, esta área deixou de ser apenas uma preocupação técnica, passando a constituir também uma questão de confiança pública e de perceção de risco (World Health Organization [WHO], 2022).

A ligação entre produção alimentar, saúde humana, saúde animal e ambiente tornou-se mais evidente, especialmente no contexto de contaminantes químicos que entram na cadeia alimentar através de recursos naturais, bem como através de fenómenos de bioacumulação e biomagnificação. Esta interação complexa é particularmente relevante no âmbito da abordagem *One Health,* que reconhece a interdependência entre saúde humana, saúde animal e o meio ambiente. Para além disso, as alterações climáticas têm vindo a influenciar a segurança alimentar, através da modificação das condições de produção, da distribuição de agentes patogénicos e da alteração de padrões de contaminação ambiental, podendo agravar a ocorrência e dispersão dos perigos nos alimentos. Estes fatores, em conjunto, contribuem para a crescente complexidade dos riscos para a saúde e, na mesma medida, para a necessidade de sistemas de controlo mais integrados e baseados no risco (Souza *et al*., 2026).

Na União Europeia (UE), a proteção do consumidor e a garantia da segurança dos géneros alimentícios (GA) assentam num quadro legislativo harmonizado, edificado a partir dos princípios da análise do risco estabelecidos no Regulamento (CE) nº 178/2002 do Parlamento Europeu e do Conselho de 28 de janeiro de 2002, e operacionalizado através dos sistemas de controlo oficial nos termos do Regulamento (UE) 2017/625 do Parlamento Europeu e do Conselho de 15 de março de 2017. Este quadro normativo visa assegurar que os alimentos colocados no mercado não representam um risco inaceitável para a saúde humana, promovendo, simultaneamente, a confiança dos consumidores nos sistemas de controlo.

Os perigos alimentares incluem agentes biológicos, químicos e físicos, sendo particularmente relevantes neste trabalho os contaminantes químicos de origem ambiental e industrial, como os metais pesados, as dioxinas, bifenilos policlorados (PCB) e substâncias perfluoroalquiladas e polifluoroalquiladas (PFAS) (European Commission, 2026b). Além disso, embora os perigos microbiológicos continuem a constituir uma das principais causas de doença de origem alimentar a nível global, frequentemente associados a falhas de higiene durante o processamento e manuseamento de GA, conservação inadequada e contaminação cruzada, os contaminantes químicos assumem crescente relevância devido aos seus impactos na saúde (por exemplo tumores e alterações hormonais), à sua persistência ambiental e potencial de bioacumulação, o que implica exposição crónica das populações. Neste quadro, a coexistência de perigos químicos e perigos microbiológicos requer mecanismos de vigilância robustos, baseados em evidência científica e na avaliação contínua do risco (European Court of Auditors, 2019).

Compete aos operadores do setor alimentar assumirem a responsabilidade pela segurança dos alimentos que colocam no mercado, através da implementação de sistemas de prevenção baseados nos princípios de Análise de Perigos e Controlo de Pontos Críticos (HACCP), e do cumprimento da legislação relativa à higiene dos GA, nomeadamente do disposto nos Regulamentos (CE) n.º 852/2004 e o n.º 853/2004 do Parlamento e do Conselho de 29 de abril. A verificação do cumprimento destes requisitos é assegurada pela autoridade competente (AC), através de ações de fiscalização oficial integradas no Plano Nacional de Controlo Plurianual (PNCP). Esta vigilância inclui as vistorias a estabelecimentos industriais e de produção primária, bem como a colheita de amostras para análise laboratorial de parâmetros microbiológicos e químicos. O presente relatório insere-se, portanto, neste contexto, e resulta do estágio curricular realizado na Direção Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV), durante o qual foi possível acompanhar atividades de controlo oficial na área da segurança alimentar, orientadas por Médicos Veterinários Oficiais, em diferentes estabelecimentos industriais. A observação destas atividades permitiu identificar não conformidades de requisitos estruturais, operacionais e de higiene, bem como deficiências nos sistemas de registo e monitorização de processos, evidenciando a importância da fiscalização oficial na proteção da saúde publica. Desta forma, o presente relatório tem como objetivo enquadrar o sistema de controlos oficiais implementado pela DGAV no âmbito da segurança alimentar, analisar a aplicação prática de uma abordagem baseada no risco durante as atividades de fiscalização, e discutir o papel dos Estados-Membros (EM) e da Comissão Europeia (CE) na garantia do cumprimento da legislação alimentar, e na mitigação dos perigos químicos associados aos géneros alimentícios de origem animal (GAOA).

2. ANÁLISE DO RISCO

Os princípios e normas gerais da legislação alimentar da UE, bem como os procedimentos relativos à segurança de GA, são estabelecidos no Regulamento (CE) nº 178/2002 visando alcançar um elevado nível de proteção de vida e saúde humana. Este regulamento define que a legislação alimentar deve basear-se na análise do risco, constituída por três componentes interligadas: avaliação do risco, gestão do risco e comunicação do risco. Define ainda o papel da UE no desenvolvimento destes princípios e na sua promoção a nível internacional (European Commision, 2002).

A avaliação do risco consiste num processo científico e estruturado destinado a avaliar os perigos suscetíveis de comprometer a segurança dos alimentos. Este processo compreende quatro etapas fundamentais: identificação dos perigos, caracterização dos perigos, avaliação da exposição e caracterização do risco. A identificação do perigo corresponde à deteção de agentes biológicos, químicos, e físicos, capazes de provocar efeitos adversos para a saúde. Seguidamente, procede-se à caracterização do perigo, através da avaliação quantitativa ou qualitativa da natureza e gravidade dos efeitos nocivos associados à sua presença nos alimentos. A avaliação da exposição permite estimar a probabilidade e o grau de ingestão do perigo pelos consumidores, enquanto a caracterização do risco integra informação obtida nas etapas anteriores, permitindo estimar a probabilidade de ocorrência, e a gravidade dos efeitos adversos provocados para a saúde humana. Nos termos do artigo 6.º do Regulamento (CE) n.º 178/2002, este processo deve ser conduzido de forma objetiva, transparente, independente e fundamentada na melhor evidência científica disponível (European Commision, 2002).

2.1 Avaliação do risco

A avaliação do risco constitui a componente científica da análise do risco, e baseia-se na recolha, análise e interpretação da evidência científica, com o objetivo de determinar se certo perigo pode comprometer a segurança dos alimentos. Esta avaliação deve seguir uma abordagem estruturada, integrada e realizada caso a caso, recorrendo a metodologias cientificamente validadas e a técnicas estatísticas adequadas. No âmbito da segurança alimentar, a avaliação do risco procura determinar a natureza dos perigos identificados, a magnitude dos seus potenciais efeitos adversos e o nível de exposição dos consumidores. Sempre que aplicável, inclui ainda a identificação de alterações relevantes ao nível nutricional, toxicológico ou da composição dos alimentos, comparando com os seus equivalentes convencionais (Codex Alimentarius Comission [CAC], 2003).

A gestão do risco corresponde ao processo de tomada de decisão realizada pela AC, tendo por base os resultados da avaliação científica do risco e outros fatores considerados relevantes para a proteção da saúde publica. Esta componente inclui a seleção e implementação de medidas destinadas a prevenir, reduzir ou eliminar os riscos identificados ao longo da cadeia alimentar. Os gestores do

risco devem, igualmente, considerar as incertezas identificadas durante a avaliação científica e adotar medidas proporcionais ao nível de risco existente. Entre os instrumentos disponíveis, incluem-se a definição de requisitos legais, a implementação de programas de monitorização, a rastreabilidade dos produtos e, quando necessário, a retirada ou recolha de alimentos do mercado.

Por fim, a comunicação de risco corresponde à troca interativa e transparente de informações, e opiniões, entre avaliadores do risco, gestores do risco, operadores do setor alimentar, comunidades científicas e consumidores ao longo de todo o processo de análise do risco (CAC, 2003).

Adicionalmente, o Regulamento (CE) n.º 178/2002 institui a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA), organismo responsável por prestar apoio científico e técnico à legislação e às políticas comunitárias em todos os domínios que tenham impacto direto, ou indireto, na segurança alimentar. Nos termos do artigo 22.º deste regulamento, a EFSA contribui para assegurar o elevado nível de proteção da saúde humana, considerando, igualmente, a saúde e o bem-estar animal, a fitossanidade, a proteção do ambiente, e tudo o que pertence ao âmbito do funcionamento do mercado interno de produtos de origem animal. Entre as suas principais atribuições incluem-se a recolha, análise e síntese de dados científicos relacionados com o consumo alimentar, a exposição dos consumidores a perigos biológicos e químicos, bem como a resíduos nos GA e nos alimentos para animais. De acordo com o artigo 34.º do Regulamento (CE) n.º 178/2002, sempre que a Autoridade dispuser de informações que a levem a suspeitar que existe um risco emergente grave, deverá solicitar informações adicionais aos EM, à CE, e a outros organismos comunitários, de forma a identificar um perigo emergente. A fim de desempenhar uma vigilância eficaz dos riscos sanitários e nutricionais dos GA, a Autoridade passa a receber informações que constam no Sistema de Alerta Rápido para Géneros Alimentícios e Alimentos para Animais (RASFF) estando definido, no artigo 35.º, que este sistema é uma rede para a notificação de riscos diretos e indiretos para a saúde humana, ligados aos GA e alimentos para animais. O RASFF é criado para facilitar a ação de gestão dos riscos, de forma rápida e adequada por parte dos EM. Comunicando imediatamente com a CE, os EM notificam através do RASFF qualquer medida que tenha em vista a restrição da colocação no mercado de um produto que possa ser nocivo para a saúde, a imposição da retirada de um produto do mercado ou recolha dos GA e alimentos para animais.

2.2 Responsabilidade do operador no setor da área alimentar

A legislação alimentar europeia atribui responsabilidades específicas aos diferentes intervenientes da cadeia alimentar. De acordo com o artigo 17.º do Regulamento (CE) n.º 178/2002, os operadores do setor alimentar e do setor dos alimentos para animais devem assegurar, em todas as fases de produção, transformação e distribuição sob o seu controlo, que os GA e alimentos para

animais cumprem as disposições legais aplicáveis à respetiva atividade. Para esse efeito, os EM são responsáveis pela implementação de sistemas de controlo oficial destinados a verificar a conformidade com a legislação alimentar, bem como pela adoção de mecanismos de comunicação pública relativos à segurança dos alimentos e aos riscos associados ao seu consumo.

3. CONTROLOS OFICIAS

Os controlos oficiais, enquadrados legalmente pelo artigo 1.º do Regulamento (UE) 2017/625, correspondem às atividades realizadas pela AC com o objetivo de verificar o cumprimento da legislação aplicável aos alimentos, aos alimentos para animais e restantes domínios abrangidos pela legislação da UE. Entre estes domínios incluem-se áreas como a saúde animal, bem-estar animal, a prevenção de zoonoses, práticas de higiene nos estabelecimentos produtores e manipuladores de produtos de origem animal, controlo de contaminantes e alergénios, prevenção de riscos imediatos à saúde humana, proteção ambiental e garantia da qualidade nutricional dos produtos alimentares. Para além disso, é definido, no artigo 109.º do Regulamento (UE) 2017/625, a obrigação dos EM assegurarem os controlos oficiais realizados pela AC com base num PNCP, cuja elaboração e aplicação são coordenadas em todo o seu território.

3.1 Planos de Controlo Oficial

No âmbito dos controlos oficiais previstos no Regulamento (UE) 2017/625, no que diz respeito à segurança alimentar, a atuação da AC abrange todas as etapas da cadeia alimentar, desde a produção primária até à disponibilização dos GA ao consumidor final. O principal objetivo consiste em garantir que os produtos colocados no mercado são seguros, cumprem os requisitos legais aplicáveis e não representam risco para a saúde pública. Para esse efeito, a AC recorre a diferentes instrumentos de fiscalização incluindo auditorias e inspeção de estabelecimentos do setor alimentar de origem animal, colheitas de amostras oficiais, análises laboratoriais e verificação documental. Portanto, no âmbito do PNCP, a DGAV implementa diversos planos de controlo oficial na área da segurança alimentar, com diferentes objetivos e metodologias de execução. Estes podem incidir sobre a produção primária e estabelecimentos industriais, ou podem ser orientados para a vigilância de perigos específicos na cadeia alimentar.

3.1.1 Planos orientados para a vigilância de perigos específicos na cadeia alimentar

Determinados planos de controlo oficial, coordenados pela DGAV, assentam, principalmente, na colheita de amostras e análises laboratoriais, funcionando como instrumentos de vigilância e

monitorização de perigos específicos na cadeia alimentar. Programas como o Plano Nacional de Controlo de Contaminantes em GAOA (PNCC-GAOA), o Plano de Inspeção de Géneros Alimentícios (PIGA) e o Plano Nacional de Pesquisa de Resíduos (PNPR) permitem detetar, respetivamente, contaminantes químicos, agentes microbiológicos e resíduos de substâncias com ação farmacológica presentes nos GA, bem como a verificação do cumprimento dos teores máximos legalmente estabelecidos.

O PNPR tem como objetivo a pesquisa de resíduos de substâncias com ação farmacológica em produtos de origem animal em toda a cadeia de produção de GA. As substâncias analisadas dividem-se em dois grupos principais: substâncias farmacologicamente ativas proibidas ou não autorizadas em animais produtores de alimentos e, por outro lado, medicamentos veterinários autorizados. A colheita de amostras é realizada nas diferentes fases de produção, transformação e distribuição, incluindo explorações pecuárias, pisciculturas e estabelecimento de primeira transformação como os matadouros, melarias, centro de depuração e centros de embalagem de ovos. A colheita é efetuada o mais próximo possível do momento de produção. Os resultados obtidos permitem detetar o uso ilegal de substâncias proibidas e avaliar a conformidade com os limites máximos estabelecidos na legislação para substâncias com ação farmacológica autorizadas (DGAV, 2025b).

No PIGA, pretende-se avaliar a conformidade dos GA relativamente a critérios microbiológicos, e monitorizar a evolução de tendências dos incumprimentos dos agentes zoonóticos e antibiorresistências veiculáveis através dos alimentos. Esta informação permite estimar prevalências nas diferentes matrizes alimentares e apoiar a avaliação do risco, constituindo uma ferramenta essencial para a tomada de decisão em termos de gestão do risco. O plano visa, igualmente, verificar o cumprimento, por parte dos operadores, do Regulamento (CE) n.º 2073/2005 da Comissão de 15 de novembro de 2005 relativo a critérios microbiológicos aplicáveis aos GA, e do Regulamento (CE) nº 853/2004. Este programa aplica-se a todas as fases da cadeia alimentar, desde a produção primária até ao produto final para consumo humano. A vigilância é direcionada para as fases mais adequadas a cada agente zoonótico. A pesquisa incide, portanto, sobre microrganismos como *Salmonella spp*, *Campylobacter spp*. *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli STEC* ou *Brucella spp*. Outros agentes são monitorizados de acordo com a situação epidemiológica (DGAV, 2022).

O PNCC-GAOA tem como objetivo verificar, na produção primária e em unidades de processamento industrial (excluindo retalho e importação), a conformidade com os requisitos legais relativos à presença de contaminantes em GAOA. A execução do plano baseia-se na colheita de amostras oficiais em diferentes pontos da cadeia alimentar, nomeadamente, em produtos de estabelecimentos como as lotas, matadouros, centros depuração de moluscos bivalves vivos, bem como estabelecimentos de transformação de produtos da pesca, centros de classificação de ovos e melarias. O programa visa assegurar o cumprimento dos teores máximos de contaminantes

estabelecidos no Regulamento (UE) 2023/915 da Comissão de 25 de abril de 2023, tal como das frequências de amostragem definidas legislação europeia (DGAV, 2026a).

3.1.2 Produção Primária

Na produção primária, os controlos oficiais assumem uma importância particular, uma vez que constituem a primeira barreira de intervenção face aos perigos que podem comprometer a segurança dos GA ao longo da cadeia agroalimentar. Os controlos incidem, sobretudo, na prevenção de riscos biológicos e químicos associados aos animais produtores de GA e aos produtos deles derivados. É, igualmente, assegurado o cumprimento de normas de higiene, sanidade animal, utilização correta de medicamentos veterinários, segurança de alimentação animal e prevenção de contaminantes existentes nos GAOA. Neste âmbito, a DGAV implementa diversos planos de controlo oficial, dos quais se destacam, por exemplo, o Plano de Controlo Oficial do Leite (PCOL) e o Plano de Controlo de Navios de produção primária (PCON). Relativamente a este último, é verificada a conformidade legal dos requisitos gerais e específicos de higiene das embarcações utilizadas na produção primária de produtos da pesca selvagens (DGAV, 2024). Por sua vez, o PCOL incide nos locais de recolha de leite de bovinos e pequenos ruminantes com destino ao consumo humano. São avaliados os parâmetros de qualidade do leite, as condições higiossanitárias das instalações de armazenamento, os procedimentos de ordenha, o bem-estar animal, bem como a utilização e registo de medicamentos veterinários. Outros elementos complementam o PIGA, no que respeita aos critérios aplicáveis ao leite cru, nomeadamente a contagem de microrganismos a 30ºC e a contagem de células somáticas (DGAV, 2020).

3.1.3 PACE-GA

O Plano de Controlo de Estabelecimentos Aprovados de Géneros Alimentícios (PACE-GA) constitui um dos principais instrumentos utilizados pela DGAV para verificar o cumprimento pelos operadores das empresas do setor alimentar dos requisitos legais plasmados no Regulamento (CE) n.º 852/2004, e do Regulamento (CE) n.º 853/2004.

Durante o estágio curricular, foi possível acompanhar diversas vistorias realizadas no âmbito do PACE-GA, permitindo analisar a aplicação prática destes requisitos e identificar não conformidades relacionadas com aspetos estruturais, operacionais e documentais.

Nos termos do artigo 3.º do Regulamento de Execução (UE) 2019/627 da Comissão de 15 de março de 2019, a AC deve realizar controlos oficiais nos estabelecimentos de GAOA, incluindo auditorias e inspeções, com o objetivo de verificar a implementação e a eficácia dos procedimentos

adotados pelos operadores, nomeadamente no que respeita às boas práticas de higiene e à aplicação contínua e adequada das obrigações legais.

De forma geral, numa auditoria no âmbito do PACE-GA, são avaliados diversos aspetos relacionados com as condições de funcionamento do estabelecimento. Entre estes incluem-se o estado de conservação das instalações e equipamentos da empresa, a higiene das operações realizadas no processo de produção, a higiene e formação dos trabalhadores, os programas de controlo de pragas, bem como o controlo de temperaturas de produção e armazenamento. Além disso, é avaliada a qualidade da água utilizada no estabelecimento, a conformidade de normas relativas ao acondicionamento, embalagem e transporte de GA, a presença de declarações de conformidade de materiais em contacto com alimentos e a categorização e encaminhamento adequado de subprodutos de origem animal. Quando aplicável, também se verifica o controlo de animais ou GA que entram ou saem do estabelecimento, incluindo toda a rastreabilidade durante o processo, e os documentos que os acompanham.

No âmbito da avaliação do sistema HACCP, conforme estabelecido no artigo 5.º do Regulamento (CE) n.º 852/2004, os operadores devem implementar procedimentos baseados nos princípios do HACCP, nomeadamente a identificação dos perigos que devem ser prevenidos, eliminados ou reduzidos a níveis aceitáveis, a determinação dos pontos críticos de controlo, o estabelecimento dos limites críticos, a definição de procedimentos de vigilância, a implementação de medidas corretivas, bem como a realização de atividades de verificação e manutenção de registos adequados. No mesmo contexto, é verificado o correto manuseamento dos produtos de origem animal de acordo com os procedimentos definidos pelos operadores. Para além disso, é analisado o sistema de prevenção e controlo no que diz respeito às análises laboratoriais de GA em cumprimento dos critérios microbiológicos estabelecidos no artigo 3.º do Regulamento (CE) n.º 2073/2005 e o cumprimento dos teores máximos permitidos de contaminantes nos GA estabelecidos no Regulamento (UE) 2023/915. Por outro lado, é verificada a monitorização microbiológica de superfícies de contacto com alimentos e das mãos de manipuladores dos alimentos, habitualmente associada à pesquisa de microrganismos indicadores de higiene, como a *Escherichia coli* ou *Enterobacteriaceae*. Estas medidas correspondem à verificação da eficácia de pré-requisitos de higiene e do sistema de HACCP implementado, conforme estabelecido no Regulamento (CE) n.º 852/2004. Adicionalmente, é avaliada a manutenção de registos de limpeza e desinfeção, monitorização de temperaturas, receção de matérias-primas, identificação e avaliação de fornecedores, rastreabilidade dos produtos e procedimentos de retirada ou recolha do mercado. É, igualmente, certificada a formação dos colaboradores, garantindo que estes possuem competências adequadas ao desempenho das funções relacionadas com a segurança dos alimentos.

3.1.3.1 Articulação entre controlos oficiais e enquadramento legal dos contaminantes químicos

No âmbito das ações de controlo oficial realizadas no contexto do PACE-GA, as visitas de inspeção incluem a verificação do cumprimento dos requisitos legais aplicáveis aos contaminantes químicos. Em particular, é avaliado e registado, nas listas de verificação utilizadas pela AC, se os operadores asseguram que os GA colocados no mercado não são utilizados como matéria-prima, nem como ingrediente, quando os alimentos contêm contaminantes a níveis superiores dos teores máximos estabelecidos no Anexo I do Regulamento (UE) 2023/915, em conformidade com o disposto no 2.º artigo do referido regulamento. Esta verificação operacional permite articular a evidência documental e analítica obtida no âmbito dos controlos oficiais, com a aplicação prática do enquadramento regulamentar, reforçando a ligação entre o sistema preventivo implementado pelos operadores e o sistema do controlo oficial. Neste sentido, os operadores devem assegurar a monitorização dos perigos químicos através da seleção e qualificação de fornecedores, da rastreabilidade dos produtos e da implementação de procedimentos de verificação adequados. Sempre que necessário, devem ainda realizar análises laboratoriais da sua responsabilidade, de forma a demonstrar a eficácia das medidas de controlo adotadas.

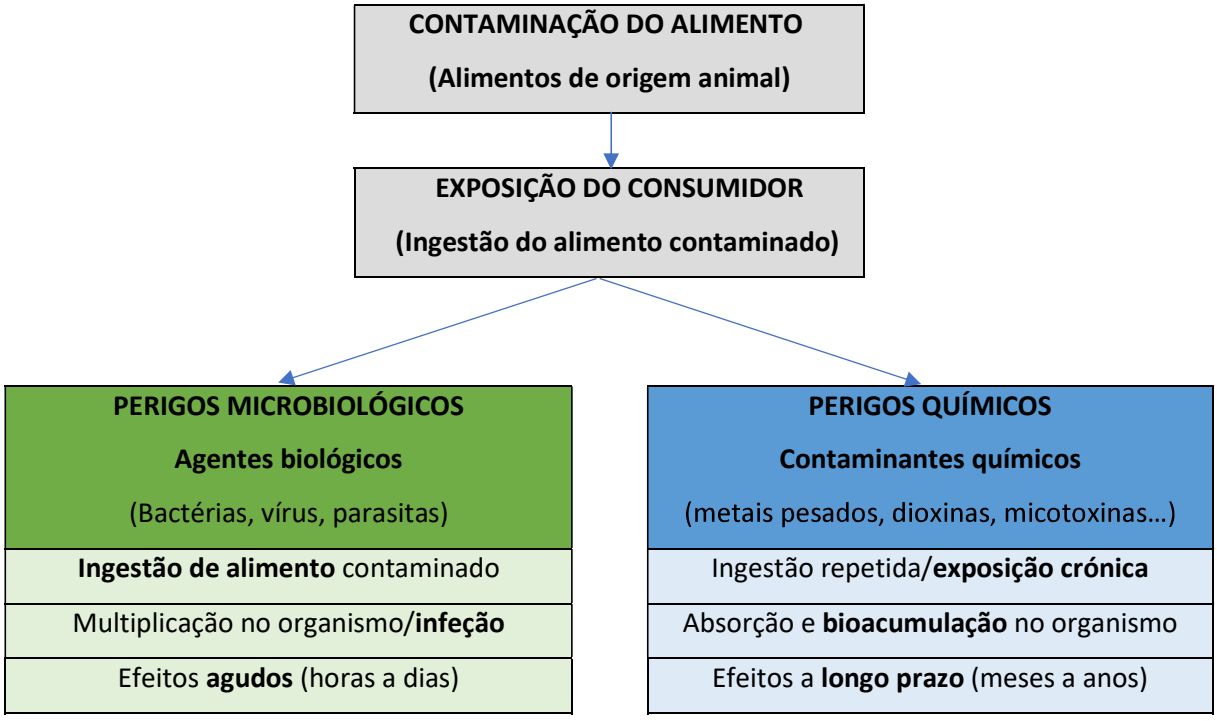
Os perigos químicos constituem um dos principais grupos de risco considerados nos sistemas de gestão da segurança alimentar, pelo que a sua monitorização assume particular relevância. A presença de contaminantes nos GA pode comprometer simultaneamente a conformidade legal e a segurança dos alimentos. Assim, a identificação, avaliação e classificação destes perigos constituem elementos fundamentais para a prevenção de risco e para a proteção da saúde pública.

4. PERIGOS QUÍMICOS vs PERIGOS MICROBIOLÓGICOS

Embora os perigos microbiológicos constituam, tradicionalmente, uma área de investigação científica central da segurança alimentar, os perigos químicos apresentam características específicas que justificam uma abordagem diferenciada. A avaliação e gestão destes perigos requerem conhecimentos técnicos especializados nas áreas da toxicologia, química analítica, avaliação da exposição e ciências ambientais, refletindo a complexidade dos mecanismos envolvidos na sua ocorrência e impacto na saúde humana. Os perigos microbiológicos, como os associados a bactérias patogénicas, vírus ou parasitas, manifestam-se geralmente através de efeitos agudos, observáveis num curto período após a exposição ao agente biológico. As toxinfeções de origem alimentar causadas por agentes como a *Salmonella spp.* *ou* *Campylobacter spp* produzem frequentemente sinais clínicos evidentes, incluindo diarreia, vómitos, febre e gastroenterite. Consequentemente, a relação entre a exposição ao alimento contaminado e a doença é, na maioria dos casos, mais facilmente identificável (EFSA & ECDC, 2024). Por outro lado, os perigos químicos caracterizam-se, predominantemente, por

efeitos crónicos, associados a exposições repetidas e prolongadas ao longo do tempo. Contaminantes químicos presentes nos alimentos podem acumular-se nos organismos vivos ou exercer efeitos biológicos mesmo em concentrações reduzidas, tornando os seus impactos menos imediatos, mas potencialmente mais persistentes. Entre os efeitos adversos descritos na saúde humana incluem-se alterações hepáticas e renais, neurotoxicidade, disrupção endócrina, efeitos no sistema reprodutor e carcinogenicidade (European Court of Auditors, 2019).

Uma diferença conceptual relevante reside na forma como o risco é observado e interpretado. Nos perigos microbiológicos, a ocorrência de casos individuais permite, frequentemente, identificar padrões epidemiológicos e estabelecer associações relativamente diretas. Nos perigos químicos, pelo contrário, os efeitos resultam de exposições cumulativas e multifatoriais, sendo mais difícil estabelecer uma relação causal direta entre um alimento específico e o aparecimento da doença, devido aos longos períodos de latência e à influência simultânea de fatores ambientais, comportamentais e individuais (WHO, 2015). Deste modo, a diversidade de comportamento toxicológico e de vias de exposição dos contaminantes químicos evidencia a necessidade de abordagens diferenciadas de avaliação do risco. Torna-se, assim, essencial distinguir entre perigos químicos e microbiológicos, uma vez que apresentam dinâmicas de ocorrência, deteção e impacto na saúde humana substancialmente distintas. O seguinte esquema resume as diferenças associadas aos perigos químicos e microbiológicos na segurança alimentar **(Figura 1).**



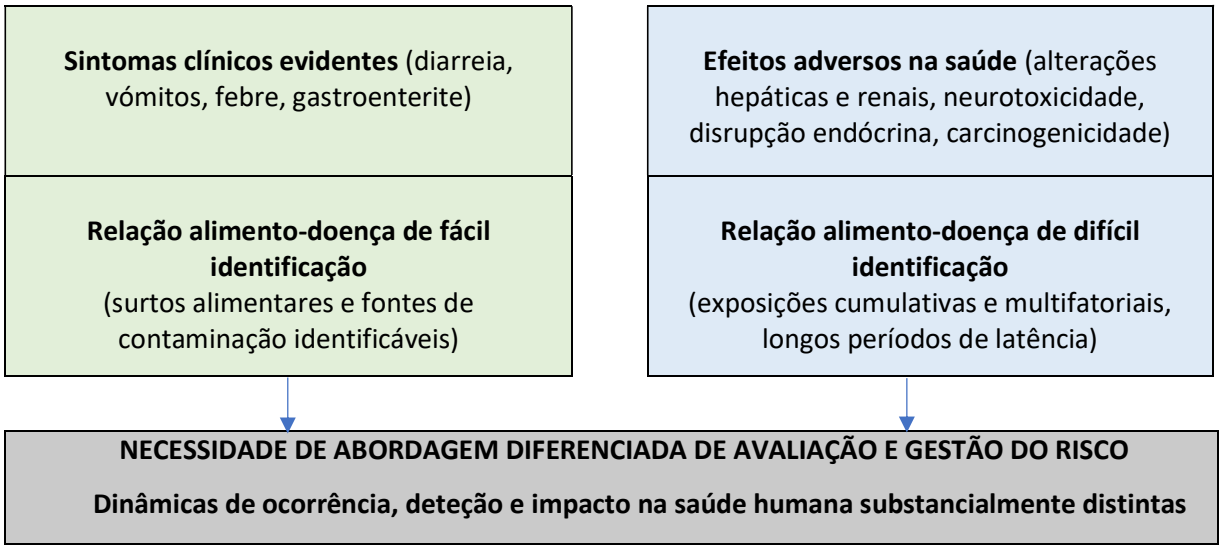


Figura 1. Diferenças de perigos microbiológicos e perigos químicos na segurança alimentar

5. CATEGORIZAÇÃO DOS CONTAMINANTES

O conceito *Food Safety* engloba o conjunto de medidas destinadas a garantir que os alimentos não causam efeitos adversos na saúde dos consumidores quando preparados e consumidos de acordo com a sua utilização prevista. Nesta circunstância, os contaminantes químicos constituem um dos principais perigos a monitorizar, uma vez que podem estar presentes nos alimentos sem terem sido adicionados intencionalmente pelo produtor ou operador do setor alimentar (European Commision, 2026b).

De acordo com a CE (European Commission, 2026b) um contaminante corresponde a qualquer substância não adicionada intencionalmente ao alimento, mas cuja presença resulta da produção primária, fabrico, transformação, preparação, tratamento, acondicionamento, embalagem, transporte ou armazenamento do alimento, bem como da contaminação ambiental. Os contaminantes assim designados não desempenham qualquer função tecnológica ou nutricional, constituindo antes presenças indesejáveis que podem comprometer a segurança alimentar e exigir medidas de monitorização e controlo (Rietjens *et al*., 2025).

5.1 Classificação quanto à origem do contaminante

Os contaminantes químicos podem ser classificados segundo diferentes critérios complementares, com base em enquadramentos regulamentares e científicos da UE e da EFSA, sendo o conceito "contaminante" amplamente discutido na literatura, devido à sua natureza por vezes ambígua e dependente do contexto (Rietjens *et al.,* 2025). Com base na definição de contaminante

alimentar, e na sua natureza multifatorial, é possível agrupar estes compostos segundo a sua origem e mecanismos de formação, permitindo uma melhor compreensão dos seus percursos na cadeia alimentar. A **Tabela 3** representa uma proposta de classificação dos contaminantes segundo a sua origem:

Tabela 3. Classificação de contaminantes químicos segundo a sua origem.

Contaminantes químicos	Descrição	Exemplos
Contaminantes ambientais	Existem naturalmente (e.g. incêndios ou erupções vulcânicas) ou decorrem de atividades humanas (e.g. indústria, mineração, agricultura, emissões atmosféricas, resíduos urbanos).	Mercúrio, chumbo, cádmio, arsénio, dioxinas e bifenilos policlorados (PCB), substâncias perfluoroalquiladas (PFAS)
Contaminantes naturais	Produzido por organismos vivos ou processos naturais de degradação.	Micotoxinas, biotoxinas, histamina
Contaminantes do processamento	Formados durante processos tecnológicos de transformação ou confeção dos alimentos.	Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP), aminas aromáticas, acrilamida
Contaminantes por migração de materiais	Resultantes do contacto com materiais de embalagem ou utensílios.	Melamina, PFAS

5.2 Classificação quanto ao controlo ao longo da cadeia alimentar

Numa perspetiva adicional, os contaminantes alimentares podem ser agrupados segundo o seu potencial de controlo ao longo da cadeia alimentar. Esta abordagem engloba a possibilidade de prevenção ou redução da sua presença através da aplicação de boas práticas de fabrico, armazenamento e processamento. Alguns exemplos aplicáveis ao conceito são contaminantes como a histamina, as micotoxinas e os HAP.

A histamina é uma amina biogénica presente sobretudo em produtos da pesca conservados inadequadamente. Forma-se a partir da histidina, por ação da enzima histidina descarboxilase, produzida por microrganismos. A formação da histamina depende, essencialmente, das condições de armazenamento, sendo que temperaturas elevadas favorecem a proliferação de microrganismos produtores da enzima responsável (Yu *et al.,* 2024). Assim, a formação deste contaminante pode ser parcialmente prevenida através do controlo rigoroso da cadeia de frio, nomeadamente pela

manutenção do pescado a temperaturas de refrigeração próxima de 0ºC ao longo de toda a cadeia produtiva (captura, transporte, armazenamento e distribuição). O risco de formação da histamina pode ser reduzido através da limitação do tempo entre a captura e o processamento do pescado, bem como pela adoção de boas práticas de manipulação e conservação do mesmo. Além disso, a seleção de espécies de pescado constitui um fator relevante de controlo, uma vez que espécies como atum, cavala e sardinha apresentam maior predisposição para a formação da substância (FAO/WHO, 2013). Em termos regulamentares na UE, os limites para a histamina em produtos da pesca são estabelecidos no Regulamento (CE) n.º 2073/2005.

Por outro lado, as micotoxinas são metabolitos secundários tóxicos produzidos por fungos, representando uma ameaça significativa à segurança dos alimentos para animais em todo o mundo. Estes compostos podem contaminar produtos agrícolas antes, durante e após a colheita, sendo altamente estáveis e resistentes a processos tecnológicos (Gruber-Dorninger *et al.,* 2017). A exposição humana ocorre diretamente através de consumo de alimentos contaminados, ou indiretamente através de produtos de origem animal, como o leite, ovos e carne provenientes de animais alimentados com rações contaminadas. Estes compostos estão associados a alterações imunológicas e efeitos adversos hepáticos, endócrinos, reprodutivos e carcinogénicos (Logrieco *et al.,* 2026). Nos animais, a ingestão de rações contaminadas pode causar redução do desempenho produtivo, aumento da suscetibilidade a infeções secundárias e redução da eficiência reprodutiva (Stoev, 2024). A sua prevenção depende fortemente de fatores ambientais e tecnológicos, sendo a mitigação baseada sobretudo em boas práticas agrícolas de armazenamento, em virtude de uma vez formadas, a eliminação das micotoxinas é tecnicamente difícil. Alguns exemplos de boas práticas são a rotação de culturas, o desenvolvimento de variedades vegetais resistentes, a inoculação com microrganismos antagonistas, a colheita no momento adequado de maturação, a secagem eficiente, a limpeza e a gestão de pragas. Para além disso, condições ótimas de armazenamento, com humidade e temperatura controladas reduzem significativamente o desenvolvimento dos fungos produtores de micotoxinas (Mahato *et al.,* 2019). A secagem rápida após a colheita é essencial para atingir níveis de humidade seguros, prevenindo o crescimento do agente biológico durante o armazenamento (Kabak *et al.* 2006). Estas substâncias estão também abrangidas por legislação específica na UE, nomeadamente através do Regulamento (UE) 2023/915, que estabelece limites máximos para contaminantes em GA.

No caso dos HAP, estes constituem uma classe de contaminantes orgânicos amplamente reconhecidos pelas suas propriedades mutagénicas, genotóxicas e carcinogénicas para o ser humano (Zhang *et al.,* 2021). A exposição alimentar ocorre principalmente através de alimentos grelhados, fumados ou sujeitos a um aquecimento com temperaturas (tipicamente aproximada ou superior a 200ºC), condições que favorecem a formação de HAP devido à combustão incompleta e à degradação

térmica da matéria orgânica (EFSA, 2008). A formação do contaminante é influenciada por fatores como a temperatura, o tempo de confeção, o tipo de combustível e o teor de gordura do alimento. A sua redução é possível através de boas práticas culinárias, como a marinagem (função antioxidante), pré-cozedura dos alimentos de forma a reduzir o tempo de exposição a temperaturas elevadas, bem como a utilização de papel alumínio para evitar que a gordura contacte com a chama e sofra reações químicas formadoras de HAP. Conclui-se, assim, que embora não seja possível eliminar totalmente a sua formação, é possível reduzir significativamente a exposição (Du *et al.,* 2025).

Em contraste, contaminantes ambientais persistentes, como PFAS, dioxinas e PCB, ou determinados metais pesados, apresentam uma maior dificuldade de controlo, uma vez que a sua presença está frequentemente associada à contaminação generalizada dos ecossistemas e à biomagnificação ao longo da cadeia alimentar.

5.3 Classificação quanto ao estado atual de conhecimento científico e avaliação do risco

Os contaminantes podem ainda ser classificados segundo o estado atual do conhecimento científico e a relevância atribuída na avaliação do risco **(Tabela 4).**

Tabela 4. Classificação de contaminantes químicos segundo o conhecimento científico e avaliação do risco.

Contaminantes químicos	**Descrição**	**Exemplos**
Contaminantes de monitorização convencional	Substâncias com evidência científica consolidada, toxicologia bem caracterizada e limites legais estabelecidos. Contaminantes monitorizados de forma sistemática e contínua no âmbito de controlos oficiais, com base em dados históricos de ocorrência e avaliação de risco consolidada.	Mercúrio, chumbo, cádmio, arsénio, micotoxinas, dioxinas, bifenilos policlorados (PCB), hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP)
Contaminantes emergentes	Substâncias para os quais existe evidência científica, porém ainda em desenvolvimento. São caracterizadas por incerteza relativamente à sua ocorrência e impacto toxicológico a longo prazo. Contaminantes frequentemente identificados através de novos métodos analíticos, estudos de monitorização recentes ou notificações em sistema de alerta rápidos, podendo não dispor de enquadramento legal completo.	Substâncias perfluoroalquiladas (PFAS), nanoplásticos

Esta abordagem baseada no risco é refletida nos programas oficiais de controlo. Em Portugal, o PNCC-GAOA, coordenado pela DGAV, estabelece prioridades de monitorização com base na legislação aplicável, nos pareceres científicos da EFSA, nos dados históricos e nas tendências de exposição da população. Atualmente, verifica-se uma crescente prioridade atribuída à monitorização das PFAS, considerado um contaminante emergente em diversas matrizes alimentares, bem como a pesquisa de HAP e de mercúrio e do arsénio em produtos da pesca. Em contrapartida, contaminantes como chumbo, cádmio e as dioxinas e PCB, embora continuem a ser monitorizados devido à sua toxicidade e persistência ambiental, tendem a apresentar menor prioridade, em resultado da reavaliação periódica do risco efetuada pela AC (DGAV, 2026a).

Por outro lado, importa ainda referir que existem substâncias utilizadas intencionalmente na produção alimentar, como aditivos alimentares, medicamentos veterinários ou pesticidas, aplicados de forma autorizada e em conformidade com a legislação em vigor, tendo estes compostos finalidades tecnológicas ou terapêuticas específicas. Salienta-se, porém, que as substâncias utilizadas intencionalmente no sistema alimentar são objeto de avaliação científica e autorização prévia, sendo aplicadas sob condições estritamente definidas. Todavia, quando ocorre a presença de resíduos nos GA, por exemplo resíduos de medicamentos veterinários ou pesticidas acima dos limites legalmente estabelecidos, as substâncias são enquadradas no âmbito dos controlos oficiais da segurança alimentar, uma vez que deixam de cumprir a sua função original, e podem, consequentemente, representar potenciais riscos para a saúde pública (European Commission, 2026a).

Em síntese, a segurança alimentar na UE assenta numa abordagem integrada “do prado ao prato”, envolvendo medidas de controlo ao longo de toda a cadeia alimentar, desde a alimentação animal, saúde animal e proteção fitossanitária, até à produção, transformação, armazenamento, transporte, importação, exportação e venda a retalho. Neste modelo, a legislação alimentar comunitária procura assegurar um elevado nível de proteção da saúde do consumidor, através de procedimentos de análise do risco, baseados em avaliação científica sólida, considerando, simultaneamente, fatores relacionados com a viabilidade de controlo e aplicação de medidas (European Court of Auditors, 2019).

6. CONTAMINANTES ALIMENTARES DE MONITORIZAÇÃO CONVENCIONAL

6.1 Gestão do risco

A legislação da UE estipula que os alimentos que contenham um nível inaceitável de contaminantes, do ponto de vista de saúde pública e da segurança dos consumidores, não podem ser colocados no mercado. São estabelecidos, portanto, no Regulamento (UE) 2023/915, os teores

máximos de certos contaminantes presentes nos GA. A AC de cada EM é responsável pela aplicação da legislação relativa à cadeia agroalimentar nos seus territórios. Estas entidades organizam os sistemas de controlo oficial no seu domínio, verificando se as atividades dos operadores de empresas do setor alimentar e seus produtos são colocados no mercado da UE de acordo com as normas e requisitos aplicáveis. Nos controlos oficiais relativos aos contaminantes alimentares, são realizadas análises aleatórias de GA, permitindo a identificação dos riscos e a comunicação imediata de não conformidades através de sistemas como o RASFF. Desta forma, podem ser adotadas medidas adequadas e proporcionais, tais como a retirada ou recolha de produtos do mercado, restrições de comercialização, medidas corretivas nos estabelecimentos envolvidos, investigação da origem da contaminação e reforço dos controlos oficiais. A relevância dos sistemas de alerta rápido na identificação de perigos alimentares é evidenciada pelos dados históricos do RASFF. Uma análise de notificações efetuadas entre 1979 e 2017 demonstrou que os GA destinados ao consumo humano representaram 89,5% do total de notificações registadas. As principais categorias de perigo corresponderam a micotoxinas (23,0%), microrganismos patogénicos (18,2%), resíduos de pesticidas (8,7%) e metais pesados (6,0%) (Piglowski, 2020). No que respeita à presença de contaminantes nos GA, os EM devem fazer o controlo de acordo com o Regulamento Delegado (UE) n.º 2022/931 da Comissão de 23 de março de 2022, que complementa o Regulamento (UE) 2017/625, e com o Regulamento de Execução (UE) 2022/932 da Comissão de 9 de junho de 2022, que estabelece regras uniformes para a realização dos controlos oficiais. As medidas implementadas em Portugal encontram-se integradas no PNCC-GAOA.

6.2 PNCC-GAOA

Nos termos do artigo 3.º do Regulamento de Execução (UE) 2022/932, os EM devem assegurar que parte do PNCP, relativa à realização de controlos oficiais de presença de contaminantes em GA, inclui dois planos distintos: um plano de controlo de GAOA colocados no mercado da UE, e outro plano de controlo de GAOA que entram na UE. Por um lado, o primeiro plano abrange a produção nacional, os produtos provenientes de outros EM e os produtos compostos. O segundo plano incide sobre produtos importados, incluindo, quando aplicável, controlos em navios de pesca quando estes fazem escala num porto de outros EM.

A fim de assegurar que os controlos oficiais são eficazmente orientados em todos os EM, são definidas regras relativas aos grupos de contaminantes, às combinações de produtos a amostrar e à estratégia de amostragem, conforme o estabelecido no Regulamento Delegado (UE) 2022/931. Além disso, o Regulamento de Execução (UE) 2022/932 define as frequências mínimas de amostragem e os

critérios de execução dos controlos oficiais. Os teores máximos aplicáveis encontram-se definidos no Regulamento (UE) 2023/915 (DGAV, 2026a).

O PNCC-GAOA requer a colheita de amostras oficiais de GA que circulam no mercado interno, nomeadamente em produtos de estabelecimentos de produção primária e em unidades de processamento industrial. A frequência de amostragem está igualmente definida na legislação europeia. Todas as amostras devem ser analisadas por laboratórios oficiais ou laboratórios acreditados designados pela DGAV, de acordo com normas ISO aplicáveis e métodos analíticos validados (DGAV, 2026a). Este plano não abrange o controlo de contaminantes em GAOA que são importados para a UE, nem a fiscalização em géneros alimentícios de origem não animal (GAONA), concentrando-se, essencialmente, no mercado interno (DGAV, 2026a). Neste contexto, em cadeias alimentares cada vez mais complexas e globalizadas, a implementação de programas de monitorização como o PNCC-GAOA assume particular importância para reduzir a exposição dos consumidores a contaminantes químicos, assegurar a conformidade legal dos produtos colocados no mercado e apoiar a proteção da saúde pública. Contudo, importa reconhecer que a avaliação e gestão do risco são frequentemente realizadas em contexto de incerteza científica, uma vez que nem sempre existe informação suficiente para caracterizar integralmente os perigos ou prever todas as vias de exposição (EFSA Scientific Committee, 2018). Assim, o objetivo dos controlos oficias não consiste na eliminação absoluta do risco, mas na redução para níveis considerados aceitáveis com base na melhor evidência disponível. Sempre que surgem incertezas relevantes de um potencial risco para a saúde, o sistema europeu prevê ainda a aplicação do princípio da precaução, permitindo adoção de medidas provisórias de gestão de risco até ao momento que estejam disponíveis novos dados científicos (Regulamento (CE) n.º 178/2002, artigo 7.º).

6.2.1 Critérios de seleção na colheita de amostras oficiais

A seleção de combinações específicas de contaminantes e grupos de produtos a amostrar é essencial para uma vigilância eficaz. Este processo segue os requisitos estabelecidos no Anexo I do Regulamento Delegado (UE) 2022/931, relativos aos produtos de origem animal. São igualmente tidos em consideração os critérios definidos no Anexo II, do mesmo regulamento, relativos à estratégia de amostragem baseada no risco.

Os critérios de seleção de colheita de amostras que constam no PNCC-GAOA baseiam-se em múltiplos parâmetros, tal como a capacidade de produção nacional, o padrão de consumo de GA em Portugal, os resultados históricos dos controlos oficiais, o histórico de incumprimento relativo aos limites legais estabelecidos e, por fim, as notificações do RASFF. A avaliação realizada pela AC integra ainda a análise dos possíveis riscos para consumidores, e grupos populacionais específicos, suportada

por dados da Autoridade de Segurança Alimentar e Económica (ASAE), bem como por evidência científica e avaliações do risco nacionais e europeias. É, igualmente, considerada a disponibilidade dos métodos laboratoriais validados e acreditados, bem como a capacidade analítica dos laboratórios oficiais. A consideração destes critérios permite direcionar os recursos de controlo oficial para os produtos e setores com maior relevância em termos de exposição da população e potencial impacto na saúde pública, reforçando a aplicação de uma abordagem baseada no risco (DGAV, 2026a). Em conjunto com estes critérios, são ainda considerados os requisitos do Regulamento Delegado (UE) 2022/931, conforme ilustrado na **Quadro 1.**

Quadro 1. Excerto do Anexo I do Regulamento Delegado (UE) 2022/931 relativo às regras da seleção de combinações específicas de contaminantes.

Grupos de produtos	Poluentes orgânicos persistentes halogenados	Metais	Micotoxinas	Outros contami-nantes
Carne não transformada de bovinos, ovinos e caprinos (incluindo miudezas comestíveis)	x	x		x
Carne não transformada de suínos (incluindo miudezas comestíveis)	x	x		x
Carne não transformada de equídeos (incluindo miudezas comestíveis)		x		x
Carne não transformada de aves de capoeira (incluindo miudezas comestíveis)	x	x		x
Carne não transformada de outros animais terrestres de criação * (incluindo miudezas comestíveis)		x		
Leite cru de bovinos, ovinos e caprinos	x	x	x	x
Ovos frescos de galinha e outros ovos	x	x		x
Mel		x		x
Produtos da pesca não transformados ** (excluindo crustáceos)	x	x		x
Crustáceos e moluscos bivalves	x	x		x
Gorduras e óleos de origem animal e marinha	x	x		x
Produtos transformados de origem animal ***	x	x		x

No manual do PNCC-GAOA, coordenado pela Direção de Serviços e Segurança Alimentar (DSSA) são especificados os diferentes grupos de contaminantes sujeitos a controlo oficial, incluindo poluentes orgânicos persistentes halogenados, os metais pesados, as micotoxinas e outros contaminantes, em função do tipo de produto de origem animal a amostrar (DGAV, 2026a). Esta associação é apresentada através de uma matriz que associa o tipo de contaminantes e tipo de produtos, demonstrada na **Quadro 2.**

Quadro 2. Excerto do Manual PNCC-GAOA 2026 (DGAV, 2026a) - Matriz de associação entre o tipo de contaminantes controlados oficialmente e o tipo de produto de origem animal a colher a amostra.

Tipo de Produto	Micotoxinas	Poluentes orgânicos. Halogenados		Metais				Contaminantes de Processo
	Aflatoxina M1	Dioxinas e PCBs	PFAS	Cádmio	Chumbo	Mercúrio	Arsénio	HAP
Carne de ruminantes não processada (incluindo miudezas)		X	X	X	X			
Carne de suíno não processada (incluindo miudezas)		X	X	X	X			
Carne de equídeos não processada (incluindo miudezas)				X	X			
Carne de aves não processada (incluindo miudezas)		X	X	X	X			
Carne não processada de outros animais (lagomorfos)		X						
Leite cru de ruminantes	X	X			X			
Ovos		X	X					
Produtos da pesca não transformados, excluindo crustáceos		X	X	X	X	X	X	
Crustáceos e moluscos bivalves		X		X	X	X	X	
Gorduras e óleos animais e marinhos		X		X	X			
Produtos processados de origem animal								X
Mel					X			
Gorduras e óleos animais e marinhos				X	X			
Outros alimentos de origem animal (carne caça selvagem)				X	X			

6.2.2 Critérios para estratégia de amostragem oficial

Para a seleção do tipo de género alimentício a amostrar, a AC deve considerar critérios de estratégia de amostragem definidos no Anexo II do Regulamento Delegado (UE) 2022/931. Estes critérios visam assegurar que os controlos oficiais são orientados para os produtos com maior relevância em termos de exposição do consumidor e potencial risco para a saúde pública.

Para além disso, a aplicação eficaz dos procedimentos baseados nos princípios do HACCP, associada ao cumprimento das boas práticas de higiene, previstas no Regulamento (CE) n.º 852/2004, constitui um elemento essencial para a definição da estratégia de amostragem oficial.

Adicionalmente, devem ser considerados os perigos emergentes, como por exemplo algumas alterações nos padrões de consumo da população, catástrofes naturais e fatores económicos que possam provocar mudanças nas cadeias associadas ao comércio alimentar (DGAV, 2026a).

Para além da seleção do tipo de produto, os estabelecimentos associados à colheita de amostras são inspecionados pela AC dos EM, em conformidade com os critérios do mesmo Anexo II do Regulamento Delegado (UE) 2022/931. No caso das carnes, devem ser definidos os matadouros e salas de desmancha a controlar, tendo em conta as origens dos animais abatidos. Relativamente ao leite, consideram-se os estabelecimentos de produção e a origem dos animais que fornecem o leite cru.

Para os produtos da pesca e da aquicultura, são consideradas as instalações de produção e de colocação no mercado, bem como a origem dos produtos. No que respeita ao mel e aos ovos, devem ser incluídos os estabelecimentos de produção, assim como os centros de embalagem de ovos e respetivas origens. Todos os estabelecimentos devem ser selecionados com base no volume total de produção, bem como outros critérios relevantes que lhes atribuam prioridade de controlo. São priorizados os estabelecimentos como histórico de resultados não conformes nos últimos 3 anos, estabelecimentos não controlados no ano anterior, as unidades de maior dimensão e, por fim, aqueles que são situados em zonas de contaminação ambiental conhecida, incluindo explorações que integrem animais provenientes dessas áreas. O regime de produção (intensivo ou extensivo) é considerado um parâmetro relevante, uma vez que, por exemplo, aves criadas em regime de produção ao ar livre encontram-se mais expostas ao solo e a outros compartimentos ambientais, o que aumenta o risco de exposição a contaminantes persistentes, como dioxinas e PCB. A ingestão de partículas de solo durante a sua alimentação constitui uma das principais vias de exposição a estes compostos (Schuler *et al.,* 1997; Hoogenboom *et al.,* 2016). A utilização do histórico de incumprimento como critério de seleção permite aumentar a eficiência dos controlos oficiais, uma vez que estabelecimentos com antecedentes de não conformidade apresentam maior probabilidade de reincidência. Dado que as colheitas realizadas no âmbito do PNCC-GAOA são frequentemente articuladas com outros controlos oficiais, incluindo PACE-GA e PCOL, os resultados não conformes obtidos nestes programas são igualmente relevantes para a definição dos critérios de seleção (DGAV, 2026a).

A articulação entre os sistemas preventivos implementados pelos operadores, os controlos oficiais realizados no âmbito de outros programas e a monitorização laboratorial efetuada através do PNCC-GAOA, permitem reforçar a deteção precoce de perigos químicos e a proteção da saúde pública. Desta forma, a seleção dos estabelecimentos não ocorre de forma aleatória, mas sim com base no risco, permitindo concentrar os esforços de fiscalização nos operadores com maior probabilidade de incumprimento, ou maior potencial de exposição dos consumidores a contaminantes alimentares.

6.2.3 Procedimento em caso de resultados não conformes

No âmbito do PNCC-GAOA, o manual de procedimentos relativos a resultados não conformes (DGAV, 2026b) estabelece as medidas a adotar pelos serviços regionais da DGAV, na sequência de análises efetuadas em controlos oficiais a estabelecimentos de produção primária, e em unidades de processamento industrial. De acordo com o disposto no artigo 2.º do Regulamento (UE) 2023/915, os GA enumerados no Anexo I não podem ser colocados no mercado, nem utilizados como matéria-prima, ou ingredientes de GA, caso contenham contaminantes a um nível que exceda o teor máximo legislado. Estes limites são estabelecidos com base em avaliações científicas do risco realizadas pela

EFSA. Assim, no âmbito dos controlos oficiais de pesquisa de contaminantes em alimentos de origem animal para consumo humano, sempre que o resultado analítico excede o respetivo teor máximo legislado, o resultado é classificado como não conforme.

Perante uma situação de não conformidade, a autoridade competente desencadeia um conjunto de medidas que envolvem a notificação formal do operador responsável pelo estabelecimento onde foi efetuada a colheita da amostra, informando-o do resultado. Para além disso, são comunicadas as medidas a implementar num prazo máximo de 48 horas, dependendo da gravidade do risco. Destaca-se a obrigatoriedade de o operador colaborar com a autoridade competente, no que respeita ao processo de rastreabilidade de produto, com o objetivo de identificar todos os lotes não conformes, identificar todos os clientes a quem tenham sido fornecidos esses produtos e, caso já tenham sido colocados no mercado, proceder à respetiva retirada e recolha. Caso os produtos tenham sido expedidos para outros EM, o operador deve fornecer a documentação relativa à rastreabilidade, abrangendo tanto as etapas anteriores, como posteriores, ao processo de produção. Quando a não conformidade é detetada ao nível da produção primária, deve ser imediatamente determinada a suspensão de colocação no mercado de produto ou do lote em causa. Esta medida pode abranger, igualmente, outros lotes que, até à data da análise, possam apresentar risco semelhante de contaminação. A suspensão apenas poderá ser levantada após a conclusão do processo de investigação e novas análises laboratoriais, desde que se comprove a inexistência do risco associado. Adicionalmente, os estabelecimentos envolvidos, quer de produção primária, quer de transformação, são automaticamente selecionados para colheita de amostras no âmbito do PNCC-GAOA do ano seguinte, reforçando a abordagem baseada no risco (DGAV, 2026b).

Os produtos não conformes associados a teores ilegais de micotoxinas, dioxinas ou metais pesados devem ser encaminhados para eliminação como subprodutos de origem animal de Categoria 1 (M1), de acordo com os termos do Regulamento (UE) n.º 2009/1069 do Parlamento Europeu e do Conselho de 21 de outubro de 2019, com destino a um estabelecimento aprovado para esse efeito. No que respeita às ações corretivas, o operador deve proceder à identificação das causas subjacentes à não conformidade. Recomenda-se, portanto, a revisão do plano HACCP implementado, verificação do plano analítico relativo aos contaminantes alimentares, bem como o reforço no controlo de fornecedores de produtos ou na origem de matérias-primas. Estas medidas visam, em última instância, prevenir a ocorrência de novas não conformidades, e reduzir o risco de circulação de GA contaminados no mercado, assegurando a proteção da saúde pública (DGAV, 2026b). A **Figura 2** representa um esquema do procedimento em caso de resultados não conformes no âmbito do PNCC-GAOA.

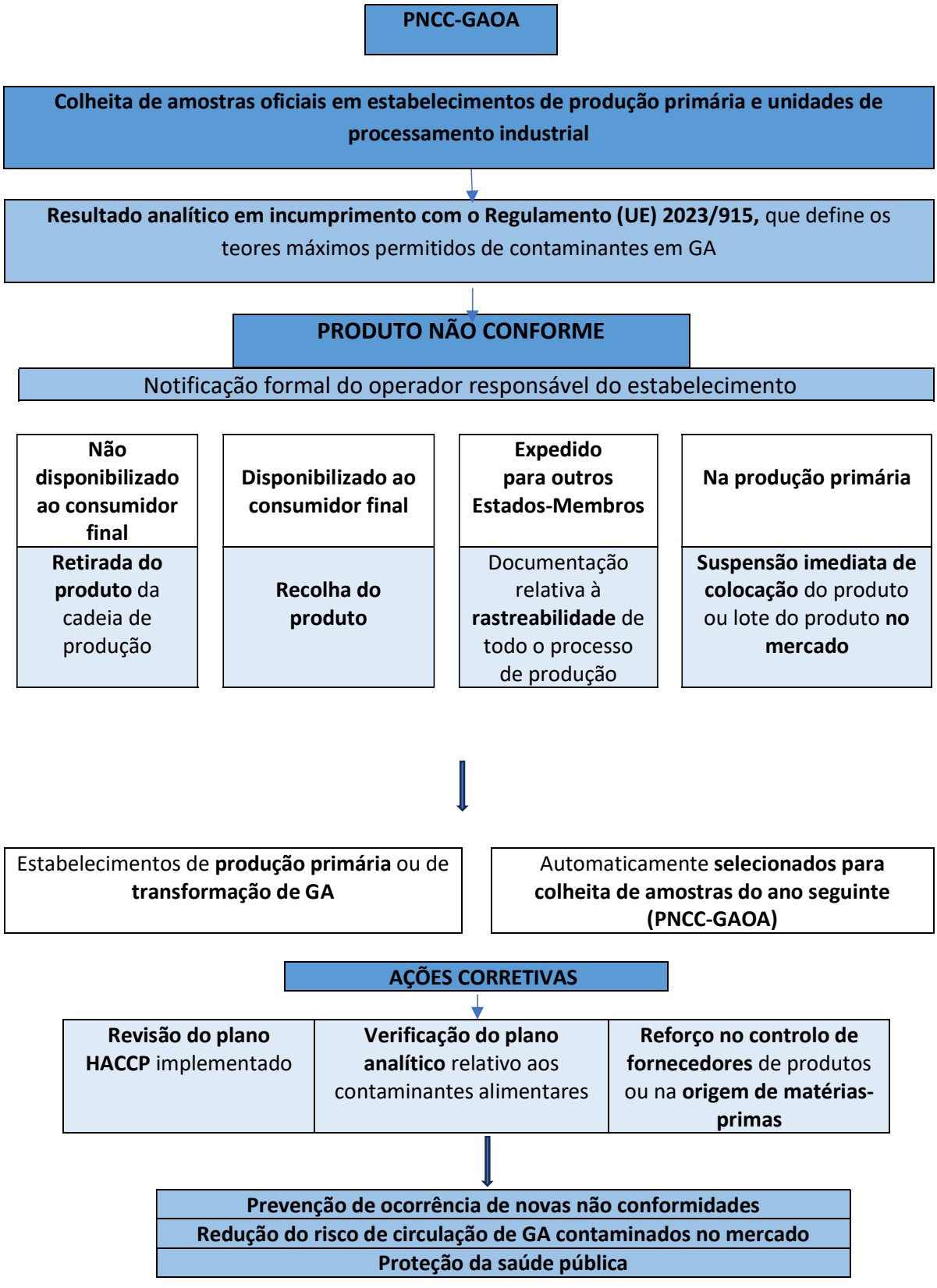


Figura 2. Procedimento em caso de resultados não conformes no âmbito do PNCC-GAOA.

7. ESTRATÉGIA DE GESTÃO DE FREQUÊNCIAS DE AMOSTRAGEM OFICIAL

No âmbito do PNCC-GAOA, os critérios de seleção de colheita de amostras oficiais, e a respetiva frequência de amostragem, são alvo de revisão anual, a partir de uma avaliação dos riscos. A experiência resultante da aplicação do Regulamento de Execução (UE) 2022/932, que determina as frequências mínimas de controlo de pesquisa de contaminantes alimentares, demonstra que essas frequências mínimas podem não ser totalmente adequadas em todas as matrizes alimentares. Por esta razão, é necessário o seu ajustamento com base em dados nacionais de ocorrência, risco e histórico de incumprimento (DGAV, 2026a).

7.1 Contaminantes monitorizados convencionalmente não prioritários

Os dados recolhidos pelos EM no âmbito de controlos oficiais indicam que as carnes não transformadas de bovinos, ovinos, caprinos, suínos e aves de capoeira apresentam, de forma geral, um baixo risco de incumprimento dos limites estabelecidos no Regulamento (UE) 2023/915, no que diz respeito à concentração de dioxinas e PCB e metais pesados (DGAV, 2026a). Estes contaminantes enquadram-se na categoria de contaminantes alimentares de monitorização convencional, uma vez que são substâncias amplamente estudadas, com perfis toxicológicos bem caracterizados e sujeitas a controlo sistemático na avaliação do risco. Nesta circunstância, a relevância do chumbo e do cádmio, dioxinas e PCB, no âmbito de controlos oficiais, não resulta da existência de uma situação epidemiológica preocupante ou de incumprimentos frequentes dos limites legais, mas sim da sua reconhecida toxicidade intrínseca, persistência ambiental e enquadramento legal, justificando a sua monitorização sistemática enquanto medida de proteção da saúde pública. Face a esta evidência, a frequência mínima de controlo destas matrizes, incluindo as miudezas comestíveis, previstas no Anexo I do Regulamento de Execução (UE) 2022/932, deverá ser ajustada no sentido da sua redução. Estas alterações na frequência de amostragem encontram-se refletidas no Regulamento de Execução (UE) 2025/2246 Comissão de 7 de novembro de 2025.

7.1.1 Metais pesados

Os metais pesados são um grupo de elementos químicos inorgânicos que existem naturalmente na crosta terrestre e no ambiente, sendo classificados como metais, metalóides e não metais. Por não serem química e biologicamente degradáveis, acumulam-se nos solos, sedimentos e nos organismos vivos (ASAE, s.d.). Do ponto de vista toxicológico, estes elementos tanto apresentam um tempo de semivida biológico longo, como uma elevada estabilidade química, o que favorece a sua biomagnificação ao longo das cadeias tróficas (Jaishankar *et al.,* 2014). Entre os metais pesados com

relevância para a saúde pública, destacam-se alguns como o chumbo, cádmio, mercúrio e arsénio. A nível ambiental, estes contaminantes podem comprometer a estrutura e funcionamento dos ecossistemas, afetando a biodiversidade e os equilíbrios ecológicos (Tchounwou *et al.,* 2012). Na abordagem *One Health,* estes contaminantes continuam a ser alvo de investigação devido aos seus efeitos tóxicos em baixas concentrações, apesar da reduzida frequência de incumprimentos observada nos programas oficiais de controlo, reforçando a dissociação entre perigo intrínseco e ocorrência efetiva (Agência Portuguesa do Ambiente [APA], s.d.; Campos *et al.,* 2021). Alguns elementos, como o cobre, ferro e selénio, são essenciais ao organismo, porém tornam-se potencialmente tóxicos quando apresentam concentrações excessivas. Outros metais, como o chumbo, o cádmio, mercúrio e arsénio, não desempenham funções fisiológicas conhecidas no organismo, estando associados a efeitos adversos significativos (APA, s.d.; Campos *et al.,* 2021).

7.1.1.1 Presença de chumbo e cádmio em alimentos

Embora a ocorrência de níveis acima dos limites legais seja atualmente pouco frequente nas principais matrizes alimentares monitorizadas, o chumbo permanece como um contaminante de elevada relevância toxicológica e regulamentar, continuando a integrar os programas de controlo oficial devido ao seu potencial impacto na saúde humana. Trata-se de um elemento com amplo uso industrial, provocando sérias consequências toxicológicas para muitas espécies (APA, s.d.). Os produtos de origem animal relevantes para a pesquisa deste contaminante são a carne não processada de ruminantes, suínos, aves, equídeos, lagomorfos e carne de caça selvagem, bem como o leite cru de ruminantes, o mel, produtos da pesca e moluscos bivalves vivos (DGAV, 2026a). A sua presença contínua no ambiente resulta de múltiplas fontes. Por exemplo, a contaminação de águas subterrâneas e superficiais, tubagens antigas de chumbo, bem como emissões industriais associadas à produção de baterias, metalurgia, fabrico de vidro e reciclagem de materiais, contribuem para a sua manutenção no ambiente (APA, s.d.; Hamptom *et al.,* 2023). Do ponto de vista toxicológico, o chumbo afeta, principalmente, o sistema cardiovascular, sistema nervoso central, os rins e o sistema reprodutivo (Hampton *et al.,* 2023). Importa destacar que os efeitos neurotóxicos do chumbo são particularmente críticos em crianças. A EFSA destaca que não existe um nível de exposição isento de risco para efeitos no neurodesenvolvimento, reforçando a sua relevância na saúde pública (EFSA CONTAM Panel, 2010).

De forma semelhante, o cádmio continua a integrar os programas de monitorização oficial. A sua relevância não decorre da frequência de incumprimentos dos limites legais, atualmente pouco frequente, mas da sua capacidade de bioacumulação, persistência ambiental e potencial toxicidade. Sendo um metal naturalmente presente no ecossistema, destaca-se a sua presença em organismos

aquáticos, especialmente moluscos bivalves vivos, que o acumulam devido ao seu modo de alimentação baseado na filtração de grandes volumes de água (Xu e Yu, 2024). A sua entrada na cadeia alimentar ocorre também através de carne de ruminantes, suínos, aves, equídeos e caça selvagem, posteriormente consumidos pelo ser humano (DGAV, 2026a). A persistência do cádmio no ambiente está fortemente associada a atividades industriais, incluindo produção de baterias, indústria metalúrgica, a queima de combustíveis fósseis e uso de fertilizantes fosfatados (Peana *et al.,* 2022). Uma via importante da exposição é o solo agrícola, nomeadamente através da utilização desses fertilizantes. Estes reduzem o pH do solo e aumentam a absorção de cádmio pelas plantas, sendo que a sua aplicação excessiva pode aumentar significativamente os níveis da substância (Lee *et al.,* 2025). No ser humano, o cádmio absorvido tem eliminação biológica muita lenta e semivida biológica extremamente longa, o que o torna um tóxico cumulativo. A exposição ao cádmio está associada a disfunção renal, onde cerca de 30% do metal corporal se deposita nos túbulos renais. Também são relatadas doenças como osteoporose e osteomalácia e aumento do risco de neoplasias, incluindo cancro do pulmão e rim (Peana *et al.,*2022). Os mecanismos induzidos incluem fenómenos de stress oxidativo, interferência enzimática e alteração dos mecanismos de reparação do DNA (Lee *et al.,* 2025).

7.1.2 Dioxinas e PCB

As dioxinas e os PCB são poluentes orgânicos persistentes, caracterizados pela sua elevada estabilidade química, resistência à degradação, capacidade de biomagnificação ao longo das cadeias tróficas e potencial de transporte a longa distância. Estas propriedades conferem-lhes elevada persistência ambiental e relevância toxicológica, com impacto significativo na saúde humana e nos ecossistemas (EFSA, 2026a).

As dioxinas incluem dois grupos principais de compostos: as dibenzodioxinas policloradas (PCDDs) e os dibenzofuranos policlorados (PCDFs), sendo ambas substâncias não intencionalmente produzidas, resultantes sobretudo de processos industriais, tais como a incineração de resíduos, indústria metalúrgica e combustão de materiais contendo cloro (Gao *et al.,* 2023). Por outro lado, os PCB foram produzidos ao longo do tempo a nível industrial, em grandes quantidades, para aplicação de isolantes e equipamentos elétricos, tendo a sua produção sido progressivamente proibida a partir do ano de 1980, na maioria dos países (United Nations Environmen Programme [UNEP], 2001). Apesar da proibição, a sua elevada persistência ambiental assegura a sua presença contínua no solo, água e no ar. Os PCB subdividem-se em duas categorias principais: os PCB semelhantes a dioxinas (DL-PCB) e os PCB não semelhantes a dioxinas (NDL-PCB). Embora as dioxinas apresentem, em geral, maior toxicidade intrínseca, os PCB constituem uma fonte ambiental quantitativamente mais relevante (Costopoulo *et al.,* 2016).

No âmbito de controlo oficial relativo a dioxinas e PCB, a matriz de gordura animal é frequentemente selecionada para análise, dado as suas características lipofílicas e baixa solubilidade em água, favorecendo a acumulação em tecidos adiposos (Gao *et al.,* 2023). A entrada destes contaminantes na cadeia alimentar ocorre através da deposição ambiental, e subsequente transferência para alimentos de origem animal. Em animais de produção de carne, como os bovinos, as aves e os suínos, a exposição resulta principalmente da ingestão de rações contaminadas. No caso dos produtos da pesca, a concentração das dioxinas e PCB nestes organismos depende de fatores ambientais, do nível trófico, da dieta, e do metabolismo da espécie (Barbieri *et al.,* 2025). A exposição humana ocorre predominantemente através do consumo de GAOA ricos em lipídios, como a carne e miudezas associadas, o leite, os ovos, peixe e marisco, sendo esta última via responsável por aproximadamente 90% da exposição total aos poluentes orgânicos persistentes na dieta (Costopoulo *et al.,* 2025). Do ponto de vista toxicológico, as dioxinas e PCB estão associados a efeitos adversos multissistémicos, incluindo alterações imunológicas, efeitos no sistema nervoso, endócrino, reprodutor, bem como distúrbios no desenvolvimento fetal, processos metabólicos e carcinogénicos (Costopoulo *et al.,* 2016).

No entanto, nas últimas décadas, observou-se na UE uma redução significativa dos níveis ambientais e alimentares de diversos contaminantes persistentes, incluindo dioxinas, PCB e alguns metais pesados como o chumbo e o cádmio (EFSA, 2012; European Environment Agency [EEA], 2024). Esta evolução resulta da implementação de políticas ambientais e industriais mais restritivas, do reforço da legislação alimentar e ambiental, bem como da melhoria de práticas de produção e da inovação tecnológica. Entre as principais medidas adotadas destacam-se a proibição e restrição progressiva de substâncias organocloradas persistentes, como os PCB, o controlo rigoroso de emissões industriais, a melhoria dos sistemas de tratamento de efluentes e resíduos, a redução de contaminação ambiental histórica e o reforço de programas de monitorização de contaminantes (UNEP, 2001). No caso dos metais pesados, a redução da exposição tem sido suportada por medidas de controlo de fontes de contaminação ambiental, incluindo a gestão de solos agrícolas, a limitação das substâncias em fertilizantes e em rações animais, bem como emissões industriais e atmosféricas.

Esta evolução epidemiológica, suportada por dados de monitorização oficiais, permitiu uma reavaliação da frequência de amostragem no âmbito de sistemas de controlo baseado no risco, como o PNCC-GAOA, com redução da quantidade de amostragem em determinadas matrizes, incluindo carnes e produtos da pesca (DGAV, 2026a). Contudo, a monitorização contínua mantém-se essencial, dado o carácter persistente e bioacumulativo destes compostos. A gestão atual dos programas de controlo reflete uma abordagem dinâmica baseada no risco que ajusta a intensidade de amostragem em função da evidência científica, da exposição populacional e dados históricos de não conformidade. Esta abordagem permite otimizar recursos aplicados nos controlos oficiais sem comprometer a

proteção da saúde pública e segurança alimentar, mantendo a vigilância contínua e adequada sobre os contaminantes persistentes e de elevada relevância toxicológica.

8. Contaminantes monitorizados convencionalmente prioritários

8.1 Mercúrio

Relativamente à frequência de amostragem oficial, destacam-se outras alterações associadas a contaminantes que permanecem prioritários nos controlos oficiais aplicados aos GAOA. De acordo com a evolução dos resultados de monitorização e das notificações registadas no RASFF, verificou-se a necessidade de reforçar a vigilância do mercúrio em produtos da pesca não transformados, atendendo ao seu potencial risco para a saúde pública. Esta prioridade encontra suporte nos dados históricos europeus, em particular, sobre os metais pesados que representaram 6,0% do total dos perigos notificados no RASFF entre 1979 e 2017, sendo que o mercúrio se destaca como um dos contaminantes mais frequentemente reportados. Além disso, 52,8% das notificações relativas a metais pesados incidiram em produtos da pesca, evidenciando este grupo alimentar como principal via de exposição a este tipo de substâncias (Piglowski, 2020). Em contraste, outros contaminantes convencionalmente monitorizados, como o chumbo, o cádmio e dioxinas e PCB em determinadas matrizes alimentares, têm vindo a registar uma redução da frequência de amostragem baseada no risco, em função da reavaliação periódica da sua ocorrência e perfil de risco (DGAV, 2026a). As frequências mínimas de amostragem oficial do mercúrio encontram-se estabelecidas no Regulamento de Execução (UE) 2022/932, enquanto os métodos de colheita e análise laboratorial são definidos no Regulamento (CE) n.º 333/2007 da Comissão de 28 de março de 2007. Para além disso, a prioridade deste contaminante para a saúde pública motivou a publicação da Recomendação da Comissão Europeia (UE) 2022/1342 de 28 de julho 2022, relativa à monitorização do mercúrio em peixes, crustáceos e moluscos.

O mercúrio é um metal pesado ubíquo nos oceanos, distribuído globalmente através de processos atmosféricos, terrestres e aquáticos. As propriedades físico-químicas deste metal permitem uma ampla distribuição mundial, originando riscos que ultrapassam fronteiras geográficas, políticas e biológicas, contribuindo para o aumento do número de notificações RASFF de mercúrio presente no pescado. Este contaminante está presente no ambiente através de fontes naturais, nomeadamente pela libertação a partir da crosta terrestre, atividade vulcânica e evaporação da água e dos solos. Contudo, é, igualmente, fortemente mobilizado por atividades antropogénicas, como através da queima de combustíveis fósseis, processos industriais e atividades mineiras (Charkiewicz *et al*., 2025).

Nos ecossistemas aquáticos, o mercúrio inorgânico pode ser convertido por ação microbiana em metilmercúrio, a forma química mais tóxica e biologicamente disponível deste contaminante. Este

processo ocorre, sobretudo, em sedimentos e ambientes com reduzida concentração de oxigénio, favorecendo a incorporação da substância nas cadeias alimentares aquáticas. O metilmercúrio apresenta elevada afinidade para proteínas e aminoácidos, acumulando-se preferencialmente nos tecidos musculares dos organismos aquáticos (Xiang *et al.,* 2024; DGAV, 2026a). Deste modo, o tecido muscular constitui a matriz preferencial para o controlo oficial deste contaminante no pescado (DGAV, 2025a). Uma vez que a eliminação deste composto é limitada, ocorre bioacumulação ao longo da vida dos organismos e biomagnificação ao longo das cadeias tróficas. Consequentemente, os peixes predadores de topo apresentam concentrações significativamente superiores às observadas nos organismos situados nos níveis tróficos inferiores. Nos ecossistemas marinhos, este fenómeno é particularmente acentuado devido à complexidade das redes tróficas e à presença de predadores de topo de vida longa, como o atum da espécie *Thunnus thynnus* e espadarte da espécie *Xiphias gladius*. Estima-se que as concentrações de metilmercúrio nestas espécies possam atingir valores até dez milhões de vezes superiores às presentes na água (Souza *et. al*, 2026).

A principal via de exposição humana ao metilmercúrio ocorre através do consumo de pescado e marisco, contribuindo para 80%-90% da ingestão total em comunidades com consumo regular de peixe (Bowman *et al.,* 2020). Após a ingestão, o composto é eficientemente absorvido pelo organismo e apresenta capacidade para atravessar barreiras biológicas, incluindo a barreira hematoencefálica e a placenta. Os efeitos tóxicos do mercúrio resultam da sua capacidade de ligação a proteínas celulares, indução de stress oxidativo, alteração da função mitocondrial e interferência em diversos processos metabólicos (Souza *et al.,* 2026). Os efeitos mais relevantes para a saúde pública incluem perturbações no desenvolvimento neurocognitivo fetal e infantil, efeitos cardiovasculares e alterações imunológicas. As grávidas, fetos e crianças são considerados grupos populacionais particularmente vulneráveis à exposição ao metilmercúrio (Charkiewicz *et al.,* 2025).

A biomagnificação do composto nas cadeias alimentares aquáticas constitui a principal ligação entre a contaminação ambiental e os efeitos adversos na saúde humana e vida selvagem, estabelecendo ligações diretas entre a integridade de ecossistemas e efeitos toxicológicos em múltiplos grupos biológicos. A perda de biodiversidade tem implicações profundas na dinâmica e persistência do contaminante no ecossistema, uma vez que a redução de predadores de topo, ou de comunidades microbianas, pode alterar estruturas alimentares e processos de metilação, modificando a biodisponibilidade e biomagnificação da substância. Para além disso, sistemas aquáticos, incluindo rios e oceanos, funcionam como importantes vias de transporte do mercúrio, sendo os processos hidrológicos e biogeoquímicos responsáveis pela sua transformação e redistribuição. Dinâmicas como cheias em planícies aluviais, desflorestação, construção de barragens hidroelétricas e eutrofização costeira contribuem para essas alterações. São promovidas as reações de metilação microbiana, o transporte atmosférico por precipitação, libertação do metal dos solos proveniente de incêndios

florestais e a libertação de mercúrio armazenado em solos congelados, devido ao degelo, reintegrando-o no ciclo biogeoquímicos moderno, particularmente na região do Ártico. Estudos indicam, igualmente, que o aumento de temperaturas globais acelera processos microbianos de metilação em solos e sedimentos, potenciando a formação de metilmercúrio biodisponível. Paralelamente, a alteração de regimes hidrológicos, como chuvas intensas e secas prolongadas, modificam o escoamento do contaminante, e o tempo de permanência do metal na água de ecossistemas aquáticos (Souza *et al.,* 2026).

Entre o ano de 2020 e o ano de 2025, verificaram-se avanços significativos na compreensão dos efeitos do mercúrio, impulsionados pelo desenvolvimento de novas tecnologias analíticas e biomarcadores de exposição. A exposição ao contaminante ocorre no contexto de misturas químicas complexas que podem incluir outros metais tóxicos, poluentes orgânicos persistentes e diversos compostos industriais. No entanto, a toxicologia destas misturas ainda é insuficientemente compreendida. Efeitos interativos entre o elemento e outros fatores de stress ambientais, incluindo deficiências nutricionais, doenças infeciosas e stress social podem modificar a toxicidade de formas não captadas pela avaliação do risco convencionais baseadas numa única substância. Torna-se, por isso, necessária a utilização de modelos sofisticados e avançados de redes tróficas que integrem processos biogeoquímicos e dinâmicas ecológicas, permitindo prever a biomagnificação de mercúrio em condições ambientais em mudança. A inteligência artificial poderá contribuir para a análise de conjuntos complexos de dados ecológicos e para identificar padrões de bioacumulação não detetados através de métodos estatísticos tradicionais. Destaca-se, assim, a necessidade de investigação transdisciplinar que integre a toxicologia, ecologia, climatologia e ciências sociais, sustentada por uma abordagem *One Health*. Esta perspetiva apresenta elevado potencial para melhorar a saúde ambiental, promover transformações institucionais e sociais necessárias, protegendo o círculo das três saúdes (Souza *et al*, 2026).

Em síntese, o mercúrio constitui um contaminante de monitorização convencional, amplamente estudado e com perfil toxicológico bem caracterizado. Contudo, a sua persistência ambiental, capacidade de bioacumulação e ocorrência continuada no pescado, justificam o aumento da frequência de amostragem de mercúrio nos produtos da pesca. Esta alteração reflete a aplicação de uma abordagem dinâmica baseada no risco, permitindo adaptar os controlos oficiais à evolução dos perigos identificados. A estratégia assegura, também, uma utilização mais eficiente dos recursos disponíveis, concentrando os esforços de monitorização nas combinações entre contaminante e os GA que apresentam maior relevância para a saúde pública.

9. PERIGOS EMERGENTES

O conceito de perigos emergentes encontra-se alinhado com a definição de *emerging chemical risks* da EFSA, que os caracteriza como perigos químicos para os quais a evidência científica é ainda limitada ou se encontra em desenvolvimento. A sua identificação e estudo é facilitado pelo desenvolvimento de novos métodos analíticos, recolha de nova informação epidemiológica e avanços tecnológicos. Estes contaminantes são também detetados através de sistemas de alerta e vigilância, como o RASFF, bem como através de projetos da UE dedicados aos riscos emergentes, refletindo a evolução contínua do conhecimento científico. Entre os exemplos mais relevantes destacam-se as PFAS e os nanoplásticos, que têm sido alvo de crescente investigação devido à sua persistência ambiental, potencial de exposição alimentar e possíveis efeitos adversos para a saúde humana (EFSA, 2026a).

As PFAS enquadram-se neste conceito, uma vez que a sua ocorrência ambiental, vias de exposição e impacto toxicológico continuam a ser objeto de investigação. Embora alguns compostos desta família, como o ácido perfluorooctanossulfónico (PFOS) e o ácido perflurooctanóico (PFOA), sejam conhecidos há décadas, e possuam um perfil toxicológico relativamente bem caracterizado, a utilização crescente de PFAS de cadeia curta e de estruturas alternativas como substitutos industriais, tem introduzido novas incertezas relativamente à sua persistência, comportamento ambiental e toxicidade, motivando um reforço de monitorização e vigilância (Narasimhappa *et al.,* 2025). Em contraste, os nanoplásticos representam um contaminante emergente de reconhecimento mais recente, associado a um elevado grau de incerteza científica, particularmente no que se refere à sua ocorrência, comportamento no ambiente e avaliação dos seus efeitos toxicológicos, evidenciando o perfil ainda pouco consolidado na base de conhecimento disponível (EFSA, 2026a).

9.1 PFAS

Segundo a evolução recente dos programas de controlo oficial relativos à presença de contaminantes em GA, observa-se um aumento da frequência de amostragem de PFAS nas categorias para as quais existem limites máximos estabelecidos. Neste contexto, as PFAS têm assumido maior relevância nos programas de monitorização, refletindo a aplicação da avaliação dos riscos, e a crescente preocupação com a sua persistência ambiental e potencial impacto na saúde pública. Com o objetivo de reforçar o controlo das PFAS nos GA, foi publicada a Recomendação da Comissão Europeia (UE) 2022/1431 de 24 de agosto de 2022.

Os controlos oficiais às PFAS incidem nas carnes não transformadas de ruminantes, suínos e aves, incluindo as respetivas miudezas, tal como em produtos da pesca e em ovos (DGAV, 2026a). Os métodos de amostragem e análise de PFAS em determinados GA encontram-se definidos no

Regulamento de Execução (UE) 2022/1428 da Comissão de 24 de agosto de 2022. As frequências de amostragem são definidas pelo Regulamento de Execução (UE) 2022/932, enquanto os teores máximos permitidos de PFAS se encontram previstos no Regulamento (UE) 2023/915.

As PFAS constituem uma classe de compostos organofluorados sintéticos caracterizados por cadeias fluorocarbonadas altamente estáveis, conferindo-lhes propriedades físico-químicas particulares, como a resistência ao calor e à degradação química. A forte ligação entre os átomos de carbono e flúor, confere-lhes elevada estabilidade térmica e biológica sendo frequentemente designados na literatura científica de *forever chemicals* (Narasimhappa *et al.,* 2025). Na vertente industrial, estas características químicas são extremamente úteis nos domínios da eletrónica e engenharia aeroespacial e, inclusivamente, na indústria alimentar em produtos como as embalagens alimentares, revestimentos antiaderentes e agentes de limpeza. Porém, as propriedades que justificam a sua ampla utilização são também responsáveis pela sua elevada persistência ambiental e dispersão a longas distâncias, sendo reconhecidos como contaminantes emergentes de preocupação global (Souza e Domingo, 2025).

A disseminação ambiental das PFAS ocorre através de múltiplas fontes de contaminação, incluindo descargas industriais, utilização de espumas aquosas formadoras de película no combate a incêndios, águas de lixiviação de aterros sanitários, e aplicação agrícola de lamas provenientes de Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR). No caso das espumas de combate a incêndios contendo PFAS, os compostos podem infiltrar-se nos solos, atingir os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. O mesmo acontece com derrames a partir de aterros sanitários e aplicação nos solos de lamas de ETAR. A partir destes locais, os compostos podem percolar e alcançar cursos de água e lençóis freáticos. Por acréscimo, os métodos convencionais de tratamento de água nas ETAR revelam-se insuficientes para a remoção eficaz dos contaminantes, permitindo que os efluentes tratados, ainda contendo estes compostos, sejam libertados no ambiente e, assim, possam entrar na cadeia alimentar, através de múltiplas vias interligadas: água, solos agrícolas, vegetais e animais aquáticos e terrestres (Mahajan *et al.,* 2026).

Nos animais, os PFAS apresentam uma elevada afinidade química por proteínas plasmáticas e tecidulares, evidenciando distribuição significativa no sangue, nos ovos (de galinhas poedeiras) e em órgãos como o fígado e rins. Esta afinidade explica a sua persistência biológica e o padrão de distribuição nos organismos (Souza e Domingo, 2025). Importa salientar que, em programas de monitorização e controlos oficiais, o fígado constitui uma das principais matrizes analisadas para a avaliação da contaminação por PFAS em animais produtores de carne (DGAV, 2025a). Os controlos oficiais também incluem análises aos ovos frescos e produtos da pesca não transformados, geralmente com foco no músculo e pele (DGAV, 2025a).

A acumulação de PFAS varia entre espécies animais, sendo os organismos aquáticos e as aves poedeiras considerados grupos de maior interesse devido ao potencial de bioacumulação. Diferenças metabólicas e fisiológicas influenciam a capacidade de eliminação destes compostos entre espécies. Em animais aquáticos, estudos descrevem efeitos tóxicos associados à exposição ao contaminante, incluindo alterações do sistema imunitário, alterações comportamentais, toxicidade hepática, alterações metabólicas e malformações na descendência. Em animais produtores de carne e ovos, a exposição tem sido associada a alterações metabólicas, disfunções hormonais, neurotoxicidade, imunotoxicidade e alterações na expressão genética (Narasimhappa *et.,* 2025).

Os produtos da pesca são frequentemente apontados como uma das principais contribuições dietéticas para a exposição total às PFAS, embora as concentrações variem significativamente entre espécies em função da sua dieta, habitat, posição trófica e características fisiológicas. Carnes e ovos apresentam geralmente níveis intermédios de contaminação, enquanto os laticínios tendem a evidenciar concentrações mais reduzidas, parcialmente devido ao efeito de diluição decorrente do volume de produção do leite (Bonato *et al.,* 2025).

Do ponto de vista toxicológico, a exposição às PFAS, particularmente PFOS e PFOA, tem sido associada a múltiplos efeitos adversos na saúde humana, incluindo alterações imunológicas, disfunção endócrina, alterações ao nível da tiroide, toxicidade hepática e renal, efeitos no desenvolvimento, no sistema reprodutivo e potencial carcinogenicidade. Estes efeitos dependem da dose e via de exposição, bem como de fatores individuais do hospedeiro. A deteção destes compostos no sangue e tecidos humanos evidencia a exposição crónica generalizada através da alimentação e do ambiente (Narasimhappa *et al.,* 2025).

Outra via relevante de exposição a PFAS é a migração a partir de embalagens alimentares, influenciada por fatores como temperatura, tempo de contacto, composição do alimento, teor de gordura, pH, salinidade e características do material da embalagem. Alimentos com maior teor de gordura e proteína tendem a favorecer a transferência destes compostos; por sua vez, as temperaturas elevadas podem aumentar a migração dos materiais de embalagens para os alimentos. No domínio da segurança alimentar e saúde pública, a migração de substâncias químicas a partir de materiais em contacto com alimentos constitui um ponto de controlo, exigindo uma monitorização rigorosa ao longo das etapas de produção, transporte e armazenamento dos GAOA (Eze *et al.,* 2024).

No âmbito das ações de controlo oficial realizadas através do PACE-GA, é verificado o cumprimento dos requisitos previstos no capítulo X do Anexo II do Regulamento (CE) n.º 852/2004, designadamente a utilização e armazenamento adequados dos materiais de acondicionamento e embalagem de GA, com vista à prevenção de contaminações. Esta verificação assume particular relevância no caso das PFAS. Por um lado, estas substâncias podem estar presentes em determinados materiais destinados ao contacto com alimentos, nomeadamente revestimentos aplicados em

embalagens de papel e cartão. Por outro lado, quando ocorre migração destes compostos para os alimentos, passam a ser considerados contaminantes químicos presentes nos GA. Consequentemente, os controlos oficiais podem atuar em diferentes vertentes. Por um lado, nas vistorias realizadas através do PACE-GA, a AC verifica a conformidade dos materiais em contacto com alimentos através da análise de documentação técnica disponível, incluindo declarações de conformidade emitidas pelo fornecedor. Por outro lado, são avaliados os resultados analíticos relativos à presença de PFAS nos GA, nomeadamente a sua conformidade com os teores máximos estabelecidos no Regulamento (UE) 2023/915. Ainda no âmbito do PNCC-GAOA, a AC procede à colheita de amostras para análise laboratorial destes contaminantes, sempre que estejam abrangidos pelos programas oficiais de monitorização e controlo.

Apesar das reduções observadas de alguns compostos como PFOS e PFOA, devido a imposições legais, novas PFAS de cadeia curta e de estruturas diferentes continuam a ser introduzidas no mercado como substitutos industriais, mantendo a persistência do problema a nível de segurança alimentar. Entre eles destacam-se o ácido perfluorohexanossulfónico (PFHxS), o ácido perfluorononanóico (PFNA), o ácido perfluorodecanóico (PFDA) e o ácido hexafluoropropileno óxido dímero (HFPO-DA), cuja segurança toxicológica ainda não se encontra totalmente estabelecida. Assim, a gestão das PFAS permanece um desafio dinâmico e em evolução (Eze *et al*., 2024).

Relativamente às medidas de mitigação, têm sido implementadas restrições regulatórias e eliminações progressivas dos compostos no uso industrial ou agrícola. Também é descrito o desenvolvimento de alternativas e tecnologias inovadoras de remoção do contaminante, incluindo processos de captura em materiais específicos e destruição térmica a altas temperaturas. No entanto, estas estratégias apresentam limitações relacionadas com a sua aplicação desigual à escala global, pelos custos elevados e pelas dificuldades técnicas associadas à remoção de PFAS no ambiente. A ausência de harmonização internacional, aliada à ubiquidade dos compostos, e à insuficiência de sistemas de monitorização em diversas regiões do mundo, contribuem para a persistência da contaminação e da exposição humana. Neste contexto, a cooperação internacional, a transferência tecnológica e o apoio regulatório tornam-se fundamentais para a mitigação destas substâncias. A UE tem vindo a promover abordagens integradas incluindo restrições progressivas e eliminação faseada do uso de PFAS, exceto em aplicações consideradas essenciais. A investigação futura deverá centrar-se no desenvolvimento de modelos regionais de transporte e destino ambiental, em métodos analíticos mais sensíveis e harmonizados, na avaliação da toxicidade de misturas e estudos de longo prazo sobre os efeitos na saúde humana, animal e ecossistemas. A complexidade do comportamento das PFAS aliada à sua persistência, mobilidade e crescente relevância dos compostos nos programas de monitorização oficiais, reforça a necessidade de abordagens e estratégias de vigilância dinâmicas, interdisciplinares, e integradas na evolução do conhecimento científicos nas áreas da segurança

alimentar, medicina veterinária e saúde pública, de forma a reduzir a exposição do contaminante aos GA, e mitigar os seus impactos à escala global. (Souza e Domingo, 2025).

10. MONITORIZAÇÃO E ESTRATÉGIAS DA UNIÃO EUROPEIA PARA A GESTÃO DOS CONTAMINANTES QUÍMICOS

O PNCC-GAOA constitui o principal instrumento nacional de monitorização de contaminantes químicos em Portugal. Na europa, todos os EM implementam programas nacionais de controlo oficial baseados no risco, adaptados às suas realidades produtivas, ambientais e epidemiológicas. Os resultados obtidos nestes programas são posteriormente comunicados à EFSA, contribuindo para as bases de dados que permitem apoiar as avaliações científicas, decisões regulamentares e estratégias de gestão do risco a nível da UE.

10.1 Sistemas europeus de monitorização e interpretação dos dados relativos aos contaminantes químicos

A evidência europeia de monitorização de contaminantes químicos resulta de um sistema complexo de recolha, integração e análise de dados provenientes de todos os EM, coordenados pela EFSA (EFSA, 2013; EFSA, 2024). Neste contexto, bases de dados como a CHEFS permitem analisar a intensidade de monitorização de diferentes contaminantes ao longo do tempo, permitindo inferir a evolução da prioridade regulatória atribuída a cada substância e a evolução das preocupações em matéria de saúde pública na UE. Na **Tabela 5** é representada uma interpretação baseada na frequência relativa de resultados reportados na CHEFS (Kizililsoley *et al.,* 2026), na evolução da legislação e nos pareceres científicos da EFSA sobre prioridades de monitorização e controlo de contaminantes químicos, não correspondendo a uma classificação oficial destas entidades.

Tabela 5. Síntese interpretativa da intensidade histórica de monitorização de contaminantes químicos na União Europeia, elaborada com base na distribuição de resultados da base CHEFS (2000-2024), evolução da legislação e de pareceres científicos da EFSA.

Contaminante	Evidência quantitativa (CHEFS)	Nível de monitorização	Prioridade regulatória
Mercúrio	Elevado volume de análises (sem total único harmonizado na CHEFS)	Elevada (direcionada)	Estável; foco em espécies de elevado nível trófico
Chumbo	133 264 resultados (3,1%)	Muito elevada	Estável; redução em algumas matrizes alimentares
Cádmio	2,9% do total de amostras	Elevada	Estável; redução em algumas matrizes alimentares
Dioxinas	Monitorização direcionada (sem indicador quantitativo harmonizado na CHEFS)	Moderada	Monitorização consolidada; prioridade relativa reduzida face a contaminantes emergentes
PFAS	Cobertura histórica reduzida, aumento recente	Crescente	Aumento significativo entre 2015-2024

A distribuição do número de resultados analíticos corresponde à frequência de ocorrência de análises laboratoriais reportadas pelos EM no âmbito dos respetivos programas de controlo oficial. Os valores são fortemente influenciados por eventos históricos associados à segurança alimentar, pelas características toxicológicas da substância e as necessidades de monitorização identificadas ao longo do tempo (EFSA, 2024; European Commission, 2024). Assim, no âmbito do presente trabalho, os resultados na base CHEFS não devem ser interpretados como indicadores de risco ou conformidade, mas sim como um reflexo da atenção legal e científica dirigida a cada contaminante.

Esta primeira dimensão de análise permite, assim, caracterizar a prioridade histórica e a intensidade de vigilância associada a cada contaminante. Com base nesta leitura, torna-se possível avançar para uma segunda dimensão analítica, centrada na interpretação dos resultados de conformidade e não conformidade no âmbito dos sistemas de controlo oficial da UE.

Sendo que existe uma crescente complexidade das cadeias alimentares modernas e a persistência de diversos contaminantes químicos no ecossistema, é necessário o reforço de estratégias integradas de prevenção e controlo ao longo da cadeia agroalimentar. A contaminação química dos GAOA constitui um desafio crescente para a saúde pública e para a segurança alimentar, decorrente da diversidade de substâncias potencialmente presentes nos alimentos, das suas diferentes origens, e dos efeitos adversos que podem exercer sobre a saúde humana. Neste contexto, os sistemas europeus de monitorização de contaminantes químicos, coordenados pela EFSA, desempenham um papel central na recolha, integração e análise de dados científicos provenientes dos EM. Estes sistemas assentam em plataformas como *o Data Collection Framework* (DCF), responsável pela recolha, estruturação e validação dos dados analíticos, e o *Scientific Data Warehouse*, destinado ao armazenamento e exploração de informação científica, posteriormente utilizada em avaliações do risco, pareceres científicos e relatórios europeus. A integração destes sistemas permite a avaliação global da segurança alimentar na UE com base em milhões de registos analíticos provenientes de diferentes programas de controlo oficial. Contudo, a estrutura destes dados é caracterizada por uma elevada heterogeneidade metodológica, uma vez que varia em função da matriz alimentar, do contaminante analisado, dos EM e do período de monitorização, refletindo diferenças nos planos de amostragem e nos objetivos dos programas nacionais. Assim, a agregação destes dados não é, na maioria dos casos, uniforme por substância, o que condiciona diretamente o tipo de indicadores que podem ser gerados.

Importa, neste sentido, distinguir os domínios em que existem indicadores harmonizados de conformidade, daqueles em que tal não é possível. No caso dos resíduos de pesticidas e de medicamentos veterinários, os dados reportados à EFSA resultam de quadros legislativos e programas de monitorização harmonizados de amostragem a nível europeu. O *EU Coordinated Control Programme* (EUCP), no domínio dos pesticidas, estabelece planos de amostragem comuns entre EM, incluindo a definição de alimentos a analisar, número de amostras, substâncias a monitorizar e critérios laboratoriais. Este enquadramento permite gerar indicadores comparáveis, como percentagens de amostras conformes, taxas de não conformidade e excedência de limites máximos de resíduos, garantindo a comparabilidade entre países. De forma semelhante, resíduos de medicamentos veterinários monitorizados no âmbito de controlos oficiais obrigatórios definidos pela legislação europeia, seguem requisitos comuns de amostragem e de categoria de substâncias. Esta estrutura permite igualmente construir indicadores europeus de conformidade e não conformidade, possibilitando uma avaliação consistente da situação a nível da UE. A **Tabela 6** apresenta os dados europeus agregados relativos a 2024 para estes dois domínios, evidenciando a elevada conformidade

dos alimentos colocados no mercado da UE, com taxas de não conformidade globalmente baixas e estáveis ao longo do tempo (EFSA, 2025; EFSA, 2026b).

Tabela 6. Indicadores de conformidade dos programas harmonizados de controlo de resíduos de pesticidas e medicamentos veterinários na União Europeia (2024). Fonte: adaptado de EFSA (2025, 2026b).

Programa de controlo	Ano	Nº de Amostras	Conformidade	Não conformidade	Interpretação
Pesticidas (*EU Coordinated Control Programme*) (EFSA, 2026b)	2024	9 842	98,8%	1,2%	Elevada conformidade; Improbabilidade de representação do risco para a saúde dos consumidores
Medicamentos veterinários (planos harmonizados de amostragem ao abrigo da legislação da União Europeia) (EFSA, 2025)	2024	493 664	99,87%	0,13%	Conformidade muito elevada; reduzida ocorrência de amostras não conformes na União Europeia

Em contraste, para a maioria dos restantes contaminantes químicos, como metais pesados, dioxinas e PCB, PFAS e outros contaminantes emergentes, apesar de serem igualmente sujeitos às normas europeias, não existe um plano europeu obrigatório de amostragem harmonizado, nem programas equivalentes que permitam a construção de indicadores de não conformidade diretamente comparáveis entre EM. Nestes casos, os dados são gerados no âmbito de controlos oficiais e programas nacionais de monitorização baseados no risco, cujo os planos de amostragem diferem entre EM quanto às matrizes alimentares analisadas, às substâncias selecionadas, e ao número de amostras colhidas, sendo posteriormente reportados à EFSA através do DCF (EFSA, 2013). Consequentemente, a EFSA agrega estes dados para efeitos de avaliação de exposição e do risco (EFSA, 2013; EFSA, 2024). Nesse sentido, não é possível derivar indicadores harmonizados de não conformidade diretamente comparáveis entre países. Por essa razão, os resultados disponíveis para estes contaminantes devem

ser interpretados como evidência descritiva, baseada em concentrações analíticas, frequências de deteção e padrões de exposição, permitindo identificar tendências gerais e ordens de grandeza de ocorrência, mas não comparações diretas absolutas entre substâncias ou entre EM.

A análise de contaminantes químicos na UE apresenta, assim, assimetrias significativas na disponibilidade de indicadores quantitativos harmonizados, sendo que apenas alguns programas estruturados, como os relativos a pesticidas e resíduos de medicamentos veterinários, permitem gerar taxas de conformidade comparáveis a níveis europeus. Assim, indicadores de conformidade são apenas comparáveis quando derivados de programas harmonizados de amostragem; na ausência destes, apenas tendências descritivas podem ser interpretadas de forma válida.

Para além destes programas de monitorização e dos indicadores de conformidade, a relevância dos diferentes perigos químicos no contexto europeu pode também ser analisada através de dados e frequência de notificações de certos contaminantes no RASFF. Sendo um sistema de monitorização diferente dos referidos anteriormente, as notificações referem apenas situações consideradas relevantes para a AC dos EM, não sendo representativa do universo de amostras analisadas. Consequentemente, os dados permitem identificar a importância relativa dos diferentes perigos no contexto da segurança alimentar da UE, mas não possibilitam comparações quantitativas diretas como os indicadores de conformidade apresentados na **Tabela 6**. De forma sintetizada, podemos inferir que os dados resultantes do CHEFS respondem ao que é efetivamente monitorizado, os dados dos programas harmonizados de amostragem representam as taxas de conformidade, e as notificações RASFF referem quais os perigos que originam notificações mais frequentes.

Em síntese, a distinção entre sistemas harmonizados de monitorização, sistemas baseados em dados heterogéneos na UE, e dados provenientes do RASFF, é fundamental, tanto para a correta interpretação dos dados, como para a avaliação crítica das limitações inerentes à harmonização europeia em matéria de segurança alimentar.

10.2 Estratégias europeias de mitigação dos contaminantes químicos

Apesar dos avanços científicos alcançados nas últimas décadas, e do desenvolvimento de enquadramentos legislativos cada vez mais robustos, persistem diferenças significativas entre países no que respeita à capacidade de monitorização, disponibilidade de recursos laboratoriais e implementação de sistemas eficazes de controlo alimentar. De um modo geral, os países desenvolvidos dispõem de sistemas de avaliação do risco mais estruturados e programas de monitorização contínuos, enquanto muitos países em desenvolvimento enfrentam limitações de natureza técnica, financeira e institucional. Estas disparidades podem comprometer a deteção precoce

de riscos emergentes, dificultar a implementação uniforme de medidas de proteção do consumidor e a eficácia das estratégias globais de segurança alimentar (WHO, 2026).

Perante estes desafios, a mitigação da contaminação química exige uma atuação coordenada a diferentes escalas, envolvendo organizações internacionais, autoridades reguladoras, comunidades científicas, operadores económicos e consumidores. Neste contexto, organizações internacionais como a Organização Mundial da Saúde (OMS) e Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) desempenham um papel fundamental no desenvolvimento de avaliações de risco, definição de orientações internacionais, estabelecimento de limites de exposição, bem como promoção de programas de vigilância, capacitação técnica e implementação de boas práticas ao longo da cadeia de produção alimentar (Isra *et al.,* 2026). Na UE, a mitigação destes riscos assenta numa abordagem integrada que combina a prevenção, controlo oficial e sustentabilidade. O Regulamento relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos (REACH) constitui um dos principais instrumentos legislativos da UE para a gestão segura de substâncias químicas, atribuindo à indústria a responsabilidade pela identificação, avaliação e comunicação dos riscos associadas às substâncias que são produzidas ou importadas. Neste âmbito, a Agência Europeia dos Produtos Químicos (ECHA) coordena os processos de registo, avaliação, autorização e restrição destas substâncias (European Commission, 2020).

Mais recentemente, a Estratégia Para a Sustentabilidade no Domínio de Produtos Químico, integrada no Pacto Ecológico Europeu, reforçou a abordagem preventiva da UE, promovendo a substituição progressiva de substâncias nocivas e perigosas, nomeadamente PFAS e desreguladores endócrinos, incentivando o desenvolvimento de alternativas mais seguras e sustentáveis. Esta estratégia introduziu ainda o princípio “uma substância, uma avaliação”, promovendo avaliações mais harmonizadas e integradas entre diferentes domínios legislativos. Para além disso, a UE tem reforçado mecanismos de fiscalização, rastreabilidade, monitorização laboratorial e controlos oficiais ao longo de toda a cadeia alimentar, bem como o desenvolvimento de metodologias para a avaliação dos efeitos combinados de misturas químicas. Esta abordagem reconhece que a exposição humana envolve múltiplos contaminantes em simultâneo, tornando insuficiente a avaliação isolada de cada substância. Complementarmente, têm sido promovidas estratégias de mitigação assentes na sustentabilidade dos sistemas produtivos, incluindo práticas agrícolas mais sustentáveis, redução da poluição industrial, a gestão adequada de resíduos, melhoria em práticas de produção animal e monitorização ambiental contínua dos ecossistemas aquáticos e terrestres (European Commission, 2024).

11. CONCLUSÃO

O presente trabalho permitiu analisar o enquadramento regulamentar, científico e operacional associado à gestão dos contaminantes químicos nos GAOA, com particular foco no papel dos sistemas de controlo oficial implementados pela DGAV. Ao longo do relatório, verificou-se que a presença de contaminantes químicos nos alimentos resulta de uma interação complexa entre fatores ambientais, atividades antropogénicas, e processos associados à produção, transformação e distribuição dos alimentos. Estes contaminantes incluem substâncias de natureza diversa, como os metais pesados, dioxinas e PCB, PFAS e outros compostos emergentes, cuja relevância toxicológica e ocorrência - ainda em estudo - variam em função das condições ambientais e das práticas produtivas. Em Portugal, a DGAV, enquanto AC, desempenha uma função essencial na coordenação e implementação dos programas de controlo oficial, assegurando a vigilância dos GAOA e a verificação do cumprimento dos requisitos legais aplicáveis. Estes sistemas, baseados numa abordagem estruturada de avaliação do risco, permitem direcionar os esforços de monitorização para os perigos e matrizes alimentares com maior relevância para a saúde pública, contribuindo para uma utilização mais eficiente dos recursos disponíveis. A pesquisa bibliográfica e o conhecimento de campo – recolhido ao longo do estágio – evidenciam que estes programas não são estáticos; antes pelo contrário, são bastante dinâmicos e flexíveis, evoluindo em função do conhecimento científico, identificação de novos perigos e alteração dos padrões de exposição. A distinção entre contaminantes de monitorização convencional e perigos emergentes revela-se essencial neste processo, permitindo ajustar as prioridades de controlo e reforçar a vigilância sobre substâncias com maior incerteza científica ou relevância crescente. Além disso, a gestão da segurança alimentar não depende apenas da AC, mas também da responsabilidade dos operadores do setor alimentar, que desempenham um papel fundamental na garantia da segurança e conformidade dos produtos colocados no mercado, assegurando o cumprimento da legislação aplicável e implementação de boas práticas ao longo da cadeia produtiva. Nos últimos anos, tem-se igualmente observado um aumento da preocupação dos consumidores com segurança e qualidade dos alimentos, o que reforça a importância dos sistemas de controlo oficial enquanto instrumento de confiança pública. A credibilidade dos sistemas depende não só da sua base científica e regulamentar, mas também da sua capacidade de garantir rastreabilidade, transparência e resposta eficaz aos riscos alimentares. Fatores globais como as alterações climáticas, a globalização e crescente complexidade das cadeias alimentares, podem também influenciar a dinâmica dos contaminantes químicos, criando desafios para a AC no que respeita à monitorização e gestão destes perigos. Neste contexto, a UE desempenha um papel determinante particularmente no desenvolvimento de um quadro legislativo racional e harmonizado, definição de limites máximos de

segurança, reforço dos programas de monitorização e promoção de estratégias de mitigação assentes na avaliação do risco.

Em síntese, a gestão dos contaminantes químicos nos GAOA exige uma abordagem integrada que combine a avaliação do risco, programas de controlo oficial, responsabilidade dos operadores económicos, inovação científica e cooperação internacional. A articulação destas medidas permite reforçar a proteção da saúde pública e ambiental, garantir a segurança dos alimentos colocados no mercado, reduzir a exposição da população a contaminantes químicos e aumentar a confiança dos consumidores. Para complementar, os princípios da abordagem *One Health* assumem particular relevância ao reconhecerem a interdependência entre a saúde humana, saúde animal e a integridade dos ecossistemas, na prevenção e gestão dos riscos químicos ao longo da cadeia alimentar.

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Portuguesa do Ambiente (APA) (s.d.). Metais pesados. Consultado em: https://apambiente.pt/ar-e-ruido/metais-pesados

ASAE – Autoridade de Segurança Alimentar e Económica (s.d.). Perigos de origem alimentar. Consultado em: https://www.asae.gov.pt/cientifico-laboratorial/area-tecnico-cientifica/perigos-de-origem-alimentar.aspx

Barbieri MV, González MP, Araya Piqué V, Blasco J, Eljarrat E (2025). Contaminants in fish and seafood from the marine environment: a global overview of current status and future perspective. Marine Pollution Bulletin, 219:118319.

Bonato T, Pal T, Benna C, Di Maria F (2025). Contamination of the terrestrial food chain by per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) and related human health risks: A systematic review. Science of the Total Environment, 961:178337.

Bowman KL, Lamborg CH, Agather AM (2020). A global perspective on mercury cycling in the ocean. Science of the Total Environment, 710:136166.

Campos EA, Silva IF, Warden CF (2021). Exposição a metais em população adulta residente em áreas industriais: revisão sistemática da literatura. Ciência & Saúde Coletiva, 26(6).

Charkiewicz AE, Omeljaniuk WJ, Garley M, Nikliński J (2020). Mercury Exposure and Health Effects: What Do We Really Know? International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(19): 7085

Charkiewicz AE, Omeljaniuk WJ, Garley M, Nikliński J (2025). Mercury exposure and health effects: What do we really know? International Journal of Molecular Sciences, 26:2326.

Codex Alimentarius Commission [CAC] (2003). Principles for the Risk Analysis of Foods Derived from Modern Biotechnology (CAC/GL 44-2003).

Costopoulou D, Vassiliadou I, Leondiadis L (2016). PCDDs, PCDFs and PCBs in farmed fish produced in Greece: Levels and human population exposure assessment. Chemosphere, 146:511-518.

Direção-Geral de Alimentação e Veterinária [DGAV] (2020). PCOL 2020–2021 – Plano de Controlo Oficial do Leite (Rev. 01). Consultado em: https://www.dgav.pt/wp-content/uploads/2021/04/PCOL-2020-2021-Rev.-01-25-06-2020-1.pdf

Direção-Geral de Alimentação e Veterinária [DGAV] (2022). Plano de Inspeção dos Géneros Alimentícios (2022–2024). Direção de Serviços de Segurança Alimentar, Divisão de Saúde Pública.

Direção-Geral de Alimentação e Veterinária [DGAV] (2024). PCON 2024–2025 – Plano de Controlo Oficial dos Navios da Produção Primária. Consultado em: https://www.dgav.pt/wp-content/uploads/2024/08/PCON-2024_2025.pdf

Direção-Geral de Alimentação e Veterinária [DGAV] (2025a). PNCC GAOA – Relatório de Execução DSAVRN 2024 (versão 01).

Direção-Geral de Alimentação e Veterinária [DGAV] (2025b). PNPR – Plano Nacional de Controlo de Resíduos de Substâncias Farmacologicamente Ativas (versão 02).

Direção-Geral de Alimentação e Veterinária [DGAV] (2026a). PNCC – Plano Nacional de Controlo de Contaminantes em Géneros Alimentícios de Origem Animal (versão 01).

Direção-Geral de Alimentação e Veterinária [DGAV] (2026b). PNCC GAOA – Procedimento para resultados não conforme (versão 01).

Du W, Jiang S, Lei Y, Wang J, Cui Z, Xiang P, Chang Z, Duan W, Shen G, Qin Y, Pan B, Yu Y (2025). Occurrence, formation mechanism, and health risk of polycyclic aromatic hydrocarbons in barbecued food. Ecotoxicology and Environmental Safety, 293:118046.

EFSA & ECDC (2024). The European Union One Health 2023 Zoonoses report. EFSA Journal, 22(12), e9106.

EFSA Scientific Committee (2018). The principles and methods behind EFSA's Guidance on Uncertainty Analysis in Scientific Assessment. EFSA Journal, 16(1):e05122.

European Commission (2002). General Food Law Regulation – Principles of food and feed law. Consultado em: https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/general-food-law/food-law-general-principles_en

European Commission (2020). Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões: Estratégia para a sustentabilidade dos produtos químicos – rumo a um ambiente sem substâncias tóxicas (COM(2020) 667 final). Consultado em:https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:f815479a-0f01-11eb-bc07-01aa75ed71a1.0023.02/DOC_1&format=PDF

European Commission (2024). Implementation of the Chemicals Strategy for Sustainability. Consultado em: https://environment.ec.europa.eu/strategy/chemicals-strategy/implementation_en ´

European Commission (2026b). Contaminants in food. Consultado em: https://food.ec.europa.eu/food-safety/chemical-safety/contaminants_en

European Commission (2026a). Chemical safety in food / Contaminants. Consultado em: https://food.ec.europa.eu/food-safety/chemical-safety_en

European Court of Auditors (2019). Special Report 02/2019: Chemical hazards in our food – EU food safety policy protects us but faces challenges. Consultado em: https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/food-safety-2-2019/pt/

European Environment Agency (EEA) (2024). Heavy metal emissions in Europe. Consultado em: https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/heavy-metal-emissions-in-europe

European Food Safety Authority (EFSA). (2008). Polycyclic aromatic hydrocarbons in food – Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. EFSA Journal, 724, 1–114.

European Food Safety Authority (EFSA). (2012). Update of the monitoring of levels of dioxins and PCBs in food and feed. EFSA Journal, 10(7), 2832.

European Food Safety Authority (EFSA). (2013). Standard Sample Description ver. 2.0. EFSA Journal, 11(10), 3424.

European Food Safety Authority (EFSA). (2024). Chemical monitoring. Consultado em: https://www.efsa.europa.eu/en/data-report/chemical-monitoring

European Food Safety Authority (EFSA). (2025). Report for 2024 on the results from the monitoring of residues of veterinary medicinal products in live animals and animal products. EFSA Supporting Publications, 22(8), 9913E.

European Food Safety Authority (EFSA). (2026a). Dioxins and PCBs. Consultado em: https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/dioxins-and-pcbs

European Food Safety Authority (EFSA). (2026b). The 2024 European Union report on pesticide residues in food. EFSA Journal, 24(5), e10054.

Eze CG, Okeke ES, Nwankwo CE, Nyaruaba R, Anand U, Okoro OJ, Bontempi E (2024). Emerging contaminants in food matrices: An overview of the occurrence, pathways, impacts and detection techniques of per- and polyfluoroalkyl substances. Toxicology Reports, 12:436-447.

FAO/WHO (2013). Joint FAO/WHO expert meeting on the public health risks of histamine and other biogenic amines from fish and fishery products: meeting report. WHO, 126 pp.

Gao J, Xu Y, Zhong T, Yu X, Wang L, Xiao Y, Peng Y, Sun Q (2023). A review of food contaminant 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin and its toxicity associated with metabolic disorders. Current Research in Food Science, 7:100617.

Gruber-Dorninger C, Novak B, Nagl V, Berthiller F (2017). Emerging mycotoxins: beyond traditionally determined food contaminants. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 65(33):7052–7070.

Hampton JO, Pain DJ, Buenz E, Firestone SM, Arnemo JM (2023). *Lead contamination in Australian game meat*. Environmental Science and Pollution Research, 30:50713-50722.

Hoogenboom, R. L. A. P., ten Dam, G., Immerzeel, J., Traag, W. A., Bouwman, E., & Fernandes, A. (2016). Accidental contamination of free-range eggs with dioxins. Environmental Science and Pollution Research, 23, 12139–12146.

Isra M, Engelen A, Antuli ZAK, Umboh RJJ (2026). Advances in food chemical contaminant detection and mitigation: Technological innovations, public health implications, and future directions. Food Control, 187:112125.

Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B. B., & Beeregowda, K. N. (2014). Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. Interdisciplinary Toxicology, 7(2), 60–72.

Kabak B, Dobson ADW, Var I (2006). Strategies to prevent mycotoxin contamination of food and animal feed: a review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 46(8):593–619

Kızılilsoley N, van Meer F, Mutlu O, Hoenderdaal W, Hobé R, Mu W, Gerssen A, van der Fels-Klerx HJ, Jóźwiak A, Manikas I, Hürriyetoglu A, van der Velden B (2026). Food safety trends across Europe: insights from the 392-million-entry CompreHensive European Food Safety (CHEFS) database. Food Control, 182:111816.

Lee TM, Wong CF, Man YB, Wong MH (2025). A concise review on cadmium in fertilizers: Soil-plant interactions, health risks, and solutions. Sustainable Horizons, 17:100166.

Logrieco AF, Chulze S, Cramer B, De Saeger S, Kimura M, Kushiro M, Li P, Maul R, Moretti A, Noorabadi MT, Okoth S, Rose LJ, Phan LTK, Palazzini JM, Poapolathep A, Sakuda S, Torres A (2026). Global activities of mycotoxin societies in safeguarding food and health and future challenges. Food Control, 189:112250.

Mahajan M, Gautam RK, Pathak HK, Singh RP, Wikurendra EA (2026). Environmental risks associated with PFAS contamination in water: Challenges and emerging management strategies. Current Opinion in Environmental Science & Health, 50:100705.

Mahato DK, Lee KE, Kamle M, Devi S, Dewangan KN, Kumar P, Kang SG (2019). Aflatoxins in food and feed: an overview on prevalence, detection and control strategies. Frontiers in Microbiology, 10:2266.

Narasimhappa P, Singh S, Varshney R, Chauhan V, Kour R, Ramamurthy PC, Shehata N (2025). Environmental behavior and human health risks of PFAS: occurrence, toxicity, and the state-of-the-art removal approaches. RSC Advances, 15:44555-44583.

Peana M, Pelucelli A, Chasapis CT, Perlepes SP, Bekiari V, Medici S, Zoroddu MA (2022). Biological Effects of Human Exposure to Environmental Cadmium. Biomolecules, 13(1):36.

Pigłowski M (2020). Food hazards on the European Union market: The data analysis of the Rapid Alert System for Food and Feed. Food Science & Nutrition, 8(3):1603-1627.

Regulamento (CE) n.º 178/2002 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 28 de janeiro de 2002. Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L 31, de 1 de fevereiro de 2002, pp. 1–24.

Rietjens IMCM, Pascale M, Pellegrino G, Ribera D, Venâncio A, Wang D, Korzeniowski K (2025). The definition of chemical contaminants in food: Ambiguity and consequences. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 155:105739.

Souza MC, Barbosa F Jr, Domingo JL (2026). Mercury contamination in a changing climate: One health approaches to human, wildlife, and ecosystem protection. Chemosphere, 394:144821.

Souza MC, Domingo JL (2025). Levels of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in foodstuffs: a review of dietary exposure, health risks, and regulatory challenges. Food Research International, 221(3):117494.

Stoev SD (2024). Food security, underestimated hazard of joint mycotoxin exposure and management of the risk of mycotoxin contamination. Food Control, 159:110235.

Tchounwou, P. B., Yedjou, C. G., Patlolla, A. K., & Sutton, D. J. (2012). Heavy metal toxicity and the environment. EXS, 101, 133–164.

United Nations Environment Programme (UNEP) (2001). Overview of the Stockholm Convention on persistent organic pollutants. Consultado em: https://www.pops.int/TheConvention/Overview/tabid/3351/Default.aspx

World Health Organization (WHO) (2015). Estimates of the global burden of foodborne diseases. Consultado em: https://www.who.int/publications/i/item/9789241565165

World Health Organization [WHO] (2022). Food safety. Consultado em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety

World Health Organization [WHO] (2026). Food safety. Consultado em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety

Xiang Y, Liu G, Yin Y, Wang D, Cai Y, Jiang G (2024). Human activities shape important geographic differences in fish mercury concentration levels. Nature Food, 5(10):836–845.

Xu, S., & Yu, T. (2024).Sources, determination, and safety assessment of cadmium in bivalves. Cogent Food & Agriculture, 10(1), 2436135.

Yu J, Yue Y, Zhang J, Jia Z, Yang J (2024). Advances in technologies to detect histamine in food: Principles, applications, and prospects. Trends in Food Science & Technology, 146:104385.

Zhang, Y., Chen, X., & Zhang, Y. (2021). Analytical chemistry, formation, mitigation, and risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons: From food processing to in vivo metabolic transformation. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 20(2), 1422–1456.

.

Contaminantes Químicos em Géneros Alimentícios de Origem Animal: Avaliação do Risco e Sistemas de Controlo Oficial

Sofia Coimbra Silva Marques Gomes

ICBAS

