



ESCOLA UNIVERSITÁRIA VASCO DA GAMA

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

***CAMPYLOBACTER* NA PRODUÇÃO DE CARNE DE
FRANGO E SAÚDE PÚBLICA: REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

Pedro Miguel Oliveira Padilha

Coimbra, Junho de 2015



ESCOLA UNIVERSITÁRIA VASCO DA GAMA

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

**CAMPYLOBACTER NA PRODUÇÃO DE CARNE DE
FRANGO E SAÚDE PÚBLICA: REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

Coimbra, Junho de 2015

Autor

Pedro Miguel Oliveira Padilha

Aluno do Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

Orientador Interno

Professor Dr. Humberto Rocha

Co-orientador Interno

Mestre Teresa Mateus

Orientador Externo

Mestre Fernando Moreira

Médico Veterinário

"Dissertação do Estágio curricular dos ciclos de estudo conducentes ao Grau de Mestre em
Medicina Veterinária da Escola Universitária Vasco de Gama"

RESUMO

A campilobacteriose é a doença gastrointestinal de origem bacteriana mais frequentemente reportada em humanos em toda a União Europeia, com 214,779 casos confirmados em 2013. No entanto, a maioria dos casos de campilobacteriose não é declarada, pelo que o número efetivo de casos estimado poderá chegar aos nove milhões por ano.

Campylobacter jejuni e *Campylobacter coli* são as duas espécies mais importantes em infeções de origem alimentar no Homem.

Este agente patógeno coloniza a mucosa intestinal da maioria dos hospedeiros de sangue quente (incluindo o Homem, os animais de interesse pecuário, os animais de estimação e as aves selvagens), no entanto as aves são consideradas como um dos mais importantes reservatórios de *Campylobacter*. De facto, são as aves domésticas, e particularmente os frangos, os responsáveis pela maioria das infeções humanas causadas por *Campylobacter*. Como tal, a redução ou eliminação deste agente patogénico no reservatório aves é um passo essencial para minimizar o problema de saúde pública.

O objetivo deste trabalho passa por apresentar uma revisão bibliográfica sobre *Campylobacter*, a infeção e suas consequências, a sua associação com as aves domésticas, as fontes de contaminação, os métodos de intervenção e as medidas de controlo em diferentes fases da cadeia de produção de carne de frango.

Palavras-chave: *Campylobacter*, campilobacteriose, carne, contaminação, controlo, zoonose.

ABSTRACT

Campylobacteriosis is the gastrointestinal bacterial disease most frequently reported in humans across the European Union, with 214,779 confirmed cases in 2013. However, most of the campylobacteriosis cases are unreported and the effective number of cases is estimated to be around nine million each year.

Campylobacter jejuni and *Campylobacter coli* are the two most important species in food-borne infections of humans.

This pathogen colonize the intestinal mucosa of most warm-blooded hosts (including humans, livestock animals, pets and wild birds), however poultry is regard as one of the most important reservoir for *Campylobacter*. Indeed, poultry, particularly chickens, account for the majority of human infections caused by *Campylobacter*. Therefore, reduction or elimination of this pathogen in the poultry reservoir is an essential step in minimizing the public health problem.

The aim of this study was to perform a review about *Campylobacter*, the infection and its consequences, its association with poultry, contamination sources, intervention methods and control measures at different stages in the broiler meat production chain.

Keywords: Campylobacter, campylobacteriosis, meat, contamination, control, zoonosis.

À minha namorada, por tudo...

AGRADECIMENTOS

Terminada toda esta caminhada que culmina com a elaboração da presente Dissertação de Mestrado Integrado, gostaria de manifestar os meus sinceros agradecimentos àqueles que, de alguma forma, me ajudaram neste longo percurso, colaborando na edificação deste conjunto de conhecimentos.

Agradeço à minha namorada, a quem dedico este trabalho, por toda a paciência, dedicação, amizade e amor. Mas acima de tudo por me deixar fazer parte da sua vida e me fazer sentir a pessoa mais especial do mundo.

Aos meus Pais, por me terem facultado a oportunidade de estudar, por todos os sacrifícios que realizaram e por lutarem cada dia para que nunca me faltasse nada e pudesse atingir todos os meus sonhos.

Ao meu Irmão, por estar sempre presente ser um lutador e um exemplo de determinação e perseverança.

Aos meus meninos, Maria Beatriz e Gabriel, por encherem os meus dias de alegria e me deixarem ser novamente criança.

A toda a minha família, pelo apoio que sempre me deram. Em especial à minha Madrinha, ao meu Padrinho, à Tia Céu, ao Tio “Manel”, aos meus Primos, à Avó “Moleira”, ao Avô “Moleiro” e à Avó Maria cujo coração me enche de saudade todos os dias. Igualmente à D. Helena, ao Sr. Simões, à Sandra e ao Filipe por todo o apoio, confiança depositada e por todos os momentos partilhados.

Quero agradecer a todos os meus amigos, que não nomeio mas que ao lerem estas linhas sabem que as escrevi para eles, pelos momentos que passados juntos, por todas conversas realizadas e por todos sorrisos partilhados. A vossa amizade, alegria e incentivo tornaram esta jornada infinitamente mais fácil e memorável.

À EUVG, por ter sido a minha segunda casa. A todos os seus funcionários e docentes por me terem ajudado a crescer como profissional e como ser humano todos os dias.

À Dr.^a Teresa Mateus, por todo o apoio e dedicação. Obrigado pela paciência, pela amizade, pelos conselhos, por todos os ensinamentos que tão bem me soube transmitir ao longo dos anos e por ser um exemplo.

Ao Professor Dr. Humberto Rocha, pela ajuda e disponibilidade.

Ao Dr. Fernando Moreira, por toda a disponibilidade, ajuda e apoio ao longo do estágio.

Ao Eng.º Carlos Caldeira, por me ter proporcionado a oportunidade de realizar estágio na área da avicultura e pela confiança depositada em mim.

A todos os profissionais com quem tive o prazer de conviver ao longo do estágio e pelos inúmeros conhecimentos transmitidos, em especial ao Eng.º António Tomás, Eng.º Klaus Gomes e Dr. Luís Ferreira.

À Dra. Maria Alice Fama e aos restantes Médicos Veterinários Oficiais com quem tive oportunidade de aprender no decorrer do estágio.

A todos, que de alguma forma, me apoiaram e contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, o meu sincero Muito Obrigado!

ÍNDICE GERAL

| | |
|---|-----------|
| ÍNDICE DE FIGURAS | x |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS..... | xi |
| ÍNDICE DE TABELAS | xiii |
| LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS..... | xiv |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. CARACTERIZAÇÃO DO GÉNERO <i>CAMPYLOBACTER</i> | 2 |
| 2.1. História, Taxonomia e Nomenclatura..... | 2 |
| 2.2. Características microbiológicas..... | 3 |
| 3. CAMPILOBACTERIOSE..... | 4 |
| 3.1. Importância da doença no mundo, na Europa e em Portugal | 4 |
| 3.2. Manifestações clínicas no Homem | 6 |
| 3.3. Fontes de infeção e reservatórios..... | 6 |
| 3.4. <i>Campylobacter</i> nas aves..... | 7 |
| 3.4.1. Formas de transmissão | 8 |
| 3.4.1.1. Transmissão vertical | 8 |
| 3.4.1.2. Transmissão horizontal | 9 |
| 4. <i>CAMPYLOBACTER</i> NA PRODUÇÃO PRIMÁRIA | 9 |
| 4.1. Fontes de contaminação e medidas de controlo na produção primária | 9 |
| 4.1.1. Medidas de Biossegurança..... | 10 |
| 4.1.1.1. Condições estruturais | 11 |
| 4.1.1.2. Barreiras higiénicas..... | 12 |
| 4.1.1.3. Número de pavilhões e dimensão dos bandos | 13 |
| 4.1.1.4. Pragas..... | 14 |
| 4.1.1.5. Ventilação | 14 |
| 4.1.1.6. Higienização..... | 15 |
| 4.1.1.7. Fonte de água | 15 |
| 4.1.1.8. Higiene ambiental e gestão de resíduos | 16 |
| 4.1.1.9. Trabalhadores da exploração e visitantes..... | 17 |
| 4.1.1.10. Realização de desbastes | 17 |
| 4.1.1.11. Vazio sanitário..... | 18 |
| 4.1.2. Outras medidas de controlo..... | 18 |
| 4.1.2.1. Cuidados nutricionais..... | 18 |
| 4.1.2.2. Bacteriocinas e bacteriófagos | 18 |
| 4.1.2.3. Vacinação | 19 |
| 5. <i>CAMPYLOBACTER</i> DURANTE O TRANSPORTE..... | 19 |
| 5.1. Fontes de contaminação durante o transporte..... | 19 |
| 5.2. Medidas de controlo durante o transporte | 21 |

| | | |
|---|---|----|
| 6. | CAMPYLOBACTER NO MATADOURO | 21 |
| 6.1. | Fontes de contaminação no matadouro..... | 21 |
| 6.2. | Medidas de controlo no matadouro..... | 22 |
| 6.2.1. | Ordem de abate..... | 23 |
| 6.2.2. | Escaldão..... | 23 |
| 6.2.3. | Depena..... | 24 |
| 6.2.4. | Evisceração..... | 24 |
| 6.2.5. | Refrigeração..... | 25 |
| 6.2.6. | Outras medidas de controlo..... | 26 |
| 6.2.6.1. | Sexagem das aves..... | 26 |
| 6.2.6.2. | Redução da idade dos bandos a abate..... | 26 |
| 6.2.6.3. | Congelação..... | 26 |
| 6.2.6.4. | Radiação..... | 26 |
| 6.2.6.5. | Tratamentos antimicrobianos..... | 27 |
| 7. | CAMPYLOBACTER E O CONSUMIDOR FINAL | 27 |
| 8. | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 29 |
| 9. | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 30 |
| ANEXO I - CAMPILOBACTERIOSE, AVICULTURA E SAÚDE PÚBLICA: A importância da biosegurança na exploração | | |
| ANEXO II - CAMPILOBACTERIOSE E SAÚDE PÚBLICA: A importância das boas práticas de higiene no matadouro e em nossa casa | | |
| ANEXO III – CAMPYLOBACTER A BACTÉRIA SILENCIOSA: A importância das boas práticas de higiene no matadouro e em nossa casa | | |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Pavilhão de frangos de carne..... | 2 |
| Figura 2 - Formas de transmissão de campilobacteriose | 7 |
| Figura 3 - Zona circundante de um pavilhão de aves..... | 11 |
| Figura 4 - Barreira física na antecâmara de um pavilhão | 12 |
| Figura 5 - Figura ilustrativa de procedimentos a adotar na antecâmara do pavilhão | 13 |
| Figura 6 - Retirada de camas no final do período de produção..... | 16 |
| Figura 7 - Aves durante o transporte para o matadouro..... | 20 |
| Figura 8 - Linha de abate de matadouro de aves | 21 |
| Figura 9 - Tanque de escaldão..... | 24 |
| Figura 10 - Evisceração automática | 25 |
| Figura 11 - Não lavar a carne de aves antes de a confeccionar | 28 |
| Figura 12 - <i>Campylobacter</i> e outras bactérias a serem disseminadas na cozinha aquando da lavagem de carne de aves..... | 28 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|---|
| Gráfico 1 - Agentes etiológicos de surtos de origem alimentar na UE em 2013..... | 4 |
| Gráfico 2 - Número de casos confirmados de campilobacteriose e salmonelose entre 2008 e 2013 na UE | 5 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|---|---|
| Tabela 1 - Limites de crescimento de <i>Campylobacter</i> spp..... | 3 |
|---|---|

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

| | |
|---------------------------------|---|
| a_w | Atividade da água |
| CE | Comissão Europeia |
| ECDC | <i>European Centre for Disease Prevention and Control</i> |
| EFSA | <i>European Food Safety Authority</i> |
| FSAI | <i>Food Safety Authority of Ireland</i> |
| FSIS | <i>Food Safety and Inspection Service</i> |
| HACCP | <i>Hazard Analysis and Critical Control Points</i> |
| Nº | Número |
| OMS | Organização Mundial de Saúde |
| UE | União Europeia |
| UFC | Unidades Formadoras de Colónias |
| USDA | <i>United States Department of Agriculture</i> |
| WHO | <i>World Health Organization</i> |
| μm | Micrómetro |
| °C | Graus <i>Celcius</i> |
| % | Porcentagem |
| © | Direitos de Autor |
| ® | Marca comercial registada |
| > | Maior |

1. INTRODUÇÃO

As doenças de origem alimentar constituem uma preocupação crescente para a saúde pública (WHO, 2006), já que são uma importante causa de morbidade e mortalidade em todo o mundo (EFSA, 2006; EFSA & ECDC, 2014). Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), cerca de dois milhões de pessoas morrem todos os anos vítimas de doenças diarreicas causadas principalmente pela ingestão de alimentos contaminados (WHO, 2006).

Com cerca de 200,000 novos casos de doença no Homem identificados todos os anos, a campilobacteriose é considerada a doença de origem alimentar mais frequentemente reportada na União Europeia (UE), sendo *Campylobacter* considerado o principal agente causador de gastroenterite em humanos. No entanto, estima-se que o número real de casos alcance os nove milhões por ano (EFSA, 2011; Wagenaar *et al.*, 2014).

A campilobacteriose é uma doença de caráter zoonótico, causada por bactérias do género *Campylobacter* (Wagenaar *et al.*, 2014; Destro & Ribeiro, 2014; EFSA & ECDC, 2015). Das diversas espécies de *Campylobacter* existentes, são as termófilas as mais frequentemente associadas a infeção humana, nomeadamente *Campylobacter jejuni*, responsável por cerca de 80 a 90% dos casos de campilobacteriose, seguida por *Campylobacter coli* e raramente por *Campylobacter lari* (Hu & Kopecko, 2003; EFSA, 2011; Destro & Ribeiro, 2014).

Apesar de as espécies referidas causarem doença no Homem, são transportadas no trato digestivo de diversos animais domésticos e selvagens sem que isso lhes seja prejudicial. A bactéria já foi isolada em suínos, bovinos e ovinos com sintomatologia variada, estando mais frequentemente associada a gastroenterite (Humphrey *et al.*, 2007; EFSA, 2011; Wagenaar *et al.*, 2014). Contudo, a prevalência é mais significativa nas aves, motivo pelo qual a carne de aves é considerada como a principal fonte de infeção por *Campylobacter* para os consumidores (EFSA & ECDC, 2014; EFSA & ECDC, 2015).

A carne de aves, e em particular a carne de frango (Figura 1) é consumida amplamente por todo o mundo. Além de representar uma fonte de proteína com alto valor nutritivo, rica em aminoácidos essenciais, sais minerais e vitaminas, com uma quantidade reduzida de gordura é também relativamente barata em relação as carnes vermelhas e como tal muito apelativa para o consumidor, representando a maior cota do mercado em termos de carne de aves (Sallam, 2007; Humphrey *et al.*, 2007). Uma vez que representa a principal fonte de campilobacteriose para o Homem, deverá ser esta o principal foco dos esforços para reduzir a doença humana (Humphrey *et al.*, 2007).



Figura 1 – Pavilhão de frangos de carne.

Deste modo, a base para reduzir substancialmente a incidência de campilobacteriose humana passa pela implementação de medidas ao longo da cadeia alimentar, nomeadamente na produção primária através da implementação de medidas de biossegurança efetivas, passando pelo transporte, pelo abate e transformação - através da implementação de Boas Práticas de Fabrico / HACCP (Humphrey *et al.*, 2007; EFSA, 2011; Wagenaar *et al.*, 2014) - e ainda através de ações de sensibilização junto dos consumidores, para a segurança alimentar (Wagenaar *et al.*, 2014).

Face à importância crescente da campilobacteriose e numa perspetiva assente no conceito de “one health”, considerou-se pertinente a realização deste trabalho, cujo objetivo consiste realizar uma revisão bibliográfica sobre *Campylobacter*, a infeção e suas consequências, a sua associação com as aves domésticas, as fontes de contaminação, os métodos de intervenção e as medidas de controlo em diferentes fases da cadeia de produção de carne de frango.

2. CARACTERIZAÇÃO DO GÉNERO *CAMPYLOBACTER*

2.1. História, Taxonomia e Nomenclatura

O primeiro relato sobre *Campylobacter* remonta a 1889, quando Theodore Escherich, descreveu pela primeira vez a presença de uma bactéria em espiral na mucosa do intestino grosso de crianças que morreram com o diagnóstico de “cólera infantum” (Vandamme, 2000; Hu & Kopecko, 2003). Em 1913, McFadyean e Stockman, dois veterinários britânicos isolaram pela primeira vez *Campylobacter*, considerando-a como uma importante causa de infertilidade e aborto em ovinos e bovinos (Vandamme, 2000). Inicialmente classificada como pertencente ao género *Vibrio* e designada por *Vibrio fetus*, devido à semelhança das suas características morfológicas, ao longo das décadas

seguintes a sua classificação foi sofrendo alterações significativas fruto dos vários estudos desenvolvidos (Vandamme, 2000; Hu & Kopecko, 2003).

Taxonomicamente, o género *Campylobacter* está incluído no Reino Bacteria, Filo Proteobacteria, Classe Epsilon proteobacteria, Ordem Campylobacterales e Família Campylobacteraceae (Levin, 2007).

Das 25 espécies e 8 subespécies identificadas atualmente (Perez-Perez & Kienesberger, 2013), as mais relevantes são as que pertencem ao grupo das termófilas, nomeadamente *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli* e *Campylobacter lari* (Lee & Newell, 2006; EFSA, 2011; Wagenaar *et al.*, 2014). Contudo, *Campylobacter jejuni* (80 a 90%) e *Campylobacter coli* (~10%) são as espécies mais frequentemente associadas a casos de campilobacteriose em humanos (Hu & Kopecko, 2003; Lin, 2009; EFSA, 2011). Apesar da elevada prevalência de *Campylobacter jejuni*, várias outras espécies de *Campylobacter* são cada vez mais reconhecidas como agentes patogénicos emergentes para o Homem, nomeadamente *Campylobacter lari*, *Campylobacter fetus*, *Campylobacter concisus*, *Campylobacter ureolyticus*, e *Campylobacter upsaliensis* (Perez-Perez & Kienesberger, 2013).

2.2. Características microbiológicas

As bactérias pertencentes ao género *Campylobacter* são bastonetes Gram negativos, pequenos (0.2 - 0.8 µm × 0.5 - 5 µm), não formadoras de esporos e apresentam forma em espiral, forma de S ou bactérias curvas (Vandamme, 2000; Debruyne *et al.*, 2005; Fitzgerald *et al.*, 2008). Estes microrganismos possuem um único flagelo polar em uma ou em ambas as extremidades, que pode medir até três vezes o comprimento da célula, e que lhe confere movimento característico tipo “sacarolha” ou “vaivém” (Hu & Kopecko, 2003; Nachamkin & Guerry, 2005; Levin, 2007). De uma forma geral, *Campylobacter* é sensível ao oxigénio, a dessecação, ao stress osmótico, a pH baixo e a altas temperaturas (Tabela 1) (Hu & Kopecko, 2003; Levin, 2007; Zhang, 2008).

Tabela 1 - Limites de crescimento de *Campylobacter* spp. (Fonte: Hazeleger *et al.*, 1995; Levin, 2007; Silva *et al.*, 2011).

| Parâmetros | Variação | Ótima |
|----------------------------------|-----------|--|
| Temperatura (°C) | 37 - 42 | 41.5 - 42 |
| pH | 4.9 - 9.0 | 6.5 - 7.5 |
| NaCl (%) | 0 - 2 | 0.5 |
| Atividade água (a _w) | >0.987 | 0.997 |
| Atmosfera | | 5% O ₂ , 10% CO ₂ , 85% N ₂ |

Assim, *Campylobacter* não se desenvolve naturalmente sem um hospedeiro, consegue contudo, sobreviver no ambiente por longos períodos sobretudo em condições húmidas (Wagenaar *et al.*, 2014). Foi reportada a sua sobrevivência até três meses em lama e água contaminada com material

orgânico e até dez meses em adubo composto/estrupe (Wagenaar *et al.*, 2014). Quando sujeitos a condições de desenvolvimento desfavoráveis, estes microrganismos têm a capacidade de se manterem na forma de células viáveis mas que não crescem em cultura, o que poderá ser importante no que respeita à virulência dos microrganismos e justificar o facto de normalmente após a infeção de um bando de aves, *Campylobacter* ser indetetável por cultura até a segunda ou terceira semana de produção (Snelling *et al.*, 2005; Humphrey *et al.*, 2007; Damjanova *et al.*, 2011).

3. CAMPILOBACTERIOSE

3.1. Importância da doença no mundo, na Europa e em Portugal

Nos países industrializados a campilobacteriose é considerada a causa mais frequente de gastroenterite aguda no Homem, ultrapassando mesmo as infeções causadas por *Salmonella* (Humphrey *et al.*, 2007; EFSA, 2011; EFSA & ECDC, 2015). De facto, nestes países, *Campylobacter* é isolada três a quatro vezes mais frequentemente em pacientes com doença infecciosa bacteriana intestinal, do que *Salmonella* e *Escherichia coli*. Contudo, a maioria dos casos de campilobacteriose não são notificados (Wagenaar *et al.*, 2014).

Em 2013, a maioria dos surtos de origem alimentar na UE foram causados por *Salmonella*, seguido por vírus, toxinas bacterianas e *Campylobacter*, sendo que em 28.9% dos casos o agente causador era desconhecido (Gráfico 1) (EFSA & ECDC, 2015).

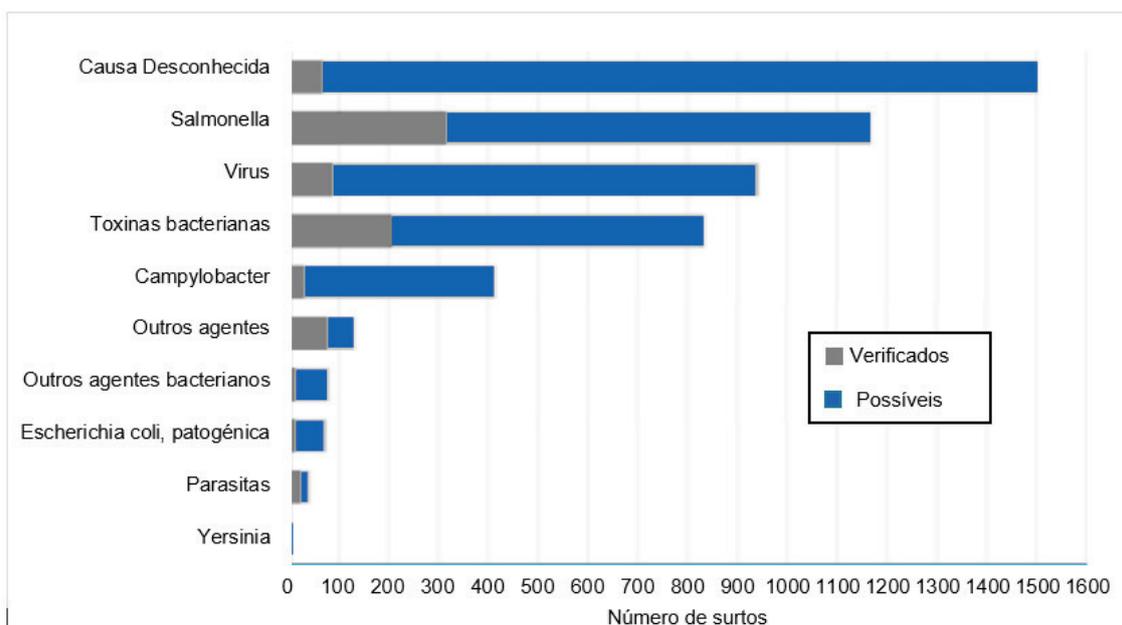


Gráfico 1 - Agentes etiológicos de surtos de origem alimentar na UE em 2013 (Adaptado de: EFSA & ECDC, 2015).

Segundo a OMS aproximadamente 1% da população da Europa ocidental é infetada por *Campylobacter* todos os anos e o número de casos tem vindo a aumentar nos últimos anos (Humphrey *et al.*, 2007).

A Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar reportou recentemente que *Campylobacter* continua a ser desde 2005 o agente de gastroenterite mais frequentemente declarado em infeções no Homem na UE (EFSA & ECDC, 2015). Após um aumento gradual do número de casos confirmados de campilobacteriose na UE de 2008 a 2011, em 2013 verificou-se uma estabilização em relação a 2012 com 214,779 casos (Gráfico 2) e uma taxa de notificação de 64.8/ 100,000 habitantes (EFSA & ECDC, 2013; EFSA & ECDC, 2014; EFSA & ECDC, 2015). Tendo em conta o elevado número de casos confirmados, a taxa de mortalidade verificada foi baixa (0.05%), ainda que se tenha verificado um aumento em comparação com o período de 2009 a 2012, sendo a razão para o sucedido desconhecida (EFSA & ECDC, 2015).

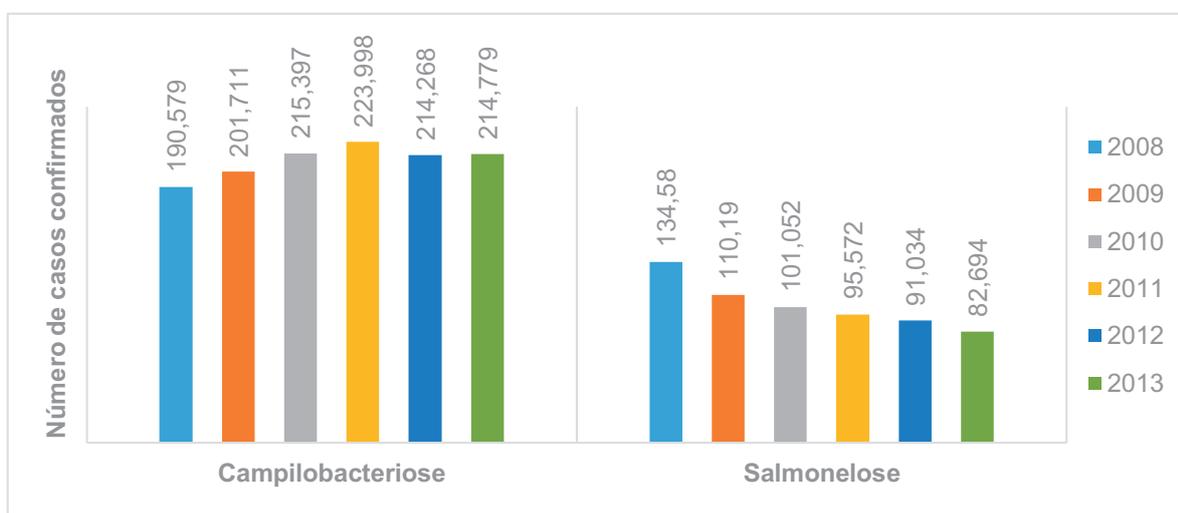


Gráfico 2 - Número de casos confirmados de campilobacteriose e salmonelose entre 2008 e 2013 na UE (Adaptado de: EFSA e ECDC, 2013, 2014, 2015).

Segundo a EFSA, com base num estudo realizado envolvendo 26 Estados-Membros em 2008, com o objetivo de detetar *Campylobacter* spp. quer nos bandos de frangos (recolha de cecos), quer a partir das carcaças, verificou-se uma prevalência global de 71.2% nos bandos de frangos e de 75.8% nas carcaças. Portugal apresentou uma prevalência de 82.0% para o conteúdo cecal e 70.2% para as carcaças. De salientar ainda a existência de uma variação considerável entre países, com níveis de prevalência compreendidos entre 2.0% (Estónia) e 100% (Luxemburgo) para as amostras de conteúdo cecal e valores de prevalência nas carcaças entre 4.9% (Estónia) e 100% (Luxemburgo) (EFSA, 2010a).

Em 2013, Portugal a par da Grécia foram os únicos países europeus que não reportaram qualquer caso de campilobacteriose em humanos, verificando-se de facto uma ausência sucessiva de dados oficiais acerca desta infeção a nível nacional nos relatórios anuais da EFSA sobre as zoonoses na UE (EFSA, 2011; EFSA & ECDC, 2014; EFSA & ECDC, 2015). No entanto, apesar de em Portugal

não existirem ainda dados oficiais acerca da prevalência de *Campylobacter*, foi publicado recentemente, em Diário da República, o Despacho n.º 5681-A/2014 que define quais as doenças de notificação obrigatória no qual foi incluído a campilobacteriose humana.

Segundo a EFSA o custo estimado com a campilobacteriose e as suas sequelas estima-se em torno das 0.35 milhões de anos de vida ajustados em função da incapacidade por ano e a custos anuais totais de 2.4 mil milhões de euros. Estima-se que destes custos, a manipulação, preparação e consumo de carne de frango contribuirá com 20 a 40% (EFSA, 2011; Wagenaar *et al.*, 2014), enquanto 50 a 80%, poderá ser atribuído aos frangos como hospedeiros da bactéria (frangos na criação e galinhas poedeiras) (EFSA BIOHAZ, 2010; Wagenaar *et al.*, 2014).

3.2. Manifestações clínicas no Homem

No caso particular do Homem, a campilobacteriose caracteriza-se por possuir uma dose infetante baixa (menos de 100 organismos viáveis). O período de incubação varia de três a oito dias (Destro & Ribeiro, 2014). A doença normalmente persiste cerca de uma semana, estendendo-se eventualmente até às três semanas em casos mais graves (Law & Alcamo, 2009).

Nos humanos o quadro clínico associado traduz-se principalmente por diarreia, sobretudo nas crianças, acompanhada por dores abdominais e febre (Destro & Ribeiro, 2014; Conover & Vail 2015). Podem surgir complicações associadas como infeções extra-intestinais, septicémia e síndrome de *Guillain-Barré* (Humphrey *et al.*, 2007; Epps *et al.*, 2013).

3.3. Fontes de infeção e reservatórios

De uma forma geral, os animais de sangue quente, incluindo os animais de interesse pecuário (suínos, bovinos, ovinos, aves) e os animais selvagens, são considerados potenciais reservatórios de *Campylobacter*, e provavelmente a fonte da maioria das infeções humanas (EFSA, 2011; Wagenaar *et al.*, 2014). A bactéria é frequentemente encontrada no trato digestivo destes animais, e por via fecal acaba por contaminar o ambiente nomeadamente a água, o solo, as pastagens, as camas, entre outros, passando estes também a representar uma potencial fonte de infeção (Humphrey *et al.*, 2007; Fitzgerald *et al.*, 2008; Newell *et al.*, 2011). Entre animais a principal via de transmissão é a via feco-oral (Lee & Newell, 2006; Law & Alcamo, 2009).

A infeção poderá assim ocorrer através de: o contacto com animais infetados por *Campylobacter*; o contacto com o ambiente contaminado; o consumo de produtos lácteos e carne contaminados com conteúdo intestinal de animais portadores de *Campylobacter* (devido a ocorrência de contaminações cruzadas durante a preparação dos alimentos); a ingestão de água não tratada; entre outros (Figura 2) (Humphrey *et al.*, 2007; Lawson, 2011; Wagenaar *et al.*, 2014).

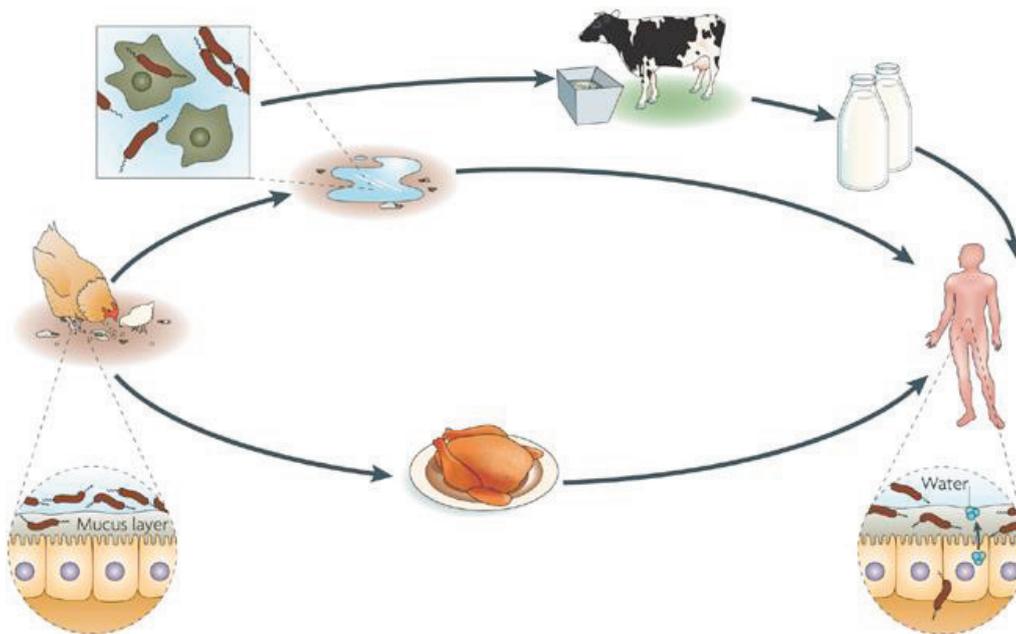


Figura 2 - Formas de transmissão de campilobacteriose (Adaptado de: Young et al., 2007).

No entanto, a maioria dos casos de campilobacteriose possuem origem alimentar e estão relacionadas com a manipulação ou o consumo de carne de frango insuficientemente cozinhada sendo este considerado o mais importante fator de risco para a infeção humana (Stafford *et al.*, 2007; EFSA & ECDC, 2013; Wagenaar *et al.*, 2014).

Ocorrências, como a crise de dioxinas na Bélgica em 1999 que resultou na retirada de carne de frango do mercado nacional ou o surto de gripe aviária na Holanda em 2003, em que as aves com importância comercial foram abatidas massivamente verificando-se uma diminuição efetiva do número de casos de campilobacteriose de 40% e 30%, respetivamente, sugerem a existência de outras vias de transmissão ao Homem além da via alimentar, como através da contaminação ambiental ou o contacto direto (EFSA BIOHAZ, 2010; Wagenaar *et al.*, 2014).

Embora em muitos casos a origem seja desconhecida, a carne de frango é de facto considerada a fonte mais importante desta infeção pelo que as medidas de controlo atuais e, eventualmente futuras, continuarão a concentrar-se neste aspeto (EFSA & ECDC, 2014; EFSA & ECDC, 2015).

3.4. *Campylobacter* nas aves

Ainda não é totalmente claro como *Campylobacter* se dissemina pelos bandos, no entanto sabe-se que devido às suas características microbiológicas, depende fortemente das aves ou de mamíferos como vetores (WHO, 2010; Hafez & Hauck, 2014).

As aves domésticas (frangos, perus, patos, faisões, entre outras) e selvagens, são os hospedeiros preferenciais de *Campylobacter*, provavelmente devido à sua temperatura corporal (41 a 42°C) (Wagenaar *et al.*, 2014). No entanto, a carga bacteriana de *Campylobacter* é mais elevada nas aves domésticas, devido à elevada densidade de aves nos pavilhões/aviários que proporciona a rápida disseminação de *Campylobacter* entre as aves (Zhang, 2008). De facto, após a infeção da primeira ave, esta propaga-se por todo o bando em apenas alguns dias (Lin, 2009; Cox *et al.*, 2012), contaminando também todo o ambiente circundante (Hiett *et al.*, 2002; Herman *et al.*, 2003).

As aves são maioritariamente assintomáticas, o que dificulta a identificação dos bandos infetados, e sugere uma boa adaptação da bactéria a este hospedeiro (Doyle & Erickson, 2006). Estas bactérias estão presentes no trato intestinal, mais concretamente o intestino delgado e o ceco, podendo atingir números extremamente elevados (até 10⁸ UFC por grama) (Lawes *et al.*, 2012; Wagenaar *et al.*, 2014).

O número de aves infetadas varia com a estação do ano (verificando-se um pico de prevalência no verão e uma diminuição nos meses de inverno) (McDowell *et al.*, 2008; Lawes *et al.*, 2012), com a região geográfica/latitude (países escandinavos possuem uma menor prevalência de *Campylobacter*) (EFSA, 2011) e com sistema de produção implementado (intensivo, extensivo, orgânico, entre outros) (Zhang, 2008).

A introdução de *Campylobacter* nos bandos pode ocorrer de diversas formas, nomeadamente: por contaminação através de outros animais vivos infetados (aves, roedores, insetos, entre outros), por contaminação ambiental, através do pessoal afeto à exploração, durante o transporte das aves para o matadouro e na execução das operações de abate no matadouro (WHO, 2010; EFSA, 2011), aspetos que iremos desenvolver de seguida.

3.4.1. Formas de transmissão

3.4.1.1. Transmissão vertical

Alguns autores referem a possibilidade, ainda que controversa, de *Campylobacter* ser transmitida verticalmente, pelos bandos de progenitores à descendência (Petersen *et al.*, 2001; Callicott *et al.*, 2006; McDowell *et al.*, 2008), uma vez que a bactéria já foi isolada no oviduto (Sahin *et al.*, 2002; Zhang, 2008; Newell *et al.*, 2011), e em sémen de galos reprodutores (Cox *et al.*, 2002; Zhang, 2008; Newell *et al.*, 2011).

Contudo, outros consideram a transmissão vertical como improvável ou a acontecer, como muito rara (Callicott *et al.*, 2006; Humphrey *et al.*, 2007). O facto de a colonização das aves com *Campylobacter* ocorrer apenas entre as três e as cinco semanas de idade (O'Mahony *et al.*, 2011), mesmo quando as aves são originárias de bandos de reprodutoras infetadas com *Campylobacter*, aliado ao facto de várias explorações produzirem, muitas vezes sucessivamente bandos livres de *Campylobacter*, representam de facto argumentos contra a possibilidade de transmissão vertical,

embora não possa contudo ser descartada como uma via ocasional (Humphrey *et al.*, 2007; Zhang, 2008).

Relativamente aos ovos, existe igualmente controvérsia acerca da ocorrência de transmissão de *Campylobacter* de uma geração aves para a próxima através do ovo fértil (Callicott *et al.*, 2006; Zhang, 2008). Contudo, Cox e col. (2012) referem que a transmissão através do ovo deve ser também tida em conta para além da globalmente defendida transmissão por contaminação ambiental. A infeção ocorrerá quando os pintos emergem do ovo, uma vez que bactérias fecais como *Campylobacter*, podem contaminar a casca, as membranas da casca e do albúmen, de ovos férteis (Cox *et al.*, 2012).

3.4.1.2. Transmissão horizontal

A transmissão horizontal, nomeadamente por contaminação das aves a partir do ambiente, é considerada a principal via de infeção das aves, tendo sido identificados diversos fatores associados à infeção de bandos de aves domésticas por *Campylobacter* que incluem: a idade das aves (Barrios *et al.*, 2006; McDowell *et al.*, 2008), o sistema de produção implementado (Näther *et al.*, 2009), a inexistência de medidas de biossegurança como a presença de outros animais nas explorações (Cardinale *et al.*, 2004; Lyngstad *et al.*, 2008; Ellis-Iversen *et al.*, 2009), a transmissão mecânica por insetos (Nichols, 2005; Barrios *et al.*, 2006; Hald *et al.*, 2007) e por aves selvagens (Pacha *et al.*, 1988; Jacobs-Reitsma, 1997), o ar contaminado adjacente aos pavilhões (Berndtson *et al.*, 1996), a utilização de água contaminada (Lyngstad *et al.*, 2008), os sistemas de abeberamento utilizados (Näther *et al.*, 2009), a higiene geral das instalações (Evans & Sayers, 2000; McDowell *et al.*, 2008), a presença de roedores na exploração (Evans & Sayers, 2000), a época do ano (McDowell *et al.*, 2008; Ellis-Iversen *et al.*, 2009), a realização e as técnicas de desbastes implementadas (Ellis-Iversen *et al.*, 2009; Lawes *et al.*, 2012), o número de pavilhões existentes na exploração (Refrégier-Petton *et al.*, 2001; Guerin *et al.*, 2007; McDowell *et al.*, 2008), o número de aves por bando (Barrios *et al.*, 2006; Näther *et al.*, 2009), entre outros. Embora estes fatores estejam identificados alguns mecanismos pelos quais acontece a infeção ainda permanecem pouco claros (Newell *et al.*, 2011).

4. **CAMPYLOBACTER NA PRODUÇÃO PRIMÁRIA**

4.1. **Fontes de contaminação e medidas de controlo na produção primária**

Existe uma necessidade urgente para reduzir quer a prevalência de *Campylobacter* nas aves, quer os níveis de contaminação da carcaça (Nauta *et al.*, 2009; EFSA, 2011). A realização de intervenções para controlar e prevenir a infeção de frangos desde a produção primária, trará claramente mais benefícios para a saúde pública do que apenas o controlo numa fase posterior da cadeia alimentar (transporte, matadouro ou consumidor final), uma vez que existe transmissão de *Campylobacter* a partir

de frangos de carne para o Homem de outras formas além do consumo de carne de frango (EFSA, 2011).

Considerando a transmissão vertical como um acontecimento raro ou improvável (Callicott *et al.*, 2006; Humphrey *et al.*, 2007), podemos considerar que os pintos quando nascem são à partida livres de *Campylobacter*, o que significa que cada ciclo de produção de frangos de carne começa com um bando livre de *Campylobacter* (WHO, 2012). A primeira ave infetada no pavilhão poderá representar o ponto-chave para a transmissão, uma vez que atuará como um amplificador da infeção, que rapidamente se disseminará por todo o pavilhão e conseqüentemente por toda a exploração através da contaminação das aves e do meio envolvente nomeadamente camas, alimentação, água e partículas de poeira (Newell *et al.*, 2011).

Assim uma estratégia de intervenção sequencial na produção primária deverá ser a base para controlar a disseminação de *Campylobacter* (EFSA, 2011). A aplicação de medidas preventivas com a finalidade de reduzir a probabilidade de infeção das aves com *Campylobacter*, deverá ser o foco inicial, nomeadamente através da implementação de medidas de biossegurança restritas (EFSA, 2011; Newell *et al.*, 2011; Hermans *et al.*, 2011). O passo seguinte deverá incidir na redução da suscetibilidade do bando à infeção, através da utilização de aditivos na alimentação e água, vacinação ou reprodução seletiva (EFSA, 2011; Hermans *et al.*, 2011). O último passo deverá focar-se na redução da carga bacteriana de *Campylobacter* no ceco de aves infetadas, antes do seu abate, reduzindo assim a contaminação da superfície da carcaça (através da utilização de por exemplo, bacteriófagos ou bacteriocinas) (EFSA, 2011; Hermans *et al.*, 2011). Adicionalmente promover a melhoria da saúde e bem-estar animal poderá ser também importante na diminuição da infeção dos animais (Humphrey, 2006; Hermans *et al.*, 2011).

4.1.1. Medidas de Biossegurança

As medidas de biossegurança têm como objetivo geral reduzir a probabilidade de introdução de perigos e contribuir para que a carne seja o mais segura e adequada para o consumo humano, protegendo as aves de potenciais fontes de infeção vindas do exterior (Humphrey *et al.*, 2007; EFSA, 2011).

A implementação de medidas restritas de biossegurança poderá ser uma arma efetiva no controlo da disseminação de *Campylobacter* (Newell *et al.*, 2011), sendo efetivamente considerada por alguns autores como a única medida de intervenção realmente eficaz no controlo de *Campylobacter* (WHO, 2012).

Em teoria, uma exploração avícola moderna, com manutenção correta e sujeita a medidas restritas de biossegurança aplicadas de forma consistente, seria livre não só de *Campylobacter* mas também de outros agentes patogénicos. No entanto, na prática, esse nível de biossegurança é difícil de atingir (EFSA, 2011).

De facto, devido à sua baixa dose infetante, é difícil prevenir a introdução de *Campylobacter* num pavilhão, pelo que se torna indispensável manter uma barreira higiénica eficaz e permanente em todas as fases da produção (Newell *et al.*, 2011; EFSA, 2011). As medidas devem ser portanto aplicadas contemplando diversos parâmetros que descrevemos de seguida.

4.1.1.1. Condições estruturais

Existe uma associação entre a contaminação ambiental e a meteorologia (Hansson *et al.*, 2007), ocorrendo uma maior frequência de positividade para *Campylobacter* após um período de chuva (Newell *et al.*, 2011). Neste sentido é importante eliminar a existência de água estagnada da exploração (Herman *et al.*, 2003; Bull *et al.*, 2006).

As zonas com solo ou relva devem ser substituídas por zonas compostas por outros materiais que possibilitem uma melhor limpeza, de modo a melhorar a higiene geral da exploração pois facilitam a sua limpeza e secagem (Humphrey *et al.*, 2007), além de dissuadir os roedores (FSAI, 2011). Na zona circundante aos pavilhões deve ser implementada uma zona de drenagem composta por pedras/cascalho com cerca de 1 metro e uma zona sem vegetação com pelo menos três metros (Figura 3) (FSAI, 2011).



Figura 3 - Zona circundante de um pavilhão de aves (1-zona de drenagem; 2-zona sem vegetação) (Adaptado de: FSAI, 2011).

4.1.1.2. Barreiras higiénicas

A implementação de barreiras higiénicas poderá ser importante na diminuição da disseminação de *Campylobacter* (Newell *et al.*, 2011), já que alguns autores referem que o uso efetivo destas pode diminuir o risco de infeção do bando em cerca de 50% (Van de Giessen *et al.*, 1998; Evans & Sayers, 2000).

Apesar da existência de uma diversidade de barreiras higiénicas, o seu objetivo deverá ser sempre criar uma delimitação clara entre a zona suja e a zona limpa (Newell *et al.*, 2011; EFSA, 2011). Para o efeito poderá ser utilizada por exemplo, uma barreira física (Figura 4) ou uma simples linha pintada no chão do pavilhão (Newell *et al.*, 2011; EFSA, 2011).



Figura 4 - Barreira física na antecâmara de um pavilhão (Adaptado de: FSAI, 2011).

A rápida disseminação de *Campylobacter* numa exploração a partir do instante em que esta é contaminada poderá sugerir que os procedimentos de higiene devem ser realizadas não só à entrada do pavilhão mas também à saída (Newell *et al.*, 2011; Ridley *et al.*, 2011).

A higiene dos trabalhadores da exploração é um fator preponderante na redução do risco de infeção por *Campylobacter* (Humphrey *et al.*, 2007; Newell *et al.*, 2011).

As barreiras higiénicas devem assegurar a execução de vários procedimentos nomeadamente, a mudança de roupa e calçado ou a colocação de vestuário de proteção, assim como a correta higienização das mãos e a utilização efetiva dos pedilúvios (Figura 5) (Humphrey *et al.*, 2007; Newell *et al.*, 2011).

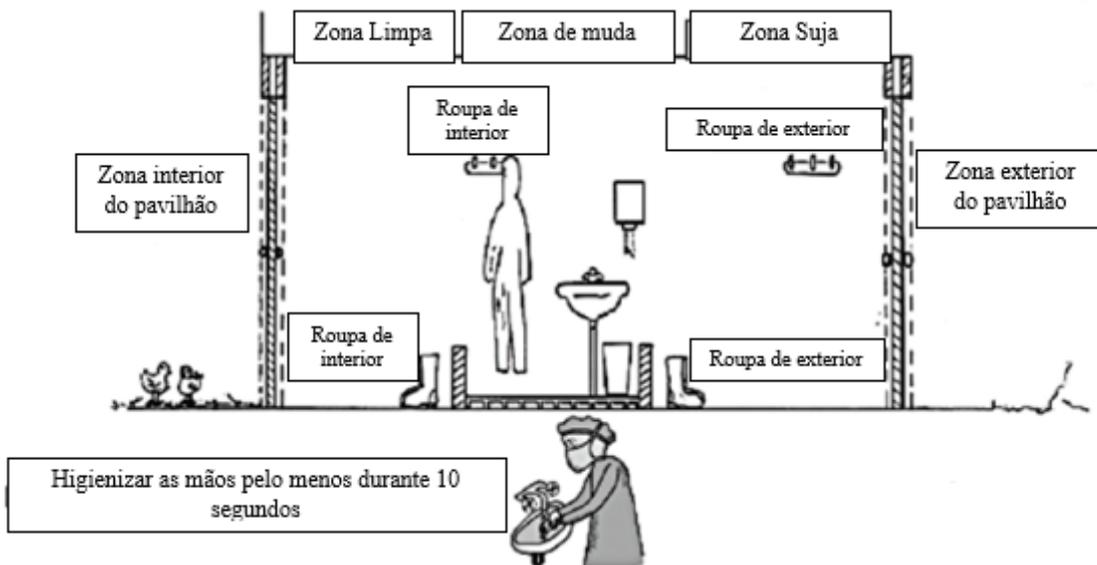


Figura 5 - Figura ilustrativa de procedimentos a adotar na antecâmara do pavilhão (Adaptado de: FSAI, 2011).

De facto, a utilização efetiva de pedilúvios, de calçado e vestuário para uso restrito na exploração, assim como a utilização de capas protetoras de calçado estão associados a um menor risco de infeção dos bandos (Newell *et al.*, 2011). Segundo um estudo realizado no Reino Unido, a substituição regular dos pedilúvios pode influenciar a redução das taxas de infeção em 50% (Humphrey *et al.*, 2007). Gibbens e col. (2001) referem que a substituição do pedilúvio duas vezes por semana esta associada a uma diminuição significativa do risco de infeção dos bandos.

4.1.1.3. Número de pavilhões e dimensão dos bandos

As explorações com um maior número de pavilhões apresentam uma maior probabilidade de ocorrência de infeção, mesmo quando implementado o sistema *all-in all-out* (“tudo dentro, tudo fora”), não só pela possibilidade de contaminação dos bandos entre si, mas também devido à contaminação ambiental (Guerin *et al.*, 2007; Lyngstad *et al.*, 2008; McDowell *et al.*, 2008). O número de aves no mesmo local deve, portanto, ser limitado, no entanto, caso tal não seja possível, devem ser adotadas medidas complementares de biossegurança (Newell *et al.*, 2011; EFSA, 2011).

De acordo com Barrios e col. (2006) também o aumento do número de animais que constituem os bandos parece estar associado ao aumento do risco de infeção, sendo que como justificação se aponta para o facto de bandos maiores permitirem mais possibilidades de introdução de *Campylobacter* devido a existência de mais movimentos de pessoal, assim como maior volume de água e ar. No entanto, a associação entre a positividade dos bandos, a sua densidade (aves por metro

quadrado) e dimensão não é ainda consensual, existindo vários estudos contraditórios (Berndtson *et al.*, 1996; Evans & Sayers, 2000).

4.1.1.4. Pragas

A presença de animais (como cães, gatos, roedores, coelhos, raposas, aves silvestres, entre outros) deve ser diminuída, não só devido ao facto de as fezes destes animais poderem constituir uma fonte de contaminação direta, como ambiental, consequentemente elevando o risco de infeção para as aves (Newell *et al.*, 2011).

Alguns autores referem a existência de uma variação sazonal da prevalência nos bandos de *Campylobacter*, encontrando-se diminuída no inverno e aumentada no verão e outono (Bouwknegt *et al.*, 2004; Barrios *et al.*, 2006; EFSA, 2010b). No entanto, poderá existir uma variação da época entre países, relacionada com a latitude (EFSA, 2010b). A sazonalidade identificada indica que a importância relativa dos potenciais reservatórios e formas de transmissão pode variar ao longo do ano (Newell *et al.*, 2011).

A variação sazonal poderá estar relacionada com o período de reprodução das moscas, apontadas como importantes vetores da infeção durante o período de maior calor (Hald *et al.*, 2004; Nichols, 2005; Hald *et al.*, 2007). Outros autores associam também este fenómeno às aves migratórias (Pacha *et al.*, 1988; Jacobs-Reitsma, 1997) e aos besouros (EFSA, 2011).

Apesar de as moscas não serem infetadas por *Campylobacter*, ao contactarem com fezes de animais infetados vão comportar-se como um vetor mecânico de infeção (Hald *et al.*, 2004; Hald *et al.*, 2008). Segundo Shane e col. (1985), mais de 20% da superfície externa e 70% das vísceras das moscas podem estar contaminadas com *Campylobacter*. Hald e col. 2007 referem que na Dinamarca, as moscas podem ter causado a infeção de 2/3 dos bandos infetados durante o pico sazonal, no entanto a colocação de redes mosquiteiras nos pavilhões mostrou-se eficaz, observando-se uma diminuição na positividade dos bandos em cerca de 60%.

A presença de roedores na exploração parece estar também associada a positividade dos bandos (McDowell *et al.*, 2008), ainda que a sua evidência como fontes de infeção na exploração possa ser considerada circunstancial (Newell *et al.*, 2011).

4.1.1.5. Ventilação

Após a infeção de um bando, o ar dentro e fora dos pavilhões fica contaminado sendo esta grandemente influenciada pelo sistema de ventilação implementado (Pearson *et al.*, 1993; Newell *et al.*, 2011). A ventilação possui, portanto, um papel relevante na disseminação de *Campylobacter* pelos bandos de aves (Barrios *et al.*, 2006).

A ventilação vertical esta associada a bandos infetados com *Campylobacter*. Devido às suas características estruturais, este tipo de ventilação, dificulta a execução correta das ações de limpeza e desinfecção, além de funcionar também como uma fonte de calor para as aves selvagens podendo estas constituir um foco de introdução de fezes contaminadas com *Campylobacter* dentro do pavilhão (Barrios *et al.*, 2006).

A ventilação horizontal, por outro lado, possibilita uma mais fácil limpeza e desinfecção (Gibbens *et al.*, 2001).

4.1.1.6. Higienização

Um programa de controlo de *Salmonella* eficaz pode ter efeitos benéficos também sobre o controlo de *Campylobacter* e de outros microrganismos, uma vez que *Campylobacter* é mais sensível à higienização do que *Salmonella*. Uma higienização realizada de forma efetiva é portanto indispensável e uma ferramenta importante no combate da disseminação de *Campylobacter* (Humphrey *et al.*, 2007).

Alguns autores referem que após a realização das ações de higienização não foi identificada a presença de *Campylobacter* no interior dos pavilhões (Evans & Sayers, 2000; Herman *et al.*, 2003; Cardinale *et al.*, 2004). Parece estar implícito que a forma como é realizada a higienização dos pavilhões é de uma forma geral, eficiente na inativação de *Campylobacter* (Cardinale *et al.*, 2004; Newell *et al.*, 2011). Contudo, a formação adequada do pessoal é um elemento essencial para garantir a correta execução das atividades de higienização (Huneau-Salaün *et al.*, 2007; Newell *et al.*, 2011).

A existência de uma boa manutenção estrutural dos pavilhões é indispensável, de modo a facilitar as ações de limpeza e desinfecção (higienização) além de oferecer uma barreira efetiva contra a entrada de potenciais vetores (Newell *et al.*, 2011).

4.1.1.7. Fonte de água

A água representa uma potencial fonte de contaminação, onde *Campylobacter* pode sobreviver semanas, e portanto persistir nas pastagens e águas residuais, podendo atingir os lençóis freáticos e reservatórios de água (Hutchison *et al.*, 2004; Newell *et al.*, 2011). De facto, vários estudos concluíram que a utilização de água de fraca qualidade esta relacionada com o aumento do risco de contaminação dos bandos (Guerin *et al.*, 2007; Lyngstad *et al.*, 2008; Sparks, 2009). Deste modo, a exploração deve utilizar apenas água potável (Humphrey *et al.*, 2007; Newell *et al.*, 2011).

A utilização de produtos químicos no tratamento de água, como a cloração de rotina para a água potável, é normalmente eficaz contra *Campylobacter* (Gibbens *et al.*, 2001; Newell *et al.*, 2011). Estudos realizados *in vitro* demonstraram que a incorporação de ácidos orgânicos (como o ácido

lático) na água possui um forte efeito bactericida sobre *Campylobacter* (Chaveerach *et al.*, 2002; Chaveerach *et al.*, 2004).

4.1.1.8. Higiene ambiental e gestão de resíduos

A alimentação, as camas, a água e o ar podem representar uma potencial fonte de infeção por *Campylobacter* quando contaminadas (Newell *et al.*, 2011). Quer a alimentação quer as camas são normalmente livres de *Campylobacter* (Jacobs-Reitsma *et al.*, 1995), contudo, poderá existir contaminação destes durante o transporte e armazenamento, com fezes de aves selvagens (Newell *et al.*, 2011). No entanto, o risco de infeção pode aumentar até duas vezes quando se trata de camas húmidas (Bemdtson *et al.*, 1996).

Os resíduos dos animais, como camas (Figura 6) e cadáveres, podem constituir um reservatório de microrganismos de bandos anteriores (Herman *et al.*, 2003). De facto, se as camas previamente utilizadas estiverem a menos de 200 metros dos pavilhões, o risco de infeção para os bandos pode aumentar cinco ou mais vezes (Cardinale *et al.*, 2004; Arsenault *et al.*, 2007). Por outro lado, a retirada dos cadáveres da exploração diminui o risco de infeção (Evans & Sayers, 2000). Para prevenir que estes possam representar uma fonte de contaminação para bandos de aves subsequentes, deve existir um armazenamento e eliminação adequados dos resíduos da exploração (FSAI, 2011).



Figura 6 - Retirada de camas no final do período de produção.

4.1.1.9. Trabalhadores da exploração e visitantes

Para além dos diversos vetores de infeção identificados (roedores, insetos rastejantes e voadores, entre outros), o Homem tem um papel importante na disseminação de *Campylobacter* pelos bandos de aves (Evans & Sayers, 2000; Cardinale *et al.*, 2004; EFSA, 2011), tendo já sido isolado a partir das mãos, vestuário e calçado de pessoal relacionado com atividades desenvolvidas da exploração (Herman *et al.*, 2003; Ramabu *et al.*, 2004).

De facto, os visitantes, em particular as equipas de apanha de aves, e o pessoal responsável pela manutenção, constituem fatores de risco para a colonização do bando, uma vez, que estes normalmente transitam de uma exploração para outra, com seus próprios equipamentos, botas e vestuário, muitas vezes em desrespeito pelas regras de higiene e biossegurança (EFSA, 2011; Newell *et al.*, 2011).

No entanto, a formação do pessoal assim como o seu empenho na realização das atividades desempenhadas podem prevenir a disseminação de *Campylobacter* pelos bandos (Berndtson *et al.*, 1996; Barrios *et al.*, 2006; Newell *et al.*, 2011).

Fatores como o número elevado de visitas a determinado pavilhão e o número de trabalhadores da exploração encarregues de determinado pavilhão, aumentam o risco de infeção (Refrégier-Petton *et al.*, 2001; Huneau-Salaün *et al.*, 2007). As visitas devem, portanto, ser limitadas ao pessoal essencial (Humphrey *et al.*, 2007).

4.1.1.10. Realização de desbastes

Por razões de bem-estar animal, existe uma limitação legal da densidade de aves por pavilhão, de modo a assegurar que o espaço é suficiente para as aves a medida que se aproximam do peso necessário para o abate. Neste sentido, podem ser colocadas nos pavilhões um maior número de aves desde de que os animais em excesso sejam removidos antes de os limites de bem-estar (com base no peso por metro quadrado) sejam ultrapassados.

Os animais em excesso são retirados para abate normalmente durante a última semana do período de produção (desbaste) (Humphrey *et al.*, 2007; EFSA, 2011), o que significa um aumento do risco de infeção por *Campylobacter*, para as restantes aves do bando (Hald *et al.*, 2001; Refrégier-Petton *et al.*, 2001; Bouwknecht *et al.*, 2004).

O stress causado pelo pessoal da apanha ao entrar nos pavilhões durante os desbastes, aliado ao incumprimento das regras de biossegurança, permitem uma predisposição maior para a infeção, o que poderá ser a causa para o aumento da contaminação (EFSA, 2011; Lawes *et al.*, 2012).

Lawes e col. (2012) referem a existência de um maior risco de infeção, quando o desbaste foi realizado quatro dias antes da retirada das restantes aves do bando, o que poderá estar associado ao tempo necessário para a disseminação e infeção das restantes aves. Deste modo, e tendo em conta que a realização de desbastes é uma prática recorrente na indústria e para a qual não existe alternativa

imediate a curto prazo, encurtar o tempo entre a realização do desbaste e a retirada do restante bando, poderia ser uma medida a implementar para a redução do risco de disseminação de *Campylobacter* pelos bandos (Newell *et al.*, 2011; Lawes *et al.*, 2012).

4.1.1.11. Vazio sanitário

Em caso de infeção de um bando de aves com *Campylobacter*, todo o pavilhão e a área circundante poderá conter bactérias (Hiett *et al.*, 2002; Herman *et al.*, 2003), que irão persistir durante semanas (Johnsen *et al.*, 2006), podendo significar um risco acrescido para os bandos subsequentes nesse mesmo pavilhão (Newell *et al.*, 2011). Um estudo realizado em França, concluiu que a realização de um vazio sanitário mais longo, com cerca de 25 dias em vez de 15 a 20 dias diminui o risco de infeção (Refrégier-Petton *et al.*, 2001).

4.1.2. Outras medidas de controlo

4.1.2.1. Cuidados nutricionais

A alteração na composição da alimentação, nomeadamente através da suplementação alimentar com aditivos químicos, como ácidos orgânicos, bem como agentes biológicos como os utilizados no mecanismo de exclusão competitiva, poderá promover uma melhoria geral da saúde gastrointestinal, e portanto contribuir para o controlo de *Campylobacter* (Hermans *et al.*, 2011; EFSA, 2011).

Embora o mecanismo exato de exclusão não seja totalmente compreendido, e algumas experiências realizadas tenham de facto mostrado que a microflora de exclusão competitiva pode efetivamente prevenir a colonização de *Campylobacter* no intestino do frango (Hermans *et al.*, 2011), o seu sucesso é ainda inconsistente (Mead, 2000; Stern *et al.*, 2001; Wagner, 2006), pelo que existem ainda uma série de obstáculos para a sua aceitação por parte da indústria avícola e agências reguladoras (Mead, 2000; Wagner, 2006).

4.1.2.2. Bacteriocinas e bacteriófagos

A aplicação de bacteriocinas em frangos de carne infetados antes do abate, aparenta reduzir a contagem cecal de *Campylobacter*, no entanto estes resultados são baseados em estudos experimentais sendo necessária validação *in vivo* (EFSA, 2011).

Já os bacteriófagos, a sua aplicação em aves para reduzir a infeção cecal por *Campylobacter* aparenta ser promissora (Wagenaar *et al.*, 2005; Carrillo *et al.*, 2005), observando-se efetivamente uma

diminuição parcial do número de *Campylobacter* no ceco de frangos infetados. Contudo, cinco dias após a sua aplicação, as contagens bacterianas voltam para níveis próximos dos observados nas contagens iniciais, o que sugere considerar a sua eventual aplicação com sucesso em frangos imediatamente antes do abate, reduzindo assim a carga bacteriana cecal, e também a consequente contaminação da carcaça (Hermans *et al.*, 2011).

Apesar de aparentemente promissoras e de aplicáveis a nível comercial, a aplicação de bacteriocinas e bacteriófagos implica a existência de mais pesquisas nomeadamente acerca da sua eficácia a longo prazo (Hermans *et al.*, 2011).

4.1.2.3. Vacinação

Tendo em conta todos os obstáculos e dificuldades que o controlo de *Campylobacter* ao longo da cadeia alimentar compreende, e nomeadamente as dificuldades que representa a aplicação de medidas de biossegurança restritas, a vacinação poderia de facto ser uma medida complementar e diminuir ou mesmo prevenir a colonização das aves (Lin, 2009; EFSA, 2011; Hermans *et al.*, 2011).

No entanto, e apesar da existência de uma correlação entre o aumento dos níveis de anticorpos de *Campylobacter* e a redução dos níveis de colonização de *Campylobacter jejuni* em frangos (Zoete *et al.*, 2007), existem ainda muitos obstáculos nomeadamente no que diz respeito a sua reprodutividade (EFSA, 2011).

5. **CAMPYLOBACTER DURANTE O TRANSPORTE**

5.1. **Fontes de contaminação durante o transporte**

Durante a apanha, a carga, o transporte e até ao abate as aves estão sujeitas a grande stress que afeta não só a qualidade da carne mas também o seu teor microbiológico (EFSA, 2011). As operações de apanha (referenciadas no ponto 4.2.9) e colocação das aves nas caixas de transporte assim como o tempo de espera para o matadouro podem levar a um aumento de contaminações cruzadas (Slader *et al.*, 2002; Newell *et al.*, 2011).

Os veículos de transporte das aves para o abate, as caixas e os módulos de transporte, assim como outros materiais, podem representar uma potencial fonte de contaminação de *Campylobacter* (Slader *et al.*, 2002; Berrang *et al.*, 2003; Hansson *et al.*, 2005).

Durante o transporte as aves defecam frequentemente nas jaulas de transporte (Figura 7), podendo contaminar as aves que se encontram em localizações inferiores, levando ao aumento da contaminação das carcaças por *Campylobacter* (Stern *et al.*, 1995; Wesley *et al.*, 2009).



Figura 7 - Aves durante o transporte para o matadouro.

Adicionalmente, o tempo de espera no matadouro poderá estender-se por várias horas, tempo em que os animais estão confinados em caixas lotadas sem água ou alimentação, e em que a contaminação cruzada entre os animais continua, além dos problemas sobre o ponto de vista de bem-estar animal (EFSA, 2011).

Antes do transporte para o matadouro as aves são sujeitas a restrição alimentar e de água (durante o transporte), com o objetivo de diminuir o conteúdo a nível gastrointestinal, para minimizar desta forma o volume de fezes excretadas durante o transporte e desta forma diminuir a existência de contaminação, não só ambiental mas também ao nível da carcaça (Keener & Bashor, 2004; FSIS/USDA, 2010). No entanto, alguns estudos tem associado o aumento excessivo do tempo de jejum ao aumento da contaminação das aves (Northcutt *et al.*, 2003; Keener & Bashor, 2004). O tempo de privação de alimentação dos animais não deve exceder as 12 horas, uma vez que pode originar a deterioração da integridade das vísceras aumentando portanto a contaminação fecal das carcaças. Um período de jejum de 12 horas resulta numa combinação perfeita entre a limpeza intestinal e o rendimento da carcaça (Zuidhof *et al.*, 2004).

Devido aos múltiplos fatores envolvidos nas atividades que envolvem o transporte e culminam com o abate das aves, controlar a disseminação de *Campylobacter* torna-se sem dúvida uma tarefa árdua, no entanto devem ser tomadas medidas no sentido de tentar minimizar a ocorrência de eventuais contaminações cruzadas, algumas das quais referidas de seguida.

5.2. Medidas de controlo durante o transporte

A higienização com as concentrações recomendadas das caixas/gavetas de transporte de aves pode diminuir os níveis de *Campylobacter*. No entanto, e apesar de *Campylobacter* ser geralmente sensível a desinfetantes, não eliminam completamente a bactéria (Slader *et al.*, 2002; Peyrat *et al.*, 2008). Este facto parece estar associado ao design das caixas/gavetas de transporte que dificultam a execução da sua correta higienização (Allen *et al.*, 2008). O facto de as jaulas e os módulos serem fabricados com material não sujeito a corrosão, facilita também a sua correta higienização (FSAI, 2011).

A higienização deve ser validada através de análise microbiológica periódica e incorporadas no sistema de gestão da segurança alimentar (FSAI, 2011).

Devem ser implementados mecanismos para assegurar que as jaulas de transporte de aves, os módulos e veículos de transporte de aves assim como todos os equipamentos passíveis de transmitirem mecanicamente *Campylobacter* estejam efetivamente descontaminados (Newell *et al.*, 2011).

6. *CAMPYLOBACTER* NO MATADOURO

6.1. Fontes de contaminação no matadouro

O matadouro de aves apresenta características distintas de abate, como a elevada cadência de abate (Figura 8), características técnicas próprias, aliadas ao uso recorrente de água potável durante o abate o que dificulta a tarefa de prevenção de contaminações cruzadas (Borck & Pedersen, 2005).



Figura 8 - Linha de abate de matadouro de aves.

Adicionalmente, a contenção da disseminação de *Campylobacter* ao nível do matadouro é fortemente influenciada por todas as etapas que o antecedem (Lawes *et al.*, 2012).

As fontes de contaminação das carcaças e a forma pela qual *Campylobacter* se propaga pelas carcaças ainda não é totalmente clara (Peyrat *et al.*, 2008). Por outro lado, embora existam métodos para controlar a contaminação durante o abate, estes encontram-se limitados quer pela sua aplicabilidade, quer pela regulamentação comunitária imposta (Katsma *et al.*, 2007). Um estudo realizado durante três anos no Reino Unido, faz referência à existência de diversos fatores de risco associados a bandos infetados com *Campylobacter* no matadouro que incluem a realização de desbastes, o abate realizado entre junho e novembro, o aumento da idade das aves a abate, o aumento do tempo de transporte para o matadouro e o aumento recente da mortalidade do bando (Lawes *et al.*, 2012). Também fatores relacionados com o mau desempenho das operações de abate, como aumento da temperatura na sala de evisceração e a incorreta higienização, aumentam a probabilidade de ocorrência de carcaças contaminadas com *Campylobacter* (Peyrat *et al.*, 2008; Hue *et al.*, 2010).

6.2. Medidas de controlo no matadouro

Segundo a EFSA com base num estudo realizado em 2008 na UE em carcaças de frango, foi encontrada uma associação positiva entre a prevalência de bandos colonizados por *Campylobacter* e a frequência de contaminação de carcaças com *Campylobacter*. De facto, um bando colonizado foi cerca de 30 vezes mais propenso a originar carcaças contaminadas com *Campylobacter* (EFSA, 2010b).

Esta associação não é de facto surpreendente, alguns autores referem que a presença de *Campylobacter* a nível intestinal pode de facto contaminar o próprio ambiente do matadouro, e outras carcaças de bandos abatidos posteriormente durante a evisceração, e em outras etapas do processo do abate, através da água e equipamentos (Miwa *et al.*, 2003; Alter *et al.*, 2005; Rasschaert *et al.*, 2006). Ainda que outros refiram também a possibilidade de as carcaças contaminadas pelo conteúdo intestinal das aves infetadas dentro do mesmo bando durante o transporte e no matadouro, ser mais elevada do que a existência contaminações cruzadas entre bandos abatidos no mesmo local (Rasschaert *et al.*, 2006).

Segundo Hue e col. (2010) os níveis de prevalência de *Campylobacter* encontrados nas carcaças eram mais elevados que os níveis de prevalência no ceco, o que poderá significar que a contaminação cruzada ocorreu durante o processamento no matadouro. Miwa (2003) e Reich (2008) referem a existência de contaminação cruzada em quatro de cinco bandos livres de *Campylobacter* no matadouro.

Esta contaminação ocorre sobretudo durante as operações de depena e evisceração, podendo também suceder durante as operações de escaldão e de refrigeração, por contaminação cruzada (Takahashi *et al.*, 2006; Hue *et al.*, 2010; EFSA, 2011).

Devido à capacidade do agente patogénico sobreviver na água, em aerossóis, e no equipamento, é necessário identificar os pontos críticos onde a contaminação das carcaças pode ser controlada (Figueroa *et al.*, 2009). A aplicação dos princípios de análise de perigos e de pontos críticos de controlo, vulgarmente designada por HACCP, em todas as etapas no matadouro é portanto uma ferramenta importante para diminuir a contaminação (Humphrey *et al.*, 2007; EFSA, 2011; Habib *et al.*, 2012). Os pontos críticos de controlo e as boas práticas identificadas como fundamentais incluem o controlo das temperaturas, higienização, substituição frequente da água, tecnologia de contrafluxo no tanque de escaldão, manutenção adequada dos equipamentos, aumento do teor de cloro na água, uso de sprays de água clorada para equipamentos e superfícies de trabalho, retirada de todas as superfícies de contacto com as carcaças consideradas desnecessárias, entre outros (Mead *et al.*, 1995; White *et al.*, 1997). Os perigos identificados devem ser levados em conta no momento da implementação do sistema de HACCP e no controlo do risco no matadouro (Hue *et al.*, 2010).

Seguidamente referimos algumas recomendações e particularidades importantes a ter em conta ao longo do processo de abate das aves no que à contaminação por *Campylobacter* diz respeito.

6.2.1. Ordem de abate

Os bandos de animais positivos a *Campylobacter* devem ser abatidos no final das operações de abate, para deste modo diminuir o risco de ocorrência de contaminações cruzadas e consequentemente o risco para o consumidor (Peyrat *et al.*, 2008; Hue *et al.*, 2010).

6.2.2. Escaldão

A água do escaldão pode também promover a disseminação de *Campylobacter* pelas carcaças, não só devido à presença de matéria fecal das aves mas também devido a ocorrência de contaminações cruzadas (Reich *et al.*, 2008; EFSA, 2011).

Apesar de alguns estudos realizados terem verificado uma diminuição dos valores de *Campylobacter*, a temperatura da água de escaldão não é suficiente para eliminar por completo este agente (Humphrey *et al.*, 2007; Reich *et al.*, 2008). Por outro lado, as carcaças permanecem nos tanques de escaldão (Figura 9) por períodos bastante curtos, pelo que devem ser tomadas medidas para minimizar a disseminação de *Campylobacter*, nomeadamente: implementar tecnologia de contrafluxo no tanque de escaldão; aumentar o fluxo de água nos tanques uma vez que velocidades elevadas de água e agitação adequada diluem a matéria seca e a carga bacteriana no tanque; implementar sistemas de vários tanques (sistema de tanques múltiplos ou sucessivos), com lavagens intermédias das aves, para diminuir a contaminação (FSAI, 2011).



Figura 9 - Tanque de escaldão.

6.2.3. Depena

A máquina de depena deve estar corretamente alinhada tendo em consideração o tamanho da ave para prevenir a aplicação de excesso de pressão sobre as aves e deste modo minimizar a consequente saída de matéria fecal pela cloaca e assim diminuir a contaminação. Por outro lado, a utilização de taxas de água adequadas, assim como a correta execução da higienização dos equipamentos aliadas a uma manutenção regular do equipamento podem de facto diminuir a disseminação de *Campylobacter* (FSAI, 2011).

6.2.4. Evisceração

Também durante evisceração (Figura 10) poderá ocorrer um aumento da contaminação por *Campylobacter*, devido à expulsão do conteúdo cecal ou rutura das vísceras (Figuroa *et al.*, 2009; Hue *et al.*, 2010; EFSA, 2011). De modo a minimizar a ocorrência de contaminações os operadores devem garantir que o equipamento de evisceração se encontra convenientemente ajustado para o tamanho do bando antes do abate. Deve existir também uma monitorização do número de falhas ocorridas durante a evisceração, como a ocorrência de rutura intestinal, que irá no fundo ser reflexo de problemas existentes com o alinhamento do equipamento e portanto permitir a implementação de medidas corretivas nesse sentido (FSAI, 2011).



Figura 10 - Evisceração automática.

6.2.5. Refrigeração

Após a evisceração, as carcaças ainda se encontram quentes pelo que devem ser imediatamente refrigeradas para inibir o crescimento bacteriano (FSAI, 2011).

Apesar de não existir um intervalo de tempo estipulado para a realização da refrigeração, segundo o regulamento (CE) nº853/2004, após a realização da inspeção e evisceração, os animais abatidos devem ser limpos e refrigerados até atingirem uma temperatura que não seja superior a 4°C logo que possível. A refrigeração por ar, o sistema mais utilizado na UE, está de facto associado a diminuição do número de *Campylobacter* (EFSA, 2011; FSAI, 2011).

Segundo Hue e col. (2010), o elevado número de carcaças em suspensão nos ganchos da linha de abate durante a refrigeração, está associado ao aumento de contaminação das carcaças, pelo que a diminuição do número de carcaças transportadas na refrigeração, permitiria alcançar melhores resultados nomeadamente na eficiência de eliminação de *Campylobacter* das superfícies. Constataram ainda que a proximidade das carcaças na linha aumenta o risco de ocorrência de contaminação cruzada aumenta.

A lavagem das carcaças antes da sua entrada no túnel de refrigeração para remover a maior quantidade possível de resíduos da superfície das carcaças poderá minimizar a sua contaminação (FSAI, 2011).

6.2.6. Outras medidas de controlo

6.2.6.1. Sexagem das aves

A sexagem dos bandos e o abate dos bandos com base no seu sexo, deverá ser ponderada, uma vez que permitirá uma maior uniformização de tamanho das aves do abate, minimizando deste modo a existência de contaminação cruzadas no matadouro sobretudo durante as operações de evisceração e depena (FSAI, 2011).

6.2.6.2. Redução da idade dos bandos a abate

Existe uma associação entre o aumento da idade das aves e o consequente risco de colonização, uma vez que a carga microbiana do ceco aumenta com a idade das aves, pelo que diminuir a idade das aves a abate sobretudo nos meses de verão (quando a prevalência é mais elevada), poderá levar a uma diminuição na prevalência de *Campylobacter*, apesar de a medida ser economicamente pouco viável (Hue *et al.*, 2010; Newell *et al.*, 2011; FSAI, 2011).

6.2.6.3. Congelação

A congelação das carcaças de frango poderá ser uma medida efetiva na diminuição de *Campylobacter*, uma vez que representa um menor risco de contaminação do que a carne fresca (Humphrey *et al.*, 2007). De facto, a congelação das carcaças durante duas a três semanas está associada a uma redução de risco de mais de 90% (EFSA, 2011). Em alguns países como a Noruega, Islândia e Dinamarca esta é já uma medida recorrente (FSAI, 2011). Contudo, o mercado para frango congelado é ainda reduzido em alguns países pelo que deve existir uma aposta no controlo de *Campylobacter* ao longo da cadeia produtiva (FSAI, 2011).

6.2.6.4. Radiação

A utilização de radiação nos materiais utilizados no processamento, apesar de apenas permitida em alguns países, é eficaz na diminuição do número de *Campylobacter*, *Salmonella* e *Listeria monocytogenes* (Clavero *et al.*, 1994; Patterson, 1995).

A utilização de radiação gama também se mostrou efetiva na diminuição de *Campylobacter* na carcaça, contudo a sua utilização é proibida na UE (FSAI, 2011).

6.2.6.5. Tratamentos antimicrobianos

A utilização de descontaminantes químicos como por exemplo o ácido láctico, o ácido acético, o cloro / cloro acidificado e o fosfato trissódico, no tratamento das carcaças, reduz de facto significativamente a contaminação microbiana. Apesar de atualmente a sua utilização não ser atualmente permitida na UE, no futuro poderá ser admitida como complemento à biossegurança e boas práticas de higiene (FSAI, 2011).

7. **CAMPYLOBACTER E O CONSUMIDOR FINAL**

Além da manipulação da carne de aves crua, já referida anteriormente como a principal fonte de contaminação de *Campylobacter*, alguns autores referem a possibilidade de transferência da bactéria pela embalagem destes produtos e ocasionalmente também a carne vermelha pode ser contaminada (Taché & Carpentier, 2014; Harrison *et al.*, 2001).

A OMS definiu cinco pontos essenciais para uma alimentação mais segura: manter a limpeza da cozinha e seus equipamentos/utensílios, separar alimentos crus de cozinhados, cozinhar bem os alimentos, manter os alimentos a temperaturas seguras e usar água e matérias-primas seguras (WHO, 2006). Estes pontos aplicam-se também para o controlo de *Campylobacter*, pelo que o consumidor deve aplicar regras de higiene como: cozinhar bem a carne de aves, sempre que existir manipulação de carne fresca de aves lavar convenientemente as mãos, utilizar tábuas de corte específicas para alimentos de origem animal, lavar todos os utensílios e superfícies usados na preparação dos alimentos, após contacto com fezes de animais lavar as mãos, beber apenas água potável, beber leite pasteurizado, entre outros.

A preparação de uma refeição com alimentos contaminados, como carne de frango crua, pode levar à disseminação generalizada de *Campylobacter* por toda a área de preparação dos alimentos (Cogan *et al.*, 1999; Humphrey *et al.*, 2007).

As bactérias conseguem sobreviver em superfícies secas, mas são os locais húmidos da cozinha os mais propensos a sua sobrevivência e multiplicação, sendo as mãos o veículo mais eficaz de transferência de contaminação. Assim, a lavagem frequente das mãos após a manipulação de carne de aves ou as suas embalagens impõe-se (Beumer & Kusumaningrum, 2003; Taché & Carpentier, 2014).

Além da lavagem de mãos durante a preparação da refeição permitir uma diminuição na transferência de bactérias entre alimentos, mãos, facas e tábuas de corte, também a redução da manipulação pode ser crucial para diminuir a existência de contaminações cruzadas (Van Asselt *et al.*, 2008). Segundo De Jong e col. (2008), enxaguar as tábuas de corte com água quente a 68°C durante dez segundos mostrou-se efetivo na redução significativa das contaminações cruzadas e a disseminação de bactérias.

Uma das recomendações mais importantes para os consumidores é a de não lavar a carne das aves antes de a cozinhar (Figura 11), uma vez que ao procedermos à sua lavagem, vamos disseminar esta e outras bactérias, por diversos equipamentos e utensílios da nossa cozinha (Figura 12).

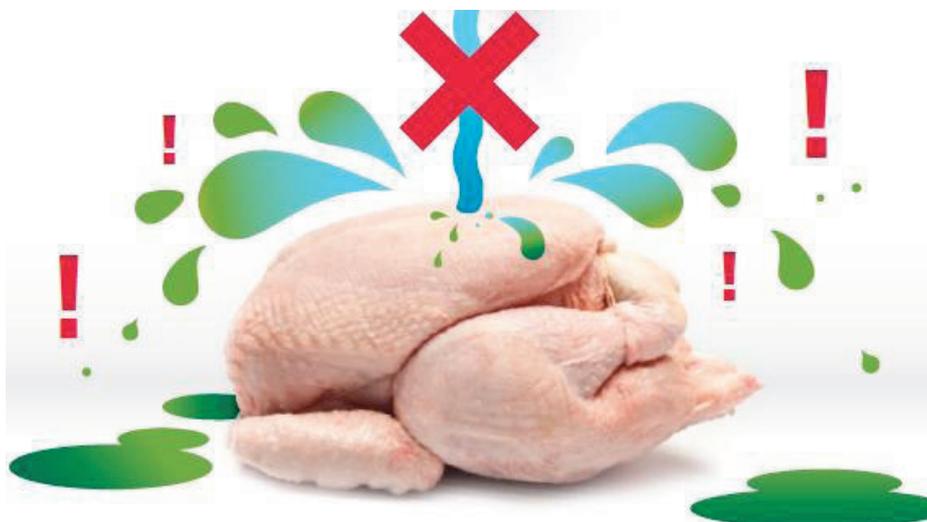


Figura 11 - Não lavar a carne de aves antes de a confeccionar (Adaptado de: Anónimo, 2013).



Figura 12 - *Campylobacter* e outras bactérias a serem disseminadas na cozinha aquando da lavagem de carne de aves (Adaptado de: Anónimo, 2014).

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos tem-se verificado efetivamente, um aumento da incidência da campilobacteriose humana, no entanto pode-se afirmar ainda que a maioria dos casos não chega a ser identificado e declarado.

Por outro lado, a crescente demanda mundial dos consumidores para carne de frango de baixo custo, a diminuição da população humana com imunidade adquirida, aliado também ao facto de *Campylobacter* fazer parte da flora intestinal de aves e ser um colonizador de excelência, parecem antever que a campilobacteriose continuará a ser uma importante patologia de origem alimentar na maioria dos países.

Face à importância crescente da campilobacteriose e numa perspetiva assente no conceito “one health”, impõe-se uma diminuição da prevalência de *Campylobacter*. Apesar de não ser consensual onde atuar especificamente numa tentativa de controlo de disseminação da doença, se através das medidas aplicadas na produção primária, se ao nível do matadouro, parece consensual afirmar que, se o número de bandos e carcaças infetados/contaminados com *Campylobacter* forem diminuídos, e os consumidores cumprirem com regras básicas de higiene alimentar, haverá uma repercussão positiva na saúde pública.

Torna-se portanto indispensável uma conjugação de esforços na melhoria das medidas de higiene gerais e através de intervenções adequadas ao longo da cadeia alimentar, desde a produção primária até ao consumidor.

Finalmente, urge também implementar ações de educação para a segurança alimentar dos consumidores, nomeadamente para as boas práticas de higiene e de confeção dos alimentos.

Deste trabalho de revisão bibliográfica resultaram três artigos que foram publicados em revistas técnico-científicas (Anexos I, II e III).

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen V.M., Burton C.H. and Wilkinson D.J. (2008) Evaluation of the performance of different cleaning treatments in reducing microbial contamination of poultry transport crates. *British poultry science*, 49(3), pp.233–40.
- Alter T., Gaull F., Froeb A. and Fehlhaber K. (2005) Distribution of *Campylobacter jejuni* strains at different stages of a turkey slaughter line. *Food Microbiology*, 22(4), pp.345–351.
- Anónimo (2013) Don't Wash Your Chicken, *Drexel University*. Disponível em: <http://drexel.edu/dontwashyourchicken/>. Acedido em 05/10/2014.
- Anónimo (2014) Don't wash raw chicken, *Food Standards Agency*. Disponível em: <https://www.food.gov.uk/news-updates/campaigns/campylobacter/fsw-2014>. Acedido em 05/10/2014.
- Arsenault J., Letellier A., Quessy S., Normand V. and Boulianne M. (2007) Prevalence and risk factors for *Salmonella* spp. and *Campylobacter* spp. caecal colonization in broiler chicken and turkey flocks slaughtered in Quebec, Canada. *Preventive Veterinary Medicine*, 81(4), pp.250–264.
- Barrios P.R., Reiersen J., Lowman R., *et al.* (2006) Risk factors for *Campylobacter* spp. colonization in broiler flocks in Iceland. *Preventive Veterinary Medicine*, 74(4), pp.264–278.
- Berndtson E., Emanuelson U., Engvall A. and Danielsson-Tham M.L. (1996) A 1-year epidemiological study of campylobacters in 18 Swedish chicken farms. *Preventive Veterinary Medicine*, 26(3-4), pp.167–185.
- Berndtson E., Danielsson-Tham M.L. and Engvall, A. (1996) *Campylobacter* incidence on a chicken farm and the spread of *Campylobacter* during the slaughter process. *International Journal of Food Microbiology*, 32(1-2), pp.35–47.
- Berrang M.E., Northcutt J.K., Fletcher D.L. and Cox N.A. (2003) Role of dump cage fecal contamination in the transfer of *Campylobacter* to carcasses of previously negative broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, 12, pp.190–195.
- Beumer R.R. and Kusumaningrum H. (2003) Kitchen hygiene in daily life. In *International Biodeterioration and Biodegradation*. pp. 299–302.

- Borck B. and Pedersen K. (2005) Pulsed-field gel electrophoresis types of *Campylobacter* spp. in Danish turkeys before and after slaughter. *International journal of food microbiology*, 101(1), pp.63–72.
- Bouwknegt M., Van De Giessen A.W., Dam-Deisz W.D.C., Havelaar A.H., Nagelkerke N.J.D. and Henken A.M. (2004) Risk factors for the presence of *Campylobacter* spp. in Dutch broiler flocks. *Preventive Veterinary Medicine*, 62(1), pp.35–49.
- Bull S.A., Allen V.M., Domingue G., *et al.* (2006) Sources of *Campylobacter* spp. colonizing housed broiler flocks during rearing. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(1), pp.645–652.
- Callicott K.A., Frioriksdóttir V., Reiersen J., *et al.* (2006) Lack of evidence for vertical transmission of *Campylobacter* spp. in chickens. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(9), pp.5794–5798.
- Cardinale E., Tall F., Guèye E.F., Cisse M. and Salvat S. (2004) Risk factors for *Campylobacter* spp. infection in Senegalese broiler-chicken flocks. *Preventive Veterinary Medicine*, 64(1), pp.15–25.
- Carrillo C.L., Atterbury R.J., El-Shibiny A., *et al.* (2005) Bacteriophage therapy to reduce *Campylobacter jejuni* colonization of broiler chickens. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(11), pp.6554–6563.
- Chaveerach P., Keuzenkamp D.A., Lipman L.J.A. and Van Knapen F. (2004) Effect of organic acids in drinking water for young broilers on *Campylobacter* infection, volatile fatty acid production, gut microflora and histological cell changes. *Poultry science*, 83(3), pp.330–334.
- Chaveerach P., Keuzenkamp D.A., Urlings H.A.P., Lipman L.J.A. and Van Knapen F. (2002) In vitro study on the effect of organic acids on *Campylobacter jejuni/coli* populations in mixtures of water and feed. *Poultry science*, 81(5), pp.621–628.
- Clavero M.R., Monk J.D., Beuchat L.R., Doyle M.P. and Brackett R.E. (1994) Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, salmonellae, and *Campylobacter jejuni* in raw ground beef by gamma irradiation. *Applied and environmental microbiology*, 60(6), pp.2069–2075.
- Cogan T.A., Bloomfield S.F. and Humphrey T.J. (1999) The effectiveness of hygiene procedures for prevention of cross-contamination from chicken carcasses in the domestic kitchen. *Letters in Applied Microbiology*, 29(5), pp.354–358.

- Conover M.R. and Vail R.M. (2015) *Escherichia coli* and Other Foodborne Diseases. In *Human Diseases From Wildlife*. CRC Press, pp. 134–137.
- Cox N.A., Richardson L.J., Maurer J.J., *et al.* (2012) Evidence for horizontal and vertical transmission in *Campylobacter* passage from hen to her progeny. *Journal of food protection*, 75(10), pp.1896–902. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23043845>.
- Cox N.A., Stern N.J., Wilson J.L., Musgrove M.T., Buhr R.T. and Hiatt K.T. (2002) Isolation of *Campylobacter* spp. from semen samples of commercial broiler breeder roosters. *Avian diseases*, 46(3), pp.717–720.
- Damjanova I., Jakab M., Farkas T., *et al.* (2011) From farm to fork follow-up of thermotolerant campylobacters throughout the broiler production chain and in human cases in a Hungarian county during a ten-months period. *International Journal of Food Microbiology*, 150(2-3), pp.95–102. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21864930>.
- Debruyne L., Gevers F. and Vandamme P. (2005) Taxonomy of the family Campylobacteraceae. In: Nackamkin I., Szymanski C. and Blaser M. (Eds.) *Campylobacter*. Washington DC: ASM Press, pp.3–27.
- Destro M.T. and Ribeiro V.B. (2014) Foodborne Zoonoses. In: Dikeman M. and Devine C. (Eds.) *Encyclopedia of Meat Sciences*, pp.17 – 21.
- Doyle M.P. and Erickson M.C. (2006) Reducing the carriage of foodborne pathogens in livestock and poultry. *Poultry science*, 85, pp.960–973.
- EFSA (2006) The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents, Antimicrobial Resistance and Foodborne Outbreaks in the European Union in 2005. *The EFSA Journal*, 94, p.288.
- EFSA (2010a) Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Campylobacter* in broiler batches and of *Campylobacter* and *Salmonella* on broiler carcasses in the EU; Part A: *Campylobacter* and *Salmonella* prevalence estimates. *EFSA Journal*, 8(3), p.1503.
- EFSA (2010b) Analysis of the baseline survey on the prevalence of *Campylobacter* in broiler batches and of *Campylobacter* and *Salmonella* on broiler carcasses in the EU, 2008; Part B: Analysis of factors associated with *Campylobacter* colonisation of broiler batches. *EFSA Journal*, 8(8), p.1522.

- EFSA (2011) Scientific Opinion on Campylobacter in broiler meat production: control options and performance objectives and/or targets at different stages of the food chain. *EFSA Journal*, 9(4), pp.1–141.
- EFSA BIOHAZ (2010) Scientific Opinion on Quantification of the risk posed by broiler meat to human campylobacteriosis in the EU. *European Food Safety Authority*, 8(1), pp.1–89.
- EFSA and ECDC (2013) The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses , Trends and Sources of Zoonoses , Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2011. , 11(4), p.250.
- EFSA and ECDC (2014) The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses , Trends and Sources of Zoonoses , Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2012. *EFSA Journal*, 12(2), p.312.
- EFSA and ECDC (2015) Trends and Sources of Zoonoses and Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2011. *EFSA Journal*, 9(1), pp.1–378. Disponível em: http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2090.htm?WT.mc_id=EFSAHL01&emt=1.
- Ellis-Iversen J., Jorgensen F., Bull S., Powell L., Cook A.J. and Humphrey T.J. (2009) Risk factors for Campylobacter colonisation during rearing of broiler flocks in Great Britain. *Preventive Veterinary Medicine*, 89(3-4), pp.178–184.
- Epps S.V.R., Harvey R.B., Hume M.E., Phillips T.D., Anderson R.C. and Nisbet D.J. (2013) Foodborne Campylobacter: Infections, metabolism, pathogenesis and reservoirs. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10(12), pp.6292–6304.
- Evans S.J. and Sayers A.R. (2000) A longitudinal study of campylobacter infection of broiler flocks in Great Britain. *Preventive Veterinary Medicine*, 46(3), pp.209–223.
- Figueroa G., Troncoso M., López C., Rivas P. and Toro M. (2009) Occurrence and enumeration of Campylobacter spp. during the processing of Chilean broilers. *BMC microbiology*, 9, p.94.
- Fitzgerald C., Whichard J. and Fiels P.I. (2008) The Genus Campylobacter. In: Goldman E. and Green L. (Eds.) *Practical Handbook of Microbiology*. CRC Press, p. 864.
- FSAI (2011) *Report of the Scientific Committee of the Food Safety Authority of Ireland - Recommendations for a Practical Control Programme for Campylobacter in the Poultry Production and Slaughter Chain*, Dublin: Food Safety Authority of Ireland. Disponível em:

<https://www.google.com/url?q=http://www.fsai.ie/recommendationsforapracticalcontrolprogrammeforcampylobacterinthepoultryproductionandslaughterchain.html>.

FSIS/USDA (2010) Compliance guideline for controlling Salmonella and Campylobacter in poultry. *Third Edition*, p.52. Disponible em: http://www.fsis.usda.gov/PDF/Compliance_Guide_Controling_Salmonella_Campylobacter_Poultry_0510.pdf.

Gibbens J.C., Pascoe S.J.S., Evans S.J., Davies R.H. and Sayers A.R. (2001) A trial of biosecurity as a means to control Campylobacter infection of broiler chickens. *Preventive Veterinary Medicine*, 48(2), pp.85–99. Disponible em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167587700001896>.

Van Asselt E.D., De Jong A.E.I., De Jonge R. and Nauta M.J. (2008) Cross-contamination in the kitchen: Estimation of transfer rates for cutting boards, hands and knives. *Journal of Applied Microbiology*, 105(5), pp.1392–1401.

Van de Giessen A.W., Tilburg J.J., Ritmeester W.S. and Van der Plas J. (1998) Reduction of campylobacter infections in broiler flocks by application of hygiene measures. *Epidemiology and Infection*, 121(1), pp.57–66.

Guerin M.T., Martin W., Reiersen J., *et al.* (2007) A farm-level study of risk factors associated with the colonization of broiler flocks with Campylobacter spp. in Iceland, 2001-2004. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 49, p.18.

Habib I., Berkvens D., De Zuttler L., *et al.* (2012) Campylobacter contamination in broiler carcasses and correlation with slaughterhouses operational hygiene inspection. *Food Microbiology*, 29(1), pp.105–112. Disponible em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22029924>.

Hafez H.M. and Hauck R. (2014) Zoonoses with Public Health Relevance in Poultry. In A. Sing, ed. *Zoonoses - Infections Affecting Humans and Animals Focus on Public Health Aspects*. Bayer: Springer, pp. 109–112.

Hald B., Skovgård H., Bang D.D., *et al.* (2004) Flies and Campylobacter infection of broiler flocks. *Emerging Infectious Diseases*, 10(8), pp.1490–1492.

Hald B., Skovgård H., Pedersen K. and Bunkenborg H. (2008) Influxed insects as vectors for Campylobacter jejuni and Campylobacter coli in Danish broiler houses. *Poultry Science*, 87(7), pp.1428–1434.

- Hald B., Rattenborg E. and Madsen M. (2001) Role of batch depletion of broiler houses on the occurrence of *Campylobacter* spp. in chicken flocks. *Letters in Applied Microbiology*, 32(4), pp.253–256.
- Hald B., Sommer H.M. and Skovgård H. (2007) Use of fly screens to reduce *Campylobacter* spp. introduction in broiler houses. *Emerging Infectious Diseases*, 13(12), pp.1951–1953.
- Hansson I., Vågsholm I., Svensson L. and Olsson E.E. (2007) Correlations between *Campylobacter* spp. prevalence in the environment and broiler flocks. *Journal of Applied Microbiology*, 103(3), pp.640–649.
- Hansson I., Ederoth M., Andersson L., Vågsholm I. and Engvall E.O. (2005) Transmission of *Campylobacter* spp. to chickens during transport to slaughter. *Journal of Applied Microbiology*, 99(5), pp.1149–1157.
- Harrison W.A., Griffith C.J., Tennant D. and Peters A.D. (2001) Incidence of *Campylobacter* and *Salmonella* isolated from retail chicken and associated packaging in South Wales. *Letters in Applied Microbiology*, 33(6), pp.450–454.
- Hazeleger W.C., Janse J.D., Koenraad P.M.F.J., Beumer R.R., Rombouts F.M. and Abee T. (1995) Temperature-dependent membrane fatty acid and cell physiology changes in coccoid forms of *Campylobacter jejuni*. Temperature-Dependent Membrane Fatty Acid and Cell Physiology Changes in Coccoid Forms of *Campylobacter jejuni*. *Applied and Environmental Microbiology*, 61(7), pp.2713–2719.
- Herman L., Heyndrickx M., Grijspeerdt K., Vandekerchove D., Rollier I. and De Zuttler L. (2003) Routes for *Campylobacter* contamination of poultry meat: epidemiological study from hatchery to slaughterhouse. *Epidemiology and Infection*, 131(3), pp.1169–1180.
- Hermans D., Van Deun K., Messens W., *et al.* (2011) *Campylobacter* control in poultry by current intervention measures ineffective: urgent need for intensified fundamental research. *Veterinary Microbiology*, 152(3-4), pp.219–28. Disponivel em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21482043>.
- Hiett K.L., Stern N.J., Fedorka-Cray P., Cox N.A., Musgrove M.T. and Ladely S. (2002) Molecular subtype analyses of *Campylobacter* spp. from Arkansas and California poultry operations. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(12), pp.6220–6236.

- Hu L. and Kopecko D.J. (2003) *Campylobacter* Species. In: Miliotis M.D. and Bier J.W. (Eds.) *International Handbook of Foodborne Pathogens*. Maryland: Marcel Dekker, pp. 181–189.
- Hue O., Le Bouquin S., Laisney M.J., *et al.* (2010) Prevalence of and risk factors for *Campylobacter* spp. contamination of broiler chicken carcasses at the slaughterhouse. *Food Microbiology*, 27(8), pp.992–999. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20832676>.
- Humphrey T. (2006) Are happy chickens safer chickens? Poultry welfare and disease susceptibility. *British poultry science*, 47(4), pp.379–391.
- Humphrey T., O'Brien S. and Madsen M. (2007) *Campylobacters* as zoonotic pathogens: A food production perspective. *International Journal of Food Microbiology*, 117(3), pp.237–257. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17368847>.
- Huneau-Salaün A., Denis M., Balaine L. and Salvat G. (2007) Risk factors for *Campylobacter* spp. colonization in French free-range broiler-chicken flocks at the end of the indoor rearing period. *Preventive Veterinary Medicine*, 80(1), pp.34–48. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17346830>.
- Hutchison M.L., Walters L.D., Moore A., Crookes K.M. and Avery S.M. (2004) Effect of length of time before incorporation on survival of pathogenic bacteria present in livestock wastes applied to agricultural soil. *Applied and Environmental Microbiology*, 70(9), pp.5111–5118.
- Jacobs-Reitsma W.F. (1997) Aspects of epidemiology of *Campylobacter* in poultry. *The Veterinary quarterly*, 19(3), pp.113–117.
- Jacobs-Reitsma W.F., van de Giessen A.W., Bolder N.M. and Mulder R.W. (1995) Epidemiology of *Campylobacter* spp. at two Dutch broiler farms. *Epidemiology and Infection*, 114(3), pp.413–421.
- Johnsen G., Kruse H. and Hofshagen M. (2006) Genetic diversity and description of transmission routes for *Campylobacter* on broiler farms by amplified-fragment length polymorphism. *Journal of Applied Microbiology*, 101(5), pp.1130–1139.
- De Jong A.E.I., Verhoeff-Bakkenes L., Nauta M.L. and De Jonge R. (2008) Cross-contamination in the kitchen: Effect of hygiene measures. *Journal of Applied Microbiology*, 105(2), pp.615–624.

- Katsma W.E.A., De Koeijer A.A., Jacobs-Reitsma W.F., Mangen M.J.J. and Wagenaar J.A. (2007) Assessing interventions to reduce the risk of *Campylobacter* prevalence in broilers. *Risk Analysis*, 27(4), pp.863–876.
- Keener K. and Bashor M. (2004) Comprehensive review of *Campylobacter* and poultry processing. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 3, pp.105–116. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1541-4337.2004.tb00060.x/abstract>.
- Law B. and Alcamo I.E. (2009) *Campylobacteriosis Deadly Diseases and Epidemics Series*, Infobase Publishing.
- Lawes J.R., Vidal A., Clifton-Hadley F.A., et al. (2012) Investigation of prevalence and risk factors for *Campylobacter* in broiler flocks at slaughter: results from a UK survey. *Epidemiology and Infection*, 140(10), pp.1725–1737. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22631874>.
- Lawson A.J. (2011) *Campylobacteriosis*. In: Palmer S.R., Soulsby L., Torgenson P.R. and Brown D.W.G. (Eds.) *Oxford Textbook of Zoonoses: Biology, Clinical Practice, and Public Health Control*. Oxford University Press, pp. 136–145.
- Lee M.D. and Newell D.G. (2006) *Campylobacter* in poultry: filling an ecological niche. *Avian diseases*, 50(1), pp.1–9.
- Levin R.E. (2007) *Campylobacter jejuni*: A Review of its Characteristics, Pathogenicity, Ecology, Distribution, Subspecies Characterization and Molecular Methods of Detection. *Food Biotechnology*, 21(4), pp.271–347.
- Lin J. (2009) Novel approaches for *Campylobacter* control in poultry. *Foodborne pathogens and disease*, 6(7), pp.755–765.
- Lyngstad T.M., Jonsson M.E., Hofshagen M. and Heier B.T. (2008) Risk factors associated with the presence of *Campylobacter* species in Norwegian broiler flocks. *Poultry science*, 87(10), pp.1987–1994.
- McDowell S.W.J., Menzies F.D., McBride S.H., et al. (2008) *Campylobacter* spp. in conventional broiler flocks in Northern Ireland: Epidemiology and risk factors. *Preventive Veterinary Medicine*, 84(3-4), pp.261–276. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18249451>.

- Mead G.C. (2000) Prospects for “Competitive exclusion” treatment to control salmonellas and other foodborne pathogens in poultry. *Veterinary Journal*, 159(2), pp.111–123.
- Mead G.C., Hudson W.R. and Hinton M.H. (1995) Effect of changes in processing to improve hygiene control on contamination of poultry carcasses with campylobacter. *Epidemiology and Infection*, 115(3), pp.495–500.
- Miwa N., Takegahara Y., Terai K., Kato H. and Takeuchi T. (2003) Campylobacter jejuni contamination on broiler carcasses of C. jejuni-negative flocks during processing in a Japanese slaughterhouse. *International Journal of Food Microbiology*, 84(1), pp.105–109.
- Nachamkin I. and Guerry P. (2005) Campylobacter Infections. In: Fratamico P.M., Bhunia A.K. and Smith J.L. (Eds.) *Foodborne Pathogens: Microbiology and Molecular Biology*. Horizon Scientific Press, pp. 284–294.
- Näther G., Alter T., Martin A. and Ellerbroek L. (2009) Analysis of risk factors for Campylobacter species infection in broiler flocks. *Poultry science*, 88(6), pp.1299–1305.
- Nauta M., Hill A., Rosenquist H., *et al.* (2009). A comparison of risk assessments on Campylobacter in broiler meat. *International Journal of Food Microbiology*, 129(2), pp.107–123. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19136176>.
- Newell D.G., Elvers K.T., Dopfer D., *et al.* (2011) Biosecurity-based interventions and strategies to reduce Campylobacter spp. on poultry farms. *Applied and environmental microbiology*, 77(24), pp.8605–14. Disponível em: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3233073&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>.
- Nichols G.L. (2005) Fly transmission of Campylobacter. *Emerging Infectious Diseases*, 11(3), pp.361–364.
- Northcutt J.K., Buhr R.J., Berrang M.E. and Fletcher D.L. (2003) Effects of replacement finisher feed and length of feed withdrawal on broiler carcass yield and bacteria recovery. *Poultry science*, 82(11), pp.1820–1824.
- O’Mahony E., Buckley J.F., Bolton D., Whyte P. and Fanning S. (2011) Molecular epidemiology of campylobacter isolates from poultry production units in Southern Ireland. *PLoS ONE*, 6(12).

- Pacha R.E., Clark G.W., Williams E.A. and Carter A.M. (1988) Migratory birds of central Washington as reservoirs of *Campylobacter jejuni*. *Canadian journal of microbiology*, 34(1), pp.80–82.
- Patterson M.F. (1995) Sensitivity of *Campylobacter* spp. to irradiation in poultry meat. *Letters in applied microbiology*, 20(6), pp.338–340.
- Pearson A.D., Greenwood M., Healing T.D., *et al.* (1993) Colonization of broiler chickens by waterborne *Campylobacter jejuni*. *Applied and Environmental Microbiology*, 59(4), pp.987–996.
- Perez-Perez G.I. and Kienesberger S. (2013) *Campylobacter*. In: Morris J.G. and Potter M.E. (Eds.) *Foodborne Infections and Intoxications*. Academic Press, pp. 165–177.
- Petersen L., Nielsen E.M. and On S.L.W. (2001) Serotype and genotype diversity and hatchery transmission of *Campylobacter jejuni* in commercial poultry flocks. *Veterinary Microbiology*, 82(2), pp.141–154.
- Peyrat M.B., Soumet C., Maris P. and Sanders P. (2008) Recovery of *Campylobacter jejuni* from surfaces of poultry slaughterhouses after cleaning and disinfection procedures: Analysis of a potential source of carcass contamination. *International Journal of Food Microbiology*, 124(2), pp.188–194. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18472175>.
- Ramabu S.S., Boxall N.S., Madie P. and Fenwich S.G. (2004) Some potential sources for transmission of *Campylobacter jejuni* to broiler chickens. *Letters in Applied Microbiology*, 39(3), pp.252–256.
- Rasschaert G., Houf K., Van Hende J. and De Zutter L. (2006) *Campylobacter* contamination during poultry slaughter in Belgium. *Journal of food protection*, 69(1), pp.27–33.
- Refrégier-Petton J., Rose N., Denis M. and Salvat G. (2001) Risk factors for *Campylobacter* spp. contamination in French broiler-chicken flocks at the end of the rearing period. *Preventive Veterinary Medicine*, 50(1-2), pp.89–100. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S0167-5877\(01\)00220-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-5877(01)00220-3).
- Reich F., Atanassova V., Haunhorst E. and Günter K. (2008) The effects of *Campylobacter* numbers in caeca on the contamination of broiler carcasses with *Campylobacter*. *International Journal of Food Microbiology*, 127(1-2), pp.116–120. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18657873>.

- Ridley A.M., Morris V.K., Cawthraw S.A., *et al.* (2011) Longitudinal molecular epidemiological study of thermophilic campylobacters on one conventional broiler chicken farm. *Applied and Environmental Microbiology*, 77(1), pp.98–107.
- Sahin O., Morishita T.Y. and Zhang Q. (2002) Campylobacter colonization in poultry: sources of infection and modes of transmission. *Animal health research reviews / Conference of Research Workers in Animal Diseases*, 3(2), pp.95–105.
- Sallam, K. (2007) Prevalence of Campylobacter in Chicken and chicken by-products retailed in Sapporo area, Hokkaido, Japan. *Food Control*, 18, pp.1113-1120.
- Shane S.M., Montrose M.S. and Harrington K.S. (1985) Transmission of Campylobacter jejuni by the housefly (*Musca domestica*). *Avian Diseases*, 29, pp.384–391.
- Silva J., Leite D., Fernandes M., Mena C., Gibbs P.A. and Teixeira P. (2011) Campylobacter spp. As a foodborne pathogen: A review. *Frontiers in Microbiology*, 2(SEP).
- Slader J., Domingue G., Jørgensen F., *et al.* (2002) Impact of transport crate reuse and of catching and processing on Campylobacter and Salmonella contamination of broiler chickens. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(2), pp.713–719.
- Snelling W.J., Matsuda M., Moore J.E. and Dooley J.S.G. (2005) Campylobacter jejuni. *Letters in applied microbiology*, 41, pp.297–302.
- Sparks N.H.C. (2009) The role of the water supply system in the infection and control of Campylobacter in chicken. *World's Poultry Science Journal*, 65(03), p.459. Disponível em: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0043933909000324.
- Stafford R.J., Schluter P., Kirk M., *et al.* (2007) A multi-centre prospective case-control study of campylobacter infection in persons aged 5 years and older in Australia. *Epidemiology and infection*, 135, pp.978–988.
- Stern N.J., Clavero M.R., Bailey J.S., Cox N.A. and Robach M.C. (1995) Campylobacter spp. in broilers on the farm and after transport. *Poultry science*, 74(6), pp.937–941.
- Stern N.J., Cox N.A., Bailey J.S., Berrang M.E. and Musgrove M.T. (2001) Comparison of mucosal competitive exclusion and competitive exclusion treatment to reduce Salmonella and Campylobacter spp. colonization in broiler chickens. *Poultry science*, 80(2), pp.156–160.

- Taché J. and Carpentier B. (2014) Hygiene in the home kitchen: Changes in behaviour and impact of key microbiological hazard control measures. *Food Control*, 35(1), pp.392–400. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0956713513003745>.
- Takahashi R., Shahada F., Chuma T. and Okamoto K. (2006) Analysis of *Campylobacter* spp. contamination in broilers from the farm to the final meat cuts by using restriction fragment length polymorphism of the polymerase chain reaction products. *International Journal of Food Microbiology*, 110(3), pp.240–245. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16806554>.
- Vandamme P. (2000) Taxonomy of the family *Campylobacter*. In: Nachamkin I. and Blaser M.J. (Eds.) *Campylobacter*. ASM Press, pp. 3–26.
- Wagenaar J.A., Newell D.G., Kalupahana R.S. and Mughini-Gras L. (2014) *Campylobacter*: Animal Reservoirs, Human Infections and Options for Control. In: A. Sing (Ed.) *Zoonoses - Infections Affecting Humans and Animals Focus on Public Health Aspects*. Bayern: Springer, pp. 159 – 178.
- Wagenaar J.A., Berger M.A.P.V., Mueller M.A., Wassenaar T.M. and Carlton R.M. (2005) Phage therapy reduces *Campylobacter jejuni* colonization in broilers. *Veterinary Microbiology*, 109(3-4), pp.275–283.
- Wagner R.D. (2006) Efficacy and food safety considerations of poultry competitive exclusion products. *Molecular Nutrition and Food Research*, 50(11), pp.1061–1071.
- Wesley I.V., Rostagno M., Hurd H.S. and Trampel D.W. (2009) Prevalence of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* in market-weight turkeys on-farm and at slaughter. *Journal of food protection*, 72(1), pp.43–8.
- White P.L., Baker A.R. and James W.O. (1997) Strategies to control *Salmonella* and *Campylobacter* in raw poultry products. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 16(2), pp.525–541.
- WHO (2006) *Five Keys to Safer Food Manual*, Geneva: World Health Organization. Disponível em: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43546/1/9789241594639_eng.pdf?ua=1.
- WHO (2010) *Salmonella and Campylobacter in Chicken Meat: Meating Report*. 19th Ed. Rome: World Health Organization.

- WHO (2012) *The Global View of Campylobacteriosis: Report of an Expert Consultation*, Utrecht: World Health Organization. Disponível em: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/80751/1/9789241564601_eng.pdf.
- Young K.T., Davis L.M. and Dirita V.J. (2007) *Campylobacter jejuni*: molecular biology and pathogenesis. *Nature reviews. Microbiology*, 5(9), pp.665–679.
- Zhang Q. (2008) *Campylobacteriosis*. In: Saif Y.M., Fadly A.M., Glisson J.R., McDougald L.R., Nolan L.K. and Swayne D.E. (Eds.) *Diseases of Poultry*. Iowa: Blackwell Publishing, pp. 675 – 689.
- Zoete M.R., van Putten J.P.M. and Wagenaar J.A. (2007) Vaccination of chickens against *Campylobacter*. *Vaccine*, 25 (30 SPEC. ISS.), pp.5548–5557.
- Zuidhof M.J., McGovern R.H., Schneider B.L., *et al.* (2004) Effects of feed withdrawal and livehaul on body weight, gut clearance, and contamination of broiler carcasses. *Journal of Applied Poultry Research*, 13, pp.472–80.

ANEXO I

CAMPILOBACTERIOSE, AVICULTURA E SAÚDE PÚBLICA A IMPORTÂNCIA DA BIOSSEGURANÇA NA EXPLORAÇÃO

Por: Pedro Padilha^{1*}, Teresa Letra Mateus^{1,2}, Humberto Rocha¹ /
*pedrpadilha@hotmail.com

¹ Departamento de Medicina Veterinária, Escola Universitária Vasco da Gama, Av. José R. Sousa Fernandes, Campus Universitário – Bloco B, Lordemão, 3020-210 Coimbra

² Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Instituto Politécnico de Viana do Castelo

O QUE É A CAMPILOBACTERIOSE?

A campilobacteriose é uma doença de caráter zoonótico (afeta os animais e o Homem), causada por bactérias do género *Campylobacter*^{1,2}. Das 17 espécies e 6 subespécies atribuídas ao género *Campylobacter*, *Campylobacter jejuni* (~90%) e *Campylobacter coli* (~10%) são as bactérias mais frequentemente associadas a campilobacteriose em humanos^{2,3,4,5,6,7}.

Apesar de as espécies referidas causarem doença nas pessoas, são transportadas no trato digestivo de vários animais domésticos e selvagens sem que isso lhes seja prejudicial. A bactéria já foi isolada em suínos, bovinos e ovinos com sintomatologia variada, mas estando mais frequentemente associada a gastroenterite. No entanto, a prevalência é mais significativa nas aves (Figura 1), motivo pelo qual a carne de aves é considerada como a principal fonte de infeção por *Campylobacter* para os consumidores⁸.



Figura 1
Pavilhão com frangos de carne.

QUAL É A SUA IMPORTÂNCIA EM AVICULTURA?

Os mamíferos e as aves (domésticos e selvagens) são considerados potenciais hospedeiros de *Campylobacter*, bactéria frequentemente encontrada no trato digestivo, e que por via fecal acaba a contaminar o ambiente, nomeadamente a água, o solo, as pastagens, as camas, entre outros, passando estes também a representar uma potencial fonte de infeção^{2,8,9,10}.

Nas aves, estas bactérias colonizam o trato intestinal, mais concretamente o intestino delgado e o ceco, podendo atingir números extremamente elevados de bactérias^{10,11}. O número de aves infetadas varia com a estação do ano: há um pico de prevalência no verão e uma diminuição nos meses de inverno^{8,10,11,12}.

A doença nas aves não provoca, na maioria das vezes, quaisquer sintomas, o que dificulta a identificação dos bandos infetados, e sugere uma boa adaptação da bactéria a este hospedeiro^{5,13}.

Existe uma necessidade urgente para reduzir a prevalência da doença em aves, quer os níveis de contaminação da carcaça^{1,8}. A realização de intervenções para controlar e prevenir a infeção de bandos de aves ao nível da exploração, passando pelo transporte, pelo abate, assim como por intervenções direcionadas para o correto processamento da carne, parecem ser a base para reduzir substancialmente a incidência de campilobacteriose humana⁹.

COMO SE TRANSMITE A DOENÇA NAS AVES?

A introdução de *Campylobacter* nos bandos pode ocorrer de diversas formas: por contaminação ambiental, por contaminação através de outros animais vivos infetados (aves, roedores ou insetos), pelo pessoal afetado à exploração, durante o transporte das aves para o matadouro e na execução das operações de abate no matadouro^{2,5,8,11,12,14,15}.

FONTES DE TRANSMISSÃO NA EXPLORAÇÃO

Alguns autores referem a possibilidade, ainda que controversa, de *Campylobacter* ser transmitida verticalmente, pelos bandos de progenitores à descendência^{12,13,16}, até porque a bactéria já foi encontrada no oviducto⁸, e em sémen de galos reprodutores^{8,9}. Contudo, outros consideram a transmissão vertical improvável⁸. A transmissão horizontal, com contaminação das aves a partir do ambiente, é considerada a principal via de infeção das aves, tendo sido identificados diversos fatores associados à infeção de bandos de aves domésticas por *Campylobacter* que incluem: a idade das aves, o sistema de produção, a falta de medidas de biossegurança (a presença de outros animais nos pavilhões/explorações, a transmissão mecânica por insetos, o ar con-

taminado adjacente aos pavilhões, a utilização de água contaminada, os maus sistemas de abeberamento, a falta de higiene geral das instalações, a presença de roedores na exploração, a época do ano, a realização e as técnicas de desbastes implementadas, a existência de vários pavilhões na exploração, o tamanho dos bandos, entre outros^{9,10,11,13,15,16}.

CARACTERÍSTICAS E MEDIDAS A IMPLEMENTAR NA EXPLORAÇÃO

Existe claramente a necessidade de diminuir o risco de infeção por *Campylobacter* para o Homem. Atuar na exploração de modo a prevenir a infeção dos bandos parece ser a medida mais efetiva. A primeira ave infetada no pavilhão poderá representar o ponto-chave para a transmissão, uma vez que atuará como um amplificador da infeção, que rapidamente se disseminará por todo o pavilhão e consequentemente por toda a exploração. Cada bando infetado com *Campylobacter*, vai representar maior risco de contaminação para outros bandos na exploração e para o ambiente⁹.

Em teoria o controlo da infeção por *Campylobacter* ao nível da exploração pode ser alcançado de diversas formas, incluindo através: da implementação de diversas medidas de higiene e de biossegurança, da suplementação com aditivos derivados de plantas para a alimentação, da aplicação de bacteriófagos, da vacinação, da imunização passiva e da aplicação de prebióticos e probióticos ou de bacteriocinas¹⁵.

É importante que se distingam as medidas de prevenção das de redução de infeção. As medidas de prevenção têm como objetivo a redução da probabilidade das aves se infetarem com *Campylobacter*, enquanto as medidas de redução de infeção têm como objetivo a redução da carga de *Campylobacter* ao nível do ceco em aves infetadas, antes do seu abate, reduzindo assim a contaminação da superfície da carcaça. A manutenção da saúde e bem-estar dos animais é fundamental para o controlo desta doença¹⁵.

BIOSSEGURANÇA - MEDIDAS FUNDAMENTAIS

As medidas de biossegurança têm como objetivo geral reduzir a probabilidade de introdução de perigos e contribuir para que a carne seja o mais segura para o consumo humano, prote-

gendo as aves de potenciais fontes de infeção vindas do exterior⁸. A biossegurança é uma arma efetiva no controlo da disseminação de *Campylobacter*⁹. Devido à baixa dose infetante (número de bactérias necessárias para infetar um animal), torna-se difícil prevenir a introdução de *Campylobacter* num pavilhão, pelo que se torna indispensável manter uma barreira higiénica eficaz e permanente em todas as fases da produção⁹. As medidas devem ser aplicadas contemplando diversos parâmetros que descrevemos de seguida.

INSTALAÇÕES

As explorações com um maior número de pavilhões têm uma maior probabilidade de ocorrência de infeção, mesmo quando implementado o sistema *all-in all-out* ("tudo dentro, tudo fora"), não só pela possibilidade de contaminação dos bandos entre si, mas também através da contaminação ambiental^{9,11,12}. A implementação de barreiras higiénicas na exploração é fundamental na diminuição da disseminação de *Campylobacter*⁹.

O perímetro das instalações deve estar limitado e os pontos de acesso devem ser restritos⁹. As visitas devem ser limitadas ao pessoal essencial⁸. Fatores como o número elevado de: visitas à exploração, de pessoal trabalhador, assim como o facto de o pessoal da exploração manipular outros animais na exploração (sobretudo aves), aumentam o risco de infeção dos bandos. Caso não seja possível limitar o número de aves no mesmo local, devem ser adotadas medidas complementares de biossegurança⁹.

Existe uma diversidade de barreiras higiénicas na entrada dos bandos de aves, o seu objetivo é sempre criar uma delimitação clara entre a zona suja e a zona limpa, por exemplo, por utilização de uma barreira física ou uma linha pintada no chão do pavilhão. As barreiras higiénicas também devem assegurar a mudança de roupa ou colocação de vestuário de proteção, assim como a troca de botas e lavagem de mãos^{8,14}. O uso efetivo de barreiras higiénicas pode diminuir o risco de infeção do bando em cerca de 50%⁹.

PRAGAS

A presença de animais (como cães, gatos, ratos, coelhos, raposas, aves silvestres, entre outros) deve ser diminuída. As fezes destes animais podem constituir uma fonte de contaminação ambiental ou direta para

as aves, elevando o risco de infeção para as mesmas⁹.

A variação sazonal da prevalência nos bandos de *Campylobacter* (maior no verão), dependente contudo da latitude¹⁷, poderá indicar que a importância relativa dos potenciais reservatórios e formas de transmissão pode variar ao longo do ano⁹. Nomeadamente, o período de reprodução das moscas, apontadas como importantes vetores da infeção, é maior durante o período de maior calor^{8,9}. Barrios *et al.* também associam este fenómeno às aves migratórias e Humphrey *et al.* fazem referência aos besouros^{8,13}. Apesar de as moscas não serem infetadas por *Campylobacter*, ao contactarem com fezes de animais infetados vão comportar-se como um vetor mecânico de infeção. Newell *et al.* referem que na Dinamarca, as moscas podem ter causado a infeção de 2/3 dos bandos infetados durante o pico sazonal, observando-se uma diminuição na positividade dos bandos em cerca de 60% após colocação de redes mosquiteiras⁹.

VENTILAÇÃO

Após infeção de um bando, o ar dentro e fora dos pavilhões fica contaminado sendo esta grandemente influenciada pelo sistema de ventilação implementado⁹. (Figura 2)



Figura 2
Ventilador de fluxo axial de parede.

A ventilação tem, portanto, um importante papel na disseminação de *Campylobacter* pelos bandos de aves, pelo que devem existir ações no sentido de garantir a integridade e higiene das estruturas de ventilação e equipamentos. A ventilação horizontal possibilita uma mais fácil limpeza e desinfecção. A ventilação vertical esta associada a bandos infetados com *Campylobacter*, já que devido às

suas características estruturais, a ventilação vertical dificulta a execução correta das ações de limpeza e desinfecção e funciona também como uma fonte de calor para as aves selvagens, podendo estas constituir um foco de introdução de fezes contaminadas com *Campylobacter* dentro do pavilhão¹³.

HIGIENIZAÇÃO

Deve existir uma boa manutenção dos pavilhões de modo a facilitar as ações de limpeza e desinfecção (higienização), além de oferecer uma barreira efetiva contra a entrada de potenciais vetores⁹. A substituição de zonas com solo ou relva por materiais que possibilitem uma higienização melhoram a higiene geral da exploração⁸. Um programa de controlo de *Salmonella* eficaz pode ter efeitos benéficos também sobre o controlo de *Campylobacter* e de outros microrganismos, uma vez que *Campylobacter* é mais sensível à higienização do que a *Salmonella*⁸.

Newell *et al.* referem que não foi identificada a presença de *Campylobacter* no interior dos pavilhões, após a realização das ações de higienização, quer a análise tenha sido realizada antes ou durante a introdução das aves. Aparentemente, a forma como é realizada a higienização dos pavilhões é, de uma forma geral, eficiente, no entanto, o empenho do operador na realização destas atividades deve ser um fator a ter em conta⁹.

Existe uma associação entre a contaminação ambiental e a meteorologia, ocorrendo uma maior frequência de positividade para *Campylobacter* após um período de chuva. A água representa uma potencial fonte de contaminação, onde estas bactérias podem sobreviver semanas⁹. A utilização de produ-

tos químicos no tratamento de água, como a cloração de rotina para a água potável é eficaz para controlo de *Campylobacter*. Para prevenir a contaminação e manter os níveis de risco baixos, a exploração deve utilizar apenas água potável e implementar medidas de biossegurança nesse sentido (rede de água clorada, cobrir e higienizar os reservatórios de água e as linhas de fornecimento de água entre bandos)^{8,9} (Figura 3).

HIGIENE DOS MANIPULADORES

A higiene dos trabalhadores da exploração (manipuladores) é um fator preponderante na redução do risco de infeção por *Campylobacter*^{8,9}. Devem ser implementadas barreiras higiénicas, como sistemas de lavagem de mãos, pedilúvios (Figura 4), entre outros. A utilização destes sistemas, assim como de calçado e vestuário para uso restrito na exploração e de capas protetoras de calçado, estão associados a um menor risco de infeção dos bandos⁹. A substituição regular dos pedilúvios pode influenciar a redução das taxas de infeção em 50%⁸. McDowell *et al.* concluíram que os bandos em que o pedilúvio era substituído a cada três a cinco dias, possuíam percentagens de infeção mais baixas, quando comparadas com aqueles em que apenas realizavam a sua substituição a cada 7 dias¹².

HIGIENE AMBIENTAL E GESTÃO DE RESÍDUOS

A alimentação, as camas, água, o ar podem representar uma potencial fonte de infeção por *Campylobacter* quando contaminadas⁹, nomeadamente durante o transporte e ar-



Figura 4

Pedilúvio na antecâmara de um pavilhão, antes da entrada da área onde se encontram as aves.

mazenamento com fezes de aves selvagens. O risco de infeção pode aumentar até 2 vezes quando se trata de camas húmidas¹⁸.

Os resíduos dos animais da exploração podem constituir um reservatório de *Campylobacter*. Newell *et al.* referem que o risco para os bandos pode aumentar 5 ou mais vezes, se as camas previamente utilizadas estiverem a menos de 200 metros do pavilhão. A retirada de aves mortas da exploração diminui o risco de infeção⁹.

DESBASTES E DENSIDADE DAS AVES

Por razões de bem estar animal, existe uma limitação da densidade de aves por pavilhão, de modo a assegurar que o espaço é suficiente para as aves. No entanto, com o intuito de aumentar a produtividade e consequentemente o retorno financeiro, os produtores implementam medidas como a realização de desbastes. Neste sentido, podem ser colocadas nos pavilhões mais aves de que as permitidas desde de que os animais em excesso sejam removidos antes de os limites de bem-estar (com base no peso por metro quadrado) sejam ultrapassados. As aves em excesso são retiradas normalmente 7 dias antes do abate (desbaste), o que significa um aumento do risco de infeção por *Campylobacter*, para as restantes aves do bando⁸.

O stress causado pelo pessoal da apanha ao entrar nos pavilhões durante os desbastes, além de muitas vezes em desrespeito das condições de biossegurança, permitem uma predisposição maior para a infeção¹¹. Lawes *et al.*



Figura 3

Frango em abeberamento (Adaptado de: http://www.avec-poultry.eu/system/files/archive/new-structure/avec/Annual_Report/2014/Version%20Finale.pdf).

faz referência à existência de um maior risco de infecção, em casos em que o desbaste foi realizado quatro dias antes da retirada do restante bando¹¹. Encurtar o tempo entre a realização do desbaste e a retirada do restante bando, poderia ser uma medida a implementar para a redução de *Campylobacter* nos bandos^{9,11}.

APANHA

As equipas da apanha das aves de transporte para o matadouro, devem fazer parte do pessoal afeto ao trabalho na exploração onde esta se irá realizar, e deverão manter medidas de higiene restritas^{9,13}.

A rápida disseminação de *Campylobacter* numa exploração sugere que os procedimentos de higiene devem ser realizados à entrada e à saída do pavilhão⁹.

VAZIO SANITÁRIO

Em caso de infecção de um bando de aves com *Campylobacter*, todo o pavilhão e área circundante poderão conter bactérias, que irão persistir durante semanas, podendo significar um risco acrescido para os bandos subsequentes nesse mesmo pavilhão⁹.

Um estudo realizado em França, concluiu que um vazio sanitário mais longo, com cerca de 25 dias, diminui o risco de infecção em comparação com os vazios sanitários de 15 – 20 dias⁹.

CUIDADOS NUTRICIONAIS

A alteração na composição da alimentação, nomeadamente através da suplementação alimentar com aditivos derivados de plantas, ou através da utilização de ácidos orgânicos como aditivos alimentares, poderá promover uma melhoria geral da saúde gastrointestinal, e portanto contribuir para o controlo de *Campylobacter*¹⁵.

A aplicação de bacteriófagos para reduzir a infecção cecal *Campylobacter* em aves aparenta ser promissora, os resultados indicam que os bacteriófagos eventualmente podem ser aplicados com sucesso em frangos de carne, imediatamente antes do abate, para reduzir a carga bacteriana cecal, e a consequente contaminação da carcaça¹⁵.

IMUNIZAÇÃO

Relativamente à vacinação com o objetivo de reduzir a suscetibilidade dos frangos de carne

à infecção por *Campylobacter*, foram realizados vários estudos, mas com resultados inconsistentes, pelo que não existe ainda uma vacina efetiva¹⁵.

No que diz respeito à imunização passiva, estudos experimentais mostraram que a infecção dos pintos pode ser inibida através da utilização de anticorpos. A administração oral de preparações de Imunoglobulinas de bovinos (a partir do leite) ou de aves (a partir de ovos) de animais hiperimunizados, conferiu uma proteção significativa para *Campylobacter jejuni* em aves. Também poderá ser uma estratégia importante para reduzir o número de bactérias no ceco antes do abate¹⁵.

Hermans *et al.* referem também a aplicação de bacteriocinas para reduzir a contagem cecal de *Campylobacter* em bandos de frangos de carne infetados. A utilização de bacteriocinas e bacteriófagos, apesar de ser promissora, aplicável comercialmente e ser facilmente administrada através da alimentação ou água, implica a existência de mais pesquisas acerca da sua eficácia a longo prazo¹⁵.

BIOSSEGURANÇA NA PRODUÇÃO DE FRANGO DO CAMPO

Relativamente à produção de frango do campo, há benefícios na implementação de medidas similares de biossegurança, mas em relação à infecção por *Campylobacter* ainda não são claros⁹. A prevalência de *Campylobacter* no caso do frango do campo e frango biológico é maior quando comparada com as aves criadas de forma intensiva, devido ao facto de possuírem contacto com o meio exterior e consequentemente com possíveis fontes de contaminação, como animais selvagens e outros domésticos, insetos, solo, entre outros^{6,9}. Newell *et al.* consideram que muitas aves são infetadas ainda antes do início do período de vida no exterior, pelo que possivelmente não haverá assim tantas diferenças entre os frangos de campo e os de produção intensiva, no que à prevalência de *Campylobacter* diz respeito até esta altura⁹. A implementação de estratégias alternativas ou complementares podem ser particularmente importantes para proteger da infecção por *Campylobacter* as aves criadas com acesso ao exterior⁹.

Apesar de todos os esforços ocorridos durante a última década, não existe ainda disponível uma medida de intervenção eficaz, confiável e prática para prevenir/reduzir a infecção de *Campylobacter* em aves¹⁵.

CONTAMINAÇÃO DURANTE O TRANSPORTE

O veículo de transporte das aves para o abate, as jaulas de transporte, os módulos de transporte, as cintas de transporte e outros materiais podem representar uma potencial fonte de contaminação de *Campylobacter*^{8,9,12,}.

Durante o transporte as aves frequentemente defecam nas jaulas de transporte (Figura 5), podendo contaminar as aves que se encontram em localizações inferiores, levando ao aumento da contaminação das carcaças por *Campylobacter*.



Figura 5
Jaulas de transporte de aves durante o transporte para abate.

Ainda que visualmente limpas, após a limpeza, as jaulas de transporte podem continuar a representar uma fonte de contaminação das aves. A utilização de detergente não elimina as bactérias presentes nas superfícies das jaulas de transporte. O armazenamento de jaulas de transporte de aves por um período de 48 horas entre usos resultou numa diminuição do número destas bactérias, no entanto, esta medida é pouco prática, quer devido aos custos quer pelo espaço necessário⁹.

Devem ser implementados mecanismos para assegurar que todos os equipamentos passíveis de transmitirem mecanicamente *Campylobacter* estejam efetivamente descontaminados⁹.

No próximo número da revista AGROTEC, falaremos da importância das boas práticas de higiene, no matadouro e nas nossas casas, para a prevenção desta doença. ■

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Nauta, M., Hill, A., Rosenquist, H., Brynestad, S., Fetsch, A., Van der Logt, P., Fazil, A., Christensen B., Katsma, E., Borck, B. e Havelaar, A. 2009. A comparison of risk assessments on *Campylobacter* in broiler meat/ *International Journal of Food Microbiology*, 129:107-123.
2. Peyrat, M., Soumet, C., Maris, P. e Sanders, P. 2008. Recovery of *Campylobacter jejuni* from surfaces of poultry slaughterhouses after cleaning and disinfection procedures: Analysis of a potential source of carcass contamination/ *International Journal of Food Microbiology*, 124:188-194.
3. Damjanova, I., Jakab, M., Farkas, T., Mészáros, J., Galántai, Zs., Turcsányi, L., Bistyák, A., Pászti, J., Kiss, I. e Kardos, G. 2011. From farm to fork follow-up of thermotolerant campylobacters throughout the broiler production chain and in human cases in a Hungarian county during a ten-months period/ *International Journal of Food Microbiology*, 150:95-102.
4. Lin, J. 2008. Novel Approaches for *Campylobacter* Control in Poultry/ *Foodborne Pathogens and Disease*, 6, 7:755-765.
5. Reich, F., Atanassova, V., Haunhorst, E. e Klein, G. 2008. The effects of *Campylobacter* numbers in caeca on the contamination of broiler carcasses with *Campylobacter*/ *International Journal of Food Microbiology*, 127:116-120.
6. Habib, I., Berkvens, D., De Zutter, L., Dierick, K., Van Huffele, X., Speybroeck, N., Geeraerd, A., e Uyttendaele, M. 2012. *Campylobacter* contamination in broiler carcasses and correlation with slaughterhouses operational hygiene inspection/ *Food Microbiology*, 29:105-112.
7. World Health Organization. (2011). *Campylobacter*. Disponível em <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs255/en/>. [consultado em 7-10-2014].
8. Humphrey, T., O'Brien, S. e Madsen, M. 2007. *Campylobacter*s as zoonotic pathogens: A food production perspective/ *International Journal of Food Microbiology*, 117:237-257.
9. Newell, D., Elvers, K., Dopfer, D., Hansson, I., Jones, P., James, S., Gittins, J., Stern, N., Davies, R., Connerton, I., Pearson, D., Salvat, G. e Allen, V. 2011. Biosecurity-Based Interventions and Strategies To Reduce *Campylobacter* spp. on Poultry Farms/ *Applied and Environmental Microbiology*, 77, 24:8605-8614.
10. Jore, S., Viljugrein, H., Brun, E., Heier, B., Borck, B., Ethelberg, S., Hakkinen, M., Kuusi, M., Reiersen, J., Hansson, I., Olsson Engvall, E., Løfdahl, M., Wagenaar, J., Pelt, W. e Hofshagen, M. 2010. Trends in *Campylobacter* incidence in broilers and humans in six European countries, 1997-2007/ *Preventive Veterinary Medicine*, 93:33-39.
11. Lawes, J., Vidal, A., Clifton-Hadley, A., Sayers, R., Rodgers, J., Snow, L., Evans, S. e Powell, L. 2012. Investigation of prevalence and risk factors for *Campylobacter* in broiler flocks at slaughter: results from a UK survey/ *Cambridge University Press*, 140:1725-1737.
12. McDowell, S., Menzies, F., McBride, S., Oza, A., McKenna, J., Gordon, A. e Neill, S. 2008. *Campylobacter* spp. in conventional broiler flocks in Northern Ireland: Epidemiology and risk factors/ *Preventive Veterinary Medicine*, 84:261-276.
13. Barrios, P., Reiersen, J., Lowman, R., Bisailon, JR., Michel, P., Fridriksdo 'ttir, V., Gunnarsson, E., Stern, N., Berke, O., McEwen, S. e Martin, W. 2006. Risk factors for *Campylobacter* spp. colonization in broiler flocks in Iceland/ *Preventive Veterinary Medicine*, 74:264-278.
14. European Food Safety Authority. (2014). *Campylobacter*. Disponível em <http://www.efsa.europa.eu/en/corporate/doc/factsheetcampylobacter.pdf>. [consultado em 17-10-2014].
15. Hermans, D., Van Deun, K., Messens, W., Martel, A., Van Immerseel, F., Haesebrouck, F., Rasschaert, G., Heyndrickx M., e Pasmans, F. 2011. *Campylobacter* control in poultry by current intervention measures ineffective: Urgent need for intensified fundamental research/ *Veterinary Microbiology*, 152:219-228.
16. Zweifel, C., Scheu, K., Keel, M., Renggli, F. e Stephan, R. 2008. Occurrence and genotypes of *Campylobacter* in broiler flocks, other farm animals, and the environment during several rearing periods on selected poultry farms/ *International Journal of Food Microbiology*, 125:182-187.
17. Hue, O., Le Bouquin, S., Laisney, M., Allain, V., Lalande, F., Petetin, I., Rouxel, S., Quesne, S., Gloaguen, P., Picherot, M., Santolini, J., Salvat, G., Bougeard, S. e Chemaly, M. 2010. Prevalence of and risk factors for *Campylobacter* spp. Contamination of broiler chicken carcasses at the slaughterhouse/ *Food Microbiology*, 27:992-999.
18. Huneau-Salaün, A., Denis, M., Balaine, L., e Salvat, G. 2007. Risk factors for *Campylobacter* spp. colonization in French free-range broiler-chicken flocks at the end of the indoor rearing period/ *International Journal of Food Microbiology*, 80:34-48.

PUB



Híbridos
**GEN
20**
A NOVA
GERAÇÃO



NOVO DKC 6031 Arrisca as
45 t. leite/ha

e por cada litro a mais, receberás o dobro.

ANEXO II



CAMPILOBACTERIOSE E SAÚDE PÚBLICA

A IMPORTÂNCIA DAS BOAS PRÁTICAS DE HIGIENE NO MATADOURO E EM NOSSA CASA

Por: Pedro Padilha¹ / Teresa Mateus^{1,2} / Humberto Rocha¹

pedrpadilha@hotmail.com

¹Departamento de Medicina Veterinária, Escola Universitária Vasco da Gama, Av. José R. Sousa Fernandes, Campus Universitário - Bloco B, Loredemão, 3020-210 Coimbra

²Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Instituto Politécnico de Viana do Castelo

O QUE É A CAMPILOBACTERIOSE?

No número anterior falamos da campilobacteriose, uma doença de carácter zoonótico (afeta os animais e o Homem), causada por bactérias do género *Campylobacter*^{1,2}. Como já então referido, a infeção por *Campylobacter* em humanos pode ser adquirida através da ingestão de leite cru não pasteurizado ou água, mas é o consumo de carne de aves, sobretudo de carne de frango fresca, que constitui a principal fonte de infeção para os consumidores³⁻⁵. Em 2012, um quarto das amostras de carne de frango fresca analisadas pela Autoridade para a Segurança Alimentar Europeia (EFSA, do inglês *European Food Safety Authority*) possuíam *Campylobacter*³.

Referimos que as medidas de biossegurança nas explorações de aves são fundamen-

tais para o seu controlo. Neste artigo queremos descrever as boas práticas de higiene ao nível do matadouro e da casa dos consumidores. Começamos por referir a importância global da campilobacteriose.

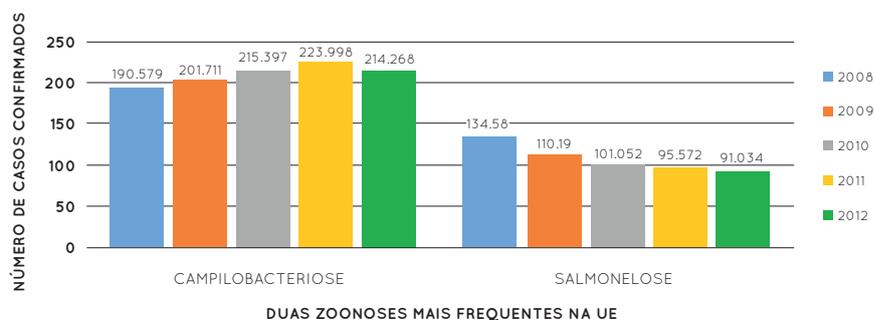


Figura 1

Número de casos confirmados de campilobacteriose e salmonelose entre 2008 e 2012 na UE.





Figura 2

Linha de abate de matadouro de aves.

IMPORTÂNCIA DA DOENÇA NO MUNDO, NA EUROPA E EM PORTUGAL

Nos países industrializados a campilobacteriose é considerada a causa mais frequente de gastroenterite aguda no Homem, ultrapassando mesmo as infeções causadas por *Salmonella*^{2,6,7}.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) aproximadamente 1% da população da Europa ocidental é infetada por *Campylobacter* todos os anos, e o número de casos tem vindo a aumentar nos últimos anos⁵.

A EFSA reportou recentemente que *Campylobacter* continuou a ser o agente de gastroenterite mais frequentemente declarado em infeções no Homem na União Europeia (UE)^{3,8}. Em 2012, a campilobacteriose humana foi a zoonose mais frequentemente declarada, com 214.268 casos confirmados. Entre 2008 e 2012, verificou-se um aumento do número de casos confirmados desta doença na UE (Figura 1), assim como uma tendência sazonal³.

O custo da campilobacteriose na UE, para os sistemas de saúde e com a perda de produtividade, é estimado pela EFSA como estando em torno de 2,4 mil milhões de euros por ano⁸.

Em Portugal, não existem ainda dados oficiais sobre a prevalência de *Campylobacter*. Recentemente, foi publicado, em Diário da República, o Despacho n.º 5681-A/2014, que define quais as doenças de notificação obrigatória, no qual foi incluída a campilobacteriose humana.

FONTES DE CONTAMINAÇÃO POR *CAMPYLOBACTER* NO MATADOURO

Para poder quantificar os riscos alimentares ao longo da cadeia produtiva é necessário sa-

ber como, onde e quando ocorre a contaminação. Só posteriormente se poderá proceder à introdução de medidas para redução de riscos (como a implementação de tecnologia) e de medidas de higiene restritas para redução do risco de contaminação das carcaças⁹.

De uma forma muito generalista, as instalações de abate devem ser divididas em, pelo menos, três áreas distintas: uma área para aves vivas, uma área de abate, e uma área de processamento⁹.

Um matadouro de aves, devido às características particulares de abate que possui (como por exemplo, a elevada cadência de abate - Figura 2 - e as características técnicas próprias aliadas ao uso recorrente de água potável durante o mesmo), a tarefa de prevenção de contaminações cruzadas está dificultada². Após o abate, as carcaças e miudezas das aves devem ser imediatamente refrigeradas de modo a reduzir o risco de agentes patogénicos se multiplicarem⁹.

No que diz respeito à carne de aves processada, a sua microflora natural é constituída por vários tipos de bactérias e leveduras, a maioria das quais também estão presentes nas aves vivas, como *Campylobacter* e *Salmonella*. A microflora é, portanto, transportada para a unidade de processamento na carcaça e no intestino das aves (sobretudo no ceco), podendo causar doença no consumidor, em função da sua patogenicidade e do número de bactérias no alimento. A soma desses fatores irá fortemente determinar se o consumidor estará em risco no momento do consumo⁹.

As fontes de contaminação das carcaças e a forma pela qual *Campylobacter* se propaga pelas carcaças ainda não é totalmente clara². Por outro lado, embora existam métodos para controlar a contaminação durante o abate, estes encontram-se limitados



Figura 3

Evisceração automática.



Figura 4

Escaldão.

quer pela sua aplicabilidade, quer pela regulamentação comunitária imposta^{4,10}. Um estudo realizado durante 3 anos no Reino Unido faz referência à existência de diversos fatores de risco associados à chegada de bandos infetados com *Campylobacter* ao matadouro, que incluem: a realização de desbastes nas explorações, o abate realizado entre junho e novembro, o aumento da idade das aves a abate, o aumento do tempo de transporte para o matadouro e o aumento recente da mortalidade do bando¹⁰. A prevalência da infeção do ceco aumenta com a idade das aves ao abate, pelo que diminuir a idade ao abate, apesar de economicamente pouco viável, pode também ser uma medida eficaz no controlo de *Campylobacter*^{4,11-13}.

CARACTERÍSTICAS E MEDIDAS A IMPLEMENTAR NO MATADOURO

O controlo da disseminação de *Campylobacter* ao nível do matadouro é fortemente influenciado por todas as etapas que o antecedem¹⁰. Foi encontrada uma correlação positiva entre o número médio de *Campylobacter* presente no conteúdo cecal de bandos infetados com *Campylobacter* e a sua contagem média nas carcaças em várias etapas de processamento, o que sugere que a redução de *Campylobacter* durante o processamento da carne pode ser alcançado através da redução do número de bactérias presentes no conteúdo cecal^{4,11}. Um estudo refere a existência de contaminação

cruzada em matadouro em quatro de cinco bandos livres de *Campylobacter*¹¹. Um outro conclui que os níveis de prevalência de *Campylobacter* encontrados nas carcaças eram mais elevados que os níveis de prevalência no ceco, o que sugere que a contaminação cruzada ocorreu durante o processamento no matadouro⁴. Há ainda autores que defendem que a possibilidade de contaminação das carcaças pelo conteúdo intestinal das aves infetadas dentro do mesmo bando durante o transporte e no matadouro é maior do que a da existência contaminações cruzadas entre bandos abatidos no mesmo matadouro².

A contaminação fecal proveniente de bandos infetados poderá ser uma fonte de infecção de equipamentos, da água e do próprio ambiente do matadouro, que depois pode por sua vez contaminar as carcaças de bandos abatidos posteriormente, ainda que inicialmente livres de *Campylobacter*⁴. Esta contaminação ocorre preferencialmente durante as operações de depena e evisceração (Figura 3), podendo também acontecer ainda durante as operações de escaldão (Figura 4) e de refrigeração, por contaminação cruzada^{4,10,14,15}.

Devido à capacidade deste agente sobreviver na água, em aerossóis, e no equipamento, é necessário identificar os pontos críticos onde a contaminação das carcaças deve ser controlada⁴.

A aplicação dos princípios de análise de perigos e de pontos críticos de controlo, vulgarmente designada por HACCP, em todas as etapas no matadouro, é uma ferramenta importante para diminuir a contaminação^{5,14}. Os pontos críticos de controlo e as boas práticas identificadas como fundamentais incluem o controlo das temperaturas, a higienização, a frequente substituição da água, a tecnologia de contrafluxo no tanque de escaldão, a boa manutenção do equipamento, o aumento do teor de cloro na água, o uso de sprays de água clorada para equipamentos e superfícies de trabalho e a retirada de todas as superfícies de contacto com as carcaças consideradas desnecessárias⁵.

O elevado número de carcaças em suspensão nos ganchos da linha de abate durante a refrigeração está associado ao aumento de contaminação das mesmas - devido ao contacto existente entre elas, a ocorrência de contaminação cruzada aumenta⁴. A sua diminuição permitiria alcançar melhores resultados nomeadamente na eficiência de eliminação de

Campylobacter das superfícies. A etapa de refrigeração pelo ar leva à diminuição do número de *Campylobacter*¹¹. A congelação das carcaças de frango poderá ser uma medida efetiva na diminuição de *Campylobacter*, uma vez que a carne congelada apresenta um risco menor do que a carne fresca⁵.

Há autores que referem que a aplicação de cloreto de sódio após refrigeração acidifica as carcaças causando uma redução no número de *Campylobacter*⁵. O tratamento químico das carcaças não é permitido na UE, mas a utilização de cloro é permitida no Brasil e Estados Unidos da América⁵.

A utilização de radiação nos materiais utilizados no processamento, é eficaz na diminuição do número de *Campylobacter*, *Salmonella* e *Listeria monocytogenes*. Contudo, a sua utilização é apenas permitida em alguns países da Europa⁵.



Figura 5

Campylobacter e outras bactérias a serem disseminadas na cozinha aquando da lavagem de carne de aves (Adaptado de: <http://newsblog.drexel.edu/2013/08/27/dont-wash-your-chicken-whats-the-cluck/>).

Através da análise de risco no matadouro pode-se concluir que a manutenção de medidas efetivas de biossegurança e a implementação de medidas como o abate de bandos livres de *Campylobacter* em primeiro lugar, são o caminho para diminuir o risco de contaminações cruzadas e consequentemente a infecção por *Campylobacter* no consumidor^{2,4}. Os perigos identificados devem ser levados em con-

ta no momento da implementação do sistema de HACCP no matadouro⁴.

COMO SE TRANSMITE A DOENÇA AO HOMEM?

Existem várias fontes de infecção de *Campylobacter* para o Homem^{1,4,8}. No entanto, a maioria dos casos de campilobacteriose possuem origem alimentar e estão relacionados com a manipulação ou o consumo carne de aves insuficientemente cozinhada, sendo este considerado o mais importante fator de risco para a infecção humana^{1,10,14}. Santini *et al.*(2010) referem que 26% das amostras de carne de frango fresca e 25% das amostras recolhidas em explorações de frangos de carne analisados na UE em 2007 foram positivos para *Campylobacter*¹⁶.

Apesar de menos frequente, a via de contaminação ambiental deve também ser tida em consideração na transmissão de *Campylobacter* das aves para o Homem¹².

No caso particular do Homem, a campilobacteriose caracteriza-se por possuir uma dose infetante baixa (isto é, um pequeno número de bactérias é capaz de causar doença), com um período de incubação (tempo que decorre desde a infeção até a ocorrência de sintomas) que varia de 1 a 10 dias⁵.

O QUE PROVOCA ESTA DOENÇA NO HOMEM?

Nos humanos esta doença provoca diarreia, sobretudo nas crianças, acompanhada por dores abdominais e febre^{4,5,14}. Podem surgir complicações associadas como infeções extra-intestinais, septicémia (infeção generalizada) e síndrome de *Guillain-Barré*^{4,5}.

E NÓS, CONSUMIDORES, O QUE PODEMOS FAZER PARA EVITAR ESTA DOENÇA?

Além da manipulação da carne de aves crua, já referida anteriormente como a principal fonte de contaminação de *Campylobacter*, alguns autores referem a possibilidade de transferência da bactéria pela embalagem destes produtos. As bactérias conseguem sobreviver em superfícies secas, mas são os locais húmidos da cozinha os mais propensos a sua sobrevivência e multiplicação, sendo as mãos o veículo mais eficaz de transferência de contaminação¹⁷. Assim, a lavagem das mãos frequente após manipular carne de aves ou as suas embalagens impõe-se.

A OMS definiu cinco pontos essenciais para uma alimentação mais segura: manter a limpeza da cozinha e seus equipamentos/utensílios, separar alimentos crus de cozinhados, cozinhar bem os alimentos, manter os alimentos a temperaturas seguras e usar água e matérias-primas seguras¹⁸. Estes pontos aplicam-se também para o controlo de *Campylobacter*, pelo que o consumidor deve aplicar regras de higiene como: cozinhar bem a carne de aves, sempre que existir manipulação de carne fresca de aves lavar convenientemente as mãos, utilizar tábuas de corte específicas para alimentos de origem animal, lavar todos os utensílios e superfícies usados na preparação dos alimentos, após contacto com fezes de animais lavar as mãos, beber apenas água potável, beber leite pasteurizado, entre outros⁷. Uma das recomendações mais importantes para os consumidores é a de **não lavar a carne das aves antes de a cozinhar**. Ao procedermos à lavagem da carne, vamos disseminar esta e outras bactérias, por diversos equipamentos e utensílios da nossa cozinha (Figura 5).

O FUTURO

Tem-se verificado, efetivamente, um aumento da incidência da campilobacteriose humana, sendo o consumo de aves uma importante fonte de infeção. Pode-se afirmar ainda que a maioria

dos casos não chega a ser identificado e declarado, apesar de haver hoje em dia, boas técnicas de diagnóstico. A consciencialização pública, no que à campilobacteriose diz respeito, poderá justificar o aumento dos casos declarados de infeção por *Campylobacter*¹⁹.

Face à importância crescente da campilobacteriose e numa perspetiva assente no conceito “uma só saúde”, impõe-se uma diminuição da prevalência de *Campylobacter*. Não existe consenso sobre onde atuar especificamente numa tentativa de controlo de disseminação da doença, se ao nível do matadouro, se através das medidas aplicadas na exploração avícola^{11,13}. No entanto, parece consensual afirmar que, se o número de bandos e carcaças infetados/contaminados com *Campylobacter* forem diminuídos, assim como, se os consumidores cumprirem com regras básicas de higiene alimentar, haverá uma repercussão positiva na saúde pública¹⁰.

Torna-se portanto indispensável uma conjugação de esforços na melhoria das medidas de higiene gerais e através de intervenções adequadas ao longo da cadeia alimentar, desde a produção primária até ao consumidor.

Finalmente, urge também implementar ações de educação para a segurança alimentar dos consumidores, nomeadamente para as boas práticas de higiene e de confeção dos alimentos. ■



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Nauta M, Hill A, Rosenquist H, et al. A comparison of risk assessments on *Campylobacter* in broiler meat. *International Journal of Food Microbiology* 2009;129(2):107-123.
2. Peyrat MB, Soumet C, Maris P, Sanders P. Recovery of *Campylobacter jejuni* from surfaces of poultry slaughter houses after cleaning and disinfection procedures: Analysis of a potential source of carcass contamination. *International Journal of Food Microbiology* 2008;124(2):188-194.
3. European Food Safety Authority; European Centre for Disease Prevention and Control. The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2012. *EFSA Journal* 2014;12(2):312.
4. Hue O, Le Bouquin S, Laisney MJ, et al. Prevalence of and risk factors for *Campylobacter* spp. contamination of broiler chicken carcasses at the slaughterhouse. *Food Microbiology* 2010;27(8):992-999.
5. Humphrey T, O'Brien S, Madsen M. *Campylobacter*s as zoonotic pathogens: A food production perspective. *International Journal of Food Microbiology* 2007;117(3):237-257.
6. Damjanova I, Jakab M, Farkas T, et al. From farm to fork follow-up of thermotolerant *Campylobacter* throughout the broiler production chain and in human cases in a Hungarian county during a ten-month period. *International Journal of Food Microbiology* 2011;150(2-3):95-102.
7. McDowell SWJ, Menzies FD, McBride SH, et al. *Campylobacter* spp. in conventional broiler flocks in Northern Ireland: Epidemiology and risk factors. *Preventive Veterinary Medicine* 2008;84(3-4):261-276.
8. European Food Safety Authority. *Campylobacter*. 2014:2. Available at: <http://www.efsa.europa.eu/en/search/doc/factsheetcampylobacter.pdf>. Accessed October 10, 2014.
9. Silva MV da. Poultry and poultry products - risks for human health. *Poultry Development Review* 2013;11-21. Available at: <http://www.fao.org/docrep/019/i3531e/i3531e03.pdf>.
10. Lawes JR, Vidal a., Clifton-Hadley F a., et al. Investigation of prevalence and risk factors for *Campylobacter* in broiler flocks at slaughter: results from a UK survey. *Epidemiology and Infection* 2012;140(10):1725-1737.
11. Reich F, Atanassova V, Haunhorst E, Klein G. The effects of *Campylobacter* numbers in caeca on the contamination of broiler carcasses with *Campylobacter*. *International Journal of Food Microbiology* 2008;127(1-2):116-120.
12. Newell DG, Elvers KT, Dopfer D, et al. Biosecurity-based interventions and strategies to reduce *Campylobacter* spp. on poultry farms. *Applied and environmental microbiology* 2011;77(24):8605-14.
13. Barrios PR, Reiersen J, Lowman R, et al. Risk factors for *Campylobacter* spp. colonization in broiler flocks in Iceland. *Preventive Veterinary Medicine* 2006;74(4):264-278.
14. Habib I, Berkvens D, De Zutter L, et al. *Campylobacter* contamination in broiler carcasses and correlation with slaughterhouses operational hygiene inspection. *Food Microbiology* 2012;29(1):105-112.
15. Hermans D, Van Deun K, Messens W, et al. *Campylobacter* control in poultry by current intervention measures ineffective: urgent need for intensified fundamental research. *Veterinary microbiology* 2011;152(3-4):219-28.
16. Santini C, Baffoni L, Gaggia F, et al. Characterization of probiotic strains: An application as feed additives in poultry against *Campylobacter jejuni*. *International journal of ...* 2010;141(SUPPL.):S98-108.
17. Taché J, Carpentier B. Hygiene in the home kitchen: Changes in behaviour and impact of key microbiological hazard control measures. *Food Control* 2014;35(1):392-400.
18. World Health Organization. *Five Keys to Safer Food Manual*. WHO Department of Food Safety, Zoonoses and Foodborne Diseases; 2006:30. Available at: http://www.who.int/foodsafety/publications/consumer/manual_keys.pdf.
19. Jore S, Viljugrein H, Brun E, et al. Trends in *Campylobacter* incidence in broilers and humans in six European countries, 1997-2007. *Preventive Veterinary Medicine* 2010;93(1):33-41.

ANEXO III

CAMPYLOBACTER A BACTÉRIA SILENCIOSA

A importância das boas práticas de higiene no matadouro e em nossa casa



O QUE É A CAMPILOBACTERIOSE?

A campilobacteriose é uma doença de carácter zoonótico (afeta os animais e o Homem), causada por bactérias do género *Campylobacter* [1,2]. Das 17 espécies e 6 subespécies atribuídas ao género *Campylobacter*, *Campylobacter jejuni* (~90%) e *Campylobacter coli* (~10%) são as bactérias mais frequentemente associadas a campilobacteriose em humanos [2-5]. Apesar de as espécies referidas causarem doença nas pessoas, são transportadas no trato digestivo de vários animais domésticos e selvagens sem que, na maioria das vezes, isso lhes seja prejudicial [6,7]. A bactéria já foi isolada em suínos, bovinos e ovinos, mas a sua prevalência é mais significativa nas aves (Figura 1).

A infecção por *Campylobacter* em humanos pode ser adquirida através da ingestão de leite cru não pasteurizado ou

água, mas é o consumo de carne de aves, sobretudo de carne de frango fresca que constitui a principal fonte de infecção para os consumidores [6-8]. Em 2012, um quarto das amostras de carne de frango fresca analisadas pela Autoridade para a Segurança Alimentar Europeia (EFSA, do inglês *European Food Safety Authority*) possuíam *Campylobacter* [7].

IMPORTÂNCIA DA DOENÇA NO MUNDO, NA EUROPA E EM PORTUGAL

Nos países industrializados a campilobacteriose é considerada a causa mais frequente de gastroenterite aguda no Homem, ultrapassando mesmo as infeções causadas por *Salmonella* [2,3,9].

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) aproximadamente 1% da população da Europa ocidental é infetada por *Campylobacter* todos os anos e o número de casos tem vindo a aumentar nos últimos anos [6].

A EFSA reportou recentemente que a *Campylobacter* continuou a ser o agente de gastroenterite mais frequentemente declarado em infeções no Homem na União Europeia (UE) [7,10]. Em 2012, a campilobacteriose humana foi a zoonose mais frequentemente declarada, com 214.268 casos confirmados. Entre 2008 e 2012, verificou-se um aumento do número de casos confirmados desta doença na UE (Figura 2), assim como uma tendência sazonal [7]. O custo da campilobacteriose na UE, para os sistemas de saúde e com

Por: Pedro Padilha^{1*},
Humberto Rocha¹,
Teresa Mateus^{1,2}

¹ Departamento de Medicina Veterinária, Escola Universitária Vasco da Gama, Av. José R. Sousa Fernandes, Campus Universitário - Bloco B, Lordemão, 3020-210 Coimbra

*pedrpadilha@hotmail.com

² Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Instituto Politécnico de Viana do Castelo



FIGURA 1. PAVILHÃO COM FRANGOS DE CARNE.

a perda de produtividade, é estimado pela EFSA como estando em torno de 2,4 mil milhões de euros por ano [10].

Em Portugal, não existem ainda dados oficiais sobre a prevalência de *Campylobacter*. Recentemente, foi publicado em Diário da República, o Despacho n.º 5681-A/2014 que define quais as doenças de notificação obrigatória no qual foi incluída a campilobacteriose humana.

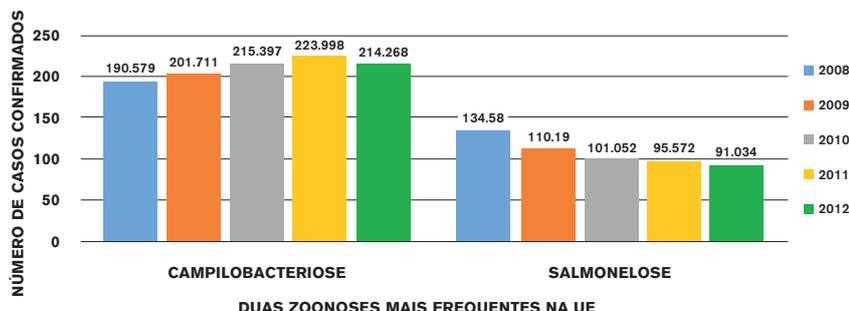


FIGURA 2. NÚMERO DE CASOS CONFIRMADOS DE CAMPILOBACTERIOSE E SALMONELOSE ENTRE 2008 E 2012 NA UE.

FONTES DE CONTAMINAÇÃO POR *CAMPYLOBACTER* NO MATADOURO

Para poder quantificar os riscos alimentares ao longo da cadeia produtiva é necessário saber como, onde e quando ocorre a contaminação para, deste modo, proceder à introdução de medidas para redução de riscos, como a implementação de tecnologia e de medidas de higiene restritas para redução do risco de contaminação das carcaças [11].

De uma forma muito generalista, as instalações de abate devem ser divididas em pelo menos três áreas distintas: uma área para aves vivas; uma área de abate; e uma área de processamento [11]. No entanto, num matadouro de aves, devido às características distintas de abate que possui (como o fluxograma de abate específico, a elevada cadência de abate (Figura 3) e o uso recorrente de água potável durante o mesmo), a prevenção das contaminações cruzadas torna-se uma tarefa bastante complexa [2].

Após o abate, as carcaças e miudezas das aves devem ser imediatamente refrigeradas de modo a reduzir o risco de agentes patogénicos se multiplicarem [11].

No que diz respeito à carne de aves processada, a sua microflora natural é constituída por vários tipos de bactérias e leveduras, a maioria das quais também estão presentes nas aves vivas como *Campylobacter* e *Salmonella*. A microflora é, portanto, transportada para a unidade de processamento na carcaça e no intestino das aves, podendo causar doença no consumidor, em função da sua patogenicidade e do número de bactérias no alimento. A soma desses fatores irá fortemente determinar se o consumidor estará em risco no momento do consumo [11].

As fontes de contaminação das carcaças e a forma pela qual *Campylobacter* se propaga pelas carcaças ainda não é totalmente clara [2]. Por outro lado, embora existam métodos para controlar a contaminação durante o abate, estes encontram-se limitados quer pela sua aplicabilidade, quer pela regulamentação comunitária imposta [8,12]. Um estudo realizado durante 3 anos no Reino Unido faz referência à existência de diversos fatores de risco associados à chegada de bandos infetados com *Campylobacter* ao matadouro, que incluem: a realização de desbastes nas explorações, o abate realizado entre junho e novembro, o aumento da idade das aves a abate, o aumento do tempo de



FIGURA 3. LINHA DE ABATE DE MATADOURO DE AVES.

transporte para o matadouro e o aumento recente da mortalidade do bando [12]. A infeção do ceco aumenta com a idade das aves ao abate, pelo que diminuir a idade ao abate, apesar de economicamente pouco viável, pode também ser uma medida eficaz no controlo de *Campylobacter* [8,13–15].

CARACTERÍSTICAS E MEDIDAS A IMPLEMENTAR NO MATADOURO

O controlo da disseminação de *Campylobacter* ao nível do matadouro é fortemente influenciado por todas as etapas que o antecedem [12]. Foi encontrada uma correlação positiva entre o número médio de *Campylobacter* presente no conteúdo cecal de bandos infetados com *Campylobacter* e a sua contagem média nas carcaças em várias etapas de processamento, o que sugere que a redução de *Campylobacter* durante o processamento da carne pode ser alcançado através da redução do número de bactérias presentes no conteúdo cecal [8,13]. Um estudo refere a existência de contaminação cruzada em matadouro em quatro de cinco bandos livres de *Campylobacter* [13]. Um outro conclui que os níveis de prevalência de *Campylobacter* encontrados nas carcaças eram mais elevados que os níveis de prevalência no ceco, o que poderá significar que a contaminação cruzada ocorreu durante o processamento no matadouro [8]. Há ainda autores que defendem que a possibilidade

de contaminação das carcaças pelo conteúdo intestinal das aves infetadas dentro do mesmo bando durante o transporte e no matadouro, é maior do que a existência de contaminações cruzadas entre bandos abatidos no mesmo matadouro [2] A contaminação fecal proveniente de bandos infetados poderá ser uma fonte de infecção de equipamentos, da água e do

.....
© PEDRO PADILHA



FIGURA 4. EVISCERAÇÃO AUTOMÁTICA.
.....

© PEDRO PADILHA



FIGURA 5. ESCALDÃO.
.....

próprio ambiente do matadouro, que depois pode contaminar as carcaças de bandos abatidos posteriormente, ainda que inicialmente livres de *Campylobacter* [8]. Esta contaminação ocorre preferencialmente durante as operações de depena e evisceração (Figura 4), podendo também

acontecer ainda durante as operações de escaldão (Figura 5) e de refrigeração, por contaminação cruzada [8,12,16,17]. Devido à capacidade deste agente sobreviver na água, em aerossóis, e no equipamento, é necessário identificar os pontos críticos onde a contaminação das carcaças deve ser controlada [8].

A aplicação dos princípios de análise de perigos e de pontos críticos de controlo, vulgarmente designada por HACCP, em todas as etapas no matadouro, é uma ferramenta importante para diminuir a contaminação [6,16]. Os pontos críticos de controlo e as boas práticas identificadas como fundamentais incluem o controlo das temperaturas, a higienização, a frequente substituição da água, a tecnologia de contrafluxo no tanque de escaldão, a boa manutenção do equipamento, o aumento do teor de cloro na água, o uso de sprays de água clorada para equipamentos e superfícies de trabalho e a retirada de todas as superfícies de contacto com as carcaças consideradas desnecessárias [6].

O elevado número de carcaças em suspensão nos ganchos da linha de abate durante a refrigeração está associado ao aumento de contaminação das mesmas - devido ao contacto existente entre elas, a ocorrência de contaminação cruzada aumenta [8]. A sua diminuição permitiria alcançar melhores resultados nomeadamente na eficiência de eliminação de *Campylobacter* das superfícies. Contudo, a etapa de refrigeração pelo ar leva a diminuição do número de *Campylobacter* [13]. A congelação das carcaças de frango poderá ser uma medida efetiva na diminuição de *Campylobacter*, uma vez que a carne congelada apresenta um risco menor do que a carne fresca [6].

Há autores que referem que a aplicação de cloreto de sódio após refrigeração acidifica as carcaças, causando uma redução no número de *Campylobacter* [6]. O tratamento químico das carcaças não é permitido na UE, mas a utilização de cloro é permitida no Brasil e Estados Unidos da América [6]. A utilização de radiação nos materiais utilizados no processamento é eficaz na diminuição do número de *Campylobacter*, *Salmonella* e *Listeria monocytogenes*. Contudo, a sua utilização é apenas permitida em alguns países da Europa [6]. Através da análise de risco no matadouro, pode-se concluir que a manutenção de medidas efetivas de biossegurança e a implementação de medidas como o abate de bandos livres de *Campylobacter* em primeiro lugar, são o caminho para diminuir o risco de contaminações cruzadas e consequentemente a infecção por *Campylobacter* no consumidor [2,8]. Os perigos identificados devem ser levados em conta no momento da implementação do sistema de HACCP no matadouro [8].

ESTRATÉGIAS GOVERNAMENTAIS

No Reino Unido, existe uma aposta na consciencialização da população, através de campanhas que têm como objetivo a educação do consumidor para a problemática de *Campylobacter* como “Action on *Campylobacter*” ou “Food Safety Week 2014: Don’t wash raw chicken”, por parte da Agência de Segurança Alimentar Britânica. Por outro lado, existe também uma preocupação crescente da indústria. Em 2012, um operador industrial traçou, de forma voluntária e em colaboração com entidades governamentais, metas para reduzir a percentagem de frangos contaminados [12].

Na Islândia, todos os bandos são analisados antes do abate, e a carne dos bandos positivos a *Campylobacter* é obrigatoriamente vendida congelada. Esta medida é entendida como uma penalização dos produtores, que tentam assim reduzir a *Campylobacter*, implementando medidas de biossegurança nas explorações [15].

COMO SE TRANSMITE E QUE SINTOMAS CAUSA ESTA DOENÇA AO HOMEM?

Existem várias fontes de infecção de *Campylobacter* para o Homem [1,8,10]. No entanto, a maioria dos casos de campilobacteriose possuem origem alimentar e estão relacionados com a manipulação ou o consumo carne de aves insuficientemente cozinhada, sendo

este considerado o mais importante fator de risco para a infecção humana [1,12,16]. Santini *et al.* (2010) referem que 26% das amostras de carne de frango fresca e 25% das amostras recolhidas em explorações de frangos de carne analisados na UE, em 2007, foram positivos para *Campylobacter* [18]. Apesar de menos frequente, a via de contaminação ambiental deve também ser tida em consideração na transmissão de *Campylobacter* das aves para o Homem [14]. No caso particular do Homem, a campilobacteriose caracteriza-se por possuir uma dose infetante baixa (isto é, um pequeno número de bactérias é capaz de causar doença), com um período de incubação (tempo que decorre desde a infeção até a ocorrência de sintomas) que varia de 1 a 10 dias [6].

Nos humanos, esta doença provoca diarreia, sobretudo nas crianças, acompanhada por dores abdominais e febre [6,8,16]. Podem surgir complicações associadas como infeções extra-intestinais, septicémia (infeção generalizada) e síndrome de *Guillain-Barré* [6,8].

E NÓS, ENQUANTO CONSUMIDORES, O QUE PODEMOS FAZER PARA EVITAR ESTA DOENÇA?

Além da manipulação da carne de aves crua, já referida anteriormente como a principal fonte de contaminação de *Campylobacter*, alguns autores referem a possibilidade de transferência da bactéria pela embalagem destes produtos. As bactérias conseguem sobreviver em superfícies secas, mas são os locais húmidos da cozinha os mais propensos à sua sobrevivência e multiplicação, sendo as mãos o veículo mais eficaz de transferência de contaminação [19]. Assim, a lavagem das mãos frequente após manipular carne de aves ou as suas embalagens impõe-se.

A OMS definiu cinco pontos essenciais para uma alimentação mais segura: manter a limpeza da cozinha e seus equipamentos/utensílios, separar alimentos crus de cozinhados, cozinhar bem os alimentos, manter os alimentos a temperaturas seguras e usar água e matérias-primas

seguras [20]. Estes pontos aplicam-se também para o controlo de *Campylobacter*, pelo que o consumidor deve aplicar regras de higiene como: cozinhar bem a carne de aves, sempre que existir manipulação de carne fresca de aves lavar convenientemente as mãos, utilizar tábuas de corte específicas para alimentos de origem animal, lavar todos os utensílios e superfícies usados na preparação dos alimentos, após contacto com fezes de animais lavar as mãos, beber apenas água potável, beber leite pasteurizado, entre outros [9]. Uma das recomendações mais importantes



FIGURA 6. NÃO LAVAR A CARNE DE AVES ANTES DE A CONFECIONAR (ADAPTADO DE: [HTTP://WWW.NPT.GOV.UK/DEFAULT.ASPX?PAGE=11660](http://www.npt.gov.uk/default.aspx?page=11660)).



FIGURA 7. CAMPYLOBACTER E OUTRAS BACTÉRIAS A SEREM DISSEMINADAS NA COZINHA AQUANDO DA LAVAGEM DE CARNE DE AVES (ADAPTADO DE: [HTTP://NEWSBLOG.DREXEL.EDU/2013/08/27/DONT-WASH-YOUR-CHICKEN-WHATS-THE-CLUCK/](http://newsblog.drexel.edu/2013/08/27/dont-wash-your-chicken-whats-the-cluck/)).

para os consumidores é a de não lavar a carne das aves antes de a cozinhar (Figura 6) uma vez que, ao procedermos à sua lavagem, vamos disseminar esta e outras bactérias, por diversos equipamentos e utensílios da nossa cozinha (Figura 7).

Uma simples lavagem de mãos durante a preparação da refeição permite uma diminuição na transferência de bactérias entre alimentos, mãos, facas e tábuas de corte, durante a preparação de, por exemplo, uma salada com frango. A redução da manipulação pode ser crucial para diminuir a existência de contaminações cruzadas. Do mesmo modo, enxaguar as tábuas de corte com água quente a 68°C durante 10 segundos reduz significativamente as contaminações cruzadas e a disseminação de bactérias [19]. Encontram-se disponíveis no mercado alguns materiais com compostos antimicrobianos com o objetivo de diminuir a existência de contaminações cruzadas, como tábuas de corte contendo triclosan ou frigoríficos com iões de prata nas superfícies, contudo, estes materiais, apesar de demonstrarem alguma eficiência, levantam ainda algumas interrogações.

Suspeita-se que o triclosan é tóxico, além de originar resistência cruzada aos antibióticos; relativamente aos iões de prata, a sua descarga no ambiente deve ser evitada [19].

O FUTURO

Tem-se verificado um aumento efetivo da incidência da campilobacteriose humana, sendo o consumo de aves uma importante fonte de infeção. Pode-se afirmar ainda que a maioria dos casos não chega a ser identificado e declarado, apesar de haver, hoje em dia, boas técnicas de diagnóstico. A consciencialização pública, no que à campilobacteriose diz respeito, poderá justificar o aumento dos casos declarados de infeção por *Campylobacter* [21].

Face à importância crescente da campilobacteriose e numa perspetiva assente no conceito “uma só saúde”, impõe-se uma diminuição da prevalência de *Campylobacter*. Não existe consenso sobre onde atuar especificamente numa tentativa

de controlo de disseminação da doença, se ao nível do matadouro, se através das medidas aplicadas na exploração avícola [13,15]. No entanto, parece consensual afirmar que, se o número de bandos e carcaças infetados/contaminados com *Campylobacter* forem diminuídos, e se os consumidores cumprirem com as regras básicas de higiene alimentar, haverá uma repercussão positiva na saúde pública [12].

Torna-se, portanto, indispensável uma conjugação de esforços na melhoria das medidas de higiene gerais e através de intervenções adequadas ao longo da cadeia alimentar, desde a produção primária até ao consumidor. Finalmente, urge também implementar ações de educação para a segurança alimentar dos consumidores, nomeadamente para as boas práticas de higiene e de confeção dos alimentos. ■

BIBLIOGRAFIA

- [1] Nauta M, Hill A, Rosenquist H, et al. A comparison of risk assessments on *Campylobacter* in broiler meat. *International Journal of Food Microbiology* 2009;129(2):107-123. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2008.12.001.
- [2] Peyrat MB, Soumet C, Maris P, Sanders P. Recovery of *Campylobacter jejuni* from surfaces of poultry slaughterhouses after cleaning and disinfection procedures: Analysis of a potential source of carcass contamination. *International Journal of Food Microbiology* 2008;124(2):188-194. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2008.03.030.
- [3] Damjanova I, Jakab M, Farkas T, et al. From farm to fork follow-up of thermotolerant *Campylobacter* throughout the broiler production chain and in human cases in a Hungarian county during a ten-months period. *International Journal of Food Microbiology* 2011;150(2-3):95-102. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2011.07.011.
- [4] Lin J. Novel approaches for *Campylobacter* control in poultry. *Foodborne pathogens and disease* 2009;6(7):755-765.
- [5] World Health Organization. *Campylobacter*. Fact sheet No255 2011:1. Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs255/en/#>. Accessed October 7, 2014.
- [6] Humphrey T, O'Brien S, Madsen M. *Campylobacters* as zoonotic pathogens: A food production perspective. *International Journal of Food Microbiology* 2007;117(3):237-257. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2007.01.006.
- [7] European Food Safety Authority; European Centre for Disease Prevention and Control. The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2012. *EFSA Journal* 2014;12(2):312. doi:10.2903/j.efsa.2014.3547.
- [8] Hue O, Le Bouquin S, Laisney MJ, et al. Prevalence of and risk factors for *Campylobacter* spp. contamination of broiler chicken carcasses at the slaughterhouse. *Food Microbiology* 2010;27(8):992-999. doi:10.1016/j.fm.2010.06.004.
- [9] McDowell SWJ, Menzies FD, McBride SH, et al. *Campylobacter* spp. in conventional broiler flocks in Northern Ireland: Epidemiology and risk factors. *Preventive Veterinary Medicine* 2008;84(3-4):261-276. doi:10.1016/j.prevetmed.2007.12.010.
- [10] European Food Safety Authority. *Campylobacter*. 2014:2. Available at: <http://www.efsa.europa.eu/en/search/doc/factsheetcampylobacter.pdf>. Accessed October 10, 2014.
- [11] Silva MV da. Poultry and poultry products - risks for human health. *Poultry Development Review* 2013:11-21. Available at: <http://www.fao.org/docrep/019/i3531e/i3531e03.pdf>.
- [12] Lawes JR, Vidal a., Clifton-Hadley F a., et al. Investigation of prevalence and risk factors for *Campylobacter* in broiler flocks at slaughter: results from a UK survey. *Epidemiology and Infection* 2012;140(10):1725-1737. doi:10.1017/S0950268812000982.
- [13] Reich F, Atanassova V, Haunhorst E, Klein G. The effects of *Campylobacter* numbers in caeca on the contamination of broiler carcasses with *Campylobacter*. *International Journal of Food Microbiology* 2008;127(1-2):116-120. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2008.06.018.
- [14] Newell DG, Elvers KT, Dopfer D, et al. Biosecurity-based interventions and strategies to reduce *Campylobacter* spp. on poultry farms. *Applied and environmental microbiology* 2011;77(24):8605-14. doi:10.1128/AEM.01090-10.
- [15] Barrios PR, Reiersen J, Lowman R, et al. Risk factors for *Campylobacter* spp. colonization in broiler flocks in Iceland. *Preventive Veterinary Medicine* 2006;74(4):264-278. doi:10.1016/j.prevetmed.2005.12.003.
- [16] Habib I, Berkvens D, De Zutter L, et al. *Campylobacter* contamination in broiler carcasses and correlation with slaughterhouses operational hygiene inspection. *Food Microbiology* 2012;29(1):105-112. doi:10.1016/j.fm.2011.09.004.
- [17] Hermans D, Van Deun K, Messens W, et al. *Campylobacter* control in poultry by current intervention measures ineffective: urgent need for intensified fundamental research. *Veterinary microbiology* 2011;152(3-4):219-28. doi:10.1016/j.vetmic.2011.03.010.
- [18] Santini C, Baffoni L, Gaggia F, et al. Characterization of probiotic strains: An application as feed additives in poultry against *Campylobacter jejuni*. *International journal of ...* 2010;141(SUPPL.):S98-108. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2010.03.039.
- [19] Taché J, Carpentier B. Hygiene in the home kitchen: Changes in behaviour and impact of key microbiological hazard control measures. *Food Control* 2014;35(1):392-400. doi:10.1016/j.foodcont.2013.07.026.
- [20] World Health Organization. *Five Keys to Safer Food Manual*. WHO Department of Food Safety, Zoonoses and Foodborne Diseases; 2006:30. Available at: http://www.who.int/foodsafety/publications/consumer/manual_keys.pdf.
- [21] Jore S, Viljugrein H, Brun E, et al. Trends in *Campylobacter* incidence in broilers and humans in six European countries, 1997-2007. *Preventive Veterinary Medicine* 2010;93(1):33-41. doi:10.1016/j.prevetmed.2009.09.015.