UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

ORLEI JOSÉ DOMINGUES SOARES

AVALIAÇÃO DE COXIELLA BURNETII, TOXOPLASMA GONDII E TOXOCARA CANIS EM SERVIDORES DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO PARANÁ

PONTA GROSSA

2026

ORLEI JOSÉ DOMINGUES SOARES

AVALIAÇÃO DE COXIELLA BURNETII, TOXOPLASMA GONDII E TOXOCARA CANIS EM SERVIDORES DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO PARANÁ

Tese apresentada como requisito ao título de Doutor em Ciências Farmacêuticas na Universidade Estadual de Ponta Grossa, Setor de Ciências Biológicas e da Saúde

Orientador: Prof. Dr. Giovani Marino Favero

PONTA GROSSA

2026

Soares, Orlei José Domingues
S676 Avaliação de *Coxiella burnetii, Toxoplasma gondii* e *Toxocara canis* em servidores das Unidades de Conservação do Paraná / Orlei José Domingues Soares. Ponta Grossa, 2026.
65 f.

Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas - Área de Concentração: Fármacos, Medicamentos e Biociências Aplicadas à Farmácia), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Giovani Marino Favero.

1. Coxiella burnetii. 2. Febre Q. 3. Zoonoses. 4. Exposição ocupacional. 5. Profissionais - vida selvagem. I. Favero, Giovani Marino. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Fármacos, Medicamentos e Biociências Aplicadas à Farmácia. III.T.

CDD: 615

Ficha catalográfica elaborada por Maria Luzia Fernandes Bertholino dos Santos- CRB9/986

ORLEI JOSE DOMINGUES

AVALIAÇÃO DE *COXIELLA BURNETII*, *TOXOPLASMA GONDII* E *TOXOCARA CANIS* EM SERVIDORES DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO PARANÁ

Tese apresentada para obtenção do grau de Doutor no Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, nível Doutorado, Associação Ampla entre a Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) e a Universidade do Centro-Oeste (UNICENTRO).

Ponta Grossa, 04 de setembro de 2026.

Prof. Dr. GIOVANI MARINO FAVERO – UEPG – Presidente

Dr. GIOVANNI AUGUSTO KALEMPA PANAZZOLO – HU-UEPG – Membro titular externo

Prof. Dr. BRUNO PEDROSO – UEPG – Membro titular interno

Profa. Dra. ERIKA ZANONI FAGUNDES – UFPR – Membro titular externo

Prof. Dr. FELIPE DE LARA JANZ – UNICESUMAR – Membro titular externo

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas - PPGCF
Bloco M Sala 93 B – Campus Universitário – Fone (42) 2102-8937
Av. Carlos Cavalcanti, 4748 – CEP: 84030-900 – PONTA GROSSA – PR – BRASIL

Dedico esta conquista à minha família, aos meus professores e a todos que, de alguma forma, fizeram parte desta caminhada. Quando adolescente, estudante da rede pública estadual, jamais imaginei chegar ao doutorado em uma das universidades públicas mais conceituadas do país. Esta conquista reafirma em mim a certeza de que a educação transforma, amplia horizontes e nos ajuda a compreender e enfrentar as desigualdades da nossa sociedade.Dedico também esta vitória aos filhos e filhas da classe trabalhadora: estudem, ocupem seus espaços e, quando chegarem lá, nunca esqueçam de onde vieram. Hoje realizo um sonho que eu nunca sequer sonhei.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais, pelo amor, apoio e incentivo incondicional ao longo de toda a minha trajetória. A vocês, minha eterna gratidão por acreditarem em mim e por serem minha base em todos os momentos.

À minha namorada, Renata Lisboa, por todo o carinho, companheirismo, compreensão e por estar ao meu lado durante esta caminhada, tornando os desafios mais leves e as conquistas ainda mais especiais.

Ao meu orientador, Giovani Favero, pela orientação, dedicação, paciência e pelos ensinamentos compartilhados durante a realização deste trabalho. Sua contribuição foi fundamental para que esta etapa pudesse ser concluída.

A todos vocês, minha sincera gratidão e carinho.

RESUMO

Investigou-se a exposição ocupacional a zoonoses em servidores de unidades de conservação do estado do Paraná, com ênfase em Coxiella burnetii, agente etiológico da febre Q, além de Toxoplasma gondii e Toxocara canis. Foi conduzido um estudo epidemiológico transversal envolvendo profissionais expostos ao ambiente natural. Foram aplicados questionários epidemiológicos e realizados testes sorológicos para identificação de anticorpos contra os patógenos investigados. Entre os participantes avaliados, observou-se soroprevalência de 5,13% para *C. burnetii* entre os indivíduos testados. A maioria dos participantes relatou exposição frequente a ambientes de mata (71,19%). Quando comparados a estudos internacionais envolvendo profissionais de vida selvagem, que demonstraram soroprevalência de até 8,1%, os resultados indicam menor circulação do agente no contexto regional avaliado. Apesar da ausência de fatores de risco estatisticamente significativos, a presença de soropositividade sugere exposição ocupacional prévia possivelmente associada ao contato com fauna silvestre e ambientes naturais. Os resultados reforçam a importância da vigilância epidemiológica, do monitoramento sorológico e da implementação de medidas de biossegurança para trabalhadores de áreas protegidas.

Palavras-chave: *Coxiella burnetii*; febre Q; zoonoses; exposição ocupacional; profissionais de vida selvagem; vigilância epidemiológica; unidades de conservação; saúde única.

ABSTRACT

It was investigated an occupational exposure to zoonotic pathogens among professionals working in conservation areas in the state of Paraná, Brazil, with emphasis on *Coxiella burnetii*, the etiological agent of Q fever, as well as *Toxoplasma gondii* and *Toxocara canis*. A cross-sectional epidemiological study was conducted involving professionals exposed to natural environments. Epidemiological questionnaires were applied and serological tests were performed to detect antibodies against the investigated pathogens. Among the evaluated participants, a seroprevalence of 5.13% for *C. burnetii* was observed among the individuals tested, corresponding to 0.82% of the total interviewed population. Most participants reported frequent exposure to forest environments (71.19%). When compared with international studies involving wildlife professionals, which reported seroprevalence rates of up to 8.1%, the results indicate lower circulation of the agent in the evaluated regional context. Despite the absence of statistically significant risk factors, the presence of seropositivity suggests previous occupational exposure possibly associated with contact with wildlife and natural environments. These findings highlight the importance of epidemiological surveillance, serological monitoring, and the implementation of biosafety measures for workers in protected areas.

Keywords: *Coxiella burnetii*; Q fever; zoonoses; occupational exposure; wildlife professionals; epidemiological surveillance; protected areas; One Health.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEP — Comitê de Ética em Pesquisa

ELISA — *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (Ensaio imunoenzimático)

IBAMA — Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IC — Intervalo de Confiança

IgG — Imunoglobulina G

IgM — Imunoglobulina M

OMS — Organização Mundial da Saúde

PCR — *Polymerase Chain Reaction* (Reação em Cadeia da Polimerase)

SPSS — *Statistical Package for the Social Sciences*

TCLE — Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UC — Unidade de Conservação

WHO — *World Health Organization*

ZC — Zoonose de circulação ambiental

One Health — Saúde Única

C. burnetii — Coxiella burnetii

T. gondii — Toxoplasma gondii

T. canis — Toxocara canis

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 09
2 OBJETIVOS 44
3 MATERIAL E MÉTODOS 45
4 RESULTADOS 47
5 DISCUSSÃO 53
6 CONCLUSÃO 57
REFERÊNCIAS 59
ANEXO A – CARTA DE APROVAÇÃO DA CEUA 62
ANEXO B – PARECER CEP 63

1 INTRODUÇÃO

As zoonoses representam um dos maiores desafios contemporâneos para a saúde pública mundial, sendo responsáveis por expressiva parcela das doenças infecciosas emergentes e reemergentes que acometem a população humana. Estima-se que aproximadamente 60% das doenças infecciosas conhecidas e cerca de 75% dos patógenos emergentes possuam origem zoonótica, refletindo a estreita relação entre seres humanos, animais e o ambiente. A crescente modificação dos ecossistemas, a expansão das atividades humanas sobre áreas naturais, as mudanças climáticas e a intensificação da interface entre fauna silvestre, animais domésticos e populações humanas têm favorecido o surgimento e a disseminação desses agentes infecciosos, reforçando a necessidade de abordagens integradas para sua vigilância e controle (Tomori et al., 2023; Smith; Behrens, 2010).

Nesse contexto, o conceito de Saúde Única (One Health) consolidou-se como uma estratégia fundamental para compreender e enfrentar doenças que envolvem simultaneamente os componentes humano, animal e ambiental. Essa abordagem reconhece que alterações em qualquer um desses elementos repercutem diretamente sobre os demais, tornando indispensável o desenvolvimento de ações integradas de vigilância epidemiológica, monitoramento ambiental e prevenção de zoonoses (Tomori et al., 2023).

Entre os grupos ocupacionais potencialmente mais expostos encontram-se os profissionais que atuam em unidades de conservação ambiental. Guardas-parques, agentes de fiscalização, técnicos ambientais, pesquisadores, biólogos e demais servidores dessas áreas desempenham atividades que envolvem contato frequente com fauna silvestre, solo, vegetação, cursos d'água, material biológico e ambientes naturais pouco antropizados. Essas características tornam esse grupo particularmente vulnerável à exposição ocupacional a diversos agentes infecciosos, muitas vezes de forma silenciosa, dificultando seu diagnóstico e monitoramento (Johnrose et al., 2025).

Dentre as zoonoses de maior relevância nesse cenário destacam-se aquelas causadas por *Coxiella burnetii, Toxoplasma gondii e Toxocara canis*. Embora apresentem ciclos biológicos distintos, esses agentes compartilham

características epidemiológicas importantes, como ampla distribuição geográfica, circulação em diferentes espécies animais, persistência ambiental e potencial para causar infecção humana após exposição ocupacional ou ambiental. Além disso, grande parte das infecções ocorre de maneira assintomática ou oligossintomática, favorecendo o subdiagnóstico e a subnotificação (Cherry et al., 2021; Petersen et al., 2010; Rostami et al., 2019).

Coxiella burnetii, agente etiológico da febre Q, constitui uma bactéria intracelular obrigatória de elevada resistência ambiental, cuja transmissão ocorre principalmente pela inalação de aerossóis contaminados provenientes de secreções, excretas e produtos do parto de animais infectados. A infecção humana apresenta espectro clínico variável, podendo evoluir desde formas assintomáticas até manifestações graves, como pneumonia, hepatite e endocardite crônica. Apesar de sua importância internacional, a febre Q permanece pouco investigada no Brasil, especialmente em populações ocupacionalmente expostas (Maurin; Raoult, 1999; Van der Hoek et al., 2010; Cherry et al., 2021).

Toxoplasma gondii apresenta elevada prevalência mundial e infecta praticamente todos os mamíferos e aves, sendo os felídeos os hospedeiros definitivos. A infecção humana ocorre principalmente pela ingestão de oocistos presentes em água, alimentos ou solo contaminados, bem como pelo consumo de carne contendo cistos teciduais. Embora geralmente assintomática em indivíduos imunocompetentes, pode causar manifestações graves em gestantes e pacientes imunossuprimidos, resultando em importantes complicações neurológicas e oculares. Em áreas de conservação ambiental, a circulação simultânea de felinos silvestres e domésticos pode favorecer a manutenção do ciclo do parasito e aumentar o risco de exposição ocupacional (Montoya; Liesenfeld, 2004; Dubey, 2010; Graham et al., 2020; Petersen et al., 2010).

Por sua vez, *Toxocara canis* é um helminto de ampla distribuição responsável pela toxocaríase humana, doença adquirida principalmente pela ingestão acidental de ovos presentes em solos contaminados por fezes de cães e outros canídeos. Em humanos, as larvas não completam seu ciclo biológico, porém podem migrar para diversos órgãos, ocasionando manifestações clínicas como larva migrans visceral e ocular, além de comprometimentos hepáticos, pulmonares

e oculares. A contaminação ambiental persistente torna essa zoonose um importante problema negligenciado de saúde pública (Macpherson, 2013; Chen et al., 2018; Rostami et al., 2019; Overgaauw; Van Knapen, 2013).

No Brasil, as unidades de conservação desempenham papel essencial na preservação da biodiversidade e na manutenção dos ecossistemas naturais. Entretanto, as atividades desenvolvidas nesses ambientes expõem continuamente seus servidores a fatores de risco biológicos ainda pouco caracterizados sob a perspectiva da saúde ocupacional. Embora existam diversos estudos sobre zoonoses em populações rurais, trabalhadores agropecuários e profissionais da medicina veterinária, permanecem escassas as investigações envolvendo servidores de unidades de conservação, especialmente na região Sul do país (Johnrose et al., 2025).

A ausência de informações epidemiológicas sobre a circulação de agentes zoonóticos nesse grupo dificulta a elaboração de protocolos específicos de biossegurança, limita a implementação de programas de vigilância ocupacional e restringe o desenvolvimento de estratégias voltadas à prevenção dessas infecções. Sob a perspectiva da Saúde Única, compreender a ocorrência dessas zoonoses em profissionais que atuam diretamente na interface entre seres humanos e ecossistemas naturais torna-se essencial para subsidiar políticas públicas de proteção à saúde dos trabalhadores e ampliar o conhecimento sobre a circulação desses agentes em ambientes de conservação (Tomori et al., 2023; Johnrose et al., 2025).

Diante desse cenário, o presente estudo teve como objetivo avaliar a ocorrência de infecção por *Coxiella burnetii, Toxoplasma gondii e Toxocara canis* em servidores das unidades de conservação do estado do Paraná, bem como analisar fatores relacionados à exposição ocupacional desses profissionais. Espera-se que os resultados contribuam para o fortalecimento da vigilância epidemiológica, para o aprimoramento das medidas de biossegurança e para a consolidação de estratégias de prevenção alinhadas aos princípios da Saúde Única.

Revisão bibliográfica

Saúde Única e zoonoses ocupacionais

O surgimento e a reemergência de doenças infecciosas nas últimas décadas têm evidenciado a estreita interdependência entre a saúde humana, a saúde animal e a integridade dos ecossistemas. Estima-se que aproximadamente 60% das doenças infecciosas humanas conhecidas sejam zoonoses e que cerca de 75% dos agentes infecciosos emergentes tenham origem animal, refletindo o impacto das alterações ambientais, da expansão urbana, das mudanças climáticas, da intensificação da produção animal e do aumento da interface entre seres humanos, animais domésticos e fauna silvestre (Jones et al., 2008; Taylor et al., 2001; Tomori et al., 2023).

O conceito de Saúde Única (One Health), definido como uma abordagem integrada e interdisciplinar que reconhece que a saúde das pessoas está intrinsecamente conectada à saúde dos animais e do ambiente. Essa estratégia propõe a colaboração entre diferentes áreas do conhecimento — incluindo medicina, medicina veterinária, biologia, epidemiologia, ecologia, saúde pública e ciências ambientais — para prevenir, detectar e controlar doenças que circulam entre diferentes espécies e ambientes (Mackenzie; Jeggo, 2019; WHO, FAO, UNEP & WOAH, 2022; Tomori et al., 2023).

A abordagem Saúde Única ganhou ainda maior relevância após a pandemia de COVID-19, reforçando a necessidade de sistemas integrados de vigilância capazes de monitorar simultaneamente patógenos em humanos, animais domésticos, fauna silvestre e ambiente. Atualmente, organismos internacionais como a Organização Mundial da Saúde (WHO), a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) e a Organização Mundial de Saúde Animal (WOAH) reconhecem a Saúde Única como um dos principais pilares para o enfrentamento das doenças infecciosas emergentes e da resistência aos antimicrobianos (WHO; FAO; UNEP; WOAH, 2022).

Entre as doenças que mais exemplificam essa interação encontram-se as zoonoses. Essas enfermidades são causadas por agentes biológicos capazes de

serem naturalmente transmitidos entre animais vertebrados e seres humanos, podendo envolver bactérias, vírus, protozoários, helmintos e fungos. Além do impacto sobre a saúde humana, as zoonoses ocasionam perdas econômicas significativas na produção animal, comprometem a conservação da biodiversidade e representam importante desafio para os sistemas públicos de saúde, especialmente em países tropicais e subtropicais (WHO, 2020; Tomori et al., 2023).

A dinâmica epidemiológica dessas doenças depende da interação entre diferentes hospedeiros, reservatórios e fatores ambientais. A fragmentação de habitats naturais, a expansão agrícola, o desmatamento, a urbanização desordenada e a aproximação entre animais domésticos e fauna silvestre favorecem alterações nos ciclos de transmissão e aumentam a probabilidade de exposição humana a novos patógenos ou a agentes previamente restritos ao ambiente silvestre (Jones et al., 2008; Plowright et al., 2021).

Assim, determinadas categorias profissionais apresentam risco ocupacional significativamente superior ao observado na população geral. Médicos veterinários, tratadores de animais, produtores rurais, trabalhadores de frigoríficos, pesquisadores de campo, profissionais de laboratórios, agentes ambientais, guardas-parques e servidores de unidades de conservação mantêm contato frequente com animais, secreções, excretas, tecidos biológicos, solo, água e aerossóis potencialmente contaminados, aumentando a probabilidade de exposição a diversos agentes zoonóticos (CDC, 2024; Johnrose et al., 2025).

As zoonoses ocupacionais caracterizam-se justamente pela aquisição da infecção em decorrência das atividades profissionais desenvolvidas. Em muitos casos, a exposição ocorre de forma repetitiva e cumulativa durante vários anos, favorecendo infecções subclínicas ou assintomáticas que frequentemente permanecem sem diagnóstico. Consequentemente, trabalhadores podem atuar por longos períodos como indivíduos previamente expostos, desenvolvendo manifestações tardias ou servindo como indicadores epidemiológicos da circulação silenciosa de determinados agentes infecciosos em uma determinada região (Maurin; Raoult, 1999; Eldin et al., 2017).

Entre os agentes zoonóticos de importância ocupacional destacam-se *Coxiella burnetii*, *Brucella spp.*, *Leptospira spp.*, *Bacillus anthracis*, vírus da raiva,

hantavírus, além de diversos protozoários e helmintos. Embora possuam mecanismos de transmissão distintos, esses agentes compartilham características epidemiológicas relevantes, como a ampla distribuição geográfica, a capacidade de persistência ambiental e a associação com atividades laborais que envolvem contato direto ou indireto com animais e seus ambientes (Mackenzie; Jeggo, 2019; CDC, 2024).

Dentre essas zoonoses, a febre Q apresenta características particularmente relevantes sob a perspectiva da Saúde Única. *Coxiella burnetii* possui ampla gama de hospedeiros vertebrados, elevada resistência ambiental e elevada infectividade, sendo considerada um dos microrganismos com menor dose infectante conhecida. A transmissão para humanos ocorre predominantemente pela inalação de aerossóis contaminados provenientes de secreções e produtos do parto de animais infectados, embora o agente também possa permanecer viável por longos períodos em poeira, solo e materiais orgânicos secos, favorecendo sua disseminação em ambientes ocupacionais (Maurin; Raoult, 1999; Eldin et al., 2017; Cherry et al., 2021).

Da mesma forma, *Toxoplasma gondii* e *Toxocara canis* apresentam ciclos epidemiológicos fortemente influenciados pelo ambiente. O primeiro depende da eliminação de oocistos por felídeos, que contaminam solo, água e alimentos, enquanto o segundo utiliza o ambiente como importante reservatório para ovos altamente resistentes eliminados por canídeos. Em ambos os casos, trabalhadores que desenvolvem atividades em áreas naturais ou que mantêm contato frequente com solo, vegetação e fauna podem apresentar maior probabilidade de exposição ocupacional quando comparados à população urbana em geral (Dubey, 2010; Macpherson, 2013; Rostami et al., 2019).

As unidades de conservação constituem ambientes singulares sob a perspectiva epidemiológica, pois representam locais onde coexistem fauna silvestre, animais domésticos de áreas adjacentes, visitantes e profissionais responsáveis pela proteção ambiental. As atividades desenvolvidas por esses trabalhadores incluem fiscalização, manejo da fauna, monitoramento ambiental, combate a incêndios, manutenção de trilhas, coleta de material biológico e pesquisas científicas, frequentemente realizadas em áreas remotas e com contato

direto com componentes ambientais potencialmente contaminados (Johnrose et al., 2025).

Apesar desse cenário, ainda são escassos os estudos que avaliam sistematicamente a exposição ocupacional de servidores de unidades de conservação a agentes zoonóticos, particularmente no Brasil. A maior parte das pesquisas concentra-se em trabalhadores rurais, médicos veterinários ou profissionais da pecuária, permanecendo limitada a compreensão sobre a circulação desses patógenos em áreas protegidas e sobre os riscos específicos enfrentados pelos profissionais responsáveis pela conservação ambiental (Johnrose et al., 2025).

Sob a perspectiva da Saúde Única, investigações soroepidemiológicas realizadas nesse grupo profissional transcendem a avaliação individual da exposição humana. Elas fornecem evidências indiretas da circulação de agentes infecciosos em ecossistemas naturais, contribuem para o monitoramento da interface entre fauna silvestre, animais domésticos e seres humanos, subsidiam programas de vigilância epidemiológica e orientam medidas de biossegurança voltadas à proteção dos trabalhadores e da biodiversidade. Dessa forma, estudos envolvendo profissionais de unidades de conservação representam importante ferramenta para compreender a ecologia das zoonoses e fortalecer políticas públicas integradas de prevenção e controle (WHO; FAO; UNEP; WOAH, 2022; Tomori et al., 2023).

Coxiella burnetii e a Febre Q

Histórico

A febre Q é uma zoonose bacteriana de distribuição mundial causada por *Coxiella burnetii*, um microrganismo intracelular obrigatório capaz de infectar uma ampla variedade de hospedeiros vertebrados e artrópodes. Apesar de sua importância para a saúde pública e para a medicina veterinária, a doença permanece subdiagnosticada em diversos países, especialmente na América Latina, onde sua vigilância epidemiológica ainda é limitada (Eldin et al., 2017; Angelakis; Raoult, 2010).

A doença foi descrita pela primeira vez em 1935, quando trabalhadores de um frigorífico localizado em Brisbane, Austrália, desenvolveram um quadro febril de etiologia desconhecida. O médico australiano Edward Holbrook Derrick conduziu a investigação clínica desses casos e, por não conseguir identificar o agente responsável, denominou a enfermidade de "Query Fever", posteriormente abreviada para Q Fever, em referência ao termo inglês *query*, que significa "questionamento" ou "causa desconhecida" (Derrick, 1937).

Quase simultaneamente às investigações conduzidas por Derrick, Frank Macfarlane Burnet e Mavis Freeman conseguiram isolar o agente etiológico em cobaias inoculadas com sangue de pacientes infectados. Na mesma época, nos Estados Unidos, Herald Cox e Gordon Davis também isolaram um microrganismo semelhante a partir de carrapatos do gênero *Dermacentor*, inicialmente acreditando tratar-se de uma riquétsia transmitida exclusivamente por artrópodes (Burnet; Freeman, 1937; Cox; Bell, 1939).

Em reconhecimento às contribuições desses pesquisadores, o microrganismo recebeu o nome de *Coxiella burnetii*, homenageando Herald Rea Cox e Frank Macfarlane Burnet. Durante várias décadas, acreditou-se que a bactéria pertencesse à família Rickettsiaceae, principalmente devido ao seu comportamento intracelular obrigatório e às dificuldades de cultivo em meios artificiais. Entretanto, o avanço das técnicas de biologia molecular demonstrou que *C. burnetii* apresenta maior proximidade filogenética com bactérias da ordem Legionellales, levando à criação da família Coxiellaceae, atualmente aceita na classificação taxonômica moderna (Stein et al., 1993; Eldin et al., 2017).

Desde sua descoberta, a febre Q passou a ser reconhecida como importante zoonose ocupacional, inicialmente associada a trabalhadores de frigoríficos, produtores rurais e médicos veterinários. Posteriormente, diversos surtos demonstraram que a transmissão não está restrita ao contato direto com animais, podendo ocorrer pela inalação de partículas contaminadas transportadas pelo vento por vários quilômetros, característica que diferencia *C. burnetii* da maioria das demais zoonoses bacterianas (Maurin; Raoult, 1999; Angelakis; Raoult, 2010).

Entre 2007 e 2010 ocorreu o maior surto de febre Q já registrado, envolvendo mais de quatro mil casos humanos nos Países Baixos. A investigação

epidemiológica identificou fazendas produtoras de caprinos leiteiros como principal fonte da infecção, evidenciando o potencial da bactéria para provocar epidemias mesmo em países com sistemas sanitários altamente desenvolvidos. Esse episódio modificou profundamente o entendimento sobre a importância da doença, impulsionando pesquisas relacionadas à epidemiologia, persistência ambiental, diagnóstico laboratorial e estratégias de controle (Roest et al., 2011; van der Hoek et al., 2012).

Embora amplamente estudada na Europa, Austrália e América do Norte, a febre Q permanece considerada uma doença negligenciada em diversas regiões do mundo. Em muitos países, incluindo o Brasil, a ausência de vigilância sistemática e a elevada frequência de infecções assintomáticas contribuem para importante subnotificação, dificultando a estimativa real da carga da doença (Eldin et al., 2017; Cherry et al., 2021).

Taxonomia e microbiologia

Coxiella burnetii pertence ao domínio Bacteria, filo Pseudomonadota (anteriormente Proteobacteria), classe Gammaproteobacteria, ordem Legionellales e família Coxiellaceae, constituindo atualmente o único representante validamente descrito do gênero *Coxiella* associado à doença humana (Parte et al., 2020).

Trata-se de um cocobacilo Gram-negativo extremamente pequeno, medindo aproximadamente entre 0,2 e 0,4 μm de largura por 0,4 a 1,0 μm de comprimento. Sua reduzida dimensão favorece a formação de aerossóis contendo partículas infectantes capazes de permanecer suspensas no ar por períodos prolongados e alcançar os alvéolos pulmonares após inalação (Maurin; Raoult, 1999).

Ao contrário da maioria das bactérias intracelulares, *C. burnetii* apresenta elevada resistência físico-química, suportando dessecação, radiação ultravioleta moderada, variações de temperatura e diversos desinfetantes normalmente utilizados na rotina hospitalar e veterinária. Essa característica está diretamente relacionada ao seu ciclo biológico peculiar e constitui um dos principais fatores responsáveis por sua elevada persistência ambiental (Eldin et al., 2017).

O agente apresenta duas variantes morfológicas distintas durante seu ciclo intracelular.

A *Small Cell Variant (SCV)* representa a forma infectante. Possui metabolismo reduzido, elevada compactação cromossômica e parede celular espessa, conferindo extraordinária resistência às condições ambientais adversas. Essa forma é funcionalmente comparável aos esporos bacterianos quanto à resistência, embora *C. burnetii* não produza esporos verdadeiros (Howe; Mallavia, 2000; Eldin et al., 2017).

Após penetrar na célula hospedeira, a SCV sofre diferenciação para a Large Cell Variant (LCV), metabolicamente ativa, responsável pela multiplicação intracelular. A replicação ocorre em um compartimento denominado vacúolo parasitóforo, cuja característica singular é apresentar pH ácido, entre aproximadamente 4,5 e 5,0. Diferentemente da maioria dos patógenos intracelulares, que evitam a fusão do fagossomo com o lisossomo, *C. burnetii* depende justamente desse ambiente ácido para ativar seu metabolismo e iniciar sua replicação (Omsland et al., 2009; Newton et al., 2020).

Outro aspecto microbiológico relevante é o fenômeno conhecido como variação de fase antigênica. Durante infecções naturais, a bactéria apresenta lipopolissacarídeo (LPS) completo, denominado Fase I, altamente virulento. Entretanto, após sucessivas passagens em culturas celulares ou ovos embrionados ocorre deleção parcial dos genes envolvidos na síntese do LPS, originando a Fase II, caracterizada por menor virulência e alterações antigênicas significativas (Hackstadt, 1986).

Essa diferença possui grande importância diagnóstica. Na infecção aguda predominam anticorpos dirigidos contra antígenos da Fase II, enquanto na infecção persistente ou crônica observa-se aumento expressivo de anticorpos contra antígenos da Fase I, princípio utilizado na interpretação dos testes sorológicos por imunofluorescência indireta (IFA), considerados padrão-ouro para o diagnóstico da febre Q (Eldin et al., 2017; Anderson et al., 2013).

O genoma de *C. burnetii* apresenta aproximadamente dois milhões de pares de bases e codifica diversos fatores relacionados à sobrevivência intracelular. Entre eles destaca-se o Sistema de Secreção Tipo IV Dot/Icm, responsável pela

liberação de proteínas efetoras capazes de modular mecanismos celulares do hospedeiro, inibir apoptose, alterar o tráfego vesicular e favorecer a persistência da infecção. Esses mecanismos explicam a capacidade da bactéria de permanecer viável durante longos períodos em macrófagos e monócitos humanos, contribuindo para o desenvolvimento das formas persistentes da doença (Beare et al., 2011; Newton et al., 2020).

Além de sua elevada infectividade, *C. burnetii* destaca-se pela baixíssima dose infectante. Estudos experimentais demonstraram que a inalação de uma única bactéria viável pode ser suficiente para estabelecer infecção em indivíduos suscetíveis, característica rara entre os agentes bacterianos conhecidos e que reforça sua relevância como patógeno ocupacional e potencial agente de disseminação por aerossóis (Madariaga et al., 2003; Eldin et al., 2017).

Ciclo epidemiológico

A epidemiologia da febre Q é particularmente complexa em razão da ampla diversidade de hospedeiros suscetíveis e das múltiplas vias de transmissão. Diferentemente de outras zoonoses bacterianas, *C. burnetii* não depende exclusivamente do contato direto entre animais e seres humanos, podendo persistir em diferentes compartimentos ambientais e ser disseminada por aerossóis a grandes distâncias, característica que amplia significativamente seu potencial de transmissão (Angelakis; Raoult, 2010).

O ciclo natural envolve mamíferos domésticos e silvestres, aves e carrapatos, embora a importância epidemiológica desses últimos varie conforme o ecossistema. Mais de 150 espécies de mamíferos já foram identificadas como hospedeiros naturais, incluindo bovinos, ovinos, caprinos, cães, gatos, cervídeos, roedores, marsupiais e diversos animais silvestres. Essa ampla gama de hospedeiros dificulta o controle da doença e favorece sua manutenção em ambientes naturais e antropizados (Porter et al., 2011; Eldin et al., 2017).

Nos ruminantes domésticos, principal fonte de infecção humana, a bactéria apresenta tropismo acentuado pelos tecidos reprodutivos, especialmente placenta, útero e glândulas mamárias. Durante o parto ou aborto de fêmeas infectadas ocorre eliminação maciça do agente por meio da placenta, líquidos fetais e

secreções uterinas, podendo atingir concentrações superiores a 10^9 bactérias por grama de tecido placentário. Após a secagem desse material, partículas contaminadas podem ser facilmente aerossolizadas, permanecendo suspensas no ambiente e sendo transportadas pelo vento por vários quilômetros (Maurin; Raoult, 1999; Roest et al., 2011).

Além dos produtos do parto, *C. burnetii* pode ser eliminada no leite, urina, fezes e secreções vaginais por semanas ou meses após a infecção. Em muitos animais, especialmente bovinos e pequenos ruminantes, essa eliminação ocorre na ausência de sinais clínicos, dificultando a identificação dos rebanhos infectados e favorecendo a manutenção silenciosa da bactéria nas propriedades rurais (Arricau-Bouvery; Rodolakis, 2005).

A transmissão para humanos ocorre predominantemente pela inalação de aerossóis contaminados, considerada a principal via epidemiológica da doença. Diferentemente de outras zoonoses, o contato direto com animais nem sempre é necessário, uma vez que partículas contendo a bactéria podem ser transportadas pelo vento por longas distâncias, atingindo populações urbanas localizadas a vários quilômetros dos focos primários de infecção. Essa característica foi amplamente demonstrada durante o surto ocorrido nos Países Baixos, no qual milhares de casos foram registrados em moradores sem contato ocupacional direto com animais infectados (van der Hoek et al., 2012; Roest et al., 2011).

Embora menos frequentes, outras formas de transmissão incluem o consumo de leite cru e derivados não pasteurizados, acidentes laboratoriais, manipulação de tecidos infectados e, excepcionalmente, transmissão vertical, transfusional ou sexual. Entretanto, a importância epidemiológica dessas vias é consideravelmente inferior quando comparada à transmissão aerógena (Eldin et al., 2017; Anderson et al., 2013).

Do ponto de vista ocupacional, médicos veterinários, produtores rurais, tratadores de animais, trabalhadores de frigoríficos, pesquisadores, profissionais de laboratórios e agentes ambientais constituem grupos de maior risco devido à exposição frequente a aerossóis, secreções e ambientes contaminados. Em unidades de conservação ambiental, a interação constante com fauna silvestre, solo, vegetação e áreas de circulação de animais domésticos pode representar

importante oportunidade de exposição, embora ainda existam poucos estudos direcionados especificamente a essa população (Johnrose et al., 2025).

Persistência ambiental

Uma das características mais marcantes de *Coxiella burnetii* é sua extraordinária capacidade de persistência no ambiente, fator considerado determinante para a manutenção da cadeia epidemiológica da febre Q. Diferentemente de muitos patógenos bacterianos, que apresentam baixa sobrevivência após serem eliminados pelo hospedeiro, *C. burnetii* pode permanecer viável durante meses e, em determinadas condições, por mais de um ano em poeira, solo, palha, lã e outros materiais orgânicos secos (Maurin; Raoult, 1999; Eldin et al., 2017).

Essa resistência está relacionada principalmente à forma SCV, metabolicamente inativa e altamente resistente às agressões ambientais. A SCV apresenta parede celular espessa, elevada compactação do material genético e metabolismo reduzido, características que conferem proteção contra dessecação, variações de temperatura, radiação ultravioleta moderada e diversos agentes químicos normalmente utilizados em processos de desinfecção (Howe; Mallavia, 2000).

A permanência da bactéria no ambiente favorece a formação de reservatórios ambientais independentes da presença contínua de animais infectados. Assim, áreas anteriormente contaminadas por produtos do parto, fezes ou urina podem permanecer infectantes por longos períodos, expondo trabalhadores mesmo após a remoção dos animais. Essa característica explica a ocorrência de casos em indivíduos sem contato direto com rebanhos, bem como surtos relacionados apenas à movimentação de poeira contaminada (Roest et al., 2011; van der Hoek et al., 2012).

Sob a perspectiva da Saúde Única, a persistência ambiental de *C. burnetii* evidencia que o ambiente não constitui apenas um meio passivo de transmissão, mas um componente ativo na manutenção da bactéria entre animais e seres humanos. Esse aspecto torna especialmente relevantes estudos conduzidos em unidades de conservação, onde a interação entre fauna silvestre, animais

domésticos, solo e trabalhadores ocorre de maneira contínua e frequentemente sem medidas específicas de vigilância para a febre Q. A compreensão desse componente ambiental é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de biossegurança, vigilância epidemiológica e prevenção da exposição ocupacional, temas que serão aprofundados nas seções seguintes.

Reservatórios

A manutenção de *Coxiella burnetii* na natureza depende de uma complexa rede de hospedeiros vertebrados e artrópodes, característica que distingue a febre Q de diversas outras zoonoses bacterianas. Atualmente, mais de 150 espécies de mamíferos, além de aves, répteis e diferentes espécies de carrapatos, já foram identificadas como naturalmente infectadas, demonstrando a extraordinária capacidade adaptativa desse microrganismo (Angelakis; Raoult, 2010; Porter et al., 2011).

Embora essa ampla diversidade de hospedeiros participe da ecologia da bactéria, os principais reservatórios de importância para a saúde pública são os ruminantes domésticos, especialmente bovinos (*Bos taurus*), ovinos (*Ovis aries*) e caprinos (*Capra hircus*). Esses animais apresentam elevada susceptibilidade à infecção e constituem a principal fonte de exposição humana, principalmente durante eventos reprodutivos, quando ocorre intensa eliminação bacteriana por meio da placenta, líquidos fetais, secreções uterinas, leite, urina e fezes (Arricau-Bouvery; Rodolakis, 2005; Eldin et al., 2017).

Na maioria dos rebanhos, a infecção evolui de forma assintomática. Entretanto, perdas reprodutivas, abortamentos, natimortalidade, nascimento de animais debilitados, retenção de placenta e infertilidade podem ocorrer, sobretudo em pequenos ruminantes. Além dos prejuízos econômicos para a produção pecuária, essas manifestações representam importantes eventos epidemiológicos, uma vez que a placenta e os anexos fetais concentram algumas das maiores cargas bacterianas já descritas para *C. burnetii*, favorecendo intensa contaminação ambiental (Angelakis; Raoult, 2010; OIE, 2021).

Além dos ruminantes, diversas espécies domésticas podem atuar como reservatórios secundários. Cães e gatos frequentemente apresentam infecção

subclínica, embora surtos humanos associados a partos de cadelas e gatas infectadas tenham sido descritos em diferentes países. Equinos, suínos, coelhos e camelídeos também podem ser infectados, porém sua participação na epidemiologia da doença parece ser menos expressiva quando comparada à dos ruminantes (Maurin; Raoult, 1999; Eldin et al., 2017).

A fauna silvestre desempenha papel igualmente relevante na manutenção da bactéria em ecossistemas naturais. Cervídeos, javalis, lebres, coelhos silvestres, marsupiais, roedores e diversos carnívoros já foram identificados como portadores de *C. burnetii* por métodos sorológicos ou moleculares. Embora a magnitude da participação dessas espécies ainda seja objeto de investigação, acredita-se que elas contribuam para a manutenção de ciclos silvestres independentes da produção pecuária, permitindo a persistência do agente em áreas protegidas e unidades de conservação (Porter et al., 2011; Plummer et al., 2018).

Os carrapatos foram historicamente considerados importantes reservatórios da bactéria, principalmente após os primeiros isolamentos realizados por Herald Cox a partir de espécies do gênero *Dermacentor*. Atualmente, sabe-se que mais de quarenta espécies de carrapatos podem albergar *C. burnetii* ou bactérias geneticamente relacionadas. Nesses artrópodes, o microrganismo pode ser transmitido transestadial e transovarianamente, contribuindo para sua manutenção na natureza. Entretanto, apesar de sua importância ecológica, a transmissão direta de carrapatos para seres humanos é considerada rara e possui reduzida relevância epidemiológica quando comparada à transmissão aerógena (Duron et al., 2015; Eldin et al., 2017).

Do ponto de vista da Saúde Única, a coexistência de animais domésticos, fauna silvestre e carrapatos estabelece um complexo sistema ecológico capaz de manter *C. burnetii* circulando mesmo na ausência de surtos clínicos aparentes. Essa característica assume especial importância em unidades de conservação, onde diferentes espécies compartilham ambientes naturais e frequentemente interagem com trabalhadores responsáveis pelo manejo da biodiversidade, fiscalização ambiental e pesquisa científica.

Distribuição mundial

A febre Q apresenta distribuição praticamente cosmopolita, sendo considerada uma das zoonoses bacterianas mais amplamente distribuídas no planeta. Casos humanos e infecções animais já foram descritos em todos os continentes habitados, com exceção da Nova Zelândia, país que permanece oficialmente livre da doença graças a rigorosas políticas de biossegurança e controle da importação de animais suscetíveis (Maurin; Raoult, 1999; Eldin et al., 2017).

Apesar dessa ampla distribuição geográfica, a incidência da doença varia consideravelmente entre diferentes regiões, refletindo diferenças na densidade dos rebanhos, sistemas de produção animal, condições climáticas, vigilância epidemiológica e disponibilidade de métodos diagnósticos. Em muitos países, a febre Q permanece subdiagnosticada devido à elevada frequência de infecções assintomáticas, ao quadro clínico inespecífico e à limitada inclusão da doença nos protocolos de investigação de síndromes febris (Angelakis; Raoult, 2010; Eldin et al., 2017).

Na Europa, a doença é considerada endêmica em diversos países. O maior evento epidemiológico registrado ocorreu nos Países Baixos entre 2007 e 2010, quando foram confirmados mais de 4.000 casos humanos associados principalmente a fazendas de caprinos leiteiros infectados. Estima-se que o número real de infecções tenha sido significativamente superior, considerando a elevada proporção de casos assintomáticos. Esse episódio motivou profundas mudanças nas políticas sanitárias holandesas, incluindo vacinação obrigatória de rebanhos caprinos, descarte de animais gestantes infectados, restrições de movimentação e intensificação da vigilância epidemiológica (Roest et al., 2011; van der Hoek et al., 2012).

Na Austrália, país onde a doença foi inicialmente descrita, a febre Q continua representando importante enfermidade ocupacional. Trabalhadores da pecuária, frigoríficos, laboratórios, indústrias de processamento de carne e medicina veterinária apresentam risco significativamente superior ao da população geral. Como resposta, foi implantado o National Q Fever Management Program, programa nacional que incorporou vacinação ocupacional utilizando a vacina Q-

VAX®, considerada atualmente a única vacina licenciada para uso humano contra a febre Q. A implementação desse programa resultou em redução expressiva da incidência da doença entre trabalhadores expostos, constituindo um dos principais exemplos mundiais de prevenção de zoonoses ocupacionais (Gidding et al., 2009; Australian Technical Advisory Group on Immunisation, 2024).

Na América do Norte, casos esporádicos e surtos localizados continuam sendo registrados tanto nos Estados Unidos quanto no Canadá. A vigilância sistemática permitiu identificar associação entre infecção humana, criação de ruminantes, exposição ocupacional e eventos climáticos capazes de favorecer a dispersão de partículas contaminadas pelo vento (Anderson et al., 2013).

Na África, Oriente Médio e Ásia, estudos sorológicos demonstram ampla circulação da bactéria em animais domésticos e populações humanas, embora a verdadeira magnitude da doença permaneça desconhecida devido à limitação dos sistemas diagnósticos e de notificação. Revisões sistemáticas sugerem que a febre Q esteja substancialmente subestimada em países de baixa e média renda, onde frequentemente é confundida com outras causas de síndrome febril, como malária, leptospirose, dengue e febre tifoide (Vanderburg et al., 2014; Eldin et al., 2017).

Nas últimas duas décadas, avanços nas técnicas de biologia molecular, particularmente a PCR em tempo real e o sequenciamento genômico, ampliaram significativamente o conhecimento sobre a diversidade genética de *C. burnetii* e sobre sua circulação em diferentes hospedeiros. Esses estudos reforçam que a febre Q constitui um problema global de Saúde Única, cuja dinâmica epidemiológica depende da interação entre fatores ambientais, animais e humanos, ultrapassando os limites tradicionais da medicina veterinária ou da saúde pública isoladamente (Massung et al., 2012; Plummer et al., 2018).

Situação epidemiológica no Brasil

Embora o Brasil possua um dos maiores rebanhos bovinos comerciais do mundo e extensas áreas destinadas à criação de ovinos e caprinos, a epidemiologia da febre Q permanece pouco conhecida. Diferentemente de países europeus e da Austrália, onde existem sistemas estruturados de vigilância, a

doença ainda não integra rotineiramente os programas nacionais de monitoramento de zoonoses, contribuindo para expressiva subnotificação e reduzido conhecimento sobre sua distribuição geográfica (Rozental et al., 2020; Eldin et al., 2017).

As primeiras evidências da circulação de *C. burnetii* no país foram obtidas por meio de estudos sorológicos realizados em animais domésticos durante a segunda metade do século XX. Desde então, investigações envolvendo bovinos, caprinos, ovinos, cães, equinos e animais silvestres demonstraram a presença de anticorpos ou material genético da bactéria em diferentes regiões brasileiras, indicando que o agente encontra-se amplamente distribuído no território nacional (Rozental et al., 2020; Guimarães et al., 2017).

Em seres humanos, os primeiros relatos foram limitados a estudos sorológicos envolvendo trabalhadores rurais, médicos veterinários e profissionais de frigoríficos. Posteriormente, casos clínicos passaram a ser identificados em pacientes com síndrome febril aguda, pneumonia atípica, hepatite e endocardite infecciosa, especialmente após a introdução de métodos moleculares e sorológicos mais sensíveis em centros de referência (Lamas et al., 2013; Rozental et al., 2020).

Um dos principais desafios para a vigilância epidemiológica brasileira é a semelhança clínica da febre Q com diversas doenças infecciosas endêmicas. Pacientes frequentemente recebem diagnósticos iniciais de dengue, influenza, leptospirose, febre maculosa brasileira, hantavirose ou outras síndromes febris inespecíficas. Consequentemente, muitos casos deixam de ser investigados laboratorialmente para *C. burnetii*, perpetuando o subdiagnóstico da doença (Lamas et al., 2013; Eldin et al., 2017).

Estudos conduzidos em diferentes estados brasileiros identificaram soropositividade variável entre populações ocupacionalmente expostas, incluindo produtores rurais, veterinários, trabalhadores de matadouros, tratadores de animais e profissionais de laboratórios. Essas diferenças provavelmente refletem variações regionais nos sistemas de produção animal, intensidade da exposição ocupacional e metodologias laboratoriais empregadas, dificultando comparações diretas entre os estudos (Guimarães et al., 2017; Rozental et al., 2020).

Nos animais de produção, a circulação de *C. burnetii* também tem sido demonstrada por estudos sorológicos e moleculares em bovinos leiteiros, rebanhos caprinos e ovinos, frequentemente associada a distúrbios reprodutivos, embora a maioria dos animais permaneça clinicamente saudável. Esses achados reforçam a possibilidade de manutenção silenciosa da bactéria nos sistemas produtivos brasileiros e sua potencial transmissão para trabalhadores e populações vizinhas (Guimarães et al., 2017; OIE, 2021).

Apesar desses avanços, permanecem escassas as investigações envolvendo fauna silvestre e profissionais que atuam em unidades de conservação. Considerando a elevada biodiversidade brasileira e a intensa interface entre ecossistemas naturais, animais domésticos e atividades humanas, existe importante lacuna de conhecimento sobre a circulação de *C. burnetii* em ambientes protegidos. Essa limitação dificulta a compreensão da participação da fauna silvestre na manutenção da bactéria e restringe o desenvolvimento de medidas específicas de vigilância ocupacional para servidores responsáveis pela conservação ambiental.

Manifestações clínicas

A apresentação clínica da febre Q é extremamente variável, abrangendo desde infecções completamente assintomáticas até formas graves com comprometimento multissistêmico. Essa ampla diversidade de manifestações decorre da interação entre fatores relacionados ao hospedeiro, à resposta imunológica individual, à carga infectante e às características da cepa envolvida, tornando a doença um importante desafio diagnóstico na prática clínica (Maurin; Raoult, 1999; Eldin et al., 2017).

Após um período de incubação que varia, em média, entre 14 e 21 dias, indivíduos sintomáticos podem desenvolver um quadro febril agudo de início abrupto, frequentemente acompanhado por cefaleia intensa, mialgia, fadiga, calafrios, sudorese e mal-estar generalizado. Esses sinais são inespecíficos e se sobrepõem aos de diversas doenças infecciosas, contribuindo para o subdiagnóstico da febre Q, especialmente em regiões onde dengue, leptospirose,

influenza, febre maculosa e outras síndromes febris são endêmicas (Anderson et al., 2013; Eldin et al., 2017).

A forma aguda da doença apresenta manifestações clínicas heterogêneas. Em muitos pacientes, a infecção limita-se a uma síndrome febril autolimitada, enquanto outros desenvolvem pneumonia atípica, hepatite granulomatosa ou combinação dessas apresentações. A pneumonia relacionada à febre Q caracteriza-se, em geral, por tosse seca, dispneia variável, dor torácica e infiltrados pulmonares que nem sempre se correlacionam com a intensidade dos sintomas. Já o comprometimento hepático costuma manifestar-se por elevação discreta ou moderada das transaminases, podendo ocorrer mesmo na ausência de icterícia ou hepatomegalia significativa (Maurin; Raoult, 1999; Million et al., 2015).

Embora menos frequentes, diversas outras manifestações têm sido descritas, incluindo miocardite, pericardite, meningoencefalite, encefalite, neurite óptica, pancreatite, osteomielite, anemia hemolítica, púrpura trombocitopênica e complicações obstétricas. Essas formas extrapulmonares são relativamente incomuns, porém demonstram o potencial sistêmico da infecção e a capacidade de *Coxiella burnetii* de acometer diferentes órgãos e tecidos (Eldin et al., 2017; Kampschreur et al., 2014).

A gravidade da doença aguda é influenciada por fatores como idade avançada, imunossupressão, gestação, doenças cardiovasculares preexistentes e intensidade da exposição ao agente infeccioso. Entretanto, mesmo indivíduos jovens e previamente saudáveis podem desenvolver formas clínicas significativas, particularmente quando expostos a elevadas concentrações bacterianas em ambientes ocupacionais, como propriedades rurais, frigoríficos, laboratórios de diagnóstico e unidades de produção animal (Angelakis; Raoult, 2010).

Em gestantes, a infecção merece atenção especial. Embora muitas mulheres permaneçam assintomáticas durante a gestação, a persistência da bactéria na placenta pode resultar em aborto espontâneo, parto prematuro, restrição do crescimento fetal, morte fetal e baixo peso ao nascimento. Além dos riscos obstétricos, a gestação constitui importante fator predisponente para o desenvolvimento de infecção persistente após o parto, razão pela qual diversos

protocolos internacionais recomendam acompanhamento prolongado dessas pacientes (Carcopino et al., 2009; Million et al., 2015).

Apesar da diversidade clínica, um dos aspectos mais marcantes da febre Q permanece sendo a elevada frequência de apresentações oligossintomáticas ou completamente assintomáticas, condição que exerce profundo impacto sobre sua epidemiologia e constitui um dos principais desafios para os programas de vigilância em saúde.

Infecção assintomática

A infecção assintomática representa uma das principais características epidemiológicas da febre Q e um dos fatores responsáveis pela ampla subnotificação da doença em nível mundial. Estima-se que aproximadamente 60% dos indivíduos infectados por *Coxiella burnetii* não desenvolvam manifestações clínicas perceptíveis, embora esse percentual possa variar conforme a população estudada, a intensidade da exposição e os métodos diagnósticos empregados (Maurin; Raoult, 1999; Anderson et al., 2013; Eldin et al., 2017).

Mesmo na ausência de sintomas, esses indivíduos desenvolvem resposta imunológica humoral e celular detectável, podendo permanecer soropositivos durante vários anos. Estudos longitudinais demonstram que anticorpos da classe IgG contra antígenos de Fase II frequentemente persistem por décadas, refletindo exposição prévia ao agente, ainda que o paciente jamais tenha recebido diagnóstico clínico de febre Q (Anderson et al., 2013; Kampschreur et al., 2014).

A elevada frequência de infecções silenciosas possui importantes implicações para a saúde pública. Como a maioria dos indivíduos não procura atendimento médico, a circulação da bactéria permanece frequentemente desconhecida até que sejam realizados estudos soroepidemiológicos específicos ou ocorram casos graves em populações expostas. Dessa forma, levantamentos sorológicos tornam-se ferramentas essenciais para estimar a verdadeira magnitude da circulação de *C. burnetii* em uma determinada região, especialmente entre grupos ocupacionais submetidos à exposição repetitiva (Eldin et al., 2017).

Entre trabalhadores rurais, médicos veterinários, tratadores de animais, profissionais de frigoríficos e pesquisadores de campo, a soroprevalência

frequentemente supera aquela observada na população geral, refletindo exposição ocupacional cumulativa ao longo dos anos. Em muitos desses profissionais, a soroconversão ocorre sem qualquer episódio clínico reconhecido, indicando que a ausência de sintomas não deve ser interpretada como ausência de infecção (Porter et al., 2011; Angelakis; Raoult, 2010).

Esse aspecto possui especial relevância para profissionais que atuam em unidades de conservação ambiental. A exposição contínua ao solo, poeira, vegetação, excretas de animais, carcaças, materiais biológicos e ambientes frequentados por fauna silvestre pode resultar em infecções repetidas ou em exposições de baixa intensidade, frequentemente insuficientes para produzir doença clínica evidente, mas capazes de induzir resposta sorológica. Assim, a identificação de anticorpos em trabalhadores aparentemente saudáveis pode representar importante indicador da circulação ambiental da bactéria (Johnrose et al., 2025).

Embora a maioria das infecções assintomáticas evolua para resolução espontânea, evidências acumuladas nas últimas décadas demonstram que uma pequena parcela desses indivíduos poderá desenvolver infecção persistente meses ou anos após a exposição inicial. Essa possibilidade reforça a importância do acompanhamento clínico de pessoas pertencentes a grupos de risco, mesmo quando a infecção inicial tenha transcorrido sem manifestações clínicas aparentes (Kampschreur et al., 2014; Million et al., 2015).

Sob a perspectiva epidemiológica, a elevada proporção de infecções assintomáticas explica por que a soroprevalência frequentemente excede em muitas vezes o número de casos oficialmente notificados. Consequentemente, estudos transversais baseados exclusivamente em registros clínicos tendem a subestimar significativamente a circulação de *C. burnetii*, tornando os inquéritos sorológicos uma das principais ferramentas para avaliação da exposição populacional.

Febre Q crônica

Durante muitos anos, utilizou-se o termo febre Q crônica para descrever infecções persistentes por *Coxiella burnetii* que permaneciam ativas por mais de

seis meses após a infecção inicial. Entretanto, avanços recentes na compreensão da patogênese da doença demonstraram que o conceito de cronicidade nem sempre reflete adequadamente o comportamento biológico da bactéria. Por esse motivo, especialistas têm recomendado a utilização do termo infecção persistente focalizada, enfatizando que a bactéria permanece localizada em tecidos específicos, particularmente em válvulas cardíacas, próteses vasculares e aneurismas infectados (Kampschreur et al., 2015; Eldin et al., 2017).

Apesar dessa atualização terminológica, a expressão "febre Q crônica" continua amplamente empregada na literatura médica e será utilizada nesta tese por representar a nomenclatura mais difundida e facilitar a comparação com estudos epidemiológicos anteriores.

A evolução para formas persistentes ocorre em aproximadamente 1% a 5% dos indivíduos infectados, sendo favorecida principalmente pela presença de valvopatias preexistentes, próteses valvares, aneurismas vasculares, enxertos vasculares, imunossupressão e gestação. Nessas condições, *C. burnetii* é capaz de sobreviver no interior de macrófagos e estabelecer infecção de longa duração, frequentemente com baixa carga bacteriana e evolução clínica insidiosa (Maurin; Raoult, 1999; Million et al., 2015).

A principal manifestação da febre Q persistente é a endocardite infecciosa, responsável por aproximadamente 60% a 80% dos casos descritos de infecção crônica. Outras apresentações incluem infecção de próteses vasculares, aneurismas infectados, osteomielite, artrite crônica, linfadenite persistente e infecções localizadas em diferentes órgãos, dependendo da condição clínica do paciente (Kampschreur et al., 2014; Eldin et al., 2017).

Diferentemente da febre Q aguda, caracterizada por manifestações inflamatórias exuberantes, a forma persistente apresenta evolução lenta e frequentemente oligossintomática. Febre baixa prolongada, fadiga intensa, perda ponderal, sudorese noturna e mal-estar podem permanecer durante meses antes do estabelecimento do diagnóstico. Em muitos pacientes, os sinais clínicos são discretos, dificultando a suspeita diagnóstica e retardando o início do tratamento específico (Million et al., 2015).

A resposta imunológica desempenha papel central na evolução para persistência. Embora a imunidade celular seja capaz de controlar a infecção na maioria dos indivíduos, alterações na função de macrófagos, produção de citocinas e mecanismos de ativação linfocitária podem permitir a sobrevivência prolongada da bactéria no interior das células hospedeiras. Paralelamente, observa-se manutenção de títulos elevados de anticorpos IgG contra antígenos de Fase I, característica sorológica utilizada internacionalmente como importante marcador de infecção persistente (Anderson et al., 2013; Eldin et al., 2017).

Na saúde ocupacional, a possibilidade de evolução tardia para infecção persistente confere especial importância à identificação de trabalhadores previamente expostos. Embora a grande maioria dos indivíduos soropositivos jamais desenvolva complicações clínicas, o reconhecimento da exposição permite direcionar acompanhamento mais cuidadoso em pessoas pertencentes aos grupos de maior risco, especialmente portadores de valvopatias, próteses cardíacas ou doenças vasculares.

Nos últimos anos, diversos autores têm defendido que a verdadeira carga da febre Q persistente permanece subestimada em muitos países, principalmente devido ao elevado número de infecções assintomáticas não diagnosticadas durante a fase aguda. Essa hipótese reforça a necessidade de ampliar os estudos soroepidemiológicos em populações ocupacionalmente expostas, capazes de identificar precocemente indivíduos previamente infectados e subsidiar estratégias de vigilância e prevenção em consonância com os princípios da Saúde Única (Kampschreur et al., 2015; Eldin et al., 2017).

Endocardite por *Coxiella burnetii*

A endocardite representa a manifestação clínica mais frequente e mais grave da infecção persistente por *Coxiella burnetii*, sendo responsável por aproximadamente 60% a 80% dos casos de febre Q crônica descritos na literatura. Caracteriza-se por um processo infeccioso de evolução lenta, frequentemente oligossintomático, que acomete preferencialmente válvulas cardíacas previamente lesionadas, próteses valvares ou dispositivos intracardíacos, embora também

possa ocorrer em válvulas estruturalmente normais (Million et al., 2015; Eldin et al., 2017).

A capacidade de *C. burnetii* estabelecer infecção persistente está diretamente relacionada ao seu comportamento intracelular. Após a infecção inicial, a bactéria pode permanecer viável durante anos no interior de monócitos e macrófagos, utilizando mecanismos sofisticados de evasão da resposta imune, como modulação da apoptose celular, alteração da sinalização inflamatória e sobrevivência em vacúolos fagolisossomais acidificados. Em indivíduos suscetíveis, esses mecanismos favorecem a colonização de áreas previamente danificadas do endotélio cardiovascular, culminando no desenvolvimento de endocardite (Beare et al., 2011; Newton et al., 2020).

Os principais fatores predisponentes incluem valvopatias congênitas ou adquiridas, próteses valvares, história prévia de endocardite, cardiopatias congênitas complexas, aneurismas vasculares, enxertos vasculares, imunossupressão e gestação. Estudos de acompanhamento demonstram que pacientes portadores dessas condições apresentam risco significativamente maior de evolução para infecção persistente após a exposição à bactéria, mesmo quando a infecção aguda foi completamente assintomática (Kampschreur et al., 2014; Million et al., 2015).

Do ponto de vista clínico, a endocardite por *C. burnetii* difere substancialmente da endocardite bacteriana clássica causada por *Staphylococcus aureus* ou estreptococos do grupo viridans. A evolução costuma ser insidiosa, com febre ausente ou pouco intensa, fadiga progressiva, perda ponderal, sudorese noturna, anemia e elevação discreta de marcadores inflamatórios. Sopros cardíacos novos ou agravamento de valvopatias pré-existentes podem estar presentes, porém frequentemente são discretos, retardando a suspeita diagnóstica (Habib et al., 2023; Eldin et al., 2017).

Diferentemente da endocardite causada por bactérias piogênicas, as vegetações produzidas por *C. burnetii* tendem a ser pequenas e pouco destrutivas, tornando a ecocardiografia transtorácica frequentemente inconclusiva. Mesmo a ecocardiografia transesofágica pode apresentar sensibilidade limitada, especialmente nas fases iniciais da doença. Consequentemente, o diagnóstico

depende da integração entre achados clínicos, sorológicos, moleculares e de imagem complementar (Habib et al., 2023; Anderson et al., 2013).

Sem tratamento adequado, a endocardite por *C. burnetii* apresenta elevada morbidade e mortalidade. Antes da introdução das terapias atuais, a letalidade ultrapassava 60%. Atualmente, graças ao diagnóstico precoce e ao tratamento prolongado com doxiciclina associada à hidroxicloroquina, as taxas de sobrevida melhoraram significativamente, embora muitos pacientes necessitem de acompanhamento por vários anos para monitoramento sorológico e identificação de recidivas (Million et al., 2015; Eldin et al., 2017).

Sob a perspectiva da Saúde Única e da saúde ocupacional, a endocardite por *C. burnetii* representa um exemplo emblemático da importância das infecções assintomáticas. Trabalhadores previamente expostos podem permanecer clinicamente saudáveis durante anos até desenvolver manifestações cardiovasculares decorrentes de uma infecção adquirida silenciosamente durante suas atividades profissionais. Essa característica reforça a relevância dos estudos soroepidemiológicos como ferramenta de identificação precoce da exposição ocupacional.

Endocardite de hemocultura negativa

A endocardite infecciosa permanece uma das principais causas de morbidade e mortalidade em cardiologia infecciosa. Embora a identificação microbiológica do agente etiológico seja fundamental para direcionar o tratamento, entre 10% e 30% dos casos apresentam hemoculturas persistentemente negativas, condição denominada endocardite de hemocultura negativa (Blood Culture-Negative Infective Endocarditis – BCNIE) (Habib et al., 2023; Fournier et al., 2017).

Diversos fatores podem explicar a negatividade das hemoculturas, incluindo uso prévio de antimicrobianos, crescimento lento do microrganismo ou exigências nutricionais específicas que dificultam seu cultivo em meios convencionais. Entretanto, um grupo particularmente importante é constituído pelos chamados patógenos intracelulares fastidiosos, entre os quais *Coxiella burnetii* ocupa posição

de destaque ao lado de *Bartonella spp.*, *Tropheryma whipplei* e algumas espécies de fungos (Fournier et al., 2017; Habib et al., 2023).

Por ser uma bactéria intracelular obrigatória, *C. burnetii* praticamente não cresce em hemoculturas convencionais utilizadas na rotina hospitalar. Dessa forma, pacientes com endocardite causada por esse agente frequentemente apresentam repetidas culturas sanguíneas negativas, mesmo na presença de infecção ativa. Esse comportamento microbiológico explica por que a febre Q é atualmente considerada uma das principais causas de endocardite de hemocultura negativa em diversos países (Million et al., 2015; Eldin et al., 2017).

O reconhecimento dessa associação modificou profundamente os algoritmos diagnósticos internacionais. As diretrizes mais recentes da European Society of Cardiology recomendam que todos os pacientes com suspeita de endocardite e hemoculturas negativas sejam submetidos à investigação sorológica para *Coxiella burnetii* e *Bartonella spp.*, independentemente da presença de contato conhecido com animais. Essa recomendação baseia-se na elevada frequência de exposições ambientais silenciosas e na possibilidade de infecção adquirida anos antes do aparecimento das manifestações cardíacas (Habib et al., 2023).

A importância clínica dessa recomendação torna-se ainda mais evidente quando se considera que grande parte dos pacientes não apresenta história prévia compatível com febre Q aguda. Em muitos casos, a única evidência da infecção inicial corresponde à presença de anticorpos específicos detectados durante a investigação da endocardite. Dessa forma, episódios assintomáticos ocorridos anos antes podem constituir o ponto de partida para uma infecção persistente diagnosticada apenas na fase de comprometimento cardiovascular (Kampschreur et al., 2014; Million et al., 2015).

Além da sorologia, técnicas moleculares como a reação em cadeia da polimerase (PCR) em amostras de sangue ou tecido valvar têm ampliado significativamente a capacidade diagnóstica, principalmente em pacientes submetidos à troca valvar. Entretanto, mesmo com os avanços laboratoriais, a interpretação dos resultados deve sempre considerar o contexto clínico, os fatores de risco cardiovasculares e os achados ecocardiográficos, uma vez que nenhum

método isoladamente apresenta sensibilidade absoluta (Fournier et al., 2017; Habib et al., 2023).

O reconhecimento de *C. burnetii* como importante agente etiológico da endocardite de hemocultura negativa reforça a necessidade de ampliar o conhecimento sobre a circulação da bactéria em populações ocupacionalmente expostas. Em países como o Brasil, onde a febre Q permanece pouco diagnosticada, é possível que parte dos casos classificados como endocardite idiopática ou de etiologia indeterminada corresponda, na realidade, a infecções persistentes não investigadas adequadamente.

Diagnóstico

O diagnóstico da febre Q representa um desafio devido à elevada frequência de infecções assintomáticas, à inespecificidade das manifestações clínicas e à dificuldade de isolamento microbiológico de *Coxiella burnetii*. Dessa forma, a confirmação laboratorial depende da integração entre informações epidemiológicas, achados clínicos e métodos sorológicos ou moleculares, sendo a interpretação adequada do contexto do paciente fundamental para evitar diagnósticos equivocados (Anderson et al., 2013; Eldin et al., 2017).

Durante a fase aguda da infecção, a reação em cadeia da polimerase (PCR), especialmente a PCR em tempo real direcionada ao elemento de inserção multicópia IS1111, apresenta elevada sensibilidade nas primeiras semanas da doença, período em que a resposta sorológica ainda pode ser negativa. A utilização da PCR permite detectar diretamente o DNA bacteriano em sangue total, soro ou tecidos infectados, constituindo importante ferramenta para o diagnóstico precoce, sobretudo em pacientes hospitalizados e em surtos epidemiológicos (Klee et al., 2006; Eldin et al., 2017).

A sorologia permanece como o principal método diagnóstico da febre Q. A técnica de imunofluorescência indireta (IFA) é considerada o padrão de referência internacional devido à sua elevada sensibilidade e especificidade. O método baseia-se na detecção de anticorpos dirigidos contra os antígenos de Fase I e Fase II de *C. burnetii*, permitindo não apenas confirmar a exposição, mas também inferir o estágio evolutivo da infecção (Anderson et al., 2013).

Na infecção aguda predominam anticorpos contra os antígenos de Fase II, inicialmente da classe IgM e posteriormente IgG. Já na infecção persistente observa-se elevação progressiva dos títulos de IgG dirigidos contra os antígenos de Fase I, frequentemente superiores aos títulos contra Fase II. Esse comportamento sorológico constitui um dos principais critérios utilizados internacionalmente para o diagnóstico da febre Q persistente, particularmente nos casos de endocardite (Million et al., 2015; Habib et al., 2023).

Embora existam métodos sorológicos alternativos, como ELISA, fixação do complemento e imunoblot, a imunofluorescência indireta continua sendo a técnica de escolha em centros especializados. Ensaios ELISA apresentam boa aplicabilidade em estudos epidemiológicos devido à facilidade de padronização e processamento de grande número de amostras, porém resultados positivos geralmente requerem confirmação por IFA quando utilizados para fins diagnósticos individuais (Anderson et al., 2013; Eldin et al., 2017).

Nos casos suspeitos de infecção persistente, especialmente endocardite ou infecção vascular, recomenda-se associação entre sorologia, PCR e métodos de imagem, incluindo ecocardiografia transesofágica, tomografia computadorizada, angiotomografia e tomografia por emissão de pósitrons associada à tomografia computadorizada (^18F-FDG PET/CT). A incorporação dessas técnicas aumentou significativamente a sensibilidade diagnóstica, permitindo identificar focos infecciosos antes não detectáveis pelos métodos convencionais (Habib et al., 2023; ESC Guidelines, 2023).

Em estudos soroepidemiológicos, como o presente trabalho, a sorologia assume papel distinto daquele empregado na prática clínica. Nesse contexto, a detecção de anticorpos não necessariamente indica doença ativa, mas evidencia exposição prévia ao agente e circulação de *C. burnetii* na população estudada. Dessa forma, levantamentos sorológicos constituem importantes ferramentas para avaliar risco ocupacional, estimar a magnitude da exposição humana e subsidiar programas de vigilância em Saúde Única, particularmente em grupos profissionais submetidos ao contato frequente com animais e ambientes potencialmente contaminados.

Tratamento

O tratamento da febre Q depende da forma clínica da doença, do tempo de evolução da infecção e da presença de fatores predisponentes para infecção persistente. O início precoce da terapia antimicrobiana reduz a duração dos sintomas, diminui a ocorrência de complicações e pode contribuir para reduzir o risco de evolução para formas persistentes, especialmente em indivíduos pertencentes a grupos de maior risco (Anderson et al., 2013; Eldin et al., 2017).

A doxiciclina constitui o antimicrobiano de escolha para o tratamento da febre Q aguda em adultos, sendo recomendada na dose de 100 mg, por via oral, duas vezes ao dia, durante 14 dias. Diversos estudos demonstraram que a administração nas primeiras 72 horas após o início dos sintomas está associada à redução significativa da febre, do tempo de hospitalização e da duração da doença (Maurin; Raoult, 1999; Anderson et al., 2013).

Em crianças e gestantes, o tratamento deve ser individualizado em razão dos potenciais efeitos adversos das tetraciclinas. Durante a gestação, o trimetoprim-sulfametoxazol tem sido utilizado como alternativa terapêutica até as últimas semanas de gravidez, visando reduzir o risco de complicações obstétricas e de infecção persistente materna, embora o manejo deva ser realizado por equipe especializada (Carcopino et al., 2009; Million et al., 2015).

A infecção persistente, particularmente a endocardite, exige tratamento prolongado devido à capacidade de *C. burnetii* sobreviver no interior de células fagocíticas e em tecidos pouco acessíveis aos antimicrobianos. Atualmente, recomenda-se a associação entre doxiciclina e hidroxicloroquina, esta última utilizada para alcalinizar o vacúolo fagolisossomal e aumentar a atividade bactericida da doxiciclina. Essa combinação representa um dos poucos exemplos em que um agente modificador do pH intracelular é empregado como adjuvante da terapia antimicrobiana (Raoult et al., 1999; Million et al., 2015).

O tratamento da endocardite por *C. burnetii* deve ser mantido por período prolongado, geralmente 18 meses em válvulas nativas e pelo menos 24 meses em próteses valvares, com monitoramento sorológico periódico dos títulos de anticorpos contra antígenos de Fase I. Em alguns pacientes, especialmente aqueles com próteses vasculares infectadas ou imunossupressão importante,

pode ser necessária terapia ainda mais prolongada ou até mesmo tratamento supressivo contínuo (Million et al., 2015; Habib et al., 2023).

Além da terapia antimicrobiana, alguns pacientes necessitam de intervenção cirúrgica para substituição valvar ou tratamento de aneurismas e próteses vasculares infectadas. A decisão deve considerar a extensão do comprometimento cardiovascular, a resposta ao tratamento clínico e a presença de insuficiência cardíaca ou embolizações recorrentes, seguindo as recomendações internacionais para endocardite infecciosa (Habib et al., 2023).

Apesar da elevada eficácia do tratamento quando instituído precocemente, a principal estratégia para redução da morbidade da febre Q continua sendo a prevenção da exposição, especialmente em populações ocupacionalmente expostas.

Biossegurança

As características biológicas de *Coxiella burnetii* tornam a prevenção da exposição ocupacional um dos pilares fundamentais para o controle da febre Q. A elevada resistência ambiental, a baixíssima dose infectante e a transmissão predominante por aerossóis diferenciam essa bactéria da maioria dos agentes zoonóticos e justificam a adoção de medidas rigorosas de biossegurança em atividades envolvendo animais, produtos biológicos e ambientes potencialmente contaminados (Maurin; Raoult, 1999; Eldin et al., 2017).

A principal fonte de exposição humana corresponde ao contato com aerossóis gerados durante partos, abortamentos, manipulação de placentas, carcaças e outros materiais biológicos provenientes de animais infectados. Consequentemente, recomenda-se que esses procedimentos sejam realizados utilizando equipamentos de proteção individual adequados, incluindo respiradores do tipo PFF2/N95, luvas impermeáveis, aventais descartáveis e proteção ocular, reduzindo a inalação de partículas contaminadas (CDC, 2024; WOAH, 2021).

A correta destinação de placentas, fetos abortados e resíduos provenientes do parto constitui medida essencial para interromper a contaminação ambiental. Sempre que possível, esses materiais devem ser imediatamente acondicionados e submetidos à incineração ou descarte conforme normas sanitárias vigentes,

evitando sua permanência no ambiente e a consequente aerossolização da bactéria após a dessecação (WOAH, 2021).

Outra medida importante consiste na adoção de programas de higiene ambiental voltados para reduzir o acúmulo de poeira e matéria orgânica em instalações pecuárias. Deve-se evitar a limpeza a seco de estábulos e galpões, pois a varredura convencional favorece a formação de aerossóis contaminados. A utilização de métodos úmidos e desinfetantes apropriados reduz significativamente esse risco, embora nenhum procedimento seja completamente eficaz diante da elevada resistência ambiental da forma Small Cell Variant (Eldin et al., 2017).

Nos laboratórios, *C. burnetii* é classificada internacionalmente como agente que requer manipulação em instalações de Nível de Biossegurança 3 (NB-3) para procedimentos capazes de produzir aerossóis. Acidentes laboratoriais figuram entre as formas clássicas de transmissão ocupacional descritas desde a descoberta da doença, razão pela qual o processamento de culturas e amostras potencialmente infectantes exige protocolos específicos de contenção biológica (CDC, 2024; WHO Laboratory Biosafety Manual, 2020).

Em unidades de conservação ambiental, as estratégias de biossegurança apresentam particularidades adicionais. Guardas-parques, agentes ambientais, pesquisadores e demais servidores frequentemente desenvolvem atividades em áreas abertas, onde a exposição ao solo, poeira, vegetação, carcaças de animais, fezes e secreções ocorre de maneira contínua e muitas vezes imprevisível. Nesses cenários, recomenda-se o uso sistemático de equipamentos de proteção individual durante atividades de captura, necropsia, manejo de fauna, monitoramento sanitário e limpeza de instalações utilizadas por animais silvestres ou domésticos (Johnrose et al., 2025).

Vacina Q-VAX®

Até o momento, a Q-VAX® permanece como a única vacina licenciada para uso humano na prevenção da febre Q. Desenvolvida na Austrália pelo Commonwealth Serum Laboratories (atualmente Seqirus), a vacina foi introduzida na década de 1980 e permanece restrita principalmente ao território australiano, onde integra programas de imunização voltados para grupos ocupacionalmente

expostos (Ackland et al., 1994; Australian Technical Advisory Group on Immunisation, 2024).

A Q-VAX® é composta por células inteiras de *Coxiella burnetii* inativadas, derivadas da cepa Henzerling em Fase I, preservando antígenos altamente imunogênicos capazes de induzir resposta humoral e celular duradoura. Estudos clínicos demonstraram eficácia superior a 90%, com significativa redução da incidência da doença entre trabalhadores de frigoríficos, pecuaristas, médicos veterinários, laboratoristas e outros profissionais expostos ocupacionalmente (Ackland et al., 1994; Gidding et al., 2009).

Uma característica singular da vacinação contra febre Q é a necessidade obrigatória de triagem pré-vacinal. Indivíduos previamente infectados ou previamente vacinados podem desenvolver intensas reações de hipersensibilidade quando recebem nova dose da vacina. Por esse motivo, os protocolos australianos determinam que todo candidato seja submetido previamente à investigação clínica, teste cutâneo intradérmico com antígeno de *C. burnetii* e sorologia específica. Apenas indivíduos sem evidências de exposição prévia são considerados elegíveis para vacinação (Australian Technical Advisory Group on Immunisation, 2024).

A implementação do *National Q Fever Management Program*, iniciado em 2001, representou um marco na prevenção de zoonoses ocupacionais. A vacinação sistemática de trabalhadores pertencentes aos grupos de maior risco resultou em expressiva redução da incidência de febre Q na Austrália, consolidando a Q-VAX® como um dos programas de imunização ocupacional mais bem-sucedidos descritos para uma zoonose bacteriana (Gidding et al., 2009).

Apesar dos resultados positivos, a vacina permanece indisponível na maioria dos países. Entre as principais limitações destacam-se o custo da triagem pré-vacinal, a necessidade de infraestrutura laboratorial específica, o reduzido mercado consumidor e as dificuldades regulatórias para registro internacional. Como consequência, medidas de biossegurança continuam representando a principal estratégia de prevenção em grande parte do mundo, incluindo o Brasil (Australian Technical Advisory Group on Immunisation, 2024; Eldin et al., 2017).

A literatura disponível demonstra de forma consistente que *Coxiella burnetii* reúne características biológicas e epidemiológicas singulares entre os agentes zoonóticos. Sua ampla gama de hospedeiros, a extraordinária resistência ambiental, a elevada infectividade, a predominância da transmissão por aerossóis e a alta frequência de infecções assintomáticas favorecem a manutenção silenciosa da bactéria em diferentes ecossistemas, dificultando sua vigilância e contribuindo para importante subdiagnóstico em escala mundial (Angelakis; Raoult, 2010; Eldin et al., 2017).

A febre Q ilustra a interdependência entre saúde humana, saúde animal e ambiente. A circulação simultânea da bactéria em rebanhos domésticos, fauna silvestre, carrapatos e reservatórios ambientais evidencia que estratégias baseadas exclusivamente na vigilância clínica humana são insuficientes para compreender sua real dinâmica epidemiológica. A integração entre monitoramento ambiental, vigilância veterinária e estudos soroepidemiológicos em populações humanas expostas constitui atualmente a principal abordagem recomendada para avaliação do risco de transmissão (WHO; FAO; UNEP; WOAH, 2022).

Embora avanços importantes tenham ocorrido nas últimas décadas, persistem lacunas significativas quanto à epidemiologia da febre Q no Brasil. A escassez de estudos envolvendo trabalhadores ambientalmente expostos, particularmente servidores de unidades de conservação, limita o conhecimento sobre a circulação de *C. burnetii* em ecossistemas naturais e dificulta a elaboração de protocolos específicos de biossegurança para esses profissionais.

O presente estudo insere-se na perspectiva de investigar a ocorrência de anticorpos contra *Coxiella burnetii* em servidores de unidades de conservação do estado do Paraná, busca contribuir para o preenchimento de uma importante lacuna do conhecimento epidemiológico nacional. Além de estimar a frequência de exposição ocupacional nesse grupo profissional, os resultados poderão fornecer evidências indiretas sobre a circulação do agente em ambientes naturais protegidos, subsidiando futuras ações de vigilância, biossegurança e prevenção voltadas aos trabalhadores responsáveis pela conservação da biodiversidade.

Toxocara canis e Toxocaríase

Toxocara canis é um nematódeo intestinal de cães e outros canídeos, responsável pela toxocaríase em humanos. Os humanos são infectados pela ingestão de ovos embrionados presentes em solos contaminados com fezes de cães. Após a ingestão, as larvas eclodem no intestino, migram pelo corpo e podem causar larva migrans visceral e ocular, resultando em manifestações clínicas que variam de sintomas leves a graves, como febre, mal-estar, hepatomegalia, pneumonite e lesões oculares (Macpherson et al, 2013).

Trabalhadores de unidades de conservação que frequentemente manipulam solos e entram em contato com fezes de animais estão em risco elevado de infecção. Estudos mostram uma alta prevalência de anticorpos contra T. canis em populações expostas, indicando uma exposição significativa a este parasita (Chen et al, 2018).

2 OBJETIVOS

- Avaliar a prevalência de infecções por *Coxiella burnetii, Toxoplasma gondii e Toxocara canis* em servidores das unidades de conservação do Paraná.
- Identificar os principais fatores de risco associados à exposição a essas zoonoses entre os trabalhadores das unidades de conservação.

Objetivos Específicos

1. Determinar a Prevalência de Infecções:

- Realizar testes sorológicos em servidores das unidades de conservação para identificar a presença de anticorpos contra *Coxiella burnetii*, *Toxoplasma gondii* e *Toxocara canis.*

2. Avaliar os Fatores de Risco:

- Investigar as condições de trabalho, práticas ocupacionais e comportamentos de risco que possam contribuir para a infecção por essas zoonoses entre os servidores.

3. Analisar as Condições Ambientais:

- Caracterizar os ambientes das unidades de conservação, incluindo a presença de animais potencialmente infectados e a qualidade do solo, água e ar em termos de contaminação por patógenos zoonóticos.

4. Realizar Estudos Epidemiológicos:

- Conduzir estudos epidemiológicos para identificar padrões de infecção e associações entre fatores de risco e a prevalência de infecções por *Coxiella burnetii, Toxoplasma gondii e Toxocara canis.*

3 MATERIAL E MÉTODOS

Delineamento do Estudo

Este é um estudo epidemiológico transversal que foi conduzido em unidades de conservação do estado do Paraná. A pesquisa foi dividida em quatro etapas principais: coleta de amostras biológicas e ambientais, realização de testes sorológicos, aplicação de questionários epidemiológicos e análise estatística dos dados.

A população alvo consiste em servidores das unidades de conservação do Paraná, incluindo guardas florestais, biólogos, veterinários e outros trabalhadores que tenham contato direto ou indireto com animais e o meio ambiente. Foram selecionadas unidades de conservação representativas de diferentes biomas do estado. A amostra foi determinada utilizando uma fórmula para amostras finitas, considerando uma prevalência esperada de 20%, margem de erro de 5% e nível de confiança de 95%.

Coleta de Amostras

Amostras Biológicas:

Foram coletadas amostras de sangue de todos os servidores participantes, utilizando técnicas de punção venosa padronizadas. As amostras foram processadas para obtenção de soro, que foi armazenado a -20°C até a realização dos testes sorológicos.

Sorologia: Os testes sorológicos para detecção de anticorpos contra **Coxiella burnetii**, **Toxoplasma gondii** e **Toxocara canis** foram realizados utilizando kits comerciais de ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay). Os resultados positivos foram confirmados por testes adicionais, como imunofluorescência indireta (IFA) para C. burnetii, ensaio de aglutinação para T. gondii e teste de western blot para T. canis.

Questionários Epidemiológicos

Foram aplicados questionários estruturados a todos os participantes para coletar dados demográficos, histórico de saúde, condições de trabalho, práticas ocupacionais, comportamentos de risco e contato com animais. Os questionários foram aplicados por entrevistadores treinados, garantindo a confidencialidade e o anonimato dos participantes.

Análise Estatística

Os dados foram analisados utilizando o software estatístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). As prevalências de infecção por C. burnetii, T. gondii e T. canis foram calculadas e apresentadas com intervalos de confiança de 95%. A análise bivariada foi realizada para identificar associações entre infecções e variáveis de risco. As variáveis significativas na análise bivariada foram incluídas em modelos de regressão logística multivariada para identificar os principais fatores de risco associados à exposição a essas zoonoses.

Aspectos Éticos

Este estudo foi conduzido em conformidade com as diretrizes éticas estabelecidas pela Declaração de Helsinque e pela Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa. Todos os participantes assinarão um termo de consentimento livre e esclarecido antes de qualquer procedimento. (Anexo I e II)

Através desta metodologia, esperou-se obter uma visão abrangente da prevalência e dos fatores de risco associados às infecções por Coxiella burnetii, Toxoplasma gondii e Toxocara canis entre os servidores das unidades de conservação do Paraná, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias de prevenção e controle eficazes.

Infraestrutura disponível

A Universidade Estadual de Ponta Grossa conta com um Complexo de Laboratórios Multiusuários que contém os equipamentos necessários para a determinação das zoonoses estudas.

Os reagentes necessários para a pesquisa foram disponibilizados pelo laboratório de pesquisa do orientador.

4 RESULTADOS

Caracterização da população estudada

Participaram do estudo 243 profissionais vinculados a unidades de conservação e atividades relacionadas ao manejo ambiental no estado do Paraná. Esses indivíduos desempenhavam diferentes funções ocupacionais associadas ao contato com ambientes naturais, incluindo guardas-parques, técnicos ambientais, gestores de unidades de conservação, agentes de fiscalização, pesquisadores e trabalhadores envolvidos em atividades de manejo de fauna.

A caracterização sociodemográfica e ocupacional dos participantes revelou predominância de profissionais do sexo masculino, refletindo o perfil tradicional das carreiras ligadas à fiscalização ambiental e manejo de áreas naturais. A faixa etária dos participantes variou entre 22 e 61 anos, com média de idade aproximada de 38 anos.

Em relação ao tempo de atuação profissional, observou-se ampla variação, desde profissionais recém-ingressos nas atividades ambientais até servidores com mais de duas décadas de experiência. Aproximadamente metade dos participantes relatou atuar há mais de 10 anos em atividades relacionadas à gestão ou fiscalização ambiental, o que indica exposição ocupacional prolongada ao ambiente natural.

Além disso, verificou-se elevada frequência de atividades realizadas diretamente em ambientes de mata ou áreas naturais preservadas. Cerca de 71,19% dos participantes relataram adentrar áreas de mata durante suas atividades profissionais, enquanto os demais realizavam predominantemente atividades administrativas ou de apoio logístico.A distribuição das principais atividades ocupacionais está apresentada na Tabela 1.

Categoria ocupacional	**Número de participantes**	**Percentual (%)**
Guardas-parques / fiscais ambientais	82	33,7
Técnicos ambientais	46	18,9
Gestores de unidades de conservação	21	8,6
Pesquisadores e biólogos	34	14,0
Trabalhadores de apoio operacional	60	24,8
Total	**243**	**100**

Os fatores ocupacionais e ambientais investigados demonstraram que a população estudada apresenta elevada frequência de exposição a condições potencialmente relacionadas à transmissão de zoonoses (Figura 1). Observou-se que 95% (114/120) dos participantes relataram ingressar em áreas de mata mais de uma vez por mês, evidenciando contato frequente com ambientes naturais durante o exercício de suas atividades profissionais. Além disso, 74% (89/120) informaram manter contato direto com animais silvestres e 87% (104/120) relataram a presença de javalis (*Sus scrofa*) nas unidades de conservação onde trabalham, sendo que 73% (88/120) afirmaram já ter tido contato direto com esses animais.

Em relação à exposição a artrópodes, 49% (59/120) dos servidores relataram já ter encontrado carrapatos em suas roupas durante o trabalho, enquanto 40% (48/120) referiram já terem sido picados por carrapatos em algum momento das atividades desenvolvidas nas unidades de conservação.

O contato com material biológico potencialmente contaminado também foi frequente. Aproximadamente um terço dos participantes (32%; 38/120) informou já ter manipulado animais mortos durante o trabalho. Por outro lado, nenhum participante relatou lembrar de ter apresentado lesões cutâneas circulares compatíveis com eritema migratório.

Quanto aos hábitos individuais, observou-se que 100% (120/120) dos participantes relataram lavar frutas antes do consumo, enquanto 30% (36/120) referiram consumir carne mal cozida e a mesma proporção declarou possuir o hábito de roer unhas. O consumo de água proveniente de poços localizados nas unidades de conservação foi relatado por 15% (18/120) dos entrevistados.

Em relação à convivência com animais domésticos, 80% (96/120) dos servidores possuíam pelo menos um animal de estimação. Além disso, pouco mais da metade dos participantes (53%; 64/120) trabalhava no Instituto Água e Terra há mais de cinco anos, indicando exposição ocupacional prolongada para parcela expressiva da população estudada.

Por fim, 12% (14/120) dos entrevistados relataram a ocorrência de outras espécies exóticas invasoras nas unidades de conservação em que atuavam, além do javali.

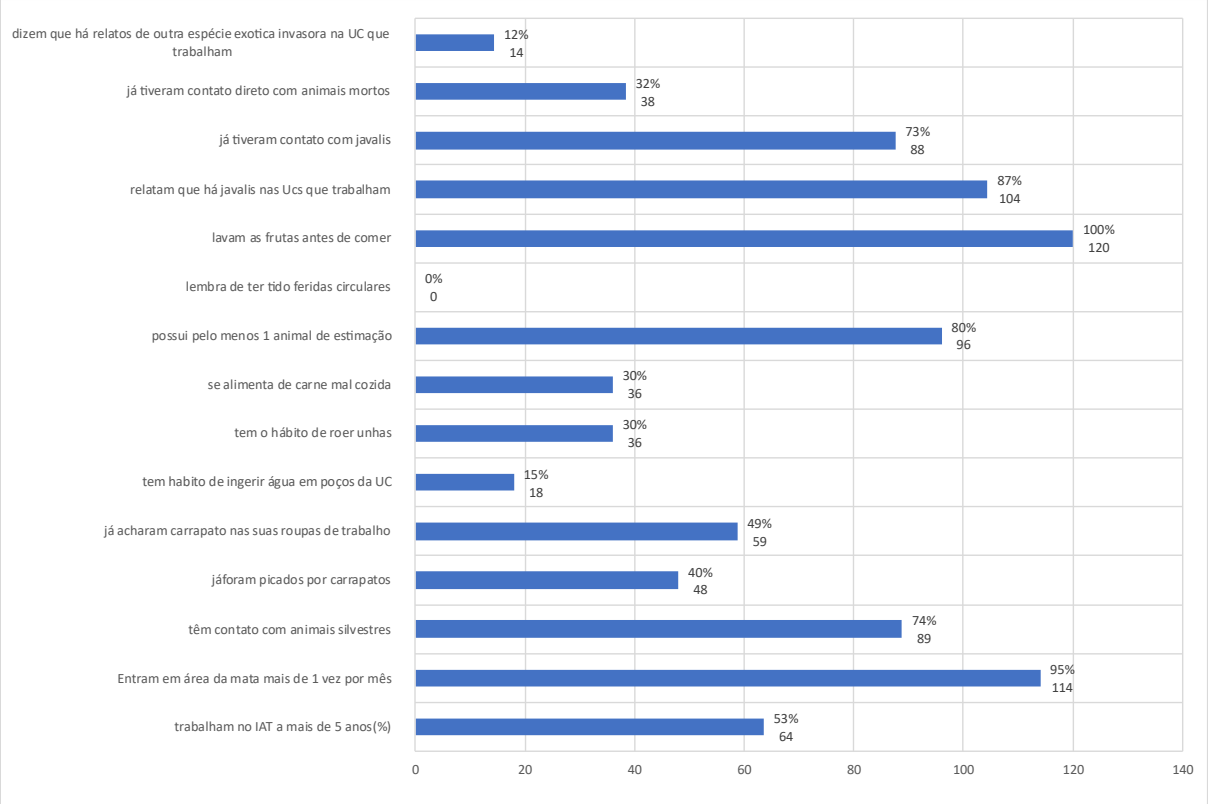


Figura 1. Características ocupacionais, ambientais e comportamentais dos 120 servidores das Unidades de Conservação do Instituto Água e Terra (IAT), Paraná, participantes do estudo. Os valores representam a frequência absoluta (n) e relativa (%) de cada variável investigada.

A análise dos dados epidemiológicos revelou, então, que a maioria dos participantes apresenta contato frequente com ambientes naturais potencialmente associados à presença de reservatórios de patógenos zoonóticos.

Entre os entrevistados:

- 71,19% relataram entrar regularmente em áreas de mata
- 64,2% relataram contato direto com fauna silvestre
- 58,4% relataram manipulação ou manejo indireto de animais

Além disso, uma proporção significativa dos participantes relatou exposição a atividades consideradas de maior risco para transmissão de patógenos zoonóticos, incluindo:

- manipulação de carcaças de animais
- contato com fezes ou secreções animais
- atividades em áreas com alta densidade de fauna silvestre.

A Tabela 2 apresenta a frequência das principais atividades de risco relatadas.

Tipo de exposição	Número de participantes	Percentual (%)
Entrada em áreas de mata	173	71,19
Contato direto com fauna	156	64,20
Manipulação indireta de animais	142	58,44
Contato com carcaças	58	23,86
Manipulação de material biológico	47	19,34

Entre os 243 participantes entrevistados, um subconjunto de 174 profissionais foi submetido à coleta de amostras sanguíneas para análise sorológica.

A seleção dos participantes para testagem levou em consideração critérios logísticos, disponibilidade de coleta e concordância em participar da etapa laboratorial da pesquisa.

As amostras coletadas foram submetidas à análise sorológica para detecção de anticorpos contra *Coxiella burnetii*, agente etiológico da febre Q.

Entre os indivíduos testados, foi identificada soroprevalência de 5,13% para anticorpos IgG contra *Coxiella burnetii*, em um total de 9 indivíduos.

Isso corresponde a dois indivíduos soropositivos, indicando exposição prévia ao patógeno.

Quando considerada a população total entrevistada, a prevalência estimada foi de 0,82%, indicando baixa circulação do agente na população investigada durante o período do estudo.

Nenhum dos participantes apresentou anticorpos IgM detectáveis, sugerindo ausência de infecção recente ou ativa no momento da coleta.

A Tabela 3 apresenta os resultados sorológicos obtidos.

Resultado	Número de indivíduos	Percentual (%)
IgG positivo	9	5,13
IgG negativo	174	94,87
IgM positivo	0	0
IgM negativo	183	100

Os dois indivíduos que apresentaram soropositividade para *Coxiella burnetii* desempenhavam atividades diretamente relacionadas ao trabalho em áreas naturais.

Ambos relataram:

- contato frequente com ambientes de mata
- exposição a fauna silvestre
- tempo de atuação profissional superior a cinco anos.

Nenhum dos indivíduos soropositivos relatou histórico clínico compatível com febre Q previamente diagnosticada, sugerindo que a exposição pode ter ocorrido de forma assintomática ou subclínica.

Esses achados são consistentes com a literatura científica, que indica que até 60% das infecções por *Coxiella burnetii* podem ocorrer sem manifestação clínica evidente.

Foi realizada análise exploratória para identificação de possíveis fatores de risco associados à soropositividade para *Coxiella burnetii*.

Foram avaliadas variáveis relacionadas a:

- idade
- sexo
- tempo de atuação profissional
- frequência de entrada em áreas de mata
- contato com fauna silvestre
- manipulação de material biológico.

Devido ao número reduzido de casos positivos, não foram identificadas associações estatisticamente significativas entre as variáveis avaliadas e a soropositividade.

Apesar disso, os indivíduos soropositivos apresentavam histórico consistente de exposição ocupacional prolongada ao ambiente natural, sugerindo possível relação com o risco ocupacional.

Os resultados observados neste estudo indicam prevalência inferior à relatada em algumas populações brasileiras previamente investigadas.

População	Soroprevalência
Indígenas	0,9%
Policiais	5,5%
Quilombolas	22,0%

A menor prevalência observada no presente estudo pode refletir diferenças relacionadas a:

- características ambientais regionais
- densidade de reservatórios animais
- práticas ocupacionais específicas
- variações metodológicas entre estudos.

Quando comparados com investigações internacionais envolvendo profissionais de vida selvagem, os resultados obtidos indicam menor soroprevalência.

Um estudo envolvendo 309 profissionais de vida selvagem identificou soroprevalência de 8,1% para *Coxiella burnetii*.

A distribuição por categoria ocupacional nesse estudo foi:

Categoria	Soroprevalência
Parques federais	11,1%
Parques estaduais	5,6%
Tratadores de zoológicos	6,5%
Serviços de animais	15,8%

A presença de soropositividade para *Coxiella burnetii* entre profissionais que atuam em ambientes naturais sugere que a exposição ocupacional pode representar um fator relevante na dinâmica de transmissão desse patógeno.

Embora a prevalência observada tenha sido relativamente baixa, os resultados indicam que o contato com ambientes naturais, fauna silvestre e materiais biológicos potencialmente contaminados pode favorecer a exposição ao agente.Entre os participantes avaliados, não foram detectados agentes etiológicos associados à toxocaríase e à toxoplasmose. Em contrapartida, nove indivíduos apresentaram soropositividade para *Coxiella burnetii*, indicando exposição prévia a esse patógeno. A soroprevalência estimada de 5,1% sugere circulação limitada de *C. burnetii* na população estudada durante o período de investigação.

5 DISCUSSÃO

Avaliou-se a exposição ocupacional à *Coxiella burnetii* em servidores de unidades de conservação do Instituto Água e Terra (IAT), no estado do Paraná, identificando soropositividade para anticorpos IgG em 5,13% (Nove pessoas) dos indivíduos testados. A detecção exclusiva de anticorpos IgG, na ausência de IgM, sugere exposição prévia ao agente, sem evidências de infecção aguda durante o período da coleta. Esse perfil sorológico é compatível com infecções passadas, frequentemente assintomáticas, característica amplamente descrita para a febre Q, na qual aproximadamente 60% das infecções evoluem sem manifestações clínicas reconhecidas (Maurin; Raoult, 1999; Anderson et al., 2013; Eldin et al., 2017).

Embora a soroprevalência observada tenha sido relativamente baixa, os resultados demonstram que *C. burnetii* circula entre profissionais que atuam em ambientes naturais no Paraná, reforçando a hipótese de exposição ocupacional a esse agente zoonótico. Considerando a elevada infectividade da bactéria e sua capacidade de persistir por longos períodos em partículas de poeira e material orgânico, a ocorrência de soropositividade mesmo em baixa frequência sugere que a exposição pode ocorrer de maneira esporádica, porém suficiente para induzir resposta imunológica duradoura (Angelakis; Raoult, 2010; Eldin et al., 2017).

Quando comparados com estudos internacionais envolvendo profissionais expostos à fauna silvestre, os resultados do presente trabalho evidenciam soroprevalência inferior àquela descrita em outras regiões do mundo. Investigação conduzida por Johnrose et al. (2025) com trabalhadores de vida selvagem na América do Norte identificou soroprevalência aproximada de 8,1%, com frequências ainda maiores entre tratadores de animais, veterinários e servidores de parques nacionais. Da mesma forma, estudos europeus realizados com médicos veterinários, trabalhadores rurais e profissionais de frigoríficos frequentemente demonstram prevalências superiores a 10%, especialmente em regiões com intensa produção de pequenos ruminantes (Porter et al., 2011; Eldin et al., 2017).

Essas diferenças provavelmente refletem particularidades epidemiológicas, ecológicas e ocupacionais entre os cenários investigados. A circulação de *C.*

burnetii depende da interação entre reservatórios animais, condições climáticas, características da paisagem e intensidade da exposição humana. Países onde a febre Q é reconhecida como endêmica, como Austrália, França e Países Baixos, apresentam elevada densidade de rebanhos ovinos e caprinos, frequentemente associados a surtos humanos decorrentes da dispersão aérea da bactéria (Roest et al., 2011; Gidding et al., 2009; Eldin et al., 2017). Em contraste, os servidores avaliados neste estudo atuam predominantemente em unidades de conservação, onde a exposição ocorre principalmente por meio do contato com fauna silvestre, solo, poeira, carcaças e ambientes naturais, configurando um cenário epidemiológico distinto daquele observado em sistemas intensivos de produção animal.

Os dados obtidos no questionário epidemiológico reforçam essa interpretação. A grande maioria dos participantes (95%) relatou ingressar em áreas de mata mais de uma vez por mês, 74% mantinham contato frequente com animais silvestres, 87% informaram a presença de javalis (*Sus scrofa*) nas unidades onde trabalhavam e 73% já haviam mantido contato direto com esses animais. Além disso, aproximadamente metade dos entrevistados relatou encontrar carrapatos em suas roupas durante as atividades de campo, enquanto um terço informou contato direto com animais mortos. Embora nenhuma dessas variáveis tenha apresentado associação estatisticamente significativa com a soropositividade, esse conjunto de informações caracteriza uma população submetida a exposição ocupacional contínua a agentes zoonóticos, compatível com o conceito de interface homem-animal-ambiente proposto pela abordagem Saúde Única (WHO; FAO; UNEP; WOAH, 2022).

A ausência de associação estatisticamente significativa entre os fatores de exposição avaliados e a presença de anticorpos contra *C. burnetii* deve ser interpretada com cautela. O reduzido número de indivíduos soropositivos limita o poder estatístico para detectar associações entre variáveis independentes e o desfecho estudado, situação frequentemente observada em investigações envolvendo patógenos de baixa prevalência (Dohoo; Martin; Stryhn, 2012). Dessa forma, a inexistência de significância estatística não necessariamente indica

ausência de relação biológica entre exposição ocupacional e infecção, mas pode refletir limitações inerentes ao tamanho amostral.

Outro aspecto que merece destaque é que a transmissão de *C. burnetii* nem sempre está relacionada à intensidade da exposição, mas frequentemente depende de eventos específicos. A bactéria apresenta dose infectante extremamente baixa, estimando-se que a inalação de poucos microrganismos seja suficiente para estabelecer infecção em indivíduos suscetíveis. Consequentemente, exposições ocasionais a aerossóis contaminados provenientes de placenta, excretas, solo ou poeira podem resultar em infecção, independentemente da frequência de contato com animais (Maurin; Raoult, 1999; Angelakis; Raoult, 2010). Essa característica dificulta a identificação de fatores de risco individuais e reforça a importância de medidas gerais de biossegurança para trabalhadores expostos.

Os resultados, no contexto brasileiro, observados também diferem daqueles descritos em outras populações humanas. Estudos realizados em comunidades rurais, populações indígenas, trabalhadores de frigoríficos, médicos veterinários e produtores rurais demonstram ampla variação na soroprevalência de anticorpos contra *C. burnetii*, refletindo diferenças regionais nos sistemas produtivos, na proximidade com animais domésticos e na intensidade da exposição ambiental (Lamas et al., 2013; Guimarães et al., 2017; Rozental et al., 2020). Essas diferenças reforçam que a epidemiologia da febre Q no Brasil permanece pouco conhecida e provavelmente apresenta importante heterogeneidade entre diferentes regiões e grupos ocupacionais.

Um aspecto particularmente relevante deste estudo é a investigação de servidores de unidades de conservação, população ainda pouco representada na literatura científica nacional e internacional. A atuação desses profissionais envolve contato permanente com fauna silvestre, espécies exóticas invasoras, carcaças de animais, material biológico e ambientes potencialmente contaminados, características que os diferenciam de trabalhadores tradicionalmente investigados em estudos sobre febre Q. Assim, embora a soroprevalência encontrada tenha sido relativamente baixa, os resultados fornecem evidências inéditas da circulação

de *C. burnetii* nesse grupo ocupacional e ampliam o conhecimento sobre os riscos associados às atividades desenvolvidas em áreas protegidas.

Sob a perspectiva da Saúde Única, os achados reforçam que a vigilância da febre Q deve transcender os ambientes de produção animal e incorporar ecossistemas naturais como componentes importantes da dinâmica epidemiológica da doença. A integração entre vigilância humana, monitoramento da fauna silvestre, estudos ambientais e investigação de trabalhadores expostos constitui estratégia essencial para compreender a circulação de *C. burnetii* em regiões de elevada biodiversidade, como o estado do Paraná (WHO; FAO; UNEP; WOAH, 2022).

Os resultados deste estudo evidenciam a necessidade de ampliar as investigações sobre febre Q no Brasil, especialmente em populações ocupacionalmente expostas e em ambientes naturais. Estudos multicêntricos envolvendo maior número de participantes, associados à caracterização molecular do agente em animais domésticos, fauna silvestre e amostras ambientais, poderão contribuir para esclarecer a dinâmica de transmissão de *C. burnetii* no país e subsidiar a implementação de programas de vigilância epidemiológica, biossegurança e educação em saúde voltados aos profissionais que atuam na conservação ambiental.

6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos neste estudo, é possível estabelecer as seguintes conclusões:

- A investigação envolvendo profissionais que atuam em unidades de conservação no estado do Paraná identificou evidências de exposição prévia a *Coxiella burnetii* entre indivíduos ocupacionalmente expostos ao ambiente natural.
- A soroprevalência observada foi de 5,13% entre os indivíduos testados, correspondendo a 9 pessoas da população total, indicando baixa circulação do agente na população estudada durante o período analisado.
- A maioria dos profissionais avaliados relatou exposição frequente a ambientes de mata e contato com fauna silvestre, evidenciando potencial risco ocupacional para zoonoses associadas ao ambiente natural.
- Não foram identificados fatores de risco estatisticamente significativos associados à soropositividade, possivelmente devido ao número reduzido de indivíduos testados ou à baixa prevalência do agente na população estudada.
- A comparação com estudos nacionais e internacionais indica que a soroprevalência observada neste estudo é inferior à relatada em outras populações expostas, sugerindo variações regionais na circulação de *Coxiella burnetii*.
- Apesar da baixa prevalência identificada, os resultados demonstram que profissionais que atuam em ambientes naturais podem apresentar risco ocupacional de exposição a patógenos zoonóticos.
- Os achados reforçam a importância da vigilância epidemiológica, do monitoramento sorológico e da implementação de medidas de biossegurança para profissionais que atuam em unidades de conservação e outras áreas naturais.
- A abordagem integrada baseada no conceito de Saúde Única (One Health) é fundamental para compreender e monitorar a circulação de patógenos zoonóticos em ambientes onde ocorre intensa interação entre humanos, animais e ecossistemas.

- Estudos futuros com amostras maiores, análises moleculares e monitoramento longitudinal são necessários para ampliar o conhecimento sobre a epidemiologia de *Coxiella burnetii* e outras zoonoses em profissionais expostos ao ambiente natural no Brasil.

REFERÊNCIAS

ACKLAND, J. R.; WORSWICK, D. A.; MARMION, B. P. Vaccine prophylaxis of Q fever. A follow-up study of the efficacy of Q-VAX® (CSL) 1985–1990. Medical **Journal of Australia**, v. 160, n. 11, p. 704–708, 1994.

ANDERSON, A.; BIKSI, J.; CULP, D.; et al. Diagnosis and management of Q fever — United States, 2013: recommendations from CDC. **MMWR Recommendations and Reports**, v. 62, n. RR-03, p. 1–30, 2013.

ANGELAKIS, E.; RAOULT, D. Q fever. **Veterinary Microbiology**, v. 140, n. 3–4, p. 297–309, 2010.

ARRICAU-BOUVERY, N.; RODOLAKIS, A. Is Q fever an emerging or re-emerging zoonosis? **Veterinary Research**, v. 36, p. 327–349, 2005.

AUSTRALIAN TECHNICAL ADVISORY GROUP ON IMMUNISATION (ATAGI). Australian Immunisation Handbook. Canberra: **Australian Government Department of Health**, 2024.

BEARE, P. A.; LARSON, C. L.; GILKERSON, J.; et al. Two systems for targeted gene deletion in *Coxiella burnetii*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 77, n. 22, p. 8110–8117, 2011.

CARCOPINO, X.; RAOULT, D.; BRETON, G.; et al. Managing Q fever during pregnancy. **Lancet Infectious Diseases**, v. 9, p. 527–535, 2009.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). Q Fever. Atlanta: **CDC**, 2024.

CHEN, J.; LIU, Q.; LIU, G.; ZHENG, W.; HONG, S.; SUGIYAMA, H.; ZHU, X.; ELSHEIKHA, H. Toxocariasis: a silent threat with a progressive public health impact. **Infectious Diseases of Poverty**, v. 7, 2018.

CHERRY, C.; HEITMAN, N.; BESTUL, N.; KERSH, G. Acute and chronic Q fever national surveillance – United States, 2008–2017. **Zoonoses and Public Health**, v. 69, p. 73–82, 2021.

DOHOO, I.; MARTIN, W.; STRYHN, H. **Veterinary Epidemiologic Research**. 2. ed. Charlottetown: VER Inc., 2012.

DUBEY, J. P. Toxoplasmosis of Animals and Humans. 2. ed. Boca Raton: **CRC Press**, 2010.

DURON, O.; NOUËN, C.; MEDIANNIKOV, O.; et al. The importance of ticks in Q fever transmission: what has (and has not) been demonstrated? **Trends in Parasitology**, v. 31, n. 11, p. 536–552, 2015.

ELDIN, C.; MÉLENOTTE, C.; MEDIANNIKOV, O.; et al. From Q fever to Coxiella burnetii infection: a paradigm change. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 30, n. 1, p. 115–190, 2017.

EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY (ESC). 2023 ESC Guidelines for the management of infective endocarditis. **European Heart Journal**, v. 44, 2023.

FOURNIER, P. E.; THUNY, F.; RICHEZ, M.; et al. Comprehensive diagnostic strategy for blood culture-negative endocarditis**. Clinical Infectious Diseases**, v. 64, p. 1469–1475, 2017.

GIDDING, H. F.; WALLER, M.; LAWRENCE, G. L.; McINTYRE, P. B. Australia's national Q fever vaccination program. **Vaccine**, v. 27, p. 2037–2041, 2009.

GRAHAM, A.; FONG, C.; NAQVI, A.; LU, J. Toxoplasmosis of the central nervous system: manifestations vary with immune responses. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 420, 2020.

GUIMARÃES, F. F.; et al. Evidence of *Coxiella burnetii* infection in domestic animals in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, 2017.

HABIB, G.; ERBA, P. A.; IUNG, B.; et al. 2023 ESC Guidelines for the management of infective endocarditis. **European Heart Journal**, v. 44, p. 3948–4042, 2023.

HOTEZ, P. J.; et al. Toxocariasis: America’s most common neglected infection of poverty and a helminthiasis of global importance? **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 3, n. 3, e400, 2009.

JOHNROSE, D.; SHARMA, M.; GOHIL, A.; SINGH, S. Clinical and public health approaches to diagnosis and management of zoonotic infections. **World Journal of Biology Pharmacy and Health Sciences**, 2025.

KAMPSCHREUR, L. M.; HAGENAARS, J.; WEGDAM-BLOM, A.; et al. Chronic Q fever diagnosis—consensus guideline. **Clinical Infectious Diseases**, v. 60, n. 2, p. 167–174, 2015.

KLEE, S. R.; TYCZKA, J.; ELLIS, J.; et al. Highly sensitive real-time PCR for specific detection and quantification of *Coxiella burnetii*. **BMC Microbiology**, v. 6, p. 2, 2006.

LAMAS, C. C.; et al. Q fever in Brazil: an emerging infectious disease? **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 46, p. 1–6, 2013.

MACPHERSON, C. N. L. The epidemiology and public health importance of toxocariasis: a zoonosis of global importance. **International Journal for Parasitology**, v. 43, p. 999–1008, 2013.

MAURIN, M.; RAOULT, D. Q fever. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 12, n. 4, p. 518–553, 1999.

MILLION, M.; RAOULT, D. Recent advances in the study of Q fever epidemiology, diagnosis and management. **Journal of Infection**, v. 71, p. S2–S9, 2015.

MONTOYA, J. G.; LIESENFELD, O. Toxoplasmosis. **The Lancet**, v. 363, p. 1965–1976, 2004.

NEWTON, H. J.; et al. Molecular pathogenesis of *Coxiella burnetii*. **Nature Reviews Microbiology**, v. 18, p. 467–480, 2020.

OVERGAAUW, P. A. M.; VAN KNAPEN, F. Veterinary and public health aspects of *Toxocara* spp. **Veterinary Parasitology**, v. 193, p. 398–403, 2013.

PETERSEN, E.; et al. What do we know about the human toxoplasmosis prevalence in the world? **International Journal of Epidemiology**, v. 39, p. 936–947, 2010.

PLUMMER, P. J.; et al. *Coxiella burnetii*: ecology and epidemiology in wildlife. **Transboundary and Emerging Diseases**, v. 65, p. 1–14, 2018.

PORTER, S. R.; CZAPLICKI, G.; MAINIL, J.; GUATTÉO, R.; SAEGERMAN, C. Q fever: current state of knowledge and perspectives of research of a neglected zoonosis. **International Journal of Microbiology**, v. 2011, Article ID 248418, 2011.

RAOULT, D.; HOUNTOUNDJI, M.; DUPONT, H.; et al. Long-term doxycycline and hydroxychloroquine treatment for Q fever endocarditis. **Clinical Infectious Diseases**, v. 29, p. 213–219, 1999.

ROEST, H. I. J.; et al. The Q fever epidemic in the Netherlands: history, onset, response and reflection. **Epidemiology and Infection**, v. 139, p. 1–12, 2011.

ROSTAMI, A.; et al. Human toxocariasis: a look at a neglected disease through an epidemiological prism. Infection, **Genetics and Evolution**, v. 74, 2019.

ROZENTAL, T.; et al. Q fever in Brazil: epidemiological and clinical perspectives. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 53, 2020.

SMITH, K. A.; BEHRENS, R. H. Zoonoses and the risk to UK travellers. **Travel Medicine and Infectious Disease**, v. 8, p. 347–367, 2010.

TOMORI, O.; OLUWAYELU, D. Domestic animals as potential reservoirs of zoonotic viral diseases. **Annual Review of Animal Biosciences**, v. 11, p. 33–55, 2023.

VAN DER HOEK, W.; et al. Q fever in the Netherlands: an update on the epidemiology and control measures. **Eurosurveillance**, v. 15, n. 12, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO); FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO); UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP); WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH (WOAH). **One Health Joint Plan of Action** (2022–2026). Geneva: WHO, 2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Laboratory Biosafety Manual. 4. ed. Geneva: **WHO,** 2020.

WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH (WOAH). Q Fever (Infection with Coxiella burnetii**). Terrestrial Animal Health Code**. Paris: WOAH, 2021.

ANEXO A: CARTA DE APROVAÇÃO DA CEUA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 - Bairro Uvaranas - CEP 84030-900 - Ponta Grossa - PR - https://uepg.br

CARTA

CARTA DE APROVAÇÃO

Processo SEI UEPG: 25.000069873-2

Projeto de Pesquisa ou Ensino (disciplina/atividade didática): Avaliação de zoonoses em populações quilombolas e seus cães

Interessado: Prof. Dr.Giovani Marino Favero

e-mail: gmfavero@uepg.br

Data de Entrada do Processo SEI na CEUA: Agosto de 2025

Resultado: Aprovado

Vigência: 25/11/2025 à 25/11/2027

Considerações

A Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Ponta Grossa (CEUA-UEPG) certifica que os procedimentos utilizando animais no projeto de pesquisa supracitado estão de acordo com a Diretriz Brasileira para o Cuidado e a Utilização de Animais para fins Científicos e Didáticos (DBCA), estabelecida pelo Conselho Nacional para fins de Experimentação Animal (CONCEA) e com as normas internacionais para a experimentação animal. Dessa forma, fica autorizado o uso de: *Canis lupus familiaris* **,** nome vulgar: **cão doméstico,** número*:* ***200***, sexo: machos e fêmeas **,** idade**: maior que 6 meses,** no Processo SEI Nº.: 25.000069873-2.

Obs.:

- O relatório final deverá ser encaminhado em até 60 dias após a conclusão do Processo SEI Nº.: 25.000069873-2.

Ponta Grossa, 25 de novembro de 2025.

Documento assinado eletronicamente por **Leandro Cavalvante Lipinski**, **Coordenador(a) da Comissão de Ética no Uso de Animais/PROPESP**, em 25/11/2025, às 14:24, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.

ANEXO B: PARECER CEP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA - UEPG

Plataforma Brasil

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Zoonoses em populações quilombolas e seus animais
Pesquisador: Giovani Marino Favero
Área Temática:
Versão: 2
CAAE: 53828121.1.0000.0105
Instituição Proponente: Universidade Estadual de Ponta Grossa
Patrocinador Principal: Fundação Araucária

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.748.183

Apresentação do Projeto:
Solicitação de emenda ao Projeto de Pesquisa: Zoonoses em populações quilombolas e seus animais.
Justificativa da Emenda:
Ampliação das comunidades que se dispuseram a participar do estudo. Assim, os grupos Quilombolas do Vale do Ribeira também farão parte da amostragem.

Objetivo da Pesquisa:
Objetivo Primário:
O objetivo geral do presente projeto é avaliar a exposição e infecção por Leishmania spp., Leptospira spp., Toxocara spp., Toxoplasma gondii,
Rickettsia spp. e SARS-CoV-2 em populações quilombolas e seus animais de companhia os fatores associados do Estado do Paraná, bem como
identificá-los e caracterizá-los molecularmente no meio ambiente.
Objetivo Secundário:
- Coletar amostras de sangue de populações quilombolas e seus animais de companhia nas localidades Terra Quilombola Serra do Apon,
Comunidade Remanescente Quilombola de Limitão e Mamãs;
- Coletar amostras de fezes e pêlos de cães para pesquisa de Toxocara spp.;
- Coletar amostras de solo, flebotomínios e carrapatos das localidades Terra Quilombola Serra

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748. UEPG, Campus Uvararanas, Bloco da Reitoria, sala 22
Bairro: Uvaranas **CEP:** 84.030-900
UF: PR **Município:** PONTA GROSSA
Telefone: (42)3220-3282 **E-mail:** cep105@uepg.br

do Apon, Comunidade Remanescente Quilombola de
Limitão e Mamãs;
- Avaliar a presença de anticorpos anti-Leishmania spp., anti- Leptospira spp., anti-Toxocaraspp, anti-Toxoplasmagondii, anti-Rickettsia spp. e antiSARS-CoV-2 em populações quilombolas e seus animais de companhia;
- Realizar a detecção molecular de Toxocara spp., Toxoplasma gondii, Leishmania spp. e Rickettsia spp. respectivamente, em amostras de solo,
flebotomínios e carrapatos;
- Identificar os principais fatores associados à exposição e infecção, e verificar a necessidade de intervenção e/ou programas de educação e
prevenção, visando a sustentabilidade de populações quilombolas e a melhoraria da qualidade de vida destas populações.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:
Riscos:
Os riscos se referem ao possível um desconforto durante a coleta de sangue e pelo tempo exigido para responder o questionário durante a
entrevista, ou até um possível constrangimento pelo teor dos questionamentos. Não serão obtidas imagens de nenhuma espécie dos participantes.
Benefícios:
Fornecerconhecimentoparaomeiocientíficonoâmbitodaciênciabásica,também poderá servir como ferramenta estratégica importante para gestores
públicosna tomada de decisão em questões que tangem segurança e saúde pública dentro
deumaperspectivadeSaúdeÚnica,visandoocontroleeprevençãosanitáriadecomunidades
quilombolas.Emrelaçãoaosbenefíciosdiretosaosparticipantesopresenteestudoforneceráumquadrosituacionaldosriscosassociadosapossível
superexposição dos participantes zoonoses, auxiliando naaplicaçãodemedidasprofiláticas,diminuindoos riscosassociadosaestaexposição.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:
As populações quilombolas têm historicamente enfrentado exclusão e confinamento em regiões isoladas. Desigualdades socioeconômicas, baixo
nível educacionais, condições de vida complexas, entre outros determinantes sociais e de

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA - UEPG

Continuação do Parecer: 7.748.183

Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_2613601_E1.pdf	05/08/2025 08:09:57		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEquilombola.docx	29/11/2021 14:01:46	Giovani Marino Favero	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	29/11/2021 14:01:09	Giovani Marino Favero	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Quilombolas.docx	29/11/2021 09:50:16	Giovani Marino Favero	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.doc	29/11/2021 09:49:19	Giovani Marino Favero	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

PONTA GROSSA, 06 de Agosto de 2025

Assinado por:
ULISSES COELHO
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748. UEPG, Campus Uvararanas, Bloco da Reitoria, sala 22
Bairro: Uvaranas **CEP:** 84.030-900
UF: PR **Município:** PONTA GROSSA
Telefone: (42)3220-3282 **E-mail:** cep105@uepg.br