UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC

CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

NATÃ MEDEIROS GODINHO

Levantamento, ecologia e correlação da ixodofauna com rickettsias no município de Orleans, Santa Catarina

LAGES

2026

NATÃ MEDEIROS GODINHO

LEVANTAMENTO, ECOLOGIA E CORRELAÇÃO DA IXODOFAUNA COM RICKETTSIAS NO MUNICÍPIO DE ORLEANS, SANTA CATARINA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade do Estado de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Anderson Barbosa de Moura

LAGES

2026

Folha de Avaliação

Discente: Natã Medeiros Godinho

Título: LEVANTAMENTO, ECOLOGIA E CORRELAÇÃO DA IXODOFAUNA COM RICKETTSIAS NO MUNICÍPIO DE ORLEANS, SANTA CATARINA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade do Estado de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Anderson Barbosa de Moura

DATA: 05 DE JUNHO DE 2026

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Dr. Anderson Barbosa de Moura

_____

Prof. Dr. Matias Pablo Juan Szab

_____

Prof. Dr. Rodrigo da Costa Maia

_____

Profa. Dra. Marcia Sangaletti Lavina

_____

Profa. Dra. Lucia Padilha Cury Thomaz de Aquino

AGRADECIMENTOS

Agradecer primeiramente a Deus por ter me dado a direção e o benefício para concluir esse trabalho.

Ao meu pai, Valdir que desde sempre acreditou em mim e me ensinou o verdadeiro valor da perseverança da fé.

A minha mãe Marizete (*in memorian*) que sempre esteve ao meu lado me apoiando e hoje me guia através do plano espiritual. Você brilha no céu e agora eu te celebro.

A minha amiga Vitória Ghellere Olivo, que sorte poder contar com o apoio e a sua amizade.

A minha amiga, colega de profissão, professora e pesquisadora Camila Zomer Spindola que atuou como mediadora junto aos proprietários rurais, viabilizando a aceitação e a realização do estudo nas propriedades.

A Vigilância epidemiológica de Orleans, em especial a Alana, pelo suporte para a condução do experimento.

Ao pessoal do laboratório da UFU (Rodrigo, Bruna, Vinícius e Adriane) obrigado por me receberem com tanto carinho.

Um agradecimento especial ao professor Matias Juan Pablo Szabó por toda a contribuição desde antes do início do projeto.

Agradeço ao meu orientador Anderson Barbosa de Moura, pela confiança depositada ao longo de toda a minha formação acadêmica, pela paciência, disponibilidade e pelos ensinamentos que acompanharam minha trajetória no mestrado e no doutorado.

A todos os moradores das propriedades do município de Orleans que, de forma voluntária, contribuíram diretamente para a realização deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC), por meio do Edital de Chamada Pública FAPESC 48/2022 - Apoio à infraestrutura para grupos de pesquisa da UDESC - Termo de Outorga: 2023TR000236

Dedicatória

Para aquela que me deu a vida e me ensinou a voar. Sua luz continua iluminando meus dias. Com todo o meu amor.

Sumário

1. Introdução 10
2. Revisão Bibliográfica 11
2.1. Classificação taxonômica dos carrapatos 11
2.2. Morfologia, Ciclo de Vida e Alimentação 12
2.3. Distribuição, Habitat e Comportamento 14
2.4. Importância dos carrapatos na saúde humana e animal 16
2.5. Gênero *Rickettsia* 18
2.6. Principais vetores de riquétsias no Brasil 20
2.6.1. Amblyomma sculptum 21
2.6.2. Amblyomma ovale 23
2.6.3. *Amblyomma aureolatum* 25
2.6.4. *Amblyomma dubitatum* 26
2.7. Papéis epidemiológicos dos animais vertebrados nas riquetsioses 27
2.8. Relação entre vetor, reservatório e hospedeiro humano 29
2.9. Riquetsioses no Brasil e no mundo 31
2.10. A febre maculosa em Santa Catarina 37
4. Materiais e métodos 39
4.1. Local do estudo e áreas de coleta 39
4.2. Período e coletas de carrapatos 41
4.2.1. Técnica de arraste 41
4.2.2. Armadilha de CO_2 42
4.2.3. Coleta diretamente dos animais 43
4.3. Coleta de sangue para sorologia dos cães e equinos 43
4.4. Reação de Imunofluorescência Indireta (RIFI) para detecção de anticorpos anti-riquétsias nos animais domésticos 44
4.5. Comitê de ética 45

4.6. Financiamento 45

5. Referências 46

6. Capítulo 2 – Artigos 65

6.1. Diversidade e sazonalidade de carrapatos dos gêneros *Rhipicephalus* e *Amblyomma* associados à circulação de *Rickettsia parkeri* no extremo sul de Santa Catarina, Brasil 65

2.6. Financiamento 70

2.7. Evidências sorológicas da circulação de riquétsias do Grupo da Febre Maculosa (GFM) em Orleans, Santa Catarina, Brasil 80

Financiamento 87

Apêndice 1 96

Apêndice 2 97

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição espacial dos pontos de coleta de amostras de sangue e de carrapatos de cães e de equinos no município de Orleans, Santa Catarina, Sul do Brasil, no período de janeiro de 2023 a dezembro de 2024. Os números de 1 a 17 indicam os respectivos pontos amostrais. 40

Figura 2: Abundância média de infestação de carrapatos adultos coletados durante o período de estudo a) A. aureolatum; b) R. linnae; c) A. ovale. 72

Figura 3: Distribuição média de adultos de A. aureolatum em cães de Orleans durante o ano de 2023. As áreas azuis representam as frequências de ocorrência. A posição da seta representa o mês média de maior ocorrência e o comprimento da seta representa o comprimento do vetor médio..... 73

Figura 4: Contexto geográfico da área de estudo: Orleans, Santa Catarina. ... 84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição, hospedeiros e agentes etiológicos associados a espécies de *Amblyomma* spp. (Acari: Ixodidae) no território brasileiro.**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 2: Organização taxonômica e filogenética do gênero *Rickettsia* com base em grupos clássicos. ..... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 4: Número total, prevalência e intensidade média de infestação de carrapatos adultos coletado em cães em Orleans durante 2023 e 2024. ....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 5: Apresentação de parâmetros biológicos, prevalência (Prev), intensidade média de infestação (Int) e abundância média de infestação (Abu), de carrapatos coletados em cães de Orleans de 2023 a 2024. 71

Tabela 6: Distribuição dos títulos de anticorpos IgG anti-*Rickettsia* spp., considerando infecções mistas, detectados por imunofluorescência indireta em cães do município de Orleans, Santa Catarina em 2023 e 2024. 88

Tabela 7: Distribuição dos títulos máximos de IgG anti-*Rickettsia* spp. considerados positivos (titulação única ou ≥4x superior em relação ao segundo maior título obtido na mesma amostra) em cães e equinos de Orleans, SC, 2023–2024. 88

1. Introdução

Os carrapatos (Classe Arachnida, Ordem Ixodida) são ectoparasitas hematófagos de ampla distribuição geográfica, englobando as famílias Ixodidae, Argasidae e Nuttalliellidae (Peñalver et al., 2017).

A distribuição cosmopolita e a especificidade de hospedeiros tornam os carrapatos importantes indicadores ecológicos e epidemiológicos (Estrada-Peña et al., 2015; Esteve-Gassent et al., 2016). O conhecimento sobre seu ciclo de vida e ecologia é essencial para compreender e prever a ocorrência de doenças transmitidas por esses vetores (Labruna, 2009; Ogrzewalska; Pinter, 2016).

Os carrapatos e as doenças transmitidas por eles são, cada vez mais, um problema crescente em todo o mundo, com enfermidades (re)emergentes que afetam a saúde humana e animal (Jakab et al., 2022; Tiffin et al., 2022). Esse cenário pode ser evidenciado pela ocorrência de novos casos em áreas anteriormente livres ou negligenciadas (Hromníková et al., 2022).

A longa associação evolutiva entre carrapatos e hospedeiros aumenta sua eficiência como vetores de patógenos, incluindo vírus, bactérias e parasitos, muitos dos quais têm a capacidade de infectar tanto animais domésticos quanto seres humanos (Barbieri et al., 2014; Capligina et al., 2020; Sormunen et al., 2020). Entre as doenças bacterianas transmitidas por carrapatos, as riquetsioses assumem uma posição de destaque na América Latina devido à sua notável capacidade zoonótica (Labruna et al., 2011b; Szabó; Pinter; Labruna, 2013b).

A febre maculosa, causada por *Rickettsia rickettsii* foi inicialmente descoberta nos Estados Unidos em 1899, numa região montanhosa do país, o que lhe conferiu o nome de Febre Maculosa das Montanhas Rochosas (FMMR) (Harden, 1990). No Brasil, o termo “Febre Maculosa Brasileira” (FMB) é usado para se referir a doença exantemática causada pela mesma espécie bacteriana, *R. rickettsii*. A FMB é mais prevalente na região Sudeste do Brasil e no Norte do estado do Paraná, estando associada a altas taxas de letalidade, principalmente na região de São Paulo (Brasil, Angerami, Donalisio, 2024).

Em contrapartida, uma segunda forma de febre maculosa, causada por *R. parkeri* (FMP), é identificada principalmente nas regiões Sul e Sudeste, e em parte da região Nordeste (Carvalho Júnior et al., 2025). No entanto, a evolução

clínica da doença costuma ser moderada, sem nenhum óbito registrado (Durães et al., 2020).

Além das duas formas de febre maculosa descritas no Brasil, observa-se também a participação de distintos carrapatos vetores na transmissão dos agentes etiológicos, como a transmissão de *R. rickettsii* por carrapatos *Amblyomma sculptum* e *A. aureolatum* no Sudeste (Labruna et al., 2011a; Ogrzewalska et al., 2012), bem como a transmissão de *R. parkeri* cepa Mata Atlântica por carrapatos *A. ovale* no Sul (De Oliveira et al., 2016; Araújo; Navarro; Cardoso, 2016), além de *A. tigrinum*, no Rio Grande do Sul (Weck et al., 2016). Em 2011, no estado de Santa Catarina, a presença da cepa Mata Atlântica de *R. parkeri* foi relatada pela primeira vez (Medeiros et al., 2011). Já em 2015 foi a primeira identificação molecular dessa cepa como o agente causador de um caso de Febre Maculosa em humano. Esta forma de febre maculosa, causada pela *R. parkeri*, geralmente se manifesta como uma doença mais leve (De Oliveira et al., 2016), quando comparada com infecção por *R. rickettsii.*

O município de Orleans apresenta um cenário epidemiológico relevante, pois reúne condições favoráveis à manutenção de carrapatos, incluindo a presença de áreas de Mata Atlântica, ocorrência de espécies envolvidas na transmissão de riquétsias e histórico prévio da doença. Embora a importância epidemiológica do município esteja estabelecida, não existem estudos na literatura sobre a análise combinada da avaliação de carrapatos de vida livre, ectoparasitas de animais domésticos, bem como a circulação de agentes do grupo da febre maculosa na região. Portanto, o presente estudo sugere uma abordagem integral que combine a caracterização da ixodofauna parasitária em cães e no ambiente com estudos de circulação de riquétsias, o que contribui para a compreensão do cenário ecoepidemiológico em uma área com histórico da doença no estado de Santa Catarina.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Classificação taxonômica dos carrapatos

Carrapatos pertencem à classe Arachnida, subclasse Acari, ordem Ixodida e três famílias: Ixodidae, Argasidae e Nuttallielidae (O'hara et al., 2008). A diversidade global de carrapatos abrange cerca de 950 espécies distribuídas

nas três famílias: Ixodidae, que engloba 750 espécies, Argasidae, com 200 espécies, e Nuttalliellidae, representada por uma única espécie (Dantas-Torres, Otranto, 2022). Além das três famílias existentes, existe uma família extinta que também é caracterizada por ter apenas uma espécie, conhecida como Deinocrotonidae (Peñalver et al., 2017).

No Brasil, a família Ixodidae é representada por 54 espécies distribuídas em cinco gêneros, sendo *Amblyomma* o mais diversificado, com 35 espécies (Terassini et al., 2026). A família Argasidae é representada por 24 espécies e quatro gêneros: *Ornithodoros* (18 espécies), *Antricola* (três espécies), *Argas* (uma espécie) e *Nothoaspis* (duas espécies) (Nava et al., 2017; Dantas-Torres et al., 2019).

No Brasil, ocorrem representantes das famílias Ixodidae e Argasidae, cuja fauna atualmente compreende 78 espécies estabelecidas, sendo 54 pertencentes à família Ixodidae e 24 à Argasidae (Tojal et al., 2025). Os ixodídeos apresentam ampla distribuição geográfica, ocorrendo em diferentes regiões do mundo. Os argasídeos também possuem distribuição ampla, embora muitas espécies estejam associadas a ambientes específicos, especialmente abrigos de seus hospedeiros, como cavernas, ninhos e tocas. (Barros-Battesti; Arzua; Bechara, 2006; Dantas-Torres et al., 2012). As espécies da família Argasidae registradas no Brasil compreendem quatro gêneros principais: *Antricola*, *Argas*, *Ornithodoros* e *Nothoaspis* (Dantas-Torres et al., 2019; Muñoz-Leal et al., 2021).

2.2. Morfologia, Ciclo de Vida e Alimentação

Os carrapatos são ácaros altamente especializados ao ectoparasitismo, apresentando adaptações morfológicas e fisiológicas relacionadas à fixação no hospedeiro e à alimentação sanguínea (Johnson, 2023). As duas principais características que os separam dos demais ácaros são: presença de hipostômio denticulado e do órgão de Haller, estrutura quimiorreceptora localizada no primeiro tarso, do primeiro par de patas (Faccini; Barros-Battesti, 2006).

São ectoparasitas hematófagos obrigatórios, e seu sistema digestivo está especializado na digestão de um único tipo de alimento: o sangue. A hemoglobina é a principal fonte de nutrientes utilizada por eles. Diferentemente de muitos outros vetores artrópodes, nos carrapatos a hematofagia geralmente ocorre nos diferentes estágios móveis do ciclo de vida, embora existam

exceções, como espécies do gênero *Antricola*, nas quais apenas as larvas são hematófagas, enquanto ninfas e adultos apresentam hábito não hematófago (Nicholson et al., 2019; Ribeiro et al., 2012; Labruna et al., 2012).

Membros da família Ixodidae são comumente denominados carrapatos duros devido a presença de um escudo dorsal. Membros da família Argasidae são conhecidos como carrapatos moles que se caracterizam por indivíduos com tegumento coriáceo, todos sem escudo dorsal, apresentando o gnatossoma ventral (Monteiro, 2017).

Esse escudo é uma placa endurecida, quitinizada, que pode ou não apresentar ornamentações, que cobre toda a parte dorsal dos machos e apenas uma pequena porção anterior nas fêmeas de ixodídeos. Essa característica permite que a cutícula se expanda durante a alimentação e o processo de ovogênese (Monteiro, 2017). Larvas e ninfas ainda não possuem poros genitais, estrutura vista apenas nos adultos (Capinera, 2008).

O capítulo, ou gnatossoma, compreende a base dos capítulos, os palpos, as quelíceras e o hipostômio. Esta parte está localizada na parte da frente das larvas dos carrapatos moles e em todos os estágios dos carrapatos duros (Johnson, 2023). O gnatossoma está ligado ao idiossoma por meio de uma cavidade, que é chamada de emarginação nos carrapatos duros ou camerostoma nos carrapatos moles. Essa conexão é estabelecida por uma membrana de articulação flexível que permite ao gnatossoma flexionar-se ou estender-se (Capinera, 2008).

O podosoma abriga as patas usadas para locomoção. Cada uma é composta por seis segmentos, dispostos de proximal para distal, que são: coxa, trocânter, fêmur, tíbia, metatarso e tarso (Capinera, 2008). A morfologia dos carrapatos varia de acordo com o estágio de desenvolvimento e o sexo. As larvas têm três pares de patas, enquanto as ninfas e adultos possuem quatro pares de patas (Monteiro, 2017).

Na superfície dorsal do primeiro par de patas de todos os carrapatos encontra-se o órgão de Haller (Haller, 1881), composto por duas estruturas dotadas de cerdas que atuam na quimiorrecepção olfativa, o que permite aos carrapatos detectar cairomônios do hospedeiro, feromônios e sinais químicos ambientais, comportamentos de acasalamento e orientação estratégica no corpo do hospedeiro (Leonovich, 2006; Carr et al., 2017).

Os carrapatos da família Ixodidae possuem quatro fases de desenvolvimento distintas: ovo, larva, ninfa e adultos. Tanto as larvas quanto as ninfas requerem um repasto sanguíneo antes de progredirem para o próximo estágio, enquanto as fêmeas adultas necessitam de uma alimentação sanguínea antes da oviposição (Saleh et al., 2021).

As fêmeas adultas desta família de carrapatos têm um ciclo reprodutivo que culmina na oviposição, resultando em sua morte. Em contraste, o destino dos machos após o acasalamento é menos determinado, apresentando variações de acordo com as peculiaridades biológicas e os comportamentos reprodutivos inerentes aos diferentes grupos dentro desta família (Stich et al., 2008).

2.3. Distribuição, Habitat e Comportamento

A presença de carrapatos em uma determinada área é afetada por uma série de elementos, incluindo as condições climáticas, a tipologia da vegetação, a diversidade de animais vertebrados e intervenções humanas, como a degradação de ecossistemas florestais e práticas agrícolas. Esses fatores aumentam as oportunidades de contato entre carrapatos, hospedeiros e agentes infecciosos em ambientes rurais e urbanos, favorecendo a manutenção dos ciclos de transmissão e a dispersão dos vetores entre diferentes ambientes (Szabó; Olegário; Santos, 2007a; Hall et al., 2017).

A escolha de hospedeiros por carrapatos e outros ectoparasitas está principalmente relacionada ao ambiente ecológico em que vivem. Os carrapatos demonstram grande capacidade de se adaptar e habitar diversos habitats, sendo encontrados parasitando animais de ambientes urbanos e rurais (Sormunen et al., 2020).

Os carrapatos podem ser classificados como nidícolas e não nidícolas. Os carrapatos nidícolas têm uma relação próxima com os locais de habitação dos hospedeiros, como ninhos, tocas ou abrigos (Foley et al., 2009). Seu comportamento é altamente especializado e inclui habilidades como sobreviver por longos períodos sem um hospedeiro, evitar a luz, ser atraído por superfícies sólidas, como pequenas rachaduras, e ter preferências rigorosas em relação à temperatura e umidade, geralmente correspondendo às condições da residência do hospedeiro (Johnson, 2023).

Os carrapatos não nidícolas habitam a área de distribuição de seus hospedeiros, mas sua presença não é homogênea nessa região. Alguns carrapatos são encontrados em diversos tipos de habitat na área de distribuição de seus hospedeiros, enquanto outros têm uma preferência marcante por um único tipo de habitat, como uma floresta decídua, onde a maior parte de sua população se concentra (Capinera, 2008).

Vários fatores influenciam essa distribuição desigual, incluindo clima, vegetação, disponibilidade de hospedeiros, presença ou ausência de diapausa e a capacidade dos carrapatos de resistirem a condições ambientais adversas (Szabó; Olegário; Santos, 2007a).

Durante a vida livre, os carrapatos permanecem nos pastos, gramados ou em locais protegidos da exposição solar e, principalmente junto a fontes de água (Fiol et al., 2010). As estratégias de procura de hospedeiros podem divergir entre carrapatos nidícolas e não nidícolas (Carroll et al., 2002).

Os carrapatos não nidícolas utilizam diferentes estratégias para localizar seus hospedeiros. Na estratégia de emboscada (*ambush behavior*), o carrapato permanece sobre a vegetação ou outro substrato, aguardando a aproximação de um hospedeiro para estabelecer contato. Na estratégia de caça (*hunter behavior*), por outro lado, o carrapato desloca-se ativamente em direção ao hospedeiro após detectar estímulos associados à sua presença (Balashov, 1972; Sonenshine; Lane; Nicholson, 2002; Nicholson et al., 2019). Essas estratégias podem variar entre espécies e estágios de desenvolvimento. No Brasil, o comportamento de emboscada foi demonstrado para *Amblyomma sculptum*, cujos indivíduos foram observados posicionados sobre a vegetação durante a busca por hospedeiros (Ramos et al., 2017).

No comportamento de emboscada, os carrapatos escalam arbustos, selecionando um ponto estratégico para aguardar um hospedeiro. Passivamente, estendem o primeiro par de patas, pronto para capturar os pelos, penas ou vestimentas dos hospedeiros que cruzam seu caminho (Nicholson et al., 2019) utilizando o órgão de Haller para detectar estímulos químicos e direcionar-se com maior precisão ao hospedeiro (Carr et al., 2017).

Por outro lado, o comportamento de caça é marcado por breves saídas do esconderijo em direção ao hospedeiro, realizadas de forma rápida e intermitente, muitas vezes em resposta a algum estímulo. Carrapatos que

adotam tal comportamento demonstram atividade de busca ativa pelo hospedeiro, localizando-se no solo ou em sua proximidade imediata. Este processo é facilitado pelo emprego do órgão de Haller para quimiorrecepção, com foco particular na detecção do dióxido de carbono (Sonenshine, 2018).

Independentemente da estratégia utilizada para encontrar hospedeiros ou garantir a sobrevivência, é evidente que a habilidade de locomoção dos carrapatos desempenha um papel fundamental em seu êxito e, consequentemente, em sua disseminação no ambiente e viabilidade (Loye; Lane, 1988).

Carrapatos com maior capacidade de movimentação terão mais oportunidades de repetir os comportamentos de busca por hospedeiros, seja por meio de emboscada ou caça, aumentando suas chances de encontrar abrigos que ofereçam condições favoráveis para a sobrevivência (Ramos et al., 2017).

2.4. Importância dos carrapatos na saúde humana e animal

Em comparação com outros vetores artrópodes, os carrapatos estão associados a uma elevada diversidade de microrganismos e são considerados, depois dos mosquitos, um dos principais grupos de artrópodes vetores quanto à diversidade de agentes patogênicos transmitidos aos seres humanos (Jongejan; Uilenberg, 2004; Eisen et al., 2017; Little et al., 2021). Os carrapatos e os patógenos transmitidos por eles representam uma preocupação crescente em escala global (Hrnková et al., 2021).

Cada fase do repasto sanguíneo do carrapato oferece uma oportunidade para adquirir e, posteriormente, transmitir microrganismos patogênicos (Stich et al., 2008). Essa transmissão biológica, em que os próprios vetores invertebrados são infectados e permitem a replicação e/ou desenvolvimento dos patógenos, ocorre antes da transmissão para hospedeiros vertebrados (Saleh et al., 2021).

O aumento das doenças transmitidas por carrapatos é uma preocupação global, capturando a atenção da comunidade científica e representando uma ameaça crescente à saúde pública (Dantas-Torres et al., 2012; Eisen et al., 2017; Little et al., 2021; Tsao et al., 2021).

Os carrapatos atuam como vetores de uma ampla variedade de agentes infecciosos que afetam tanto seres humanos quanto animais domésticos e silvestres, como descrito no Quadro 1.

Quadro 1 - Distribuição, hospedeiros e agentes etiológicos associados a espécies de *Amblyomma e Rhipicephalus* (Acari: Ixodidae) no território brasileiro.

Espécie	Hospedeiros preferenciais	Distribuição geográfica	Agente	Doença	Referência
Amblyomma sculptum	Mamíferos de médio e grande porte	Sudeste, Centro-Oeste	*Rickettsia rickettsii*	Febre Maculosa Brasileira (FMB)	Dantas-Torres et al., 2012; Serpa et al., 2021; Labruna et al., 2021
Amblyomma aureolatum	Cães, carnívoros silvestres	Sudeste (áreas serranas)	*Rickettsia rickettsii*		
	Cães, carnívoros silvestres	Sul e Sudeste	*Rangelia vitalli*	Rangeliose	Silva et al., 2019; Rodrigues et al., 2022; Carniel et al., 2025
Amblyomma ovale	Cães, carnívoros silvestres	Todos os biomas, principalmente áreas de Mata Atlântica	*Rickettsia parkeri* (cepa Mata Atlântica)	Febre Maculosa	Medeiros et al., 2011; Szabó et al., 2013a
Rhipicephalus linnaei	Cães	Regiões tropicais	*Ehrlichia canis*	Erliquiose	Baggio-Souza et al., 2025
			Hepatozoon spp.	Hepatozoonose	Martins et al., 2024
Rhipicephalus sanguineus s.s.	Cães	Cosmopolita	*Babesia vogeli*	Babesiose canina	Baggio-Souza et al., 2025
Rhipicephalus (*B.*) *microplus*	Bovinos	Regiões tropicais e subtropicais	*Anaplasma marginale* *Babesia bovis* *Babesia bigemina*	Complexo Tristeza Parasitária Bovina	Ferreira et al., 2023
	Equinos		*Theileria equi*	Piroplasmose equina	Pereira et al., 2023
Dermacentor nitens	Equinos	Regiões tropicais e subtropicais	*Babesia caballi*		Peckle et al., 2022

Fonte: Própria do autor (2025).

2.5. Gênero *Rickettsia*

As riquétsias (alfaproteobactérias da ordem Rickettsiales, família Rickettsiaceae) são pequenas bactérias Gram-negativas, medindo aproximadamente 0,3 a 0,5 por 0,8 a 2,0 µm, que apresentam um ciclo de vida intracelular obrigatório e são causadoras de doenças infecciosas emergentes e reemergentes em seres humanos (Silverman; Wisseman, 1978; Garrity; Bell; Lilburn, 2004; Lemos, 2009).

Elas se localizam no citoplasma e/ou núcleo da célula dos hospedeiros, e nos vetores são encontradas nas glândulas salivares, ovários, intestino e hemolinfa. Nos mamíferos, limitam-se, principalmente, às células endoteliais (Eremeeva; Dasch, 2015).

Estudos genômicos realizados com bactérias do gênero *Rickettsia* forneceram novas percepções a respeito da história evolutiva dessas bactérias e os padrões filogenéticos resultantes. Baseado nessas análises o gênero foi classificado em quatro grupos diferentes: Grupo Ancestral (GA), Grupo Tifo (GT), Grupo de Transição (TRG) e Grupo da Febre Maculosa (GFM) (Gillespie et al., 2008).

No entanto, em 2022 foi proposta uma classificação mais detalhada para o gênero *Rickettsia* relacionado a grupamento filogenético baseado em similaridade genética, organização genômica e relações evolutivas. A partir da análise de múltiplos genomas disponíveis em bancos de dados, foram identificadas modificações significativas na organização filogenética previamente estabelecida por El Karkouri et al. (2022). A nova disposição dos grupos de *Rickettsia* segundo essa proposta é apresentada na Tabela 2.

Quadro 2 - Organização taxonômica e filogenética do gênero *Rickettsia* com base em grupos clássicos.

Grupo Belli (BG)	Grupo Canadensis (CG)	Grupo Tifo (TG)	Grupo I Febre Maculosa (GFM)	Grupo II Febre Maculosa (GFM)
R. bellii	*R. canadensis*	*R. prowzekii*	*R. akari*	*R. monacensis*
		R. thypi	*R. australis*	*R. raoultii*
		R. helvetica	*R. hoogstraalii*	*R. rhipicephali*
			R. asemboensis	*R. massiliae*
			R. felis	*R. rickettsii*
				R. slovaca
				R. conorii
				R. sibirica
				R. parkeri
				R. africae

Fonte: Adaptado de El Karkouri et al. (2022)

R. bellii (BG) possui características intermediárias entre as riquétsias do grupo das febres maculosas e tifo (São Paulo; Oliveira; Fuerst, 1994). É uma das riquétsias mais comuns em carrapatos nos Estados Unidos e no Brasil (Labruna et al., 2011b). Ela pode ser encontrada em várias espécies de carrapatos, incluindo espécies dos gêneros *Dermacentor, Amblyomma,* além dos argasídeos *Ornithodoros concanensis* e *Argas cooleyi* (Philip et al., 1983) e é a única riquétsia presente em ambos os tipos de carrapatos, moles e duros. Isso a torna única em sua ampla gama de hospedeiros artrópodes (Ogata et al., 2006).

Apesar de sua prevalência, ainda há incertezas sobre sua capacidade de causar doenças, embora estudos experimentais tenham mostrado efeitos patogênicos em cobaias e coelhos. Portanto, os riscos que essa bactéria representa para a saúde humana e animal ainda não estão completamente compreendidos (Snellgrove et al., 2021).

Anteriormente, na primeira classificação, *R. canadensis* e *R. belli* eram agrupadas no Grupo Ancestral (GA), cuja patogenicidade dessas bactérias era desconhecida. Na atual classificação *R. canadensis* (CG) representa um clado separado na análise filogenética (El Karkouri et al., 2022; Shi et al., 2022).

No grupo Tifo (TG) os principais representantes são *R. prowazekii*, transmitida por piolhos (Tifo Epidêmico), *R. typhi*, veiculada por pulgas (Tifo Murino), sendo amplamente distribuídas pelo mundo (Portillo et al., 2017) e *R. helvetica*, que as últimas atualizações filogenéticas indicam que essa bactéria não faz parte do GFM como acreditava-se anteriormente (El Karkouri et al., 2022).

No Grupo I febre maculosa (GFMI) (TGR anterior) representa um elo evolutivo intermediário entre as linhagens associadas às febres maculosas (SFG) e ao tifo (TG). Entre seus principais representantes estão *Rickettsia akari, R. australis, R. felis, R. asemboensis* e *R. hoogstraalii*, espécies que exibem genomas relativamente grandes e variados graus de patogenicidade. O grupo tem importância particular por incluir agentes etiológicos de doenças humanas, como a varíola riquetsial (*R. akari*) e infecções semelhantes ao tifo murino (*R. felis*), além de apresentar uma ampla gama de vetores, incluindo carrapatos, ácaros e pulgas (Rymaszewska; Piotrowski, 2024).

O último grupo de bactérias que causam febre maculosa (GFMII) é o mais abundante e composto por bactérias com diferentes níveis de patogenicidade (El Karkouri et al., 2022).

R. rickettsii e *R. conorii* estão associadas a formas graves da doença em humanos, enquanto *R. parkeri* e *R. africae* têm sido identificadas em quadros clínicos mais brandos, mas de ampla distribuição geográfica (Szabó et al., 2013a, Weck et al., 2016; Vogel et al., 2018; Neves et al., 2023). *R. massiliae* e *R. monacensis* emergem como patógenos de importância crescente na Europa e norte da África, e *R. sibirica* é responsável pelo tifo siberiano. Já *R. slovaca* e *R. raoultii* estão relacionadas a infecções caracterizadas por linfadenopatia e escaras no couro cabeludo (síndrome SENLAT/TIBOLA). Embora *R. rhipicephali* ainda tenha patogenicidade incerta em humanos, sua detecção em diversos vetores evidencia potencial zoonótico (Seidi; Omidi; Esmaeili, 2024).

2.6. Principais vetores de riquétsias no Brasil

No Brasil, os principais carrapatos vetores de riquétsias são do gênero *Amblyomma*, principalmente as espécies *A. sculptum* e *A. aureolatum*, popularmente conhecidos como “Carrapato Estrela” e “Carrapato Amarelo do cão”, respectivamente (Labruna et al., 2004a; Sabatini et al., 2010). Porém, em

A. dubitatum (Sá Del Fiol et al., 2010), *A. ovale* e *Rhipicephalus sanguineus* já foram encontrados exemplares infectados por *R. rickettsii* (Cunha et al., 2009; Moraes-Filho et al., 2009; Martínez-Caballero et al., 2018).

2.6.1. Amblyomma sculptum

Por muitos anos*, A. sculptum* foi anteriormente identificada como *A. cajennense* (Fabricius, 1787)*.* No entanto, pesquisas realizadas em 2014, Beati et al. (2013) e Nava et al. (2014), utilizando análises morfológicas e técnicas moleculares, revelaram que o nome *A. cajennense* engloba na verdade um complexo de pelo menos seis espécies distintas. Essas espécies são *A. cajennense* sensu strictu*, A. mixtum, A. sculptum, A. interandinum, A. pattinoi* e *A. tonelliae*. Essa complexidade foi demonstrada no que é agora chamado de *A. cajennense* sensu lato (s.l.), em que cada uma das espécies está associada a uma região biogeográfica específica (Nava et al., 2014; Estrada Peña et al. 2014).

Amblyomma sculptum apresenta baixa especificidade parasitária, especialmente durante os estágios imaturos, que podem se alimentar em ampla variedade de hospedeiros vertebrados, incluindo cães. Os adultos apresentam maior associação com mamíferos de grande porte, destacando-se equinos, capivaras e antas como importantes hospedeiros para a manutenção de populações da espécie. Entretanto, outros hospedeiros também podem contribuir para seu ciclo e, em determinadas condições, sustentar populações de *A. sculptum* (Osava et al., 2016; Szabó et al., 2020). Equinos, capivaras e antas são considerados os principais hospedeiros primários dessa espécie de carrapato (Barros-Battesti et al., 2006). Larvas e ninfas de *A. sculptum* apresenta baixa especificidade por seus hospedeiros sendo frequentemente encontradas em várias espécies animais, incluindo humanos (Guglielmone et al., 2006). É importante ressaltar que as ninfas apresentam maior antropofilia documentada no Brasil (Szabó et al., 2020).

Mesmo que cavalos (*Equus caballus*), capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) e antas (*Tapirus terrestris*) sejam considerados os hospedeiros primários mais comuns dos estágios parasitários desse carrapato no Brasil (Martins et al., 2016), outros animais já foram relatados como infestados por adultos e ninfas, sendo eles: queixadas (*Pecari tajacu*, *Tayassu pecari*), porcos

selvagens e domésticos (*Sus scrofa*) , tamanduás (*Tamandua tetradactyla*, *Myrmecophaga tridactyla*), tatus (*Cabassous unicinctus*, *Dasypus novemcinticus*, *Euphractus sexcinctus*), carnívoros (*Cerdocyon thous*, *Eira barbara*, *Leopardus pardalis*, *Panthera onca*, *Procyon cancrivorus*), macacos (*Alouatta guariba*), onívoros (*Didelphis albiventris* , *Nasua nasua*), roedores (*Cuniculus paca*, *Dasyprocta azarae*), veados (*Blastocerus dichotomus*, *Mazama americana*, *Mazama gouazoubira*), répteis (*Pseudoboa nigra*, *Salvator merianae*), aves (*Amazona aestiva*, *Ara ararauna*, *Aramus guarauna*, *Asio clamator, Buteo brachyurus*, *Caprimulgus parvulus*, *Carcara plancus*, *Cariama cristatai*, *Coragyps atratus*, *Tyto furcata*) e bovinos (*Bos taurus*, *Bos indicus*) (Medri et al., 2010; Ramos et al., 2014; Ramos et al., 2016; Witter et al., 2016; Martins et al., 2017; Martins et al., 2020; Mendoza-Roldan et al., 2020).

O ciclo de vida do carrapato *A. sculptum* se estende ao longo de um ano e é controlado por um período de diapausa comportamental das larvas (Labruna et al., 2002). A fase larval ocorre de abril a julho (durante o período seco), as ninfas surgem entre julho e outubro (na transição do período seco para o chuvoso) e os adultos predominam entre os meses de outubro a março (Andreotti, et al., 2019).

A. sculptum apresenta um comportamento de emboscada, na qual as ninfas e adultos permanecem posicionados sobre a vegetação, aguardando o contato com hospedeiros em passagem. A espécie também responde fortemente a estímulos relacionados ao dióxido de carbono, sendo frequentemente capturada em armadilhas de CO_2, característica associada ao comportamento de busca ativa pelo hospedeiro (Pajuaba Neto et al., 2018).

Esse carrapato ocorre predominantemente em regiões de clima tropical do Brasil, estando amplamente distribuído nos biomas Cerrado e Pantanal e em áreas degradadas da Mata Atlântica. Sua ocorrência é rara na Caatinga e limitada nas regiões de clima subtropical do extremo sul do país. Na Amazônia, a espécie não é característica das áreas de floresta preservada, podendo, contudo, ocorrer em zonas de transição entre os biomas Cerrado e Amazônia. É o carrapato que mais frequentemente parasita seres humanos no Brasil e constitui um importante vetor de *Rickettsia rickettsii*, agente etiológico da febre

maculosa brasileira (FMB) (Szabó et al., 2013a; Nava et al., 2014; Martins et al., 2016).

Esse carrapato ocorre predominantemente em regiões de clima tropical do Brasil, estando amplamente distribuído nos biomas Cerrado e Pantanal e em áreas degradadas da Mata Atlântica. Sua ocorrência é rara na Caatinga e limitada nas regiões de clima subtropical do extremo sul do país. Na Amazônia, a espécie não é característica das áreas de floresta preservada, podendo, contudo, ocorrer em zonas de transição entre os biomas Cerrado e Amazônia (Szabó et al., 2013a; Nava et al., 2014; Martins et al., 2016). É o carrapato que mais frequentemente parasita seres humanos no Brasil e constitui um importante vetor de *Rickettsia rickettsii*, agente etiológico da febre maculosa brasileira (FMB).

Embora *A. sculptum* tenha sido relatada em quase todas as regiões do Brasil (Nava et al., 2014; Martins et al., 2016), a participação dessa espécie no ciclo da FMB foi demonstrada apenas na região sudeste do país, sendo incriminado como vetor da *R. rickettsii* (Labruna et al., 2011a; Szabó et al., 2013a). Não há relatos de *Rickettsia parkeri* cepa Mata Atlântica, nesse carrapato, embora essa espécie seja suscetível à infecção por *R. parkeri* em laboratório (Sangioni et al., 2005).

Sua tendência a parasitar uma variedade de hospedeiros, seu comportamento que envolve a busca por hospedeiros em ambientes variados e sua preferência por parasitar humanos (Guglielmone et al. 2006), juntamente com sua ampla distribuição geográfica (Nava et al., 2014; Martins et al., 2016), sublinham a relevância deste carrapato no ciclo da FMB no Brasil.

2.6.2. Amblyomma ovale

O carrapato Amblyomma ovale é uma espécie neotropical que apresenta elevada plasticidade ecológica, podendo ocorrer em ambientes com diferentes características climáticas e de vegetação (Barros-Battesti; Arzua; Bechara, 2006; Szabó et al., 2013b).

Essa espécie pode parasitar cães domésticos que têm acesso a áreas florestais ou de vegetação mais densa, incluindo animais mantidos tanto em propriedades rurais quanto em áreas periurbanas próximas a fragmentos de mata. Quando isso acontece, os animais podem atuar como carreadores do

ectoparasitas para o ambiente peridomiciliar, ampliando o risco de parasitismo em seres humanos. Isso confere ao *A. ovale* um papel epidemiológico importante no ciclo de transmissão da febre maculosa, atuando como vetor da *R. parkeri* cepa Mata Atlântica. Dessa forma, ele é considerado um agente de uma doença riquetsial emergente no Brasil, apresentando uma condição clínica menos grave quando comparado à *R. rickettsii* (Szabó et al., 2013b; De Oliveira et al., 2016).

Existem registros de detecção molecular de *R. bellii* e *R. amblyommatis* em *A. ovale*, conforme relatado por diferentes estudos (Labruna et al., 2004b; Pacheco et al., 2008; Sabatini et al., 2010; Labruna et al., 2011b; Szabó et al., 2013b; Moerbeck et al., 2016; Blanco et al., 2017), assim como *Rickettsia parkeri* cepa Mata Atlântica, associada a *A. ovale*, a qual possui proximidade genética com *R. africae*, *R. parkeri* e *R. sibirica*, que são bioagentes de doenças transmitidas por carrapatos em diferentes países (Spolidorio et al., 2010).

Recentemente foi demonstrado, por meio de experimentos de laboratório, que *A. ovale* atua como um vetor eficaz da *Rickettsia parkeri* cepa Mata Atlântica no Brasil. Essa espécie de carrapato tem a capacidade de transmitir *Rickettsia parkeri* cepa Mata Atlântica tanto de um estágio para outro (transestadial) quanto de geração para geração (transovariana), o que sugere que o carrapato possa atuar como reservatório dessa riquétsia no ambiente natural. No entanto, é importante notar que a *Rickettsia parkeri* cepa Mata Atlântica pode ter um impacto negativo nas populações de *A. ovale*. Isso pode levar, ao longo de várias gerações, à redução da infecção por essa bactéria nas populações de *A. ovale*, a menos que novas linhagens de carrapatos infectados sejam geradas por meio de transmissão horizontal por hospedeiros vertebrados amplificadores (Krawczak et al., 2016b).

No território nacional, *A. ovale* é uma espécie de comportamento predominantemente silvestre e raramente é encontrada em áreas urbanas. Em relação aos hospedeiros, exemplares adultos de *A. ovale* são mais frequentemente encontrados em canídeos, com destaque para o cão (*Canis lupus familiaris* Linnaeus 1758) (Barbieri et al., 2015).

Os estágios adultos de *Amblyomma ovale* parasitam principalmente mamíferos da ordem Carnivora, incluindo cães domésticos, sendo frequente sua ocorrência nesses hospedeiros em áreas rurais e próximas a ambientes florestais. O parasitismo humano por adultos de *A. ovale* também está

documentado no Brasil, conferindo importância à espécie na epidemiologia das riquetsioses associadas a *Rickettsia parkeri* cepa Mata Atlântica (Guglielmone et al., 2006; Sevá et al., 2019). Por outro lado, os estágios imaturos de *A. ovale* podem ser encontrados parasitando espécies como o quati (*Nasua nasua*), certos roedores como *Proechimys semispinosus* e *Zygodontomys brevicauda*, além de alguns relatos em aves (Guglielmone et al., 2003; Ogrzewalska et al., 2009; Maturano et al., 2015; Martins et al., 2016).

Neste cenário de transmissão, os humanos estão suscetíveis a entrar em contato com os estágios adultos de *A. ovale* em diferentes circunstâncias, seja ao realizar atividades em áreas preservadas de Mata Atlântica ou em suas residências ou arredores, onde convivem com cães que têm acesso livre a essas áreas (onde são parasitados por carrapatos) (Szabó et al., 2013b).

2.6.3. *Amblyomma aureolatum*

A. aureolatum (Pallas, 1772) é encontrado em diversas regiões do Brasil, predominantemente nas regiões mais frias do sudeste e sul do Brasil, incluindo, ambientes de altitude mais baixa em Santa Catarina, São Paulo e Rio de Janeiro (Labruna et al., 2005; Barbieri et al., 2015).

No Brasil, o ambiente natural preferido pelo *A. aureolatum* parece ser a Mata Atlântica, onde encontra condições ideais de umidade e temperatura durante todo o ano, propícias ao seu desenvolvimento (Medeiros et al., 2011; Barbieri et al., 2015). O estágio adulto do *A. aureolatum* tem maior probabilidade de ser encontrado parasitando animais da ordem Carnivora, incluindo o cão doméstico, o cachorro do mato (*Cerdocyon thous*), o mão-pelada (*Procyon cancrivorus*) e o gato doméstico (*Felis catus*) como exemplos. Por outro lado, larvas e ninfas desse carrapato são frequentemente observadas em aves, como o sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris*) e a corruíra (*Troglodytes aedon*), mas também podem parasitar alguns pequenos roedores (Guglielmone et al., 2003; Ogrzewalska et al., 2012).

Além disso, essa espécie desempenha um papel natural, também, como vetor da bactéria *R. rickettsii*, o agente causador da FMB (Pinter; Labruna, 2006). Dado seu potencial de parasitar seres humanos e transmitir a riquétsia, essa espécie de carrapato desempenha um papel epidemiológico importante na propagação da FMB (Szabó et al., 2013a).

No entanto, as pesquisas indicam que a manutenção da infecção ao longo de várias gerações sucessivas apenas por transmissão vertical é improvável (Labruna, 2011). Para garantir a sustentação da *R. rickettsii* em áreas endêmicas para a FMB, onde o *A. aureolatum* é identificado como vetor principal, é necessária a participação de hospedeiros vertebrados amplificadores na transmissão horizontal. Essa dinâmica é fundamental para a formação de novas linhagens de carrapatos infectados e a preservação da infecção (Labruna et al., 2011a).

Em condições de laboratório, *A. aureolatum* demonstra maior suscetibilidade à infecção por *R. rickettsii* em comparação ao *A. sculptum*, além de apresentar maior eficiência na manutenção da infecção, com uma taxa de transmissão transestadial e transovariana de 100% (Labruna et al., 2011a). No entanto, nas áreas endêmicas para a FMB, as taxas de infecção de *A. aureolatum* por *R. rickettsii* são observadas como baixas, variando entre 1% a 10% (Pinter; Labruna, 2006; Ogrzewalska et al., 2012). Esse padrão pode estar associado ao impacto negativo que a presença da bactéria causa nos carrapatos, resultando em um efeito deletério (Labruna et al., 2011a).

2.6.4. *Amblyomma dubitatum*

Amblyomma dubitatum (Neumann, 1899) é um carrapato amplamente distribuído na América do Sul (Guglielmone et al., 2003). Também foi denominado como *A. cooperi* (Nuttall e Warburton, 1908), e em menor extensão como *A. lutzi* (Aragão, 1908). *A ypsilophorum* (Schulze, 1941) foi reconhecido como sinônimo de *A. cooperi* por Fonseca e Aragão (1952). *A. dubitatum* possui prioridade em relação a todos os nomes anteriores, confirmação que foi corroborada pelo estudo de Estrada-Peña et al. (2002).

Em condições naturais, *A. dubitatum* apresenta associação frequente com *R. bellii*, detectada em proporções expressivas de populações desse carrapato (Labruna et al., 2004a; Pacheco et al., 2009). Estudos epidemiológicos indicam ainda maior predominância relativa de *A. dubitatum* em áreas não endêmicas para FMB, em contraste com a predominância de *A. sculptum* nas áreas endêmicas, sugerindo papéis distintos dessas espécies na ecologia de *R. rickettsii* (Luz et al., 2019).

Foi observado que estágios jovens e adultos de *A. dubitatum* se alimentam de *Hydrochoerus hydrochaeris* e, em menor grau, foram relatados como parasitas em outros grandes mamíferos, como antas (*Tapirus terrestres)* (Barros-Battesti; Arzua; Bechara, 2006). Além disso, há registros de *A. dubitatum* parasitando humanos no Brasil e no Uruguai (Guglielmone et al., 2006). Ademais, observa-se que as larvas são mais propensas a se mover ativamente em busca de um hospedeiro, incluindo humanos (Szabó et al., 2024).

2.7. Papéis epidemiológicos dos animais vertebrados nas riquetsioses

Animais vertebrados podem desempenhar diferentes papéis na epidemiologia das riquetsioses, sendo importante distinguir entre os conceitos de animal sentinela, hospedeiro amplificador e reservatório (Parola et al., 2013; Campos et al., 2016; Tomassone et al.,2018).

Animais sentinelas são aqueles cuja exposição ao agente ou vetor pode servir como indicador da circulação do patógeno em uma determinada área (Halliday et al., 2007). No caso da FMB, equinos e cães podem ser utilizados para identificação da circulação de anticorpos contra *Rickettsia* em animais de áreas endêmicas, sendo, os equinos, úteis para vigilância da circulação de *R. rickettsii* (Sangioni et al., 2005).

Já os hospedeiros amplificadores desenvolvem riquetsemia suficiente para infectar novos carrapatos durante o repasto sanguíneo (Ueno et al., 2016). O papel de hospedeiro amplificador de *Rickettsia rickettsii* já foi demonstrado experimentalmente em gambás (*Didelphis aurita*), capazes de transmitir a bactéria para carrapatos *Amblyomma* durante a riquetsemia (Horta et al., 2009). De forma semelhante, a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) é reconhecida como importante hospedeiro amplificador de *R. rickettsii* para *Amblyomma sculptum* em áreas endêmicas do Sudeste brasileiro (Polo et al., 2017).

O termo reservatório implica a manutenção contínua do agente em uma ou mais populações epidemiologicamente conectadas (Haydon et al., 2022). A detecção de anticorpos ou mesmo do agente infeccioso em uma espécie demonstra exposição ou infecção, mas não é, isoladamente, suficiente para caracterizá-la como reservatório. Essa classificação requer evidências de que a população participa efetivamente da manutenção e da transmissão do agente no

sistema epidemiológico (Haydon et al., 2002; Viana et al., 2014; Becker et al., 2020).

Animais que frequentam ambientes favoráveis à ocorrência de carrapatos, como áreas com vegetação e matas ciliares, apresentam maior oportunidade de contato com esses vetores. Nesse contexto, animais domésticos, especialmente cães e equinos, podem atuar como sentinelas epidemiológicos, uma vez que sua exposição frequente aos carrapatos e a detecção de anticorpos contra *Rickettsia* spp. podem indicar a circulação desses agentes em determinada área (Sá Del Fiol et al., 2010).

O cão não é essencial no ciclo natural das riquétsias, não faz transmissão direta para pessoas, mas desempenha papel primordial na manutenção e dispersão dos vetores, além de estarem envolvidos na transmissão peri-domiciliar de doenças riquetsiais ao carrearem para o domicílio carrapatos infectados (Moerbeck et al., 2016), aumentando o risco da doença nos proprietários (Schmidt, 2009).

Pequenos roedores são considerados importantes hospedeiros e reservatórios de riquétsias em seu ambiente natural, já que desenvolvem riquetsemia suficiente para infectar ectoparasitas durante o repasto sanguíneo, mesmo que num período curto. Dessa forma, esses animais podem ser indicadores da existência de riquétsias numa dada área, quando encontrados naturalmente infectados, principalmente por apresentarem área de dispersão limitada e um tempo de vida curto (Franke et al., 2010; Schex et al., 2011).

Pássaros migratórios, principalmente os habitantes do estrato sub-bosque, também participam da circulação de riquétsias, uma vez que podem transportar os ectoparasitas infectados a grandes distâncias, desenvolvendo focos pontuais de infecção em zonas não endêmicas, podendo estabelecer novos focos se os ixodídeos se adaptarem à nova área geográfica (Burgdorfer; Hayes; Corwin, 1989).

Além disso, as aves silvestres brasileiras desempenham um papel significativo como hospedeiras de grandes populações de estágios imaturos de carrapatos do gênero *Amblyomma* spp. Registros revelam infecções por *Rickettsia bellii* e uma diversidade de riquétsias pertencentes ao Grupo da Febre Maculosa (GFM) em carrapatos coletados dessas aves em diferentes biomas (Ogrzewalska; Pinter, 2016; Luz; Faccini; Mcintosh, 2017).

2.8. Relação entre vetor, reservatório e hospedeiro humano

A interação entre o carrapato e seu hospedeiro depende da habilidade do parasita em ultrapassar as barreiras físicas do hospedeiro e interferir nos seus mecanismos de defesa para garantir a alimentação com sangue (Nuttall, 2019).

Tanto a diversidade do vetor quanto sua capacidade de adaptação evolutiva podem influenciar fortemente na dinâmica de interação hospedeiro-vetor-patógeno, modificando o cenário epidemiológico de transmissão de bioagentes (Fussmann; Loreau; Abrams, 2007).

Seres humanos são passíveis de adquirir a FMB quando frequentam ambientes, que aumentem a chance de encontro com carrapatos infectados em vida livre ou provenientes de animais domésticos (cães e cavalos) ou silvestres (capivara) visto que contribuem por manter as riquétsias em carrapatos vetores na natureza (Faccini-Martínez et al., 2018a).

Nesse sentido o hospedeiro vertebrado é um elemento importante envolvido na manutenção das riquétsias no ambiente, uma vez que atua como amplificador da taxa de infecção de carrapatos durante a riquetsemia. Durante alguns dias, esse hospedeiro amplificador pode infectar inúmeros carrapatos, favorecendo a transmissão horizontal (Labruna, 2009; Labruna et al., 2011a).

Esses hospedeiros que funcionam como amplificadores também influenciam na distribuição de vetores (Dumler; Walker, 2005; Labruna, 2009), os exemplos são a capivara, que é parasitada, principalmente, por carrapatos das espécies *A. sculptum* e *A. dubitatum* e o cão por *A. aureolatum*, em áreas de ocorrência (Labruna, 2009; Binder et al., 2021).

No entanto, para que sejam considerados hospedeiros amplificadores esses vertebrados precisam atender a cinco requisitos: 1) hospedeiro vertebrado deve ser abundante na área endêmica da *Rickettsia* spp.; 2) ser hospedeiro para o carrapato vetor; 3) ser susceptível a *Rickettsia* spp.; 4) desenvolver riquetsemia por um tempo mínimo que possibilite a infecção dos carrapatos que o parasitar; 5) que suas crias não sejam resistentes a primeira infecção por riquétsia (Labruna, 2009).

Em áreas endêmicas de febre maculosa brasileira associadas a *Amblyomma sculptum*, as capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) desempenham importante papel na epidemiologia de *Rickettsia rickettsii*. Além

de constituírem importantes hospedeiros para populações de *A. sculptum*, as capivaras atuam como hospedeiros amplificadores de *R. rickettsii*, pois durante a infecção primária podem desenvolver riquetsemia suficiente para infectar carrapatos suscetíveis durante o repasto sanguíneo (Souza et al., 2009; Polo et al., 2017).

A capivara é considerada principal hospedeiro-amplificador de riquetsias no Brasil por um período de até 15 dias. Após esse período os animais desenvolvem uma resposta imune humoral à bactéria que confere proteção contra uma nova infecção. Porém, capivaras nascidas no grupo ou introduzidas no ambiente são suscetíveis à bactéria, perpetuando o ciclo da doença (Souza et al., 2009). Vale ressaltar que o ciclo biológico do *A. sculptum*, *A. ovale* e *A. aureolatum*, comumente associados a transmissão de FMB, exige três mudas e os estágio de larvas e ninfa levam cerca de quatro a seis dias para o respasto sanguíneo (Monteiro, 2010), podendo se infectar em capivaras que estejam na fase de riquetsemia (Ramírez-Hernández et al., 2020).

O papel do hospedeiro amplificador na ecologia das riquetsias é fundamental pelo fato dessa bactéria apresentar patogenicidade para os carrapatos e a taxa de infecção nesses artrópodes em condições naturais é considerada baixa (<1%) (Souza et al., 2009).

Estudos demonstram a importância de fatores relacionados à capivara na previsão do potencial de distribuição da ocorrência da doença em todo o Brasil. Os fatores envolvem a taxa de reprodução e a capacidade de migração das espécies, a estrutura ambiental e a carga vetorial para explicar os riscos de introdução da infecção em ambientes endógenos (Polo et al., 2018; Luz et al., 2019).

Os carrapatos também têm importante papel na manutenção da *Rickettsia* spp. no ambiente selvagem, uma vez que a infecção nesses artrópodes é transmitida por outras gerações pela transmissão transovariana e de um estágio para outro pela transmissão transestadial. As duas formas de transmissão (transmissão transovariana [para ovos e larvas] e transestadial [do estágio de larva, para ninfa e adultos]) possibilitam a infecção de diversas gerações e em todos os estágios (Sakai et al., 2014).

A transmissão transestadial ocorre quando o carrapato, ao parasitar o hospedeiro com riquetsemia, se infecta (Gillespie et al., 2008; Del Fiol et al.,

2010; Liu et al., 2023). Para que ocorram as mudas, os carrapatos necessitam realizar a ingestão de sangue, uma vez que o vetor sofre modificações significativas em sua fisiologia e metabolismo durante o período de repouso (Eisen et al., 2017). À medida que um carrapato inicia a alimentação em um novo hospedeiro, as riquétsias são transmitidas após 30 minutos de fixação, tornando o próximo hospedeiro susceptível à bactéria (Galletti et al., 2016; Levin et al., 2019).

Dessa forma, os vetores e os agentes patogênicos, quando presentes em ambientes ecológicos apropriados, estabelecem uma zona de risco para doenças transmitidas por vetores, afetando hospedeiros vulneráveis. No entanto, a avaliação mais precisa do risco de doenças transmitidas por vetores nessas áreas depende da diferenciação entre perigo (quantidade de vetores infectados no ambiente) e exposição (o grau de contato entre hospedeiros e vetores infectados). Esta primeira medida está diretamente relacionada a um maior risco de doenças (Zeimes et al., 2014).

2.9. Riquetsioses no Brasil e no mundo

As riquétsias são amplamente distribuídas ao redor do mundo (Oliveira, 2005; Labruna, 2009). As espécies de riquétsias do GFM estão associadas à distribuição geográfica de seus vetores. Pelo menos 10 das espécies pertencentes a esse grupo causam doenças no ser humano nas diferentes regiões do planeta, sendo: *R. rickettsii* nas Américas do Norte e do Sul; *R. conorii* no sul da Europa, Ásia e África; *R. africae*, na África; *R. australis*, na Austrália; *R. honei*, na Oceania; *R. sibirica*, no norte da Ásia; *R. japonica*, no Japão; *R. akari*, nos EUA e na Ásia; *R. parkeri*, detectada no Uruguai e no Brasil (Venzal et al., 2004; Silveira et al., 2007).

Na Ásia casos humanos de febre maculosa por *R. japonica, R. conorii* e *R. rickettsii* foram descritas em diversos países, como: China (Sun et al., 2015; Guo et al., 2016), Índia (Kalal et al., 2016), Indonésia (Richards et al., 2003), Coréia do Sul (Lee et al., 2003; Choi et al., 2005), Laos (Phongmany et al., 2006; Taylor et al., 2016), Malásia (Kho et al., 2017), Tailândia (Parola et al., 2013) e Taiwan (Kuo et al., 2015).

Na Europa diversas espécies de *Rickettsia* spp. também são responsáveis por riquetsioses transmitidas por carrapatos, sendo a *R. conorii* o

principal agente etiológico da febre maculosa do Mediterrâneo (Portillo et al., 2015).

Espécies de riquétsias de interesse veterinário detectadas em *Ixodes ricinus*, uma das espécies mais difundidas na Europa (Špitalská et al., 2018), são *R. monacensis*, *R. raoultii* (Klitgaard et al., 2019), *R. slovaca* e *R. sibirica mongolitimonae* (Eremeeva; Dasch, 2015; Parola et al., 2013).

Mesmo que a *R. helvetica* não seja altamente patogênica, essa bactéria tem sido associada em relatos na Suécia, Holanda, França e Itália em casos com erupção cutânea, febre leve, doença febril, meningite e outros sintomas clínicos associados a este agente em pacientes (Fournier et al., 2004; Nilsson, 2009; Koetsveld et al., 2016).

Outros carrapatos, como *Rhipicephalus pumilio*, *R. turanicus* (Borawski et al., 2019), *Dermacentor* spp. (Parola et al., 2013) e *Hyalomma marginatum* (Hornok et al., 2013), também foram registrados ou sugeridos no envolvimento da circulação e transmissão de *R. conorii conorii*, *R. raoultii, R. slovaca* (Parola et al., 2013), *R. monacensis, R. helvética* (Portillo et al., 2015), *R. aeschlimannii* (Parola et al., 2013; Borawski et al., 2019), ou Candidatus "*Rickettsia uralica*" (Vikentjeva et al., 2021).

Leulmi et al. (2016) demonstram a importância de animais selvagens na dispersão da doença, ao identificarem *R. slovaca* em 66,7% de espécimes de *Dermacentor marginatus* recuperados de Javalis (*Sus scrofa*) na bacia do mediterrâneo. A importância do *Dermacentor* spp., na Europa, está relacionado com sua capacidade de infectar uma gama de hospedeiros, incluindo o ser humano (Földvári et al., 2016).

Nas Américas a febre maculosa foi originalmente descrita no início do século 20 como "piroplasmose hominis" nos casos de Bitterroot Valley Montana (EUA), tendo carrapatos *Dermacentor* spp. associados à transmissão (Wilson; Chowning, 1904). Posteriormente, casos foram diagnosticados no México (1918), Brasil (1929) e Colômbia (1938) (Walker, 2004; Labruna et al., 2011b).

Na América Central os primeiros registros de febre maculosa ocorreram no Panamá, no início da década de 1950 e Costa Rica em 1952 (De Rodaniche, 1953). Durante a investigação no Panamá, *R. rickettsii* foi isolada do carrapato *Amblyomma mixtum* (posteriormente denominado *Amblyomma cajennense*) e *Rhipicephalus sanguineus* foi implicado como um vetor potencial em casos

urbanos (Calero; Nunez; Silva Goytia, 1952; De Rodaniche, 1953). Em 2018 o *R. sanguineus* volta a ser identificado como o carrapato vetor de *R. rickettsii*, ocasionando em mais dois casos fatais (Martínez-Caballero et al., 2018).

Nos países centro-americanos, investigações epidemiológicas apontam a circulação de *R. sibirica* (Chen; Wilson, 2009), *R. rickettsii* (Bermúdez et al., 2011; Moreira-Soto et al., 2016; Martínez-Caballero et al., 2018), *R. parkeri* (Polsomboon et al., 2017) e *Rickettsia parkeri* cepa Mata Atlântica (Lopes et al., 2016).

Os principais carrapatos associados as riquétsias nessa região incluem *A. maculatum* (Polsomboon et al., 2017), *A. ovale* (Lopes et al., 2016; Vogel; Foley; Fiorello, 2018), *A. varium, A. mixtum* (Troyo et al., 2016), *R. sanguineus* (Martínez-Caballero et al., 2018), *I. minor* (Ogrzewalska et al., 2015) e *D. nitens* (Bermúdez et al., 2009).

Durante grande parte do século XX, *Rickettsia rickettsii* foi considerada a principal riquétsia transmitida por carrapatos associada à doença humana nas Américas. A partir das últimas décadas, o avanço das técnicas de diagnóstico e caracterização molecular permitiu reconhecer uma diversidade maior de espécies de *Rickettsia* e demonstrar o potencial patogênico de algumas delas, incluindo *R. parkeri* e outras riquétsias anteriormente consideradas não patogênicas ou de importância desconhecida (Parola; Labruna; Raoult, 2009; Labruna, 2009; Labruna et al., 2011a).

R. parkeri foi isolada pela primeira vez em 1900 nos Estados Unidos no carrapato *A. maculatum* (Parker et al., 1939). Até 2004 não era considerada patogênica, mas sua importância começou após ser recuperada de um paciente humano com febre associada a escara após picada de carrapato (Paddock et al., 2004). Sua relevância epidemiológica aumentou porque novos casos humanos começaram a ser detectados nos Estados Unidos, bem como em alguns países da América do Sul (Uruguai, Argentina e Brasil), sendo considerada uma riquetsiose emergente na América (Eisen et al., 2017; Sánchez-Montes et al., 2021).

Ainda que *A. maculatum, A. triste* e *A. tigrinum* sejam considerados os principais vetores de *R. parkeri* na América, a vigilância acarológica identificou 18 espécies de ixodídeos infectados com diferentes linhagens dessa espécie de riquétsia em oito países. Isso inclui o patógeno humano *R. parkeri* cepa Mata

Atlântica em *A. ovale* e *A. aureolatum* (Barbieri et al., 2014; Nieri-Bastos et al., 2016), e outros cuja patogenicidade ainda é desconhecida, como *R. parkeri* estirpe NOD39 em *A. nodosum* e *R. parkeri* estirpe Black Gap em *Dermacentor parumapertus* (Paddock et al., 2017; Sánchez-Montes et al., 2021).

Outra espécie constantemente detectada é a *R. belli*, cuja ocorrência é relatada no Brasil e na Argentina, possuindo diversas espécies de carrapatos como vetores (Labruna, 2009). Estudos anteriores levantaram a hipótese de que a infecção prévia por R. bellii poderia interferir na aquisição e na transmissão de *R. rickettsii* por esse carrapato (Sakai et al., 2014). Entretanto, evidências experimentais mais recentes demonstraram que *A. dubitatum*, tanto infectado quanto não infectado por *R. bellii*, é capaz de adquirir, manter transestadialmente e transmitir *R. rickettsii*. A transmissão transovariana de *R. rickettsii* também ocorreu independentemente da presença de *R. bellii*, indicando que a infecção prévia por essa bactéria não impede a competência vetorial de *A. dubitatum* para *R. rickettsii* (Binder et al., 2025).

O Brasil é um país de dimensões continentais abrangendo diversos biomas como florestas tropicais (Amazônica e Atlântica), savana (Cerrado), campos abertos (Pampas), áreas semiáridas (Caatinga) e várzeas (Pantanal). A estes conjuntos ecológicos se sobrepõe uma fauna numerosa e rica de carrapatos (Dantas-Torres et al., 2012; Labruna; Venzal, 2009; Nava et al., 2010). Essa natureza da topografia e do clima no Brasil coloca o país em risco de diversas doenças transmitidas por vetores, incluindo a FMB (Souza; Pinter; Donalisio, 2015).

No Brasil a febre maculosa é conhecida por apresentar grande diversidade clínica e complexidade de cenários ecoepidemiológicos, envolvendo *R. rickettsii* transmitida por carrapatos *A. sculptum* e *A. aureolatum* (Labruna et al., 2011a; Ogrzewalska et al., 2012) e *R. parkeri* cepa Mata Atlântica envolvida com carrapatos *A. ovale* (De Oliveira et al., 2016; Araújo; Navarro; Cardoso, 2016). No Rio Grande do Sul, os casos registrados de febre maculosa envolviam associação entre *R. parkeri* sensu stricto e *A. tigrinum* (Weck et al., 2016).

Nas Américas e no Brasil as espécies de riquétsias que podem causar quadros clínicos em humanos são *R. rickettsii*, *R. parkeri*, *R. akari*, *R. felis* e *R. massiliae*. No entanto, várias outras espécies do GFM têm sido descritas em carrapatos, mas ainda não se tem informação quanto a associação com casos

de febre maculosa em humanos (Parola; Labruna; Raoult, 2009; Labruna, 2009; Silva et al., 2017; De Souza et al., 2023).

Duas espécies pertencentes ao gênero *Amblyomma* têm sido implicadas em distintos cenários ecoepidemiológicos da FMB: *A. aureolatum*, identificada na região metropolitana, onde os hospedeiros predominantes para os estágios adultos são de natureza carnívora, enquanto os carrapatos imaturos se associam majoritariamente a passeriformes (Ogrzewalska et al., 2012), e *A. sculptum*, pertencente ao complexo de espécies *A. cajennense* sl, tem sido implicada em um contexto ecoepidemiológico específico na região sudeste. Nesse cenário, cavalos e capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) desempenham o papel de hospedeiros principais tanto para os estágios imaturos quanto para os adultos desses carrapatos (Szabó; Pinter; Labruna, 2013b; Luz et al., 2019).

Amblyomma sculptum apresenta ampla distribuição no Cerrado e em áreas degradadas da Mata Atlântica, além de baixa especificidade parasitária, podendo utilizar diferentes espécies de vertebrados como hospedeiros, incluindo seres humanos. Sua elevada antropofilia e ampla utilização de hospedeiros favorecem o contato entre o carrapato, animais silvestres, domésticos e seres humanos, sendo essa espécie reconhecida como o principal vetor de *Rickettsia rickettsii* em importantes áreas endêmicas para febre maculosa brasileira (Martins et al., 2016; Ramos et al., 2017; Costa et al., 2019). Já *A. aureolatum* tem sido encontrado principalmente em fragmentos de Mata Atlântica, o que pode fornecer condições abióticas favoráveis, e em carnívoros nativos como hospedeiros primários (Ogrzewalska et al., 2012).

Estudos no Brasil demonstram um cenário da infecção por *Rickettsia* spp. distribuída em vários estados. Borsoi et al. (2019) recolheram 12 carrapatos, identificados morfologicamente como *A. parkeri*, parasitando humanos no Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul e identificaram 100% de infecção por *Rickettsia* spp.

Ainda no estado do Paraná, Valente et al. (2020) relatam que 43% dos casos de riquetsioses GFM atribuídos à *R. parkeri* cepa Mata Atlântica ocorreram na mesorregião metropolitana de Curitiba, principalmente nos municípios litorâneos e *A. ovale* tem sido a principal espécie de carrapato encontrada. Os autores afirmam que a mesorregião do norte do Estado do Paraná concentrou 100% da casos fatais da Febre Maculosa. Nesses casos, *A. sculptum* foi a

espécie de carrapato mais prevalente nos municípios limítrofes do Estado de São Paulo.

No Brasil é sabido que a região sudeste apresenta maior taxa de casos de FMB (Valente et al., 2020). Estudos mais recentes demonstram que a FMB permanece como um importante problema de saúde pública na região Sudeste do Brasil, com manutenção de elevada taxa de letalidade e registro contínuo de casos confirmados (Martiniano et al., 2022; Brasil et al., 2024)

Nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo e Espírito Santo a maioria dos casos relatados tem sido associada à transmissão pelo carrapato *A. sculptum* em áreas onde as populações desta espécie de carrapato são sustentadas principalmente por capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) (Labruna, 2013; Szabó et al., 2013b).

Em São Paulo, Ueno et al. (2020) utilizaram equinos, mulas e gambás para avaliar a presença de anticorpos contra *R. rickettsii*. Amostras de sangue foram coletadas e processadas pelo método de imunofluorescência indireta, detectando 22,6% (14/62) de equinos e 21,7% (5/23) de gambás com sorologia positiva para a bactéria, indicando a infecção desses animais. Nesse mesmo estudo os autores coletaram 425 carrapatos sendo 59,8% (254/425) identificado como *D. nitens*, 38,6% (164/425) como *A. sculptum* e 1,6% (7/425) como *R. microplus*.

Na região do Bioma Caatinga, em uma área no estado da Bahia onde nunca havia sido relatado casos de febre maculosa, Farias et al. (2021) detectaram pela primeira vez equinos com a presença de anticorpos anti-*Rickettsia*. Equinos têm sido utilizados em diversos estudos para mapear a circulação de riquétsias em diversas regiões, uma vez que são considerados sentinelas adequados porque desenvolvem uma resposta humoral eficiente e duradoura após a infecção por riquétsias GFM (Ueno et al., 2016).

Serpa et al. (2021) avaliaram a circulação de riquétsias em marsupiais e pequenos roedores em áreas endêmicas, não endêmicas e áreas naturais no Brasil, observando que *R. rickettsii* e *A. sculptum* tiveram uma associação muito grande com marsupiais (*D. albiventris*) em áreas endêmicas, sugerindo uma forte correlação da doença nos locais de ocorrência desses animais. Além disso, os autores afirmam que pequenos roedores, diferentemente dos marsupiais, não

parecem ter um papel importante na epidemiologia de *R. rickettsii*, uma vez que esses animais foram soronegativos mesmo em áreas endêmicas.

Carrapatos também têm sido utilizados para avaliar a circulação de riquétsia. Abreu et al. (2019) avaliaram 52 carrapatos do gênero *Amblyomma* coletados de aves silvestres no Brasil e, por meio de análises moleculares (PCR), identificaram a presença de DNA com alta similaridade às espécies *Rickettsia parkeri, R. rickettsii, R. rhipicephali, R. amblyommatis* e *R. monteiroi*.

Estudos ecoepidemiológicos, associados à vigilância epidemiológica e ao aprimoramento das técnicas laboratoriais de diagnóstico e identificação de *Rickettsia*, têm ampliado o conhecimento sobre a diversidade e a distribuição das riquétsias do Grupo da Febre Maculosa no Brasil. Essas investigações têm permitido reconhecer diferentes cenários de transmissão e identificar espécies e cepas anteriormente não detectadas ou cuja importância epidemiológica e patogenicidade permanecem pouco esclarecidas (Szabó et al., 2013a; De Oliveira et al., 2016). Cepas filogeneticamente relacionadas a *R. tumurae* e *R. monacensis*, riquétsias comumente associadas a febre maculosa na Ásia e Europa, foram detectadas em amostras de carrapatos em Minas Gerais, Rio de Janeiro e Paraná, conhecidos como cepas Pampulha (Almeida et al., 2011), Serra dos Órgãos (Spolidorio et al., 2012) e Aragaoi (Blanco et al., 2017), respectivamente.

2.10. A febre maculosa em Santa Catarina

Os casos de febre maculosa começaram a ser reconhecidos em Santa Catarina a partir de 2003, apresentando características clínicas distintas da forma grave da doença observada em áreas endêmicas do Sudeste brasileiro. Ao comparar casos confirmados ocorridos entre 2003 e 2006 em São Paulo e Santa Catarina, Angerami et al. (2009) observaram que os pacientes catarinenses apresentavam maior frequência de linfadenopatia, menor ocorrência de manifestações hemorrágicas e outras complicações graves, além da ausência de óbitos. Diante dessas diferenças, os autores levantaram a hipótese de que os casos observados em Santa Catarina poderiam estar associados a uma riquétsia do Grupo da Febre Maculosa distinta de *Rickettsia rickettsii*, incluindo a possibilidade de envolvimento de *R. parkeri*.

Posteriormente, Medeiros et al. (2011) investigaram 260 carrapatos adultos coletados de animais domésticos e silvestres em diferentes regiões de Santa Catarina e detectaram molecularmente *Rickettsia parkeri* cepa Mata Atlântica em carrapatos provenientes dos municípios de Blumenau (Vale do Itajaí, n=6), Águas Mornas (Grande Florianópolis, n=1) e Urussanga (Sul, n=1).

Em Vila Itoupava, no município de Blumenau, Barbieri et al. (2014) encontraram *Rickettsia* sp. cepa Mata Atlântica infectando *Amblyomma ovale* e *Amblyomma aureolatum*. Além disso, elevada proporção dos cães avaliados apresentou anticorpos contra riquétsias do Grupo da Febre Maculosa, predominantemente com maiores títulos para *R. parkeri*. Os resultados forneceram evidências epidemiológicas de que a febre maculosa registrada naquela região poderia estar associada à cepa Mata Atlântica, possivelmente transmitida por *A. ovale* ou *A. aureolatum*. Entretanto, naquele momento ainda não havia confirmação direta do agente em amostras clínicas dos pacientes.

Essa associação foi posteriormente confirmada molecularmente em um caso humano ocorrido em 2015, após exposição a carrapatos durante uma atividade de campo em um fragmento de Mata Atlântica no município de Blumenau. A análise molecular de material obtido da escara de inoculação identificou sequências compatíveis com *R. parkeri* cepa Mata Atlântica, confirmando esse agente como causador de febre maculosa em Santa Catarina (Krawczak et al., 2016a).

Desde 2018 já foram notificados 140 casos suspeitos da doença no estado (DIVE, 2018). Cerca de 34% (46) foram confirmados por análises laboratoriais, critérios clínicos e epidemiológicos, 63% (85) foram descartados e 2,3% (3) tiveram resultados inconclusivos. No total, 12 regionais de saúde tiveram casos suspeitas, com confirmação em sete delas: Carbonífera, Extremo Oeste, Foz do Rio Itajaí, Grande Florianópolis, Laguna, Médio Vale do Itajaí e Nordeste (DIVE, 2018).

O episódio que representou o marco inicial das investigações epidemiológicas no município de Orleans foi o caso relatado no ano de 2018, no qual a paciente apresentou sinais clínicos moderados, com escaras de inoculação e sorologia positiva para riquétsias causadoras de Febre Maculosa (DIVE, 2018). Em dados não publicados da vigilância epidemiológica de Orleans, mais um caso em 2021 foi confirmado. A paciente apresentava escara de

inoculação na mão e antebraço esquerdo e os sinais foram moderados. No mesmo ano outros casos suspeitos foram notificados, porém em nenhum deles foi realizada a sorologia. Em 2022 e 2023 foram confirmados mais quatro casos, envolvendo duas mulheres e dois homens.

Segundo o Ministério da Saúde (2024), com base nos dados disponibilizados pelo TabNet/DATASUS, foram confirmados 91 casos de Febre Maculosa no estado de Santa Catarina entre os anos de 2022 e 2023. Esses casos estão distribuídos nas mesorregiões do Vale do Itajaí, Norte Catarinense e Sul Catarinense.

3. Objetivos

3.1. Objetivo Geral

Identificar as espécies de carrapatos e sua sazonalidade, possíveis riquétsias que infectam esses carrapatos e a exposição de hospedeiros ao vetor e à bactéria no município de Orleans-SC.

3.2. Específicos

- Identificar e determinar a sazonalidade do ciclo de vida de carrapatos na região;
- Detectar e identificar riquétsias, por análises moleculares, em carrapatos coletados dos animais e do ambiente;
- Avaliar a exposição dos hospedeiros a riquétsias por meio da pesquisa de anticorpos (sorologia) contra agentes da FMB.

4. Materiais e métodos

4.1. Local do estudo e áreas de coleta

A pesquisa foi realizada no município de Orleans-SC (28°16'47"S, 49°22'11"W), que apresenta predominância de cobertura florestal que ocupa aproximadamente 30.022 hectares, correspondendo a 54,6% de sua área territorial, evidenciando a relevância dos remanescentes vegetais para a manutenção de processos ecológicos e biodiversidade. A atividade agropecuária

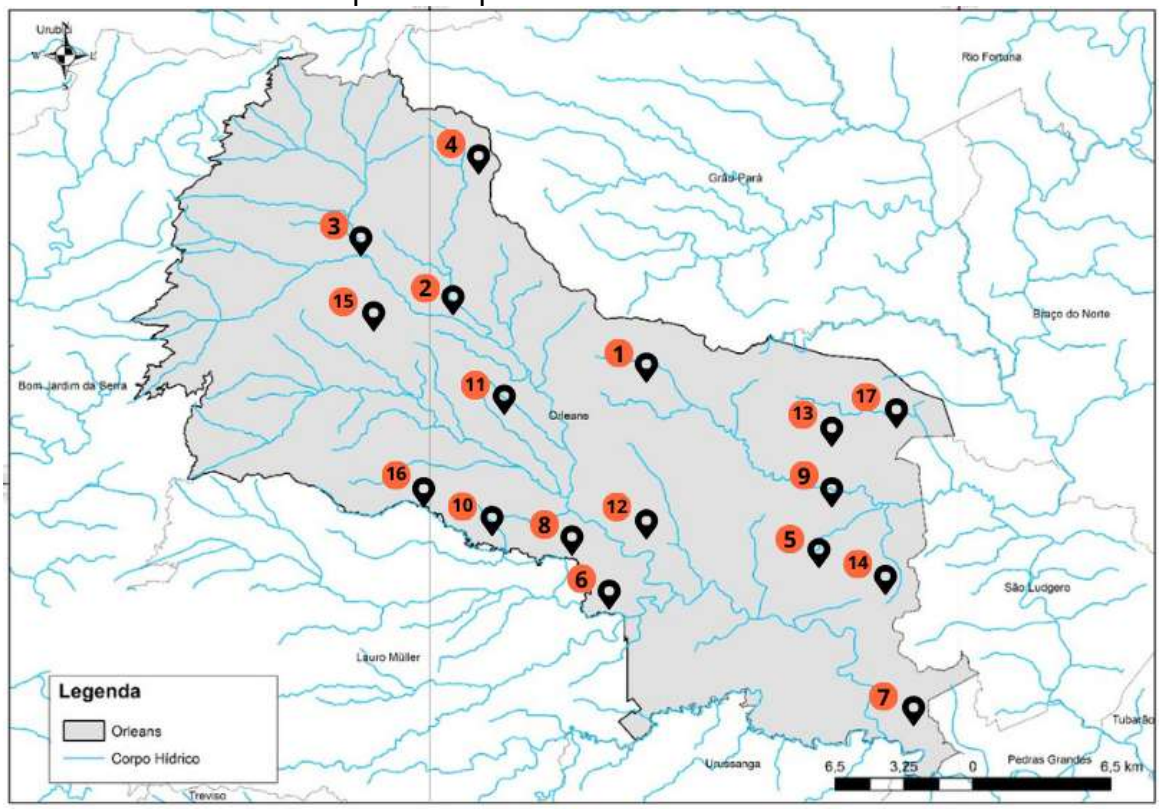
constitui o segundo uso mais expressivo do solo, abrangendo cerca de 23.684 hectares (43,1%), o que reflete a intensa antropização da paisagem em áreas anteriormente naturais. As áreas não vegetadas são pouco representativas, geralmente associadas a núcleos urbanos, infraestrutura viária e superfícies expostas. A vegetação herbácea e arbustiva ocupa uma fração reduzida do território, estando relacionadas a áreas de pastagem degradada ou formações naturais abertas. Os ambientes aquáticos apresentam participação mínima, indicando baixa extensão de corpos hídricos superficiais (Brasil, 2025).

Com base na classificação climática apresentada no mapa climático do IBGE (2002), o município insere-se predominantemente no clima subtropical úmido, correspondente ao tipo Cfa na classificação de Köppen-Geiger. Esse clima caracteriza-se por verões quentes, com temperaturas médias elevadas e ocorrência frequente de chuvas convectivas, e invernos amenos a frios, sem estação seca definida. A precipitação é bem distribuída ao longo do ano, apresentando totais anuais elevados, o que favorece elevada umidade relativa do ar e contribui para a manutenção da cobertura florestal regional. Eventualmente, durante o inverno, podem ocorrer quedas acentuadas de temperatura e episódios de geada, especialmente em áreas de maior altitude e em vales, embora a ocorrência de neve seja rara e esporádica (IBGE, 2025).

As coletas de carrapatos no ambiente, de carrapatos parasitando os animais e de amostras de sangue foram realizadas em 17 locais do município, com vegetação de Mata Atlântica (Carraro, 2004) e áreas com alterações antrópicas (Figura 1).

Figura 1: Distribuição espacial dos pontos de coleta de amostras de sangue e de carrapatos de cães e de equinos no município de Orleans, Santa Catarina,

Sul do Brasil, no período de janeiro de 2023 a dezembro de 2024. Os números de 1 a 17 indicam os respectivos pontos amostrais.



Fonte: Própria do autor (2025).

4.2. Período e coletas de carrapatos

As coletas de carrapatos foram realizadas para determinar a ixodofauna local e a sazonalidade desses ácaros na região. Para a composição da ixodofauna, foram consideradas coletas ambientais para estudo da sazonalidade, além da coleta e identificação de carrapatos em animais, após assinatura do Termo de Compromisso Livre e Esclarecido (TCLE).

Para esse fim foram realizadas coletas mensais, no ambiente e nos animais, durante as quatro estações (primavera, verão, outono e inverno) ao longo de dois anos consecutivos (janeiro de 2023 a dezembro de 2024).

Os meios de captura dos carrapatos foram armadilhas de CO_2 (Szabó et al., 2007b; Yans et al., 2022), pela técnica de arraste e pela coleta direta dos hospedeiros (cães e equinos) (Szabó et al., 2013a; Eisen; Paddock, 2021).

4.2.1. Técnica de arraste

No método de arraste o coletor se move ao longo dos transectos estabelecidos com o pano de arrasto atrás dele e em contato com a vegetação,

resultando em uma área de amostragem conhecida que pode, portanto, gerar estimativas de densidade de carrapatos. Na prática, é utilizado uma flanela branca (1,50 m x 0,80 m) com duas hastes de ferro, de 0,85 mm e meia polegada de diâmetro, presas ao pano, com o objetivo de manter a flanela aberta o mais próximo possível da superfície, cobrindo área de investigação (Eisen; Paddock, 2021).

Não houve padronização da distância percorrida, do tempo de coleta ou da área amostrada entre os diferentes pontos. Dessa forma, a técnica foi empregada com o objetivo de detectar e obter carrapatos presentes no ambiente, não sendo os resultados utilizados para estimativas de densidade ou para comparações quantitativas diretas entre as áreas amostradas (Salomon et al., 2020; Kjellander et al., 2021).

O tecido da flanela é algodoado, permitindo que os carrapatos adultos e larvas, se presentes na vegetação, se fixem no pano, facilitando a captura com auxílio de pinça ou com as mãos (Eisen; Paddock, 2021).

Ao final do arraste, a flanela é identificada e armazenada em saco plástico em ambiente refrigerado por um curto período de tempo para diminuição da motilidade e posterior contagem de larvas, ninfas e/ou adultos recolhidas.

4.2.2. Armadilha de CO_2

A técnica da armadilha de CO_2 consiste em manter 200g de gelo seco no centro de uma flanela branca (80 cm x 80 cm), margeada por fita dupla face e colocada sobre o solo, por 1 hora. Os carrapatos, atraídos à flanela pelo CO_2 formado durante a sublimação do gelo seco, são capturados (utilizando uma pinça ou manualmente) e devidamente acondicionados (Montenegro et al., 2021).

Nesse caso, a sublimação do gelo resultará na liberação de gás carbônico que atrai os carrapatos por imitar o processo de expiração de um hospedeiro. Os carrapatos ficam sobre ou sob o tecido ou aderidos à fita. Esse método geralmente é utilizado para carrapatos atraídos pelo CO_2, particularmente carrapatos de ataque, como é o caso de *A. sculptum* (Städele, 2023).

As armadilhas foram instaladas de forma direcionada, por conveniência, em locais considerados potencialmente favoráveis à ocorrência de carrapatos, especialmente em áreas com vegetação e próximas aos locais de circulação dos

animais avaliados. Embora a quantidade de gelo seco e o período de exposição das armadilhas tenham sido mantidos semelhantes entre as coletas, não houve padronização da área total amostrada ou da distribuição espacial das armadilhas entre os diferentes pontos. Dessa forma, o método foi utilizado para detecção e obtenção de carrapatos no ambiente, e não para estimativas de densidade ou comparações quantitativas diretas entre as áreas amostradas.

4.2.3. Coleta diretamente dos animais

A avaliação do número de carrapatos parasitando hospedeiros específicos é outra técnica utilizada para obter dados sobre populações de carrapatos numa determinada região. Para essa avaliação em equinos e caninos, foi utilizada a técnica descrita por Szabó et al. (2018).

Os carrapatos foram contabilizados em todo o corpo do animal, registrando-se o número total de indivíduos em cada estágio de desenvolvimento. Machos, fêmeas, larvas e ninfas são contados após serem retirados do hospedeiro por meio de um raspador de borracha macio e flexível ou coleta manual com auxílio de pinça (Szabó et al., 2018).

Todos os carrapatos coletados foram levados ao Laboratório de Parasitologia e Doenças Parasitárias (LAPAR) do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). As ninfas e adultos foram separadas por estágio de vida e identificados quanto ao gênero e espécie, de acordo com chaves taxonômicas descritas por Martins et al. (2010) e Dantas-Torres et al. (2019).

De acordo com Nava et al. (2017) a identificação de carrapatos deve seguir protocolo que identifique características morfológicas do exemplar, comparada com as especificações. Devido à ausência de chaves morfológicas validadas para o estágio larval, as larvas foram identificadas a nível de gênero.

4.3. Coleta de sangue para sorologia dos cães e equinos

Os cães (n=86) e equinos (n=36) utilizados no presente estudo foram provenientes do município de Orleans, das propriedades inclusas no projeto.

Nos animais as coletas de sangue foram realizadas em dois momentos: no primeiro (janeiro de 2023) e no último mês de coleta (dezembro de 2024) de carrapatos, com objetivo de avaliar possíveis exposições dos animais a

riquétsias nesses pontos de coletas. Devido às características do ambiente rural, a composição da população canina variou ao longo da pesquisa, uma vez que a permanência dos cães foi afetada por situações comuns, como fugas, desaparecimentos ou mortes. Nesses casos, novos cães da mesma propriedade foram introduzidos, assegurando a continuidade do monitoramento e a representatividade da amostra durante todo o período do estudo.

Antes de cada punção venosa, realizou-se assepsia com álcool 70%, independentemente da espécie animal. Foi coletada uma amostra de 3 mL de sangue periférico (veia cefálica) ou central (veia jugular) de cada animal (cães e equinos), sendo acondicionada em tubo seco (sem anticoagulante) para obtenção de soro destinado à sorologia e em tubo contendo ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) para obtenção de sangue total destinado às possíveis análises moleculares.

Todas as amostras foram devidamente identificadas (espécie, nome/número do animal, local da coleta e data) e acondicionadas em recipiente térmico e encaminhadas para o LAPAR/CAV/UDESC.

A separação do conteúdo celular e soro foi realizada em laboratório por centrifugação a 2.000 rpm durante 10 minutos, de metade do volume de sangue de cada amostra. Após a sedimentação do coágulo, o soro foi acondicionado em alíquotas de 2mL em microtubos de polipropileno (eppendorf). Soro foi acondicionado a -20°C até a realização da Imunofluorescência Indireta (RIFI).

4.4. Reação de Imunofluorescência Indireta (RIFI) para detecção de anticorpos anti-riquétsias nos animais domésticos

O processamento das amostras por meio da RIFI foi realizado de acordo com Labruna et al. (2007) e Szabó et al. (2013a).

Os soros foram testados pelo ensaio de imunofluorescência indireta (RIFI) para três espécies de riquétsias isoladas no Brasil: *R. rickettsii*, *R. parkeri* cepa At24 e *R. bellii*, todas em lâminas recobertas com antígenos como descrito por Labruna et al. (2007).

Inicialmente, lâminas previamente sensibilizadas com antígeno foram hidratadas em solução tampão fosfato salino (PBS, pH 7,4) por 10 minutos e, em seguida, deixadas para secagem à temperatura ambiente. As amostras de soro foram descongeladas à temperatura ambiente e diluídas em PBS na diluição de

1:64. Posteriormente, foram adicionados 20 µL de cada soro diluído em cada poço da lâmina, que foi incubada em câmara úmida a 37 °C por 30 minutos.

Após a incubação, as lâminas foram lavadas com auxílio de pisseta utilizando tampão de lavagem (washing buffer, WB) e mantidas em imersão nesse tampão por 10 minutos. Em seguida, o WB foi descartado e substituído por nova solução, permanecendo em repouso por mais 10 minutos. Após esse período, as lâminas foram deixadas para secagem à temperatura ambiente.

Na etapa seguinte, foram adicionados 20 µL do conjugado fluorescente, previamente diluído em PBS, em cada poço da lâmina, seguido de nova incubação em câmara úmida a 37 °C por 30 minutos, protegendo-se o material da luz. Após a incubação, procedeu-se à lavagem das lâminas com WB e à imersão em solução de WB acrescida de azul de Evans por 10 minutos, sendo a solução posteriormente substituída e mantida por mais 10 minutos.

Ao final, as lâminas foram secas à temperatura ambiente, sempre protegidas da luz. As lamínulas foram higienizadas com álcool-éter e, em seguida, as lâminas receberam glicerina para montagem, removendo-se o excesso antes da colocação das lamínulas. A leitura das reações foi realizada em microscópio de fluorescência, utilizando aumento de 40×.

Em todas as lâminas foram incluídos 20 µL dos soros controles positivo e negativo previamente padronizados. As amostras reagentes na diluição inicial foram submetidas à titulação por meio de diluições seriadas em razão dois (1:64, 1:128, 1:256, 1:512, 1:1024, 1:2048, 1:4096 e 1:8192 sucessivamente), sendo o título definido como a maior diluição que apresentou fluorescência específica.

4.5. Comitê de ética

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA), sob o protocolo nº 7831121222.

4.6. Financiamento

O presente estudo contou com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por meio do Programa de Demanda Social (CAPES/DS), conforme Edital nº 001/2022 (protocolo nº 88887.669113/2022-00).

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC), por meio do Edital de Chamada Pública FAPESC 48/2022 -

Apoio à infraestrutura para grupos de pesquisa da UDESC - Termo de Outorga: 2023TR000236

5. Referências

ABREU, D. P. B. D. et al. Two for the price of one: Co-infection with *Rickettsia bellii* and spotted fever group *Rickettsia* in *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) ticks recovered from wild birds in Brazil. *Ticks and Tick-borne Diseases*, v. 10, n. 6, p. 101266, out. 2019.

ALMEIDA, A. P. et al. A novel *Rickettsia* infecting *Amblyomma dubitatum* ticks in Brazil. *Ticks and Tick-borne Diseases*, v. 2, n. 4, p. 209–212, dez. 2011.

ANGERAMI, R. N.; SILVA, A. M. R. da; NASCIMENTO, E. M. M.; COLOMBO, S.; WADA, M. Y.; SANTOS, F. C. P. dos; MANCINI, D. M.; OLIVEIRA, R. C. de; KATZ, G.; MARTINS, E. C. Brazilian spotted fever: two faces of a same disease? A comparative study of clinical aspects between an old and a new endemic area in Brazil. *Clinical Microbiology and Infection*, v. 15, p. 207-208, dez. 2009.

ARAÚJO, R. P. D.; NAVARRO, M. B. M. D. A.; CARDOSO, T. A. D. O. Febre maculosa no Brasil: estudo da mortalidade para a vigilância epidemiológica. *Cadernos de Saúde Coletiva*, v. 24, n. 3, p. 339–346, set. 2016.

BAGGIO-SOUZA, V. et al. Are *Babesia vogeli* genotypes associated with *Rhipicephalus sanguineus* and *Rhipicephalus linnaei* distribution? *Parasites & Vectors*, v. 18, n. 1, p. 1–16, 2025. DOI: 10.1186/s13071-025-06923-8.

BALASHOV, Y. S. Bloodsucking ticks (Ixodoidea): vectors of diseases of man and animals. *Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America*, v. 8, p. 161-376, 1972.

BARBIERI, A. R. M. et al. Epidemiology of *Rickettsia* sp. strain Atlantic rainforest in a spotted fever-endemic area of southern Brazil. *Ticks and Tick-borne Diseases*, v. 5, n. 6, p. 848–853, out. 2014.

BARBIERI, J. M. et al. Altitudinal assessment of *Amblyomma aureolatum* and *Amblyomma ovale* (Acari: Ixodidae), vectors of spotted fever group rickettsiosis in the state of São Paulo, Brazil. *Journal of Medical Entomology*, v. 52, n. 5, p. 1170–1174, set. 2015.

BARROS-BATTESTI, D. M.; ARZUA, M.; BECHARA, G. H. *Carrapatos de importância médico-veterinária da região neotropical: um guia ilustrado para identificação de espécies*. São Paulo: Vox; ICTTD-3; Instituto Butantan, 2006.

BARROS-BATTESTI, D. M.; ARZUA, M.; BECHARA, G. H. *Carrapatos de importância médico-veterinária da região neotropical: um guia ilustrado para identificação de espécies*. São Paulo: Vox/ICTTD-3/Butantan, 2006.

BECKER, D. J.; SEIFERT, S. N.; CARLSON, C. J. Beyond infection: integrating competence into reservoir host prediction. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 35, n. 12, p. 1062-1065, dez. 2020.

BERMÚDEZ, C. S. E. et al. Rickettsial infection in domestic mammals and their ectoparasites in El Valle de Antón, Coclé, Panamá. *Veterinary Parasitology*, v. 177, n. 1–2, p. 134–138, abr. 2011.

BERMÚDEZ, S. E. et al. Detection and identification of rickettsial agents in ticks from domestic mammals in eastern Panama. *Journal of Medical Entomology*, v. 46, n. 4, p. 856–861, jul. 2009.

BINDER, L. C. et al. Domestic dogs as amplifying hosts of *Rickettsia rickettsii* for *Amblyomma aureolatum* ticks. *Ticks and Tick-borne Diseases*, v. 12, n. 6, p. 101824, nov. 2021.

BINDER, L. C.; FANCHINI, C. E. C.; SOARES, H. S.; MARTINS, M. P.; SILITO, I. S.; LABRUNA, M. B. Vector competence and transovarial transmission of *Rickettsia rickettsii* in *Rickettsia bellii*-infected and -uninfected *Amblyomma dubitatum* ticks. *Experimental and Applied Acarology*, v. 95, n. 1, 2025.

BLANCO, C. M. et al. Microorganisms in ticks (Acari: Ixodidae) collected on marsupials and rodents from Santa Catarina, Paraná and Mato Grosso do Sul states, Brazil. *Ticks and Tick-borne Diseases*, v. 8, n. 1, p. 90–98, jan. 2017.

BORAWSKI, K. et al. Tick-borne rickettsioses in Europe: a review. *Przeglad Epidemiologiczny*, p. 523–530, 2019.

BORSOI, J. et al. Human parasitism by *Amblyomma parkeri* ticks infected with *Candidatus Rickettsia paranaensis*, Brazil. *Emerging Infectious Diseases*, v. 25, n. 12, p. 2339–2341, 2019.

BRASIL, J.; ANGERAMI, R. N.; DONALISIO, M. R. Factors associated with the confirmation and death for Brazilian spotted fever in an important endemic area of the State of São Paulo, 2007–2021. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 57, p. 1–5, 2024. DOI: 10.1590/0037-8682-0617-2023.

BRASIL, J.; ANGERAMI, R. N.; DONALISIO, M. R. Factors associated with the confirmation and death for Brazilian spotted fever in an important endemic area of the State of São Paulo, 2007-2021. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, [S.L.], v. 57, p. 1-5, 2024. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/0037-8682-0617-2023.

BURGDORFER, W.; HAYES, S. F.; CORWIN, D. Pathophysiology of the Lyme disease spirochete, *Borrelia burgdorferi*, in ixodid ticks. *Clinical Infectious Diseases*, v. 11, suppl. 6, p. S1442–S1450, set. 1989.

CALERO, C.; NÚÑEZ, J. M.; SILVA GOYTIA, R. Rocky Mountain spotted fever in Panama: report of two cases. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 1, n. 4, p. 631–636, jul. 1952.

CAMPOS, S. D. E.; CUNHA, N. C. da; ALMOSNY, N. R. P. Brazilian spotted fever with an approach in veterinary medicine and One Health perspective. *Veterinary Medicine International*, v. 2016, p. 1-7, 2016.

CAPINERA, J. L. *Encyclopedia of entomology*. 2. ed. Dordrecht: Springer, 2008.

CAPLIGINA, V. et al. Large-scale countrywide screening for tick-borne pathogens in field-collected ticks in Latvia during 2017–2019. *Parasites & Vectors*, v. 13, p. 351, 2020. DOI: 10.1186/s13071-020-04209-6.

CARNIEL, F. et al. *Rangelia vitalii* in naturally infected dogs in southern Brazil: clinical classification of the disease into acute and subacute phases. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, v. 64, p. 1–10, 2025. DOI: 10.1016/j.vprsr.2025.101333.

CARR, A. L. et al. Tick Haller's organ, a new paradigm for arthropod olfaction: How ticks differ from insects. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 18, n. 7, p. 1563, 2017.

CARRARO, F. *Geografia de Santa Catarina*. São Paulo: FTD, 2004.

CARROLL, J. et al. Control of *Ixodes scapularis* and *Amblyomma americanum* through use of the "4-poster" treatment device on deer in Maryland. *Experimental and Applied Acarology*, v. 28, n. 1–4, p. 289–296, 2002.

CARVALHO JÚNIOR, C. G. et al. Brazilian spotted fever in urban environments: control strategies and measures for risk reduction. *Discover Applied Sciences*, v. 7, n. 4, p. 1–12, 2025. DOI: 10.1007/s42452-025-06626-w.

CHEN, L. H.; WILSON, M. E. Tick-borne rickettsiosis in traveler returning from Honduras. *Emerging Infectious Diseases*, v. 15, n. 8, p. 1321–1323, ago. 2009.

CHOI, Y.-J. et al. Spotted fever group and typhus group rickettsioses in humans, South Korea. *Emerging Infectious Diseases*, v. 11, n. 2, p. 237–244, fev. 2005.

COSTA, F. B.; GERARDI, M.; BINDER, L. de C.; BENATTI, H. R.; SERPA, M. C. de A.; LOPES, B.; LUZ, H. R.; FERRAZ, K. M. P. M. B.; LABRUNA, M. B. *Rickettsia rickettsii* (Rickettsiales: Rickettsiaceae) infecting *Amblyomma sculptum* (Acari: Ixodidae). *Journal of Medical Entomology*, v. 57, n. 1, p. 308-311, 2020.

DANTAS-TORRES, F. et al. Description of a new species of bat-associated argasid tick (Acari: Argasidae) from Brazil. *Journal of Parasitology*, v. 98, n. 1, p. 36–45, fev. 2012.

DANTAS-TORRES, F. et al. Description of a new species of bat-associated argasid tick (Acari: Argasidae) from Brazil. *Journal of Parasitology*, v. 98, n. 1, p. 36–45, 2012.

DANTAS-TORRES, F. et al. Ticks (Ixodida: Argasidae, Ixodidae) of Brazil: updated species checklist and taxonomic keys. *Ticks and Tick-borne Diseases*, v. 10, n. 6, p. 101252, out. 2019.

DANTAS-TORRES, F. et al. Ticks (Ixodida: Argasidae, Ixodidae) of Brazil: updated species checklist and taxonomic keys. *Ticks and Tick-borne Diseases*, v. 10, n. 6, p. 101252, 2019. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2019.06.012.

DE OLIVEIRA, S. V. et al. An update on the epidemiological situation of spotted fever in Brazil. *Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases*, v. 22, n. 1, p. 22, dez. 2016.

DE RODANICHE, E. C. Natural infection of the tick *Amblyomma cajennense* with *Rickettsia rickettsii* in Panama. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 2, n. 4, p. 696–699, jul. 1953.

DE SOUZA, V. L. et al. Detection of *Rickettsia tamurae*-like and other spotted fever group rickettsiae in ticks (Acari: Ixodidae) associated with wild birds in the Western Amazon, Brazil. *Ticks and Tick-borne Diseases*, v. 14, n. 4, p. 102182, jul. 2023.

DUMLER, J. S.; WALKER, D. H. Rocky Mountain spotted fever: changing ecology and persisting virulence. *New England Journal of Medicine*, v. 353, n. 6, p. 551–553, ago. 2009.

DURÃES, L. S. et al. Fiebre maculosa en Brasil: contexto histórico y actual. In: *Enfermedades rickettsiales en Latinoamérica*. Córdoba: Fondo Editorial Biogénesis, 2020. p. 240–266.

EISEN, R. J. et al. Tick-borne zoonoses in the United States: persistent and emerging threats to human health. *ILAR Journal*, v. 58, n. 3, p. 319–335, dez. 2017.

EISEN, R. J.; PADDOCK, C. D. Tick and tick-borne pathogen surveillance as a public health tool in the United States. *Journal of Medical Entomology*, v. 58, n. 4, p. 1490–1502, jul. 2021.

EL KARKOURI, K. et al. Genomic evolution and adaptation of *Rickettsia* associated with arthropods. *Scientific Reports*, v. 12, p. 3807, 2022.

EREMEEVA, M. E.; DASCH, G. A. Challenges posed by tick-borne rickettsiae: eco-epidemiology and public health implications. *Frontiers in Public Health*, v. 3, p. 55, 2015.

EREMEEVA, M. E.; DASCH, G. A. Challenges posed by tick-borne rickettsiae: eco-epidemiology and public health implications. *Frontiers in Public Health*, v. 3, p. 1–17, 2015.

ESTEVE-GASSENT, M. D. et al. Translating ecology, physiology, biochemistry, and population genetics research to meet the challenge of tick and tick-borne

diseases in North America. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, v. 92, n. 1, p. 38–64, maio 2016.

ESTRADA-PEÑA, A. et al. Interactions between tick and transmitted pathogens evolved to minimise competition through nested and coherent networks. *Scientific Reports*, v. 5, n. 1, p. 10361, 2015.

ESTRADA-PEÑA, A.; VENZAL, J. M.; GUGLIELMONE, A. A. *Amblyomma dubitatum* Neumann: description of nymph and redescription of adults, together with the description of the immature stages of *Amblyomma triste* Koch. *Acarologia*, p. 323–333, 2002.

FACCINI, J. L. H.; BARROS-BATTESTI, D. M. Aspectos gerais da biologia e identificação de carrapatos. In: BARROS-BATTESTI, D. M.; ARZUA, M.; BECHARA, G. H. *Carrapatos de importância médico-veterinária da região neotropical*. São Paulo: Vox; ICTTD-3; Instituto Butantan, 2006. p. 5–12.

FACCINI, J. L. H.; BARROS-BATTESTI, D. M. Aspectos gerais da biologia e identificação de carrapatos. In: BARROS-BATTESTI, D. M.; ARZUA, M.; BECHARA, G. H. (org.). *Carrapatos de importância médico-veterinária da região neotropical*. São Paulo: Vox/ICTTD-3/Butantan, 2006. p. 5–12.

FACCINI-MARTÍNEZ, Á. A. et al. Confirming *Rickettsia rickettsii* as the etiological agent of lethal spotted fever group rickettsiosis in human patients from Espírito Santo state, Brazil. *Ticks and Tick-borne Diseases*, v. 9, n. 3, p. 496–499, 2018.

FARIAS, I. F. et al. Serological evidence of *Rickettsia* in horses from a semi-arid Brazilian region. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 30, n. 2, e026220, 2021.

FERREIRA, G. C. M. et al. Prevalence of bovine *Babesia* spp., *Anaplasma marginale*, and their co-infections in Latin America: systematic review-meta-analysis. *Ticks and Tick-borne Diseases*, v. 13, n. 4, p. 101967, 2022. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2022.101967.

FIOL, F. D. S. D. et al. A febre maculosa no Brasil. *Revista Panamericana de Salud Pública*, v. 27, n. 6, p. 461–466, jun. 2010.

FÖLDVÁRI, G. et al. *Dermacentor reticulatus*: a vector on the rise. *Parasites & Vectors*, v. 9, n. 1, p. 314, 2016.

FOLEY, J. E. et al. Distinct ecologically relevant strains of *Anaplasma phagocytophilum*. *Emerging Infectious Diseases*, v. 15, n. 5, p. 842–843, maio 2009.

FOURNIER, P.-E. et al. Aneruptive fever associated with antibodies to *Rickettsia helvetica* in Europe and Thailand. *Journal of Clinical Microbiology*, v. 42, n. 2, p. 816–818, fev. 2004.

FRANKE, J. et al. Coexistence of pathogens in host-seeking and feeding ticks within a single natural habitat in central Germany. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 76, n. 20, p. 6829–6836, out. 2010.

FUSSMANN, G. F.; LOREAU, M.; ABRAMS, P. A. Eco-evolutionary dynamics of communities and ecosystems. *Functional Ecology*, v. 21, n. 3, p. 465–477, jun. 2007.

GALLETTI, M. F. B. M. et al. Virulence genes of *Rickettsia rickettsii* are differentially modulated by either temperature upshift or blood-feeding in tick midgut and salivary glands. *Parasites & Vectors*, v. 9, n. 1, p. 331, 2016.

GALVÃO, M. A. M. et al. Riquetsioses no Brasil e Portugal: ocorrência, distribuição e diagnóstico. *Revista de Saúde Pública*, v. 39, n. 5, p. 850–856, out. 2005.

GEBREMEDHIN, M. B. et al. Current knowledge on chemosensory-related candidate molecules potentially involved in tick olfaction via Haller's organ. *Insects*, v. 14, n. 3, p. 294, 2023. DOI: 10.3390/insects14030294.

GERARDI, M.; RAMÍREZ-HERNÁNDEZ, A.; BINDER, L. C.; KRAWCZAK, F. S.; GREGORI, F.; LABRUNA, M. B. Comparative susceptibility of different populations of *Amblyomma sculptum* to *Rickettsia rickettsii*. *Frontiers in Physiology*, v. 10, p. 1-12, 28 maio 2019.

GILLESPIE, J. J. et al. *Rickettsia* phylogenomics: unwinding the intricacies of obligate intracellular life. *PLoS ONE*, v. 3, n. 4, e2018, abr. 2008.

GILLESPIE, J. J. et al. Rickettsia phylogenomics: unwinding the intricacies of obligate intracellular life. *PLOS ONE*, v. 3, n. 4, e2018, 2008. DOI: 10.1371/journal.pone.0002018.

GRAY, J. S.; ESTRADA-PEÑA, A.; ZINTL, A. Vectors of babesiosis. *Annual Review of Entomology*, v. 64, n. 1, p. 149–165, jan. 2019.

GRUHN, K. D. et al. Evaluation of rickettsial infection in free-range capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris* Linnaeus, 1766) (Rodentia: Caviidae) and ticks (Acari: Ixodidae) in the Western Amazon, Brazil. *Ticks and Tick-borne Diseases*, v. 10, n. 5, p. 981–986, ago. 2019.

GUGLIELMONE, A. A. et al. *Amblyomma aureolatum* (Pallas, 1772) and *Amblyomma ovale* Koch, 1844 (Acari: Ixodidae): hosts, distribution and 16S rDNA sequences. *Veterinary Parasitology*, v. 113, n. 3–4, p. 273–288, maio 2003.

GUGLIELMONE, A. A. et al. Ticks (Ixodidae) on humans in South America. *Experimental and Applied Acarology*, v. 40, n. 2, p. 83–100, nov. 2006.

GUO, L.-P. et al. Emerging spotted fever group rickettsiae in ticks, northwestern China. *Ticks and Tick-borne Diseases*, v. 7, n. 6, p. 1146–1150, out. 2016.

HALL, J. L. et al. Use of mass-participation outdoor events to assess human exposure to tickborne pathogens. *Emerging Infectious Diseases*, v. 23, n. 3, p. 463–467, mar. 2017.

HALLER, G. Vorläufige Bemerkungen über das Gehörorgan der Ixodiden. 1881.

HALLIDAY, J. E. B.; MEREDITH, A. L.; KNOBEL, D. L.; SHAW, D. J.; BRONSVOORT, B. M. de C.; CLEAVELAND, S. A framework for evaluating animals as sentinels for infectious disease surveillance. *Journal of the Royal Society Interface*, v. 4, n. 16, p. 973-984, 15 maio 2007.

HARDEN, V. A. *Rocky Mountain spotted fever: history of a twentieth-century disease*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1990.

HAYDON, D. T.; CLEAVELAND, S.; TAYLOR, L. H.; LAURENSON, M. K. Identifying reservoirs of infection: a conceptual and practical challenge. *Emerging Infectious Diseases*, v. 8, n. 12, p. 1468-1473, dez. 2002.

HORNOK, S. et al. Synanthropic birds associated with high prevalence of tick-borne rickettsiae and with the first detection of *Rickettsia aeschlimannii* in Hungary. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, v. 13, n. 2, p. 77–83, fev. 2013.

HORTA, M. C.; MORAES-FILHO, J.; CASAGRANDE, R. A.; SAITO, T. B.; ROSA, S. C.; OGRZEWALSKA, M.; MATUSHIMA, E. R.; LABRUNA, M. B. Experimental infection of opossums *Didelphis aurita* by *Rickettsia rickettsii* and evaluation of the transmission of the infection to ticks *Amblyomma cajennense*. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, v. 9, n. 1, p. 109-118, fev. 2009.

HRNKOVÁ, J. et al. Role of zoo-housed animals in the ecology of ticks and tick-borne pathogens: a review. *Pathogens*, v. 10, n. 2, p. 210, fev. 2021.

HROMNÍKOVÁ, D. et al. Prevention of tick-borne diseases: challenge to recent medicine. *Biologia*, v. 77, p. 1533–1554, 2022. DOI: 10.1007/s11756-022-01029-8.

JAKAB, Á. et al. Tick-borne relapsing fever—a systematic review and analysis of the literature. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, v. 16, e0010212, 2022. DOI: 10.1371/journal.pntd.0010212.

JOHNSON, N. *Ticks: biology, ecology, and diseases*. London: Academic Press; Elsevier, 2023.

JONGEJAN, F.; UILENBERG, G. The global importance of ticks. *Parasitology*, v. 129, supl. 1, p. S3–S14, out. 2004.

KALAL, B. et al. Scrub typhus and spotted fever among hospitalised children in South India: clinical profile and serological epidemiology. *Indian Journal of Medical Microbiology*, v. 34, n. 3, p. 293–298, jul. 2016.

KHO, K. L. et al. Rickettsial seropositivity in the indigenous community and animal farm workers, and vector surveillance in Peninsular Malaysia. *Emerging Microbes & Infections*, v. 6, n. 1, e18, 2017.

KJELLANDER, P. L.; ARONSSON, M.; BERGVALL, U. A.; CARRASCO, J. L.; CHRISTENSSON, M.; LINDGREN, P.-E.; ÅKESSON, M.; KJELLANDER, P. Validating a common tick survey method: cloth-dragging and line transects. *Experimental and Applied Acarology*, v. 83, n. 1, p. 131-146, 26 nov. 2020.

KLITGAARD, K. *et al.* Multiple infections in questing nymphs and adult female *Ixodes ricinus* ticks collected in a recreational forest in Denmark. Ticks and Tick-borne Diseases, v. 10, n. 5, p. 1060–1065, ago. 2019.

KOETSVELD, J. *et al.* Serological and molecular evidence for spotted fever group *Rickettsia* and *Borrelia burgdorferi* sensu lato co-infections in The Netherlands. Ticks and Tick-borne Diseases, v. 7, n. 2, p. 371–377, mar. 2016.

KRAWCZAK, F. S. *et al.* Comparative evaluation of *Amblyomma ovale* ticks infected and noninfected by *Rickettsia* sp. strain Atlantic rainforest, the agent of an emerging rickettsiosis in Brazil. Ticks and Tick-borne Diseases, v. 7, n. 3, p. 502–507, 2016.

KRAWCZAK, F. S. *et al.* Ecology of a tick-borne spotted fever in southern Brazil. Experimental and Applied Acarology, v. 70, n. 2, p. 219–229, 2016.

KUO, C.-C. *et al.* High prevalence of *Rickettsia* spp. infections in small mammals in Taiwan. Vector-Borne and Zoonotic Diseases, v. 15, n. 1, p. 13–20, jan. 2015.

LABRUNA, M. B. Ecology of *Rickettsia* in South America. Annals of the New York Academy of Sciences, v. 1166, n. 1, p. 156–166, maio 2009.

LABRUNA, M. B. *et al.* Experimental infection of *Amblyomma aureolatum* ticks with *Rickettsia rickettsii*. Emerging Infectious Diseases, v. 17, n. 5, p. 829–834, 2011.

LABRUNA, M. B. *et al.* Prevalence of *Rickettsia* infection in dogs from the urban and rural areas of Monte Negro municipality, Western Amazon, Brazil. Vector-Borne and Zoonotic Diseases, v. 7, n. 2, p. 249–255, jun. 2007.

LABRUNA, M. B. *et al. Rickettsia bellii* and *Rickettsia amblyommii* in *Amblyomma* ticks from the state of Rondônia, Western Amazon, Brazil. Journal of Medical Entomology, v. 41, n. 6, p. 1073–1081, 2004.

LABRUNA, M. B. *et al. Rickettsia* species infecting *Amblyomma cooperi* ticks from an area in the state of São Paulo, Brazil, where Brazilian spotted fever is endemic. Journal of Clinical Microbiology, v. 42, n. 1, p. 90–98, 2004.

LABRUNA, M. B. *et al.* Rickettsioses in Latin America, Caribbean, Spain and Portugal. Revista MVZ Córdoba, v. 16, n. 2, p. 2435–2457, 2011.

LABRUNA, M. B. *et al.* Seasonal dynamics of ticks (Acari: Ixodidae) on horses in the state of São Paulo, Brazil. Veterinary Parasitology, v. 105, n. 1, p. 65–77, abr. 2002.

LABRUNA, M. B. *et al.* Synonymy of *Ixodes aragaoi* with *Ixodes fuscipes*, and reinstatement of *Ixodes spinosus* (Acari: Ixodidae). Ticks and Tick-borne Diseases, v. 11, n. 2, e101349, mar. 2020.

LABRUNA, M. B. et al. Synonymy of *Ixodes aragaoi* with *Ixodes fuscipes*, and reinstatement of *Ixodes spinosus*. *Ticks and Tick-borne Diseases*, v. 11, n. 2, p. 101349, 2020.

LABRUNA, M. B. *et al.* Ticks (Acari: Ixodida) on wild carnivores in Brazil. Experimental and Applied Acarology, v. 36, n. 1–2, p. 149–163, maio 2005.

LABRUNA, M. B. *et al.* Ticks and rickettsial exposure in lowland tapirs (*Tapirus terrestris*) of three Brazilian biomes. Ticks and Tick-borne Diseases, v. 12, n. 3, e101648, maio 2021.

LABRUNA, M.; VENZAL, J. *Carios fonsecai* sp. nov. (Acari: Argasidae), a bat tick from the central-western region of Brazil. Acta Parasitologica, v. 54, n. 4, p. 355–361, 2009.

LEE, J.-H. *et al.* Identification of the spotted fever group rickettsiae detected from *Haemaphysalis longicornis* in Korea. Microbiology and Immunology, v. 47, n. 4, p. 301–304, abr. 2003.

LEONOVICH, S. A. *Sensory systems of parasitic ticks and mites*. St. Petersburg: Nauka Press, 2006.

LEULMI, H. *et al.* Detection of *Bartonella tamiae*, *Coxiella burnetii* and rickettsiae in arthropods and tissues from wild and domestic animals in northeastern Algeria. Parasites & Vectors, v. 9, n. 1, p. 27, 2016.

LEVIN, M. L. *et al.* Minimal duration of tick attachment sufficient for transmission of infectious *Rickettsia rickettsii* by its primary vector *Dermacentor variabilis*. Journal of Medical Entomology, 2019.

LITTLE, S. *et al.* Canine infection with *Dirofilaria immitis*, *Borrelia burgdorferi*, *Anaplasma* spp. and *Ehrlichia* spp. in the United States, 2013–2019. Parasites & Vectors, v. 14, n. 1, p. 10, 2021.

LIU, Y. *et al.* Parasitoid-mediated horizontal transmission of *Rickettsia* between whiteflies. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, v. 12, e1077494, 2023.

LOPES, M. G. *et al.* Ticks and rickettsiae from wildlife in Belize, Central America. Parasites & Vectors, v. 9, n. 1, p. 62, 2016.

LUZ, H. R. *et al.* Epidemiology of capybara-associated Brazilian spotted fever. PLOS Neglected Tropical Diseases, v. 13, n. 9, e0007734, 2019.

LUZ, H. R.; FACCINI, J. L. H.; MCINTOSH, D. Molecular analyses reveal an abundant diversity of ticks and rickettsial agents associated with wild birds in two regions of primary Brazilian Atlantic rainforest. Ticks and Tick-borne Diseases, v. 8, n. 4, p. 657–665, jun. 2017.

MACALUSO, K. R. *et al.* Rickettsial infection in *Dermacentor variabilis* inhibits transovarial transmission of a second *Rickettsia*. Journal of Medical Entomology, v. 39, n. 6, p. 809–813, 2002.

MARTINIANO, N.O.M.; SATO, T.P.; VIZZONI, V.F.; VENTURA, S.F.; OLIVEIRA, S.V; AMORIM, M.; GAZêTA, G.S. A new focus of spotted fever caused by Rickettsia parkeri in Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, [S.L.], v. 64, p. 1-5, 2022. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s1678-9946202264022.

MARTÍNEZ-CABALLERO, A. *et al.* Descriptions of two new cases of Rocky Mountain spotted fever in Panama and coincident infection with *Rickettsia rickettsii* in *Rhipicephalus sanguineus* s.l. Epidemiology and Infection, v. 146, n. 7, p. 875–878, 2018.

MARTINS, T. F. *et al.* Diversity of ticks in the wildlife screening center of São Paulo city, Brazil. Ciência Rural, v. 47, n. 5, 2017.

MARTINS, T. F. *et al.* Geographical distribution of *Amblyomma cajennense* (sensu lato) ticks in Brazil. Parasites & Vectors, v. 9, n. 1, p. 186, 2016.

MARTINS, T. F. *et al.* Nymphs of the genus *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) of Brazil: descriptions, redescriptions, and identification key. Ticks and Tick-borne Diseases, v. 1, n. 2, p. 75–99, 2010.

MARTINS, T. F. et al. Ticks (Acari: Ixodidae) on captive and free-ranging wild animals in Tocantins State, Brazil. *International Journal of Acarology*, v. 46, n. 4, p. 254–257, 2020.

MARTINS, T. F. *et al.* Ticks on captive and free-ranging wild animals in Tocantins state, Brazil. International Journal of Acarology, v. 46, n. 4, p. 254–257, 2020.

MARTINS, T. F.; PINTER, A.; CAMARGO-NEVES, V. L. F. de; ESTRADA-PEÑA, A.; NUNES, P. H.; BARBIERI, F.; FAMADAS, K. M.; LABRUNA, M. B. Dichotomous key to larvae of the genus *Amblyomma* (Parasitiformes: Ixodidae) in Brazil, with morphological description and redescription of the larval stage of 30 *Amblyomma* species. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, v. 17, n. 1, p. 1-48, jan. 2026.

MATURANO, R. *et al.* Additional information about tick parasitism in Passeriformes birds in an Atlantic Forest in southeastern Brazil. Parasitology Research, v. 114, n. 11, p. 4181–4193, 2015.

MEDEIROS, A. P. *et al.* Antibodies against rickettsiae from spotted fever groups in horses from Santa Catarina, Brazil. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 65, n. 6, p. 1713–1719, 2013.

MEDEIROS, A. P. *et al.* Spotted fever group *Rickettsia* infecting ticks in the state of Santa Catarina, Brazil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 106, n. 8, p. 926–930, 2011.

MEDRI, Í. M. *et al.* Ticks (Acari: Ixodidae) from yellow armadillo, *Euphractus sexcinctus* (Cingulata: Dasypodidae), in Brazil's Pantanal wetlands. Neotropical Entomology, v. 39, n. 5, p. 823–825, out. 2010.

MENDOZA-ROLDAN, J. *et al.* Mites and ticks of reptiles and amphibians in Brazil. Acta Tropica, v. 208, p. 105515, ago. 2020.

MOERBECK, L. *et al.* Rickettsia (Rickettsiales: Rickettsiaceae) vector biodiversity in high altitude Atlantic Forest fragments within a semiarid climate: a new endemic area of spotted-fever in Brazil. Journal of Medical Entomology, v. 53, n. 6, p. 1458–1466, nov. 2016.

MONTEIRO, S. G. Parasitologia na medicina veterinária. 1. ed. São Paulo: Roca, 2010.

MONTEIRO, S. G. *Parasitologia na medicina veterinária*. 2. ed. São Paulo: Roca, 2017.

MONTENEGRO, V. M. *et al.* Free-living hard ticks (Ixodida: Ixodidae) from three different natural environments of Costa Rica. Ticks and Tick-borne Diseases, v. 12, n. 6, p. 101811, nov. 2021.

MOREIRA-SOTO, A. *et al.* Exposure of dogs to spotted fever group rickettsiae in urban sites associated with human rickettsioses in Costa Rica. Ticks and Tick-borne Diseases, v. 7, n. 5, p. 748–753, jul. 2016.

MUÑOZ-LEAL, S. *et al.* A new species of soft tick from dry tropical forests of Brazilian Caatinga. Ticks and Tick-borne Diseases, v. 12, n. 5, p. 101748, set. 2021.

NAVA, S. *et al.* Description of a new argasid tick (Acari: Ixodida) from bat caves in Brazilian Amazon. Journal of Parasitology, v. 96, n. 6, p. 1089–1101, dez. 2010.

NAVA, S. *et al.* Reassessment of the taxonomic status of *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) with the description of three new species, *Amblyomma tonelliae* n. sp., *Amblyomma interandinum* n. sp. and *Amblyomma patinoi* n. sp., and reinstatement of *Amblyomma mixtum* Koch, 1844, and

Amblyomma sculptum Berlese, 1888 (Ixodida: Ixodidae). Ticks and Tick-borne Diseases, v. 5, n. 3, p. 252–276, abr. 2014.

NAVA, S. *et al.* Ticks of the southern cone of America: diagnosis, distribution and hosts with taxonomy, ecology and sanitary importance. London; San Diego, CA: Academic Press, 2017.

NICHOLSON, W. L. *et al.* Ticks (Ixodida). In: Medical and veterinary entomology. [S.l.]: Elsevier, 2019. p. 603–672.

NIERI-BASTOS, F. A. *et al.* Isolation of the pathogen *Rickettsia* sp. strain Atlantic Rainforest from its presumed tick vector, *Amblyomma ovale* (Acari: Ixodidae), from two areas of Brazil. Journal of Medical Entomology, v. 53, n. 4, p. 977–981, jul. 2016.

NILSSON, K. Septicaemia with *Rickettsia helvetica* in a patient with acute febrile illness, rash and myasthenia. Journal of Infection, v. 58, n. 1, p. 79–82, jan. 2009.

O'HARA, J. E. *et al.* Ticks (Acari: Ixodida). In: CAPINERA, J. L. (ed.). Encyclopedia of entomology. Dordrecht: Springer Netherlands, 2008. p. 3775–3801.

OGATA, H. *et al.* Genome sequence of *Rickettsia bellii* illuminates the role of amoebae in gene exchanges between intracellular pathogens. PLoS Genetics, v. 2, n. 5, p. e76, maio 2006.

OGRZEWALSKA, M. *et al.* Bacteria of the genus *Rickettsia* in ticks (Acari: Ixodidae) collected from birds in Costa Rica. Ticks and Tick-borne Diseases, v. 6, n. 4, p. 478–482, jun. 2015.

OGRZEWALSKA, M. *et al.* Epidemiology of Brazilian spotted fever in the Atlantic Forest, state of São Paulo, Brazil. Parasitology, v. 139, n. 10, p. 1283–1300, set. 2012.

OGRZEWALSKA, M. *et al.* Ticks (Acari: Ixodidae) infesting birds in an Atlantic Rain Forest region of Brazil. Journal of Medical Entomology, v. 46, n. 5, p. 1225–1229, set. 2009.

OGRZEWALSKA, M.; PINTER, A. Ticks (Acari: Ixodidae) as ectoparasites of Brazilian wild birds and their association with rickettsial diseases. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, v. 53, n. 1, p. 1, abr. 2016.

ONOFRIO, V. C. Comentários e chaves para as espécies do gênero *Amblyomma*. In: BARROS-BATTESTI, D. M.; ARZUA, M.; BECHARA, G. H. (org.). *Carrapatos de importância médico-veterinária da região neotropical*. São Paulo: Vox/ICTTD-3/Butantan, 2006. p. 53–113.

PACHECO, R. *et al.* Isolation of *Rickettsia bellii* from *Amblyomma ovale* and *Amblyomma incisum* ticks from southern Brazil. Revista MVZ Córdoba, v. 13, n. 2, maio 2008.

PADDOCK, C. D. *et al. Rickettsia parkeri*: a newly recognized cause of spotted fever rickettsiosis in the United States. Clinical Infectious Diseases, v. 38, n. 6, p. 805–811, mar. 2004.

PADDOCK, C. D. *et al.* Unique strain of *Rickettsia parkeri* associated with the hard tick *Dermacentor parumapertus* Neumann in the western United States. Applied and Environmental Microbiology, v. 83, n. 9, p. e03463-16, maio 2017.

PAJUABA NETO, A. A.; RAMOS, V. do N.; MARTINS, M. M.; OSAVA, C. F.; PASCOAL, J. de O.; SUZIN, A.; YOKOSAWA, J.; SZABÓ, M. P. J. Influence of microhabitat use and behavior of *Amblyomma sculptum* and *Amblyomma dubitatum* nymphs (Acari: Ixodidae) on human risk for tick exposure, with notes on *Rickettsia* infection. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, v. 9, n. 1, p. 67-71, jan. 2018.

PARKER, R. R. *et al.* Observations on an infectious agent from *Amblyomma maculatum*. Public Health Reports, v. 54, n. 32, p. 1482, 1939.

PAROLA, P. *et al.* Update on tick-borne rickettsioses around the world: a geographic approach. Clinical Microbiology Reviews, v. 26, n. 4, p. 657–702, out. 2013.

PAROLA, P.; LABRUNA, M. B.; RAOULT, D. Tick-borne rickettsioses in America: unanswered questions and emerging diseases. Current Infectious Disease Reports, v. 11, n. 1, p. 40–50, jan. 2009.

PEÑALVER, E. *et al.* Ticks parasitised feathered dinosaurs as revealed by Cretaceous amber assemblages. Nature Communications, v. 8, n. 1, p. 1924, dez. 2017.

PENNISI, M. G. *et al. Anaplasma*, *Ehrlichia* and *Rickettsia* species infections in cats: European guidelines from the ABCD on prevention and management. Journal of Feline Medicine and Surgery, v. 19, n. 5, p. 542–548, maio 2017.

PHILIP, R. N. *et al. Rickettsia bellii* sp. nov.: a tick-borne *Rickettsia*, widely distributed in the United States, that is distinct from the spotted fever and typhus biogroups. International Journal of Systematic Bacteriology, v. 33, n. 1, p. 94–106, jan. 1983.

PHONGMANY, S. *et al.* Rickettsial infections and fever, Vientiane, Laos. Emerging Infectious Diseases, v. 12, n. 2, p. 256–262, fev. 2006.

PINTER, A. *et al.* Study of the seasonal dynamics, life cycle, and host specificity of *Amblyomma aureolatum* (Acari: Ixodidae). Journal of Medical Entomology, v. 41, n. 3, p. 324–332, maio 2004.

PINTER, A.; LABRUNA, M. B. Isolation of *Rickettsia rickettsii* and *Rickettsia bellii* in cell culture from the tick *Amblyomma aureolatum* in Brazil. Annals of the New York Academy of Sciences, v. 1078, n. 1, p. 523–529, out. 2006.

POLO, G.; ACOSTA, C. M.; LABRUNA, M. B.; FERREIRA, F. Transmission dynamics and control of *Rickettsia rickettsii* in populations of *Hydrochoerus hydrochaeris* and *Amblyomma sculptum*. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, v. 11, n. 6, p. 1-12, 5 jun. 2017.

POLO, G. *et al.* Host mobility and spatial spread of *Rickettsia rickettsii*. PLOS Computational Biology, v. 14, n. 12, p. e1006636, dez. 2018.

POLSOMBOON, S. *et al.* Molecular detection and identification of *Rickettsia* species in ticks (Acari: Ixodidae) collected from Belize, Central America. Journal of Medical Entomology, v. 54, n. 6, p. 1718–1726, nov. 2017.

PORTILLO, A. *et al.* Guidelines for the detection of *Rickettsia* spp. Vector-Borne and Zoonotic Diseases, v. 17, n. 1, p. 23–32, jan. 2017.

PORTILLO, A. *et al.* Rickettsioses in Europe. Microbes and Infection, v. 17, n. 11–12, p. 834–838, nov. 2015.

RAMÍREZ-HERNÁNDEZ, A. *et al.* Clinical and serological evaluation of capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) successively exposed to an *Amblyomma sculptum*-derived strain of *Rickettsia rickettsii*. Scientific Reports, v. 10, n. 1, p. 924, jan. 2020.

RAMOS, V. D. N. *et al.* Ambush behavior of the tick *Amblyomma sculptum* (*Amblyomma cajennense* complex) (Acari: Ixodidae) in the Brazilian Pantanal. Ticks and Tick-borne Diseases, v. 8, n. 4, p. 506–510, jun. 2017.

RAMOS, V. D. N. *et al.* Feral pigs as hosts for *Amblyomma sculptum* (Acari: Ixodidae) populations in the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil. Experimental and Applied Acarology, v. 64, n. 3, p. 393–406, nov. 2014.

RAMOS, V. N. *et al.* Nellore cattle (*Bos indicus*) and ticks within the Brazilian Pantanal: ecological relationships. Experimental and Applied Acarology, v. 68, n. 2, p. 227–240, fev. 2016.

RIBEIRO, J. M. C.; LABRUNA, M. B.; MANS, B. J.; MARUYAMA, S. R.; FRANCISCHETTI, I. M. B.; BARIZON, G. C.; SANTOS, I. K. F. de M. The sialotranscriptome of *Antricola delacruzi* female ticks is compatible with non-hematophagous behavior and an alternative source of food. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, v. 42, n. 5, p. 332-342, maio 2012.

RICHARDS, A. L. *et al.* Serologic evidence of infection with ehrlichiae and spotted fever group rickettsiae among residents of Gag Island, Indonesia. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, v. 68, n. 4, p. 480–484, abr. 2003.

ROUX, V. *et al.* Citrate synthase gene comparison, a new tool for phylogenetic analysis, and its application for the rickettsiae. International Journal of Systematic Bacteriology, v. 47, n. 2, p. 252–261, abr. 1997.

ROUX, V.; RAOULT, D. Phylogenetic analysis of members of the genus *Rickettsia* using the gene encoding the outer-membrane protein rOmpB (ompB). International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, v. 50, n. 4, p. 1449–1455, jul. 2000.

SABATINI, G. S. *et al.* Survey of ticks (Acari: Ixodidae) and their *Rickettsia* in an Atlantic Rain Forest reserve in the State of São Paulo, Brazil. Journal of Medical Entomology, v. 47, n. 5, p. 913–916, set. 2010.

SAKAI, R. K. *et al.* Experimental infection with *Rickettsia rickettsii* in an *Amblyomma dubitatum* tick colony, naturally infected by *Rickettsia bellii*. Ticks and Tick-borne Diseases, v. 5, n. 6, p. 917–923, out. 2014.

SALEH, M. N. *et al.* Ticks infesting dogs and cats in North America: biology, geographic distribution, and pathogen transmission. Veterinary Parasitology, v. 294, p. 109392, jun. 2021.

SALOMON, J.; HAMER, S. A.; SWEI, A. A beginner's guide to collecting questing hard ticks (Acari: Ixodidae): a standardized tick dragging protocol. *Journal of Insect Science*, v. 20, n. 6, art. 11, 2020.

SÁNCHEZ-MONTES, S. *et al.* The genus *Rickettsia* in Mexico: current knowledge and perspectives. Ticks and Tick-borne Diseases, v. 12, n. 2, p. 101633, mar. 2021.

SANGIONI, L. A. *et al.* Rickettsial infection in animals and Brazilian spotted fever endemicity. Emerging Infectious Diseases, v. 11, n. 2, p. 265–270, fev. 2005.

SCHÄFER, I.; KOHN, B. *Anaplasma phagocytophilum* infection in cats: a literature review to raise clinical awareness. Journal of Feline Medicine and Surgery, v. 22, n. 5, p. 428–441, maio 2020.

SCHEX, S. *et al. Rickettsia* spp. in wild small mammals in Lower Bavaria, South-Eastern Germany. Vector-Borne and Zoonotic Diseases, v. 11, n. 5, p. 493–502, maio 2011.

SCHMIDT, P. L. Companion animals as sentinels for public health. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, v. 39, n. 2, p. 241–250, mar. 2009.

SERPA, M. C. D. A. *et al.* Small mammals, ticks and rickettsiae in natural and human-modified landscapes: diversity and occurrence of Brazilian spotted fever in Brazil. Ticks and Tick-borne Diseases, v. 12, n. 6, p. 101805, nov. 2021.

SILVA, A. B. *et al. Rickettsia rickettsii* infecting *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato (Latreille, 1806), in high altitude Atlantic Forest fragments, Ceará State, Brazil. Acta Tropica, v. 173, p. 30–33, set. 2017.

SNELLGROVE, A. N. *et al.* Assessment of the pathogenicity of *Rickettsia amblyommatis*, *Rickettsia bellii* and *Rickettsia montanensis* in a guinea pig model. Vector-Borne and Zoonotic Diseases, v. 21, n. 4, p. 232–241, abr. 2021.

SONENSHINE, D. E.; ROE, R. M. (eds.). Biology of ticks. 2. ed. New York: Oxford University Press, 2014.

SONENSHINE, D. Range expansion of tick disease vectors in North America: implications for spread of tick-borne disease. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 15, n. 3, p. 478, mar. 2018.

SORMUNEN, J. J. *et al.* Enhanced threat of tick-borne infections within cities? Assessing public health risks due to ticks in urban green spaces in Helsinki, Finland. Zoonoses and Public Health, v. 67, n. 7, p. 823–839, nov. 2020.

SOUZA, C. E. D.; PINTER, A.; DONALISIO, M. R. Risk factors associated with the transmission of Brazilian spotted fever in the Piracicaba River basin, State of São Paulo, Brazil. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v. 48, n. 1, p. 11–17, fev. 2015.

SOUZA, C. E. *et al.* Experimental infection of capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) by *Rickettsia rickettsii* and evaluation of the transmission of the infection to ticks *Amblyomma cajennense*. Veterinary Parasitology, v. 161, n. 1–2, p. 116–121, abr. 2009.

ŠPITALSKÁ, E. *et al.* Diversity of Coxiella-like and Francisella-like endosymbionts, and *Rickettsia* spp. and *Coxiella burnetii* as pathogens in tick populations of Slovakia, Central Europe. Ticks and Tick-borne Diseases, v. 9, n. 5, p. 1207–1211, jul. 2018.

SPOLIDORIO, M. G. *et al.* Novel spotted fever group rickettsiosis, Brazil. Emerging Infectious Diseases, v. 16, n. 3, p. 521–523, mar. 2010.

SPOLIDORIO, M. G. *et al.* Rickettsial infection in ticks collected from road-killed wild animals in Rio de Janeiro, Brazil. Journal of Medical Entomology, v. 49, n. 6, p. 1510–1514, nov. 2012.

STÄDELE, C. The black-legged tick *Ixodes scapularis* detects CO_2 without the Haller's organ. bioRxiv, ago. 2023. Disponível em: http://biorxiv.org/lookup/doi/10.1101/2023.08.03.551779. Acesso em: 27 ago. 2023.

STICH, R. W. *et al.* Host surveys, ixodid tick biology and transmission scenarios as related to the tick-borne pathogen *Ehrlichia canis*. Veterinary Parasitology, v. 158, n. 4, p. 256–273, dez. 2008.

STROMDAHL, E. Y.; HICKLING, G. J. Beyond Lyme: aetiology of tick-borne human diseases with emphasis on the south-eastern United States. Zoonoses and Public Health, v. 59, n. s2, p. 48–64, set. 2012.

SUN, J. *et al.* Detection of spotted fever group rickettsiae in ticks from Zhejiang Province, China. Experimental and Applied Acarology, v. 65, n. 3, p. 403–411, mar. 2015.

SZABÓ, M. P. J. *et al.* Ecological aspects of the free-living ticks (Acari: Ixodidae) on animal trails within Atlantic rainforest in south-eastern Brazil. Annals of Tropical Medicine & Parasitology, v. 103, n. 1, p. 57–72, jan. 2009.

SZABÓ, M. P. J. *et al.* In vitro isolation from *Amblyomma ovale* (Acari: Ixodidae) and ecological aspects of the Atlantic rainforest *Rickettsia*, the causative agent of a novel spotted fever rickettsiosis in Brazil. Parasitology, v. 140, n. 6, p. 719–728, 2013a.

SZABÓ, M. P. J. *et al.* Species diversity and seasonality of free-living ticks (Acari: Ixodidae) in the natural habitat of wild marsh deer (*Blastocerus dichotomus*) in southeastern Brazil. Veterinary Parasitology, v. 143, n. 2, p. 147–154, 2007b.

SZABÓ, M. P. J. *et al.* Ticks (Acari: Ixodidae) in the Serra da Canastra National Park in Minas Gerais, Brazil: species, abundance, ecological and seasonal aspects with notes on rickettsial infection. Experimental and Applied Acarology, v. 76, n. 3, p. 381–397, nov. 2018.

SZABÓ, M. P. J. et al. Ticks biting humans in the Brazilian savannah. *Ticks and Tick-borne Diseases*, v. 11, n. 2, p. 101328, 2020.

SZABÓ, M. P. J.; OLEGÁRIO, M. M. M.; SANTOS, A. L. Q. Tick fauna from two locations in the Brazilian savannah. Experimental and Applied Acarology, v. 43, n. 1, p. 73–79, 2007a.

SZABÓ, M. P. J.; PINTER, A.; LABRUNA, M. B. Ecology, biology and distribution of spotted-fever tick vectors in Brazil. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, v. 3, 2013b.

TAYLOR, A. J. *et al.* Large-scale survey for tickborne bacteria, Khammouan Province, Laos. Emerging Infectious Diseases, v. 22, n. 9, p. 1635–1639, set. 2016.

TERASSINI, F. A.; LABRUNA, M. B.; MUÑOZ-LEAL, S.; CAMARGO, L. M. A.; AGUIRRE, A. de A. R. Quantitative assessment of ticks in a hot cave in the Amazon reveals that the genus *Antricola* (Ixodida: Argasidae) has the highest cave tick population density on planet. *Experimental and Applied Acarology*, v. 97, n. 1, p. 1-12, 21 maio 2026.

TOJAL, S. D.; LABRUNA, M. B.; MARTINS, T. F.; MENEGUETTI, D. U. de O.; BINDER, L. de C.; LIMA, J.; GUILHERME, E.; BOTELHO, A. L. M.; CRUZ, K.

S. da; CAMARGO, L. M. A. New tick records in the western Brazilian Amazon, with notes on rickettsial infection and molecular evidence for *Amblyomma crassum* in Brazil. *Acta Tropica*, v. 270, p. 107829, out. 2025.

TOMASSONE, L.; PORTILLO, A.; NOVÁKOVÁ, M.; SOUSA, R. de; OTEO, J. A. Neglected aspects of tick-borne rickettsioses. *Parasites & Vectors*, v. 11, n. 1, p. 1-11, 24 abr. 2018.

TROYO, A. *et al.* Detection of rickettsiae in fleas and ticks from areas of Costa Rica with history of spotted fever group rickettsioses. Ticks and Tick-borne Diseases, v. 7, n. 6, p. 1128–1134, out. 2016.

TSAO, J. I. *et al.* The contribution of wildlife hosts to the rise of ticks and tick-borne diseases in North America. Journal of Medical Entomology, v. 58, n. 4, p. 1565–1587, jul. 2021.

UENO, T. E. H. *et al.* Experimental infection of horses with *Rickettsia rickettsii*. Parasites & Vectors, v. 9, n. 1, p. 499, dez. 2016.

UENO, T. E. H. *et al.* Rickettsial infection in equids, opossums and ticks in the municipality of Monte Mor, state of São Paulo, Brazil. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, v. 29, n. 4, p. e015420, 2020.

VALENTE, J. D. M. *et al.* Records of ticks (Acari: Ixodidae) on humans and distribution of spotted-fever cases and its tick vectors in Paraná State, southern Brazil. Ticks and Tick-borne Diseases, v. 11, n. 6, p. 101510, nov. 2020.

VENZAL, J. M. *et al.* Description of *Ornithodoros montensis* n. sp. (Acari: Ixodida: Argasidae), a parasite of the toad *Rhinella arenarum* (Amphibia: Anura: Bufonidae) in the Monte Desert of Argentina. Experimental and Applied Acarology, v. 78, n. 1, p. 133–147, maio 2019.

VIANA, M.; MANCY, R.; BIEK, R.; CLEAVELAND, S.; CROSS, P. C.; LLOYD-SMITH, J. O.; HAYDON, D. T. Assembling evidence for identifying reservoirs of infection. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 29, n. 5, p. 270-279, 2014.

VIKENTJEVA, M. *et al. Rickettsia* spp. in rodent-attached ticks in Estonia and first evidence of spotted fever group *Rickettsia* species *Candidatus Rickettsia uralica* in Europe. Parasites & Vectors, v. 14, n. 1, p. 65, dez. 2021.

WALKER, D. H. Ricketts creates rickettsiology, the study of vector-borne obligately intracellular bacteria. The Journal of Infectious Diseases, v. 189, n. 5, p. 938–955, mar. 2004.

WECK, B. *et al.* Spotted fever group *Rickettsia* in the Pampa biome, Brazil, 2015–2016. Emerging Infectious Diseases, v. 22, n. 11, p. 2014–2016, nov. 2016.

WEINERT, L. A. *et al.* Evolution and diversity of *Rickettsia* bacteria. BMC Biology, v. 7, n. 1, p. 6, dez. 2009.

WILSON, L. B.; CHOWNING, W. M. Studies in pyroplasmosis hominis: spotted fever or tick fever of the Rocky Mountains. v. 1, p. 31–57, 1904.

WITTER, R. *et al.* Rickettsial infection in ticks (Acari: Ixodidae) of wild animals in midwestern Brazil. Ticks and Tick-borne Diseases, v. 7, n. 3, p. 415–423, abr. 2016.

YANS, M. W. *et al.* Development of a simple trap that captures ticks (Acari) on their dorsal surface. Journal of Medical Entomology, v. 59, n. 3, p. 969–975, maio 2022.

ZEIMES, C. B. *et al.* Shaping zoonosis risk: landscape ecology vs. landscape attractiveness for people, the case of tick-borne encephalitis in Sweden. Parasites & Vectors, v. 7, n. 1, p. 370, 2014.

6. Capítulo 2 – Artigos

6.1. Diversidade e sazonalidade de carrapatos dos gêneros *Rhipicephalus* e *Amblyomma* associados à circulação de *Rickettsia parkeri* no extremo sul de Santa Catarina, Brasil

Abstract

Tick surveillance is essential for understanding the diversity, distribution, and seasonality of vector species, supporting the assessment of the risk of rickettsial disease transmission. *Amblyomma aureolatum* and *A. ovale* are relevant vectors of spotted fever in Brazil, associated with different eco-epidemiological scenarios in the Atlantic Forest. Despite the recent increase in cases in Santa Catarina, gaps remain regarding the population dynamics and seasonality of these ticks. Thus, this study aimed to identify and characterize the seasonality of the tick life cycle in the municipality of Orleans, Santa Catarina, over a 24-month period, employing flannel dragging techniques and dry ice traps for tick collection. Sampling included collections of animals and the environment. Eighty-six dogs, distributed across 26 properties, and 36 horses, from 25 properties, were included. A total of 431 adult ticks were collected, with a predominance of *A. aureolatum* (49.88%), followed by *Rhipicephalus sanguineus s.l.* (32.95%), *A. ovale* (16.01%), and *R. microplus* (1.16%). The average infestation intensity of *A. aureolatum* showed significant seasonality, with peaks between August and December, indicating a higher concentration of individuals infesting hosts during this period. In contrast, *A. ovale* showed sporadic occurrence, low prevalence, and reduced abundance throughout the period, although with moderate intensity in the months of detection, suggesting sporadic infestation events. Considering the recognized vector competence of *A. aureolatum* for *Rickettsia rickettsii* and *R. parkeri* strain Mata Atlântica, these findings have epidemiological relevance for the study region.

Resumo

A vigilância de carrapatos é essencial para compreender a diversidade, distribuição e sazonalidade de espécies vetoras, subsidiando a avaliação do risco de transmissão de riquetsioses. *Amblyomma aureolatum* e *A. ovale* são vetores relevantes da febre maculosa no Brasil, associados a diferentes cenários ecoepidemiológicos da Mata Atlântica. Apesar do aumento recente de casos em Santa Catarina, persistem lacunas quanto à dinâmica populacional e à sazonalidade desses carrapatos. Assim, este estudo teve como objetivo identificar e caracterizar a sazonalidade do ciclo de vida de carrapatos no município de Orleans, Santa Catarina durante um período de 24 meses. A amostragem contemplou coletas em animais e no ambiente empregando as técnicas de arraste de flanela e armadilhas com gelo seco. Foram incluídos 86 cães, distribuídos em 26 propriedades, e 36 equinos, oriundos de 25 propriedades. Foram coletados 431 carrapatos adultos de cães e equinos, com predominância de *A. aureolatum* (49,88%), seguido por *Rhipicephalus sanguineus s.l.* (32,95%), *A. ovale* (16,01%) e *R. microplus* (1,16%). A intensidade média de infestação por *A. aureolatum* apresentou baixa sazonalidade significativa, com picos entre agosto e dezembro, indicando maior concentração de indivíduos infestando hospedeiros nesse período. *A. ovale*

apresentou ocorrência esporádica, baixa prevalência e abundância reduzida ao longo do período, embora com intensidade moderada nos meses de detecção, sugerindo eventos pontuais de infestação. *Rhipicephalus sanguineus s.l.* ocorreu durante todo o ano, com maior predominância no último trimestre (outubro a dezembro), possivelmente relacionada a condições ambientais mais favoráveis. Considerando a reconhecida competência vetorial de *A. aureolatum* para *Rickettsia rickettsii* e *R. parkeri* cepa Mata Atlântica, esses achados têm relevância epidemiológica para a região do estudo.

1. Introdução

Os programas de vigilância de carrapatos são fundamentais para a obtenção de informações aprofundadas sobre a diversidade de espécies, sua distribuição espacial e padrões sazonais, dados necessários para que os órgãos de saúde avaliem e acompanhem o risco de transmissão de agentes patogênicos veiculados por carrapatos a humanos e animais (Cull, 2022).

Um dos elementos centrais para a compreensão dos carrapatos e dos patógenos a eles associados é a sazonalidade, especialmente no que se refere à fenologia das ocorrências ao longo do ano. Esse aspecto é relevante tanto do ponto de vista da saúde pública, ao indicar os períodos de maior probabilidade de contato com carrapatos, quanto sob a ótica ecológica, uma vez que a dinâmica populacional desses artrópodes está fortemente relacionada às condições climáticas e à disponibilidade e comportamento dos diferentes hospedeiros, cada qual com padrões próprios de uso do habitat (Yoccoz, 2023).

Tanto a diversidade do vetor quanto sua velocidade na mudança genética podem influenciar fortemente na dinâmica de interação hospedeiro-vetor-patógeno, modificando o cenário epidemiológico de transmissão de bioagentes (Fussmann; Loreau; Abrams, 2007). A presença simultânea de vetores e agentes patogênicos em ambientes ecologicamente favoráveis resulta na formação de áreas de risco para doenças transmitidas por vetores, impactando hospedeiros suscetíveis (Zeimes et al., 2014).

Amblyomma aureolatum e *A. ovale* destacam-se como vetores relevantes em diferentes cenários ecoepidemiológicos das riquetsioses no Brasil (De Oliveira et al., 2016). *A. aureolatum* está principalmente associado a fragmentos de Mata Atlântica, onde encontra condições ambientais favoráveis e hospedeiros carnívoros nativos para os estágios adultos, enquanto as formas imaturas parasitam majoritariamente passeriformes (Barbieri et al., 2015). Essa espécie é reconhecida como vetor de *Rickettsia rickettsii* em áreas metropolitanas,

compondo um importante cenário de transmissão da febre maculosa brasileira (Ogrzewalska et al., 2012).

Além disso, *A. aureolatum* é considerado um hospedeiro competente para *R. rickettsii*, uma vez que consegue manter o patógeno ao longo de múltiplas gerações por meio de transmissão transestadial e transovariana, envolvendo todos os estágios do ciclo de vida, desde ovos, larvas e ninfas até adultos. Essa característica evidencia o papel do carrapato como vetor competente do agente etiológico ao longo de todo o seu ciclo biológico (Labruna et al., 2011a).Por sua vez, *A. ovale* tem papel epidemiológico bem estabelecido na transmissão de *Rickettsia parkeri* cepa Mata Atlântica (Krawczak et al., 2016), estando frequentemente associado a casos humanos em regiões de Mata Atlântica, como demonstrado em estudos no Paraná, onde essa espécie foi a principal encontrada em áreas com elevada ocorrência de riquetsiose (Valente et al.2020).

Apesar de Santa Catarina ter registrado, em 2024, o maior número de casos confirmados de febre maculosa em relação aos últimos quatro anos, ainda há lacunas significativas no entendimento sobre a dinâmica populacional e os padrões de dispersão dos carrapatos vetores no estado (Brasil, 2025).

Embora haja indícios de que *A. ovale* esteja diretamente associado à maior parte dos casos da doença (Medeiros et al., 2011; Krawczak et al., 2016), a compreensão da sazonalidade das espécies envolvidas na transmissão da febre maculosa é um aspecto fundamental que não pode ser negligenciado. Nesse cenário, o município de Orleans destaca-se como uma área estratégica para investigação, por apresentar extensa cobertura florestal, registros de casos confirmados e elevada população de cães em contextos rurais, fatores que favorecem a manutenção do ciclo ecológico dos carrapatos e permitem uma análise consistente de seus padrões sazonais, mesmo em contextos de baixa incidência anual (Brasil, 2025). Dessa forma, o objetivo desse estudo é identificar e determinar a sazonalidade do ciclo de vida de carrapatos no município de Orleans, Santa Catarina.

2 Materiais e métodos

2.1 Área do estudo

A coleta de carrapatos ocorreu no município de Orleans (lat. 28º 21' 32" S e long. 49º 17' 29" W). O município está localizado no sul de Santa Catarina, tem área de 549,859 km² e apresenta uma economia baseada na exploração de atividades primárias como: agricultura e pecuária. Segundo o Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística - IBGE (2025), cerca de 24,8% da população concentra-se na área rural e 75,2% na área urbana.

A classificação climática, segundo Köeppen, é do tipo subtropical úmido (Cfa). A temperatura média anual é de 20,2°C, enquanto a precipitação média anual é de 122,43mm. Ao longo do ano, em geral a temperatura varia de 10°C a 30°C e raramente é inferior a 4°C ou superior a 34°C. Além disso, nos meses de junho e julho a região está sujeita a geadas (KOEPPEN, 1948; IBGE, 2025).

As áreas selecionadas para coletas de carrapatos no ambiente, de carrapatos parasitando os animais, de amostras de sangue e da instalação das armadilhas destinadas à captura de carrapatos de vida livre corresponderam a locais do município com registros prévios de casos suspeitos e/ou confirmados de febre maculosa associada a *Rickettsia parkeri*.

2.2 Seleção dos cães, dos equinos e coleta de amostras

A seleção dos cães incluiu aqueles que habitam em propriedades rurais. Esses animais passaram por avaliações mensais no intervalo entre janeiro de 2023 e dezembro de 2024, com pelo menos um cão sendo examinado em cada propriedade durante as visitas. Devido às características do ambiente rural, a composição da população canina variou ao longo da pesquisa, uma vez que a permanência dos cães foi afetada por situações comuns, como fugas, desaparecimentos ou mortalidade. Nesses casos, novos cães da mesma propriedade foram introduzidos, assegurando a continuidade do monitoramento e a representatividade da amostra durante todo o período do estudo.

Para os equinos, o critério de seleção baseou-se na disponibilidade dessa espécie nas propriedades. Inicialmente, buscou-se priorizar cães e equinos que compartilhassem o mesmo ambiente; entretanto, em razão de a equinocultura não constituir uma atividade predominante no município, nem todas as propriedades incluídas no estudo apresentavam ambas as espécies em condição de simpatria. Ao final, 86 cães em 26 propriedades e 36 equinos em 25 propriedades foram amostrados.

Os carrapatos coletados foram mantidos em etanol a 70%. Os estágios ninfal e adultos foram identificados conforme chaves morfológicas definidas por Barros-Battesti et al. (2006) e Martins et al. (2010). Para os espécimes larvais do gênero *Amblyomma*, a identificação morfológica em nível específico foi realizada utilizando a chave dicotômica proposta por Martins et al. (2026).

Os carrapatos foram contados (número total de cada estágio) em todo o corpo do animal. Os diferentes ínstares foram contados após serem retirados do hospedeiro por meio da coleta manual com auxílio de pinça.

Para a coleta ambiental foram utilizadas as técnicas de arraste de flanela e utilização de armadilha de gelo seco. O método de arraste foi realizado utilizando uma flanela branca mantida em contato com a vegetação durante o deslocamento do coletor. As coletas foram realizadas de forma direcionada, por conveniência, em locais considerados favoráveis à ocorrência de carrapatos. Em cada área foram realizados entre 3 e 5 arrastes, durante aproximadamente 15 minutos, nos meses de janeiro de 2023 a dezembro de 2024. Como não houve padronização da distância percorrida ou da área total amostrada, a técnica foi utilizada para detecção e obtenção de carrapatos de vida livre, não sendo empregada para estimativas de densidade populacional.

Para a técnica de armadilha de CO_2, foram utilizados aproximadamente 200 g de gelo seco posicionados no centro de uma flanela branca (80 × 80 cm), margeada por fita dupla face e mantida sobre o solo durante uma hora. Foram instaladas três armadilhas por área, selecionadas de forma direcionada em ambientes considerados favoráveis à ocorrência de carrapatos. As armadilhas foram utilizadas durante as campanhas realizadas nos meses de janeiro de 2023 a dezembro de 2024.

2.4 Análise estatística

Para a avaliação dos parâmetros parasitológicos da infestação de carrapatos em cães, foram realizadas análises descritivas, de acordo com o estabelecido por Bush em 1997 calculando-se a prevalência (número de cães infestados dividido pelo número total de cães examinados), a intensidade média de infestação (número total de carrapatos dividido pelo número de cães infestados) e a abundância média (número total de carrapatos dividido pelo número total de cães examinados).

Com objetivo de avaliar a repetição de um determinado padrão, para avaliar a sazonalidade da infestação por carrapatos, empregou-se a estatística circular utilizando o pacote circular (Lund et al., 2017). Além disso, para verificar a uniformidade da distribuição circular, permitindo identificar padrões significativos de agregação sazonal, nos dados mensais, o teste de Rayleigh foi aplicado, além de calculada a direção média e desvio angular dessa distribuição. Todas as análises foram realizadas no ambiente estatístico R, versão 4.3.0 (R Core Team, 2023).

2.5 Comitê de ética

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA), sob o protocolo nº 7831121222.

2.6. Financiamento

O presente estudo contou com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por meio do Programa de Demanda Social (CAPES/DS), conforme Edital nº 001/2022 (protocolo nº 88887.669113/2022-00).

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC), por meio do Edital de Chamada Pública FAPESC 48/2022 - Apoio à infraestrutura para grupos de pesquisa da UDESC - Termo de Outorga: 2023TR000236

3 Resultados

Durante o período de estudo, foram coletados 431 carrapatos adultos parasitando cães. Dentre os espécimes identificados, *Amblyomma aureolatum* foi a espécie mais frequente, representando 49,88% (n = 215), seguida por *A. ovale*, com 16,01% (n = 69). Outros 142 espécimes (32,95%) foram identificados como pertencentes ao complexo *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato, não sendo realizada diferenciação molecular entre as espécies/linhagens que compõem esse grupo. *Rhipicephalus microplus* correspondeu a 1,16% (n = 5) dos carrapatos coletados.

Considerando todo o período, *A. aureolatum* foi a espécie que apresentou maior prevalência (0,67) também a maior abundância média (1,65). *R. sanguineus sensu lato* destacou-se por apresentar a maior intensidade média de

infestação (3,06), embora tenha exibido valores inferiores de abundância média (0,99) e prevalência (0,37). *A. ovale* apresentou abundância média de 0,53, com prevalência de 0,31 e intensidade média de infestação de 1,79. Já *R. microplus* foi a espécie menos frequente nas amostras, com prevalência (0,02), abundância média de 1,07 e intensidade média de infestação de 2,5 (Tabela 4).

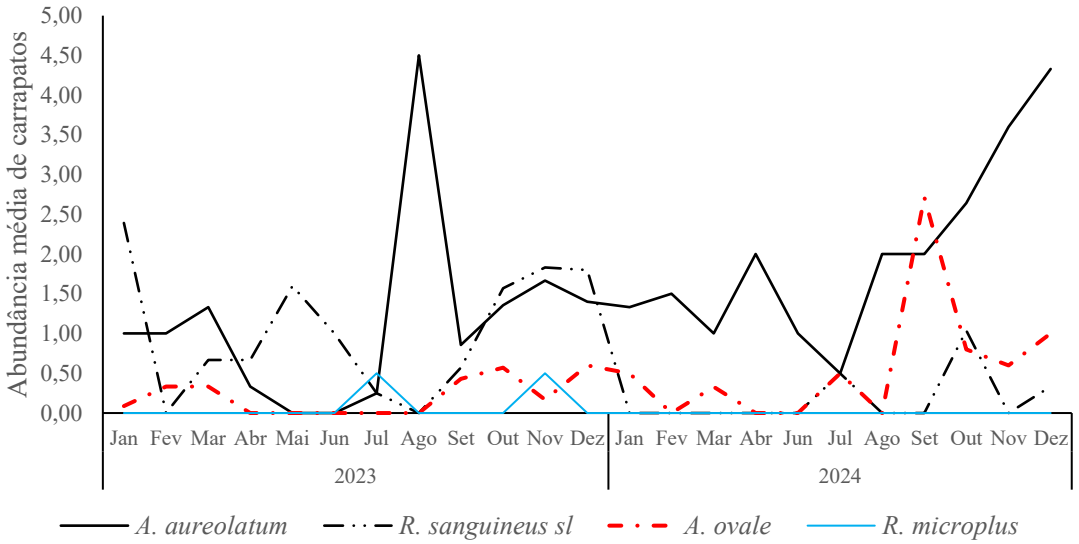
Tabela 4: Apresentação de parâmetros biológicos, prevalência (Prev), intensidade média de infestação (Int) e abundância média de infestação (Abu), de carrapatos coletados em cães de Orleans de 2023 a 2024.

		A. aureolatum			*R. sanguineus sl*			*A. ovale*		
Ano	**Mês**	Prev	Int	Abu	Prev	Int	Abu	Prev	Int	Abu
2023	Jan	0.48	2.09	1.00	0.83	2.89	2.39	0.09	1.00	0.09
	Fev	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.33	1.00	0.33
	Mar	0.67	2	1.33	0.33	2.00	0.67	0.33	1.00	0.33
	Abr	0.33	1.00	0.33	0.67	1.00	0.67	0.00	0.00	0.00
	Mai	0.00	0	0.00	1.00	1.60	1.60	0.00	0.00	0.00
	Jun	0.00	0	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	Jul	0.25	1.00	0.25	0.25	1.00	0.25	0.00	0.00	0.00
	Ago	1.00	4.5	4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Set	0.57	1.5	0.86	0.43	1.33	0.57	0.43	1.00	0.43
	Out	0.57	2.38	1.36	0.43	3.67	1.57	0.36	1.60	0.57
	Nov	0.33	5	1.67	0.67	2.75	1.83	0.17	1.00	0.17
	Dez	0.40	3.5	1.40	0.40	4.50	1.80	0.40	1.50	0.60
2024	Jan	0.67	2.0	1.33	0.00	0.00	0.00	0.33	1.50	0.50
	Fev	1.00	1.5	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Mar	0.67	1.5	1.00	0.00	0.00	0.00	0.33	1.00	0.33
	Abr	2.00	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Jun	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Jul	0.50	1.00	0.50	0.50	1.00	0.50	1.00	0.50	0.50
	Ago	1.00	2	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Set	0.71	2.8	2.00	0.00	0.00	0.00	0.86	3.17	2.71
	Out	0.72	3.67	2.64	0.24	4.33	1.04	0.48	1.67	0.80
	Nov	0.80	4.5	3.60	0.00	0.00	0.00	0.40	1.50	0.60
	Dez	0.67	6.5	4.33	0.33	1.00	0.33	0.67	1.50	1.00

Fonte: Própria do autor (2025).

A distribuição temporal dos carrapatos coletados no estudo é mostrada na figura 2.

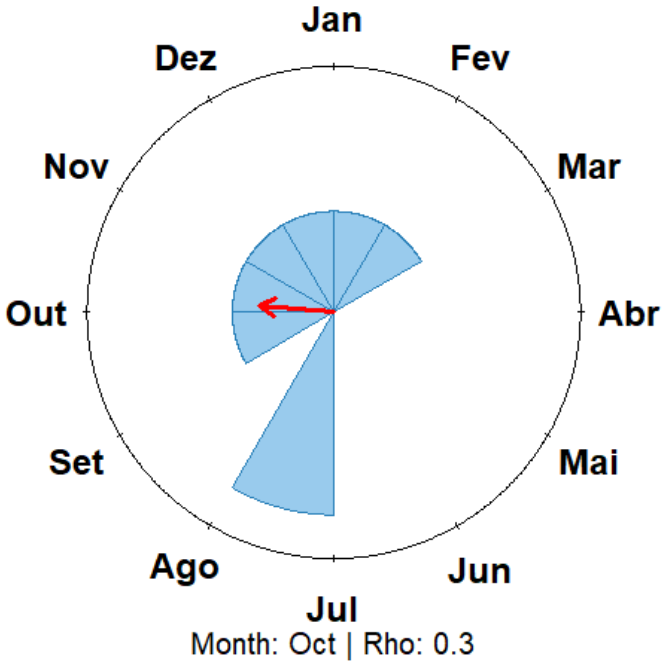
Figura 2: Abundância média de infestação de carrapatos adultos coletados durante o período de estudo a) *A. aureolatum*; b) *R. linnae*; c) *A. ovale*.



Fonte: Própria do autor (2025).

A análise de estatística circular mostrou uma tendência a agregação média de carrapatos no mês de outubro. No entanto, o elevado desvio padrão angular (88,77^0) evidenciam alta dispersão dos dados e o teste de Rayleigh não indicou desvio significativo da uniformidade (Z = 0,3012; p = 0,4142), sugerindo ausência de orientação direcional estatisticamente significativa (Figura 3).

Figura 3: Distribuição média de adultos de *A. aureolatum* em cães de Orleans durante o ano de 2023. As áreas azuis representam as frequências de ocorrência. A posição da seta representa o mês média de maior ocorrência e o comprimento da seta representa o comprimento do vetor médio.



Fonte: Própria do autor (2025).

No presente estudo, foi planejado aplicar duas técnicas de coleta de carrapatos: o arraste de flanela e a armadilha de CO^2. No entanto, devido à limitação no número de amostras obtidas, apenas dois carrapatos foram coletados por meio do arraste de flanela, o que inviabilizou a comparação entre carrapatos de vida livre e parasitando.

Em cada propriedade a armadilha de gelo seco foi aplicado em, no mínimo, três pontos distintos, conforme metodologia padronizada. Entretanto, em todas as atividades amostrais, os carrapatos capturados pertenciam exclusivamente à espécie *A. dubitatum*, não sendo registrados outros táxons, mesmo diante da ampliação em diferentes pontos de coleta dentro das propriedades. Além disso, apenas dois espécimes de *Rhipicephalus sanguineus s.l.* foram coletados no ambiente, especificamente em ninhos, o restante ocorreu predominantemente por inspeção visual.

Grande parte dos espécimes de *A. ovale* foram registrados em cães de fumicultores, cujas propriedades apresentavam proximidade com vegetação mais densa e favoreciam a circulação dos animais entre diferentes

microambientes. Esse fator pode explicar a ocorrência dessa espécie nos cães domésticos que está envolvida na maioria dos casos de febre maculosa em Santa Catarina (Barbieri et al., 2014; Krawczak et al., 2016; Nieri-Bastos et al., 2018).

No município, segundo a Vigilância Epidemiológica, os casos suspeitos e confirmados de febre maculosa concentram-se em produtores de fumo ou moradores do entorno das áreas de cultivo e ainda coincide com o período de maior ocorrência sazonal de carrapatos adultos (outubro a dezembro). Esse padrão de infecção pode ser explicado pelo fato de os cães acompanharem os produtores durante a safra, ampliando o contato com áreas de vegetação mais densa e atuando como elo entre ambientes naturais e peridomiciliares, o que pode aumentar o risco de infecção humana (Weck, 2025).

Discussão

A predominância de *Amblyomma aureolatum* (49,88%) indica associação com áreas de Mata Atlântica, onde predominam ambientes úmidos e de temperaturas amenas (Pinter et al., 2004). Embora presente ao longo do ano, não houve sazonalidade significativa, com maior abundância no final do inverno e picos na primavera (outubro e novembro), padrão possivelmente relacionado à menor variação anual de temperatura e umidade nesses ambientes (Rodrigues et al., 2025).

Destaca-se que, na região de transição entre o litoral e a Serra Geral catarinense, há elevada variabilidade climática, sem um padrão sazonal bem definido, com invernos por vezes prolongados e primaveras amenas (Dorigon et al., 2024). Esse cenário pode favorecer a manutenção e o estabelecimento de *A. aureolatum* ao longo de todo o ano (Faccini et al., 2022).

Apesar de sua ampla distribuição no Brasil, há poucos estudos sobre a sazonalidade de A. aureolatum, possivelmente em razão de seu nicho ecológico mais restrito (Dantas-Torres et al., 2012; Serpa et al., 2021; Labruna et al., 2021). Até o momento, o único estudo detalhado sobre a sazonalidade dessa espécie na região Sudeste do Brasil foi realizado por Pinter et al. (2004), que observaram distribuição mensal homogênea, sem picos de abundância ao longo do ano.

A falta de detecção de larvas e ninfas de *A. aureolatum* durante a amostragem pode ser justificada pelas características biológicas e ecológicas

dos estágios juvenis dessa espécie, além de baixa eficiência de captura por métodos de arrasto e busca ativa nos hospedeiros. Na busca ativa, uma justificativa para tal fato é de que essas fases imaturas buscam outros hospedeiros (aves, porquinhos-da-índia) e sua sazonalidade deve ser inferida indiretamente (Pinter et., 2004).

A captura de *Rhipicephalus sanguineus s.l.*, que apresentou a segunda maior prevalência (32,95%), ocorreu predominantemente por inspeção visual. Apenas dois espécimes foram coletados no ambiente, especificamente em ninhos, o que é consistente com os hábitos nidícolas dessa espécie (Nicholson et al., 2006; Brophy et al., 2025), a qual nunca é encontrada em áreas de gramado e vegetação (Szabó et al., 2013).

Embora *Rhipicephalus sanguineus s.l.* tenha sido registrado durante todo o ano, houve predominância no último trimestre (outubro a dezembro), possivelmente associada a condições mais favoráveis de temperatura e umidade, em contraste com o inverno, que tende a retardar o desenvolvimento dos estágios de vida livre (Labruna et al., 2017).

A maior parte dos espécimes de *Rhipicephalus sanguineus s.l.* foi encontrada em cães com acesso restrito ou ausente a áreas de mata, geralmente mantidos em canis e, em sua maioria, filhotes ou animais recém-adquiridos. Esse padrão sugere que tais condições podem favorecer a manutenção da infestação em ambiente mais controlado, ao mesmo tempo em que reduzem as oportunidades de contato com outras espécies de carrapatos (Dantas-Torres et al., 2024).

Com ampla distribuição em regiões tropicais e subtropicais (Martins et al., 2024; Dantas-Torres et al., 2025; Kelava et al., 2025), *Rhipicephalus sanguineus s.l.* apresenta relevância epidemiológica por atuar como potencial vetor de patógenos que acometem cães, como *Ehrlichia canis* (Baggio-Souza et al., 2025) e *Hepatozoon canis* (Martins et al., 2024), além de agentes de importância em saúde humana, como *Rickettsia rickettsii* e *Rickettsia conorii* (Dantas-Torres et al., 2024).

A. ovale apresentou ocorrência esporádica, com prevalência de 16,01% e longos períodos sem registros (Abu. 0,53), além de intensidade média moderada (Int. 0,60) nos meses de outubro e novembro. Foram registrados apenas

espécimes adultos, o que reforça o padrão já descrito, no qual os estágios imaturos dessa espécie estão associados a roedores (Nava et al., 2017).

O arraste de flanela é amplamente empregado na amostragem de carrapatos por ser um método simples, de baixo custo e operacionalmente viável em estudos com grande número de pontos amostrais (Kjellander et al., 2021), razão pela qual foi adotado neste trabalho. Apesar de sua aplicabilidade, observou-se muitas ausências ao longo dos períodos de coleta ambientais, sugerindo limitações na detecção de determinadas espécies, estágios ou limitação da própria técnica para a região estudada. A literatura indica que a associação de diferentes técnicas, como inspeção direta dos hospedeiros e uso de armadilhas com CO_2, pode aumentar a eficiência amostral e a diversidade de espécimes coletados (Terassini et al., 2010; Resende et al., 2020).

A utilização de armadilhas com CO_2 nessa investigação foi adotada como estratégia complementar considerando a possibilidade de identificar carrapatos de busca ativa na vegetação, como *A. sculptum*, já que essa parece ser a técnica de melhor eleição para esse tipo de comportamento (Barbieri et al., 2019).

Em Santa Catarina, a ausência de uma estação seca bem definida tende a reduzir variações ambientais extremas ao longo do ano, favorecendo uma atividade mais contínua dos carrapatos (Gomes et al., 2024). Como consequência, espécies de *Amblyomma* podem apresentar menor sazonalidade, ocorrendo ao longo de todo o ano, ainda que com variações na intensidade de infestação em determinados períodos (Nascimento et al., 2025).

Esse estudo oferece uma contribuição na exploração inicial da dinâmica espaço-temporal da atividade por carrapatos em uma região no extremo sul do Brasil. Embora muitos estudos tenham sido dedicados à caracterização da distribuição de espécies de *Amblyomma* spp. e da Febre Maculosa no Sudeste e outras áreas mais ao norte do Brasil (Szabó et al., 2013; Pinter et al., 2004; Angerami et al., 2012), existem significativamente menos investigações na região Sul do país, que também apresenta condições ecoepidemiológicas igualmente favoráveis à manutenção, circulação e transmissão de riquétsias do grupo da febre maculosa (Medeiros et al., 2011; Krawczak et al., 2016).

Conclusão

Embora a atividade de *A. aureolatum* tenha sido registrada ao longo de todo o ano, os dados não indicam um padrão sazonal bem definido, caracterizado por picos de infestação nos meses mais quentes e redução relativa durante o outono e inverno. No entanto, a ausência de um período completamente livre da espécie sugere que as condições climáticas da região, marcadas pela ausência de estação seca definida, permitem a manutenção contínua da população, diferindo de padrões observados em regiões com sazonalidade climática mais acentuada.

Dessa forma, os padrões aqui observados devem ser interpretados como representativos do contexto ambiental regional, não necessariamente refletindo a totalidade da variabilidade sazonal da espécie.

Referências

ANGERAMI, R. N.; CÂMARA, M.; PACOLA, M. R.; REZENDE, R. C. M.; DUARTE, R. M. R.; NASCIMENTO, E. M. M.; COLOMBO, S.; SANTOS, F. C. P.; LEITE, R. M.; KATZ, G. Features of Brazilian spotted fever in two different endemic areas in Brazil. **Ticks and Tick-Borne Diseases**, [S.l.], v. 3, n. 5-6, p. 346-348, 2012. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2012.10.010.

BARBIERI, A. R. M. et al. Species richness and seasonal dynamics of ticks with notes on rickettsial infection in a natural park of the Cerrado biome in Brazil. **Ticks and Tick-Borne Diseases**, [S.l.], v. 10, n. 2, p. 442-453, 2019. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2018.12.010.

BARBIERI, A. R.; FILHO, J. M.; NIERI-BASTOS, F. A.; SOUZA, J. C. J. R.; SZABÓ, M. P. J.; LABRUNA, M. B. Epidemiology of Rickettsia sp. strain Atlantic rainforest in a spotted fever-endemic area of southern Brazil. **Ticks and Tick-Borne Diseases**, [S.l.], v. 5, n. 6, p. 848-853, 2014. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2014.07.010.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Febre maculosa: casos confirmados notificados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação – Santa Catarina. 2025**. Disponível em: http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinannet/cnv/febremaculosasc.def. Acesso em: 5 set. 2025.

BRASIL, MapBiomas: plataforma de dados. Disponível em: https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/. Acesso em: 14 out. 2025..

BROPHY, M. K.; DREXLER, N. A.; STONE, N. E.; BUSCH, J. D.; BALLARD, R.; BOURGEOIS, R. M.; PEMBERTON, G. L.; PADDOCK, C. D.; HORIUCHI, K.; BIGGERSTAFF, B. J. Ecologic risk factors for infestation of *Rhipicephalus sanguineus* s.l. in a Rocky Mountain spotted fever-endemic area of eastern Arizona. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, [S.l.], v. 113, n. 1, p. 156-162, 2025.

CULL, B. Monitoring trends in distribution and seasonality of medically important ticks in North America using online crowdsourced records from iNaturalist. **Insects**, [S.l.], v. 13, n. 5, p. 404, 2022. DOI: 10.3390/insects13050404.

DANTAS-TORRES, F.; MELO, M. F.; SALES, K. G. S.; SILVA, F. J.; FIGUEREDO, L. A.; LABRUNA, M. B. Phenology of *Amblyomma sculptum* in a degraded area of Atlantic rainforest in north-eastern Brazil. **Ticks and Tick-Borne Diseases**, [S.l.], v. 10, n. 6, p. 101263, 2019. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2019.07.007.

DORIGON, V. B.; GHIZZO, I.; NICOLADELLI, T. B.; RAMPINELI, E. F. **Um olhar para Orleans: diálogos para quem gosta de ensinar e aprender.** Orleans: Unibave, 2024.

FACCINI, J. L. H.; SANTOS, H. F.; COSTA-JÚNIOR, L. M.; COSTA-NETO, S. F.; TASSINARI, W. S.; LUZ, H. R. Records and altitudinal assessment of *Amblyomma aureolatum* and *Amblyomma ovale* (Acari: Ixodidae) in the state of Rio de Janeiro, Southeast Brazil. **Parasites & Vectors**, [S.l.], v. 15, n. 1, p. 1-6, 2022. DOI: 10.1186/s13071-022-05250-6.

IBGE. Busca de informações – **Orleans**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=Orleans. Acesso em: 14 out. 2025.

KJELLANDER, P. L. *et al.* Validating a common tick survey method: cloth-dragging and line transects. **Experimental and Applied Acarology**, v. 83, p. 131–146, 2021.

KRAWCZAK, F. S.; MUÑOZ-LEAL, S.; GUZTZAZKY, A. C.; OLIVEIRA, S. V.; SANTOS, F. C. P.; ANGERAMI, R. N.; MORAES-FILHO, J.; SOUZA, J. C.; LABRUNA, M. B. *Rickettsia* sp. strain Atlantic rainforest infection in a patient from a spotted fever-endemic area in southern Brazil. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, [S.l.], v. 95, n. 3, p. 551-553, 2016. DOI: 10.4269/ajtmh.16-0192.

LABRUNA, M. B.; OGRZEWALSKA, M.; SOARES, J. F.; MARTINS, T. F.; SOARES, H. S.; MORAES-FILHO, J. *et al.* Experimental infection of *Amblyomma aureolatum* ticks with *Rickettsia rickettsii*. **Emerging Infectious Diseases**, v. 17, n. 5, p. 829-834, 2011. DOI: 10.3201/eid1705.101524.

LABRUNA, M. B.; GERARDI, M.; KRAWCZAK, F. S.; MORAES-FILHO, J. Comparative biology of the tropical and temperate species of *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato (Acari: Ixodidae) under different laboratory conditions. **Ticks and Tick-Borne Diseases**, [S.l.], v. 8, n. 1, p. 146-156, 2017.

MARTINS, T. F. *et al.* Distribuição geográfica dos carrapatos *Amblyomma cajennense* (sensu lato) (Parasitiformes: Ixodidae) no Brasil, com descrição da ninfa de *Amblyomma cajennense* (sensu stricto). **Parasites & Vectors**, v. 9, n. 1, 2016. DOI: 10.1186/s13071-016-1460-2.

NASCIMENTO, R. M.; MACEDO-REGO, R. C.; MATURANO, R.; FAMADAS, K. M. Seasonal dynamics of *Amblyomma* ticks in South America: a meta-analytical approach. **Acta Tropica**, [S.l.], v. 263, p. 107552, 2025. DOI: 10.1016/j.actatropica.2025.107552.

NICHOLSON, W. L.; PADDOCK, C. D.; DEMMA, L.; TRAEGER, M.; JOHNSON, B.; DICKSON, J.; MCQUISTON, J.; SWERDLOW, D. Rocky Mountain spotted fever in Arizona: documentation of heavy environmental infestations of *Rhipicephalus sanguineus* at an endemic site. **Annals of the New York Academy of Sciences**, [S.l.], v. 1078, n. 1, p. 338-341, 2006.

OLIVEIRA, S. V.; WILLEMANN, M. C. A.; GAZETA, G. S.; ANGERAMI, R. N.; GURGEL-GONÇALVES, R. Fatores preditivos para febre maculosa fatal no Brasil. **Zoonoses and Public Health**, v. 64, n. 7, p. 44-50, 2017. DOI: 10.1111/zph.12345.

PANDOLFO, C.; BRAGA, H. J.; SILVA JR., V. P. da; MASSIGNAM, A. M.; PEREIRA, E. S.; THOMÉ, V. M. R.; VALCI, F. V. **Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. CD-ROM.

PINTER, A.; DIAS, R. A.; GENNARI, S. M.; LABRUNA, M. B. Study of the seasonal dynamics, life cycle, and host specificity of *Amblyomma aureolatum* (Acari: Ixodidae). **Journal of Medical Entomology**, v. 41, n. 3, p. 324-332, 2004. DOI: 10.1603/0022-2585-41.3.324.

RESENDE, B. S.; ABREU, M. A. F.; ROCHA, A. M.; NASCIMENTO-ROCHA, J. M. Identificação taxonômica de vetores transmissores da febre maculosa no sul do estado do Tocantins. **Revista UNIABEU**, v. 13, 2020.

RODRIGUES, C. M.; DELCIELLOS, A. C.; OLIVEIRA, S. V.; MARINHO, D. S.; GAZETA, G. S.; GEISE, L. Ecological niche modeling of epidemiological significance ticks: an experimental study with the modler workflow in Brazil. **Veterinaria Italiana**, [S.l.], v. 61, n. 3, p. 1, 2025. DOI: 10.12834/VetIt.3701.34484.2.

SARAIVA, D. G.; SOARES, H. S.; SOARES, J. F.; LABRUNA, M. B. Feeding period required by *Amblyomma aureolatum* ticks for transmission of *Rickettsia rickettsii* to vertebrate hosts. **Emerging Infectious Diseases**, v. 20, n. 9, p. 1504-1510, 2014. DOI: 10.3201/eid2009.140189.

SZABÓ, M. P. J.; CASTRO, M. B.; RAMOS, H. G. C.; GARCIA, M. V.; CASTAGNOLLI, K. C.; PINTER, A.; VERONEZ, V. A.; MAGALHÃES, G. M.; DUARTE, J. M. B.; LABRUNA, M. B. Species diversity and seasonality of free-living ticks (Acari: Ixodidae) in the natural habitat of wild marsh deer (*Blastocerus dichotomus*) in southeastern Brazil. **Veterinary Parasitology**, [S.l.], v. 143, n. 2, p. 147-154, 2007.

TERASSINI, F. A.; BARBIERI, F. S.; ALBUQUERQUE, S.; SZABÓ, M. P. J.; CAMARGO, L. M. A.; LABRUNA, M. B. Comparison of two methods for collecting free-living ticks in the Amazonian forest. **Ticks and Tick-Borne Diseases**, v. 1, n. 4, p. 194-196, 2010. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2010.08.001.

YOCCOZ, N. Assessing seasonality of tick abundance in different climatic regions. **Peer Community in Ecology**, p. 1-5, 2023.

.

2.7. Evidências sorológicas da circulação de riquétsias do Grupo da Febre Maculosa (GFM) em Orleans, Santa Catarina, Brasil

Resumo

No Brasil, a febre maculosa destaca-se como a principal enfermidade transmitida por carrapatos. Em Santa Catarina, a circulação de riquétsias do Grupo da Febre Maculosa (GFM), especialmente *Rickettsia parkeri* cepa Mata Atlântica, tem sido associada a quadros clínicos humanos predominantemente brandos. Diante desse cenário, o presente estudo teve como objetivo avaliar evidências sorológicas da circulação e as possíveis espécies de *Rickettsia* spp. do GFM no município de Orleans, Santa Catarina, utilizando cães e equinos como animais sentinelas. Foram analisadas 122 amostras de soro de cães (n=86) e equinos (n=36) domiciliados em propriedades rurais do município, coletadas entre janeiro de 2023 e dezembro de 2024. As amostras foram submetidas à Reação de Imunofluorescência Indireta (RIFI) utilizando antígenos de *R. rickettsii*, *R. parkeri* e *R. bellii*, considerando-se sororreagentes títulos de IgG ≥ 1:64. Nos casos de reatividade para mais de uma espécie, o provável agente foi atribuído àquele com título exclusivo ou pelo menos quatro vezes superior ao segundo maior título observado. Do total de amostras analisadas, 54,9% (n=67/122) apresentaram sororreatividade para pelo menos uma espécie de riquétsia do GFM. Em cães, observou-se maior frequência e intensidade de títulos para *R. parkeri*, com valores variando de 1:64 a 1:8192, incluindo títulos elevados que reforçam a hipótese de circulação ativa dessa riquétsia na região. A sororreatividade para *R. rickettsii* foi detectada principalmente em baixas titulações, sugerindo possível reação cruzada com *R. parkeri*. Já *R. bellii* apresentou soropositividade relevante em cães e equinos, especialmente nesta última espécie. As análises estatísticas não demonstraram diferenças significativas de soroprevalência entre as localidades para a maioria das espécies, embora tenha sido observada diferença significativa na intensidade de soroconversão para *R. parkeri* em cães quando comparada às demais espécies de *Rickettsia* avaliadas.

Palavras-chave: Ensaio de Imunofluorescência Indireta. Animais sentinelas. *Rickettsia parkeri*. Febre Maculosa. Patógenos transmitidos por carrapatos.

Abstract

In Brazil, spotted fever stands out as the main tick-borne disease. In Santa Catarina, the circulation of rickettsiae from the Spotted Fever Group (SFG), especially *Rickettsia parkeri* strain Atlantic Forest, has been associated with predominantly mild human clinical cases. Given this scenario, the present study aimed to evaluate serological evidence of circulation and possible species of SFG *Rickettsia* in the municipality of Orleans, Santa Catarina, using dogs and horses as sentinel animals. A total of 122 serum samples from dogs and horses residing

on rural properties in the municipality, collected between January 2023 and December 2024, were analyzed. The samples were submitted to the Indirect Immunofluorescence Assay (IFA) using antigens from *R. rickettsii*, *R. parkeri*, and *R. bellii*, with IgG titers $\ge$ 1:64 considered seroreactive. In cases of reactivity to more than one species, the probable agent was attributed to the one with an exclusive titer or at least four times higher than the second highest observed titer. Of the total samples analyzed, 54.9% (n=67/122) showed seroreactivity to at least one species of SFG rickettsia. In dogs, a higher frequency and intensity of titers were observed for *R. parkeri*, with values ranging from 1:64 to 1:8192, including high titers that reinforce the hypothesis of active circulation of this rickettsia in the region. Seroreactivity for *R. rickettsii* was detected mainly at low titers, suggesting a possible cross-reaction with *R. parkeri*. In contrast, *R. bellii* showed significant seropositivity in both dogs and horses, especially in the latter species. Statistical analyses showed no significant differences in seroprevalence between locations for most species, although a significant difference was observed in the intensity of seroconversion for *R. parkeri* in dogs when compared to other *Rickettsia* species evaluated.

Keywords: Indirect Immunofluorescence Assay. Sentinel animals. Rickettsia parkeri. Spotted Fever. Tick-borne pathogens.

Introdução

As riquétsias são bactérias Gram-negativas intracelulares obrigatórias pertencentes ao gênero *Rickettsia*, amplamente reconhecidas como agentes etiológicos de doenças infecciosas emergentes e reemergentes em seres humanos (Silverman; Wisseman, 1978; Garrity; Bell; Lilburn, 2004; Lemos, 2009). Essas bactérias apresentam distribuição global e estão intimamente associadas à ecologia e à distribuição geográfica de seus vetores artrópodes, principalmente carrapatos, os quais desempenham papel central na manutenção e transmissão desses patógenos no ambiente natural (Oliveira, 2005; Labruna, 2009).

Do ponto de vista filogenético, o gênero *Rickettsia* é atualmente subdividido em diferentes grupos, dentre os quais se destaca o Grupo da Febre Maculosa (GFM), que reúne espécies com distintos níveis de patogenicidade e relevância epidemiológica (Gillespie et al., 2008; El Karkouri et al., 2022). Espécies pertencentes ao GFM estão associadas a quadros clínicos em humanos que variam desde formas leves até manifestações graves e potencialmente fatais, a depender da espécie envolvida, da dinâmica de transmissão e da interação entre vetor, hospedeiro e ambiente (Szabó et al., 2013a; Weck et al., 2016; Vogel et al., 2018; Neves et al., 2023).

No Brasil, a febre maculosa é considerada a principal doença transmitida por carrapatos, apresentando elevada complexidade ecoepidemiológica e ampla diversidade clínica (Labruna et al., 2011a; Souza; Pinter; Donalisio, 2015). Os principais vetores envolvidos pertencem ao gênero *Amblyomma*, com destaque para *Amblyomma sculptum, A. aureolatum* e *A. ovale*, espécies amplamente distribuídas em diferentes biomas brasileiros e frequentemente associadas ao parasitismo humano (Labruna et al., 2004a; Sabatini et al., 2010; Szabó et al., 2013a; De Oliveira et al., 2016). A interação entre esses vetores e múltiplos hospedeiros vertebrados favorece a manutenção das riquétsias na natureza e contribui para a formação de distintos cenários de risco epidemiológico.

A dinâmica de transmissão das riquétsias do GFM envolve uma complexa relação entre carrapatos vetores, hospedeiros vertebrados amplificadores e hospedeiros acidentais, como o ser humano (Dumler; Walker, 2005; Labruna, 2009). Animais silvestres e domésticos, incluindo capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*), gambás (*Didelphis* spp.), pequenos roedores, aves e cães, desempenham papel fundamental nesse ciclo, seja atuando como reservatórios, hospedeiros amplificadores ou sentinelas epidemiológicas (Souza et al., 2009; Franke et al., 2010; Ogrzewalska; Pinter, 2016; Serpa et al., 2021).

Nesse contexto, cães domésticos que circulam entre áreas florestais e o ambiente peridomiciliar podem atuar como hospedeiros de carrapatos associados à fauna silvestre, incluindo *Amblyomma aureolatum* e *A. ovale*. Assim, tem sido proposta a possibilidade de que esses animais contribuam para o carreamento de carrapatos entre ambientes naturais e áreas próximas às residências, aumentando potencialmente a oportunidade de contato entre carrapatos infectados e seres humanos. Entretanto, a magnitude e a relevância epidemiológica desse processo ainda não estão completamente esclarecidas (Szabó et al., 2013; Weck et al., 2023).

A utilização de estudos sorológicos em animais sentinelas tem se mostrado uma ferramenta eficaz para a detecção indireta da circulação de riquétsias em áreas onde, muitas vezes, não há registros sistemáticos de casos humanos (Ueno et al., 2016; Farias et al., 2021). A presença de anticorpos anti-Rickettsia reflete exposição prévia aos agentes do GFM e permite inferir a existência de ciclos de transmissão ativos, contribuindo para a identificação de

áreas de risco e para o fortalecimento das ações de vigilância epidemiológica (Szabó et al., 2013a; De Oliveira et al., 2016).

Em Santa Catarina, fatores ambientais como a presença de extensos remanescentes de Mata Atlântica, condições climáticas favoráveis e a ocorrência de hospedeiros silvestres e domésticos suscetíveis contribuem para a manutenção de carrapatos vetores e para a circulação de riquétsias do GFM (Medeiros et al., 2011; Barbieri et al., 2015).

Desde a identificação molecular de *Rickettsia parkeri* cepa Mata Atlântica como agente etiológico de febre maculosa no estado, casos humanos vêm sendo registrados em diferentes mesorregiões, incluindo o sul catarinense (De Oliveira et al., 2016; DIVE, 2018).

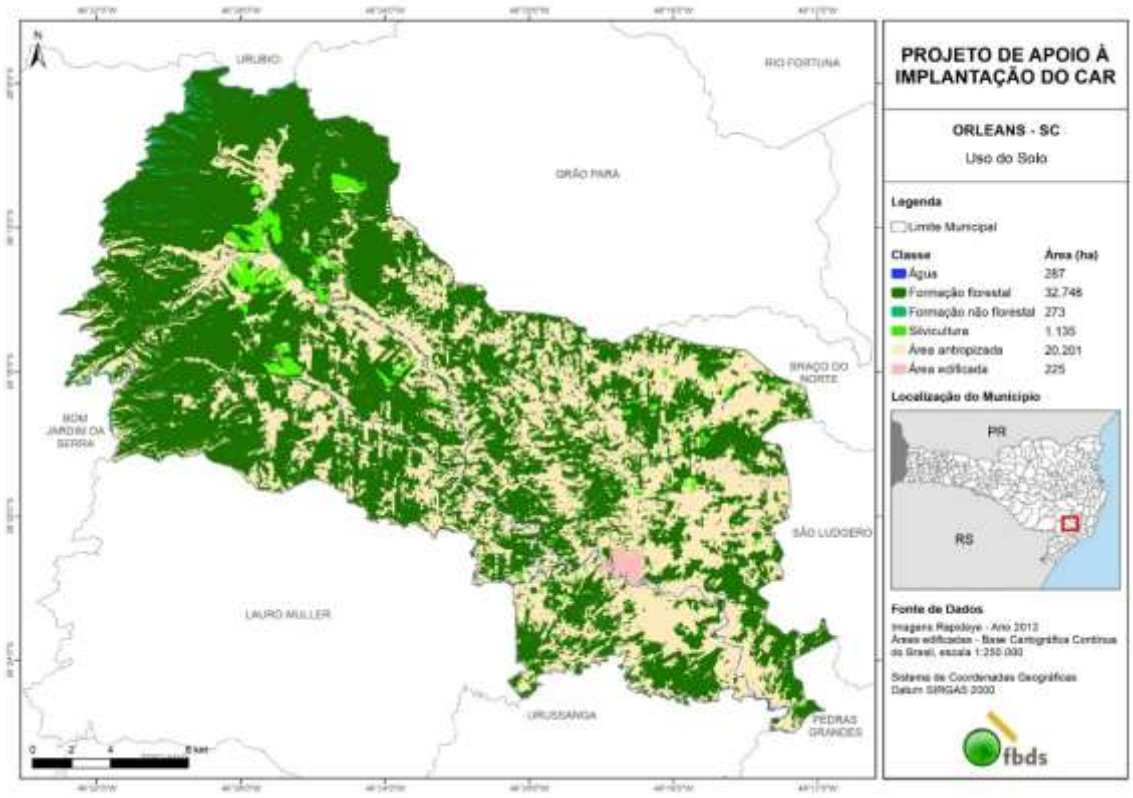
No município de Orleans, casos humanos com sorologia positiva para riquétsias do GFM já foram notificados, indicando a circulação desses agentes na região (DIVE, 2018). Assim, o presente estudo tem como objetivo identificar as possíveis espécies de *Rickettsia* do Grupo da Febre Maculosa circulantes no município de Orleans, Santa Catarina.

Metodologia

Área do estudo

O município de Orleans-SC (28°16'47"S, 49°22'11"W) apresenta predominância de cobertura florestal, que ocupa aproximadamente 30.022 hectares, correspondendo a 54,6% de sua área territorial (Figura 4). A atividade agropecuária constitui o segundo uso mais expressivo do solo, abrangendo cerca de 23.684 hectares (43,1%), o que reflete a intensa antropização da paisagem em áreas anteriormente naturais. A principal cultura agrícola da região é o cultivo de fumo.

Figura 4: Contexto geográfico da área de estudo: Orleans, Santa Catarina.



Fonte: FBDS (2025).

O município é habitado por ≈24.686 habitantes e, com exceção dos centros urbanos, a maioria dos bairros e comunidades é cercada por áreas de floresta atlântica.

Entre 2023 e 2024, a Vigilância Epidemiológica, juntamente com a Diretoria de Vigilância Epidemiológica (DIVE), notificou três casos de Febre Maculosa no município (BRASIL, 2025). Além disso, de acordo com a Vigilância Epidemiológica, diversos outros casos suspeitos também foram notificados ao longo dos anos, no entanto, a maioria não foi encaminhada para investigação sorológica.

Seleção dos cães e equinos e coleta de amostras

A seleção dos cães foi realizada nas propriedades rurais incluídas no estudo, sendo avaliados todos os animais disponíveis no momento da visita, independentemente de sexo, idade ou presença aparente de carrapatos. A inclusão desses animais teve como objetivo avaliar a exposição de cães mantidos em ambiente rural a carrapatos e a agentes do gênero Rickettsia,

considerando sua possibilidade de contato com diferentes ambientes dentro e no entorno das propriedades.

Esses animais passaram por avaliações mensais no intervalo entre janeiro de 2023 e dezembro de 2024, com pelo menos um cão sendo examinado em cada propriedade durante as visitas. Devido às características do ambiente rural, a composição da população canina variou ao longo da pesquisa, uma vez que a permanência dos cães foi afetada por situações comuns, como fugas, desaparecimentos ou mortalidades. Nesses casos, novos cães da mesma propriedade foram introduzidos, assegurando a continuidade do monitoramento e a representatividade da amostra durante todo o período do estudo.

Para os equinos, a seleção foi realizada por conveniência, condicionada à presença e à disponibilidade desses animais nas propriedades incluídas no estudo. Sempre que possível, foram priorizadas propriedades que apresentavam cães e equinos compartilhando o mesmo ambiente, com o objetivo de avaliar a exposição das duas espécies a carrapatos e riquétsias sob condições ambientais semelhantes. Entretanto, como a criação de equinos não constitui uma atividade predominante no município, nem todas as propriedades avaliadas apresentavam ambas as espécies em condição de simpatria. Ao final 86 cães em 26 propriedades e 36 equinos em 25 propriedades foram amostrados.

Imunofluorescência Indireta (RIFI)

Foram coletados 3 mL de sangue periférico ou central de cada animal. As amostras destinadas às análises moleculares foram acondicionadas em tubos contendo anticoagulante, enquanto aquelas destinadas às análises sorológicas foram coletadas em tubos sem anticoagulante, para posterior obtenção do soro. O material foi processado em laboratório, com centrifugação a 2.000 rpm por 10 minutos, para separação do soro e do componente celular. O soro obtido foi aliquotado em microtubos de polipropileno e armazenado a −20°C até a realização da Reação de Imunofluorescência Indireta (RIFI).

As amostras biológicas foram enviadas ao Laboratório de Ixodologia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), onde foram submetidas ao ensaio de imunofluorescência indireta, empregando como antígenos três espécies de riquétsias (*Rickettsia rickettsii*, *Rickettsia parkeri* e *Rickettsia bellii*). A preparação

e a fixação dos antígenos em lâminas seguiram o protocolo descrito por Horta et al. (2004).

Inicialmente, 3,1 µL de soro foram diluídos em 200 µL de PBS, obtendo-se a diluição inicial de 1:64. A partir dessa diluição, foram realizadas diluições seriadas duplas, transferindo-se 100 µL da solução inicial para poços adjacentes contendo 100 µL de PBS, sucessivamente, até a diluição final de 1:8096.

Após o preparo das diluições, alíquotas de 20 µL de cada amostra diluída foram depositadas nos respectivos poços das lâminas e, logo em seguida, foram incubadas em estufa a 37 °C, por 30 minutos, em câmara úmida. Decorrido o período de incubação, procedeu-se à lavagem das lâminas com solução Washing Buffer (WB) utilizando pisseta. Posteriormente, as lâminas permaneceram imersas em WB por 10 minutos, sendo a solução então substituída por nova alíquota de WB, permanecendo por mais 10 minutos. Em seguida, foram retiradas e deixadas secar à temperatura ambiente.

Posteriormente, aplicaram-se 20 µL de conjugado anti-IgG específico, diluído em PBS na proporção de 1:64, em todos os poços das lâminas. As lâminas foram novamente incubadas em estufa, a 37 °C, por 30 minutos, em câmara úmida. Após essa etapa, realizou-se nova lavagem com WB, seguida de imersão em solução de azul de Evans por três séries consecutivas de 10 minutos cada, desprezando-se a solução ao final de cada período.

As lâminas foram então deixadas para secagem à temperatura ambiente, em câmara escura, a fim de evitar degradação do fluorocromo pela exposição à luz. As lamínulas foram previamente limpas com solução álcool-éter e montadas sobre as lâminas com glicerina como meio de montagem.

A leitura foi realizada em microscópio de fluorescência, utilizando aumento de 40×. Consideraram-se sororreagentes as amostras que apresentaram títulos iguais ou superiores a 1:64.

Diante da possibilidade de ocorrência de reações cruzadas entre anticorpos de diferentes espécies do gênero *Rickettsia*, o que limita a determinação precisa do agente etiológico envolvido na infecção, adotou-se como critério a atribuição do provável agente àquele antígeno que apresentasse títulos sorológicos pelo menos quatro vezes superiores aos observados para os demais.

Análise estatística

A fim de identificar a diferença entre a quantidade de animais que soroconverteram para cada espécie de *Rickettsia* spp. em cada local, a prevalência de cada local foi comparada utilizando o teste qui-quadrado somado a simulação de monte Carlo, a fim diminuir as incertezas do tamanho amostral. Já quanto a intensidade de soroconversão, utilizamos o teste de Kruskal-Wallis, Wilcoxon como pós teste, para comparação de intensidade de reação dos animais de cada local. Além disso, para avaliação de diferenças entre os dois anos de coleta, utilizamos o Teste de Wilcoxon. Diferenças foram consideradas estatisticamente significativas com $p < 0,05$. Detalhes como erro padrão, etc, etc.

Todas as análises foram realizadas no ambiente estatístico R, versão 4.3.0 (R Core Team, 2023)

Comitê de ética

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA), sob o protocolo nº 7831121222.

Financiamento

O presente estudo contou com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por meio do Programa de Demanda Social (CAPES/DS), conforme Edital nº 001/2022 (protocolo nº 88887.669113/2022-00).

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC), por meio do Edital de Chamada Pública FAPESC 48/2022 - Apoio à infraestrutura para grupos de pesquisa da UDESC - Termo de Outorga: 2023TR000236

Resultados

Foram analisadas 122 amostras sorológicas provenientes de cães (n=86) e equinos (n=36) domiciliados no município de Orleans, Santa Catarina. Do total de amostras avaliadas, caninos e equinos, 54,9% (n=67/122) apresentaram sororreatividade para pelo menos uma espécie de riquétsia do Grupo da Febre Maculosa (GFM), enquanto 45,1% (n=55/122) foram não reagentes. A distribuição dos resultados sorológicos de acordo com a espécie animal encontra-se apresentada na Tabela 6.

Para a apresentação da distribuição dos títulos sorológicos, consideraram-se soropositivas as amostras com título de anticorpos IgG ≥ 1:64. Nos casos em que uma mesma amostra apresentou reatividade para mais de uma espécie de *Rickettsia*, foi considerado apenas o maior título sorológico detectado na amostra.

Tabela 1: Distribuição dos títulos de anticorpos IgG anti-*Rickettsia* spp., considerando infecções mistas, detectados por imunofluorescência indireta em cães e equinos do município de Orleans, Santa Catarina em 2023 e 2024.

Título IgG	*R. parkeri* n (%)		*R. rickettsii* n (%)		*R. bellii* n (%)	
	C	E	C	E	C	E
1:64	3 (13,6%)	2 (40%)	6 (50%)	0	11 (61,1%)	3 (43%)
1:128	5 (22,7%)	2 (40%)	3 (25%)	0	4 (22,2%)	2 (28,5%)
1:256	5 (22,7%)	1 (20%)	3 (25%)	1 (33,3%)	3 (16,7)	
1:512	0	0	0	2 (66,6%)	0	2 (28,5%)
1:1024	0	0	0	0	0	0
1:2048	1 (4,7%)	0	0	0	0	0
1:4096	3 (13,6%)	0	0	0	0	0
1:8192	5 (22,7%)	0	0	0	0	0
Total positivos	22 (100%)	5 (100%)	12 (100%)	3(100%)	18 (100%)	7(100%)

Fonte: Própria do autor (2025).
Legenda: C – canino; E – equino.

Embora tenha sido observada reatividade sorológica para mais de uma espécie de *Rickettsia* spp. em parte das amostras dos cães, também foram identificadas amostras com reatividade direcionada a uma única espécie. Para essa classificação, consideraram-se positivas as amostras que apresentaram título exclusivo ou título pelo menos quatro vezes superior em relação ao segundo maior título obtido na mesma amostra. Com base nesse critério, 16 amostras foram consideradas positivas para *Rickettsia parkeri*, 12 para *R. rickettsii* e 13 para *R. bellii*. Já em equinos, uma amostra foi considerada positiva para *R. parkeri*, duas para *R. rickettsii* e seis para *R. bellii.*

Tabela 2: Distribuição dos títulos de IgG anti-*Rickettsia* spp. considerados positivos (titulação única ou ≥4x superior em relação ao segundo maior título obtido na mesma amostra) em cães e equinos de Orleans, SC, 2023–2024.

Título IgG	*R. parkeri* n (%)		*R. rickettsii* n (%)		*R. bellii* n (%)	
	C	*E*	*C*	*E*	*C*	*E*
1:64	3 (18,7%)	0	6 (50%)	0	10 (76,9%)	3 (50%)

1:128	2 (12,5%)	0	5 (41,6%)	0	2 (15,3%)	2 (33,3%)
1:256	2 (12,5%)	1 (100%)	1 (8,4%)	0	1 (7,8%)	0
1:512	0	0	0	2 (100%)	0	1 (16,7%)
1:1024	0	0	0	0	0	0
1:2048	1 (6,4%)	0	0	0	0	0
1:4096	3 (18,7%)	0	0	0	0	0
1:8192	5 (31,2%)	0	0	0	0	0
Total positivos	16	1	12	2	13	6

Fonte: Própria do autor (2025).

A análise dos títulos máximos de anticorpos IgG anti-*Rickettsia* spp. mostrou que a sororreatividade para *R. parkeri* foi a mais comum, especialmente entre os cães. Nesses animais, os títulos variaram de 1:64 até 1:8192. Entre os cães que apresentaram soropositividade para essa espécie, destacaram-se alguns com títulos elevados, sendo cinco amostras com 1:8192 e três com 1:4096. Já nos equinos, a presença de sororreatividade para *R. parkeri* foi menos frequente, registrada em apenas uma amostra com um título de 1:256.

Para *R. rickettsii*, a maioria das amostras positivas foi encontrada em cães, com títulos que variaram de 1:64 a 1:256. Nos equinos, foram identificadas apenas duas amostras soropositivas, ambas com um título de 1:512. Sobre a *R. bellii*, foi encontrada soropositividade tanto em cães quanto em equinos. Mesmo com mais amostras positivas entre os cães, a maioria dos títulos sorológicos nesse grupo ficou entre 1:64 e 1:128. Já nos equinos os títulos variaram de 1:64 até 1:512, e indiciou que essa espécie de riquétsia foi a mais comum nesse hospedeiro.

Ao avaliar a soroprevalência de animais sororreativos para as espécies do gênero *Rickettsia*, por localidade, não observamos diferenças estatisticamente significativas entre os locais estudados com relação a *R. rickettsii* (p = 0,346) e a *R. belli* (p = 0,106). Para *R. parkeri*, embora a diferença não tenha atingido significância estatística (p = 0,055), observou-se maior frequência de sororreatividade em cinco localidades em comparação às demais.

A mesma situação foi observada quanto a intensidade da soroconversão para *R. rickettsii* (p= 0.193) e *R. belli* (p= 0.181), no entanto foi possível observar diferença estatisticamente significativa para *R. parkeri* (p= 0.047).

Nos equinos, ao avaliar a soroprevalência, notamos que não existe diferença estatisticamente significativa entre os locais para infecção por

nenhuma das espécies de riquétsias *R. rickettsii* (p = 0.354), *R. belli* (p = 0.026) e *R. parkeri* (p = 0.428).

A mesma situação foi observada quanto a intensidade de soroconversão para *R. rickettsii* (p= 0.428), *R. belli* (p= 0.0453) e *R. parkeri (*= 0.443).

Discussão

Os resultados apresentados nesse trabalho confirmam a exposição de cães e equinos às espécies de *Rickettsias* spp. pertencentes ao Grupo da Febre Maculosa (GFM). De acordo com a vigilância epidemiológica do município, casos confirmados ou suspeitos de Febre Maculosa desde 2018 (com e sem resultados sorológicos, respectivamente) foram registrados em sete pontos amostrados. Dentre esses, quatro apresentaram evidências sorológicas da circulação de *Rickettsia* spp. do GFM em soro de cão e equino.

Os cães desempenham papel relevante como hospedeiros de carrapatos envolvidos na epidemiologia da Febre Maculosa (Souza et al., 2020). Em um estudo prévio conduzido no mesmo estado, a maioria dos animais apresentou parasitismo por *A. aureolatum*, *A. ovale* e *R. linnaei*, espécies com reconhecida importância epidemiológica no Brasil e, principalmente, no Sul do Brasil (Spolidorio et al., 2010; Medeiros et al., 2013; Barbieri et al., 2014; Krawczak et al., 2016).

Os resultados observados nos cães avaliados sugerem a presença de circulação de *Rickettsia parkeri* na região estudada. Essa inferência se apoia no fato de que essa riquétsia esteve associada aos maiores títulos sorológicos detectados, além de ter sido identificada como o antígeno mais provavelmente relacionado à resposta imune em 22 animais, dos quais 16 apresentaram títulos únicos ou valores pelo menos quatro vezes superiores ao segundo maior título obtido na mesma amostra, reforçando a possibilidade de infecção por essa riquétsia.

Em Santa Catarina, Barbieri et al. (2014) conduziram um estudo no Alto Vale do Itajaí, no qual foram avaliados 52 cães provenientes de comunidades rurais com histórico de casos confirmados de febre maculosa. A presença de *R. parkeri* foi detectada em 19 das amostras analisadas. Os resultados forneceram evidências epidemiológicas de que os casos de febre maculosa humana

estavam associados à infecção por *R. parkeri* cepa Mata Atlântica, com provável transmissão mediada pelos carrapatos *A. ovale* e/ou *A. aureolatum*.

Em um outro caso, a confirmação molecular de *R. parkeri* cepa Mata Atlântica em ser humano em Santa Catarina evidencia que agentes distintos de *R. rickettsii* podem estar envolvidos nos quadros de febre maculosa no estado (Krawczak et al., 2016). Considerando que a maioria dos casos notificados é confirmada apenas por sorologia (BRASIL, 2022), esse achado demonstra as limitações desse método frente às reações cruzadas e destaca a necessidade de abordagens diagnósticas complementares para a identificação precisa das riquétsias circulantes (Robinson et al., 2019).

A sororreatividade observada entre diferentes espécies de *Rickettsia* spp. do Grupo da Febre Maculosa pode ser explicada pela alta similaridade antigênica entre esses microrganismos, especialmente relacionada a proteínas de membrana externa, como OmpA e OmpB (Kantso et al., 2009). Essa característica favorece a ocorrência de reações cruzadas em testes sorológicos, resultando em soroconversão simultânea e títulos finais semelhantes para múltiplas espécies, mesmo na presença de um único agente etiológico (Krawczak et al., 2016). Tal fato pode explicar a soroprevalência de *R. rickettsii* em 12 amostras com titulações em baixas diluições.

A presença de 13 cães com título exclusivo ou pelo menos quatro vezes superior para *Rickettsia bellii* em relação aos demais antígenos testados sugere possível reação homóloga a essa espécie ou a uma riquétsia antigenicamente relacionada. *Rickettsia bellii* apresenta ampla associação com carrapatos do gênero *Amblyomma* no Brasil, tendo sido detectada em diferentes espécies e regiões do país (Labruna et al., 2004; Pacheco et al., 2009).

A bactéria também já foi identificada em *A. ovale* coletados de cães, tanto no Maranhão quanto em outras áreas brasileiras (Costa et al., 2015; Soares et al., 2017). Entretanto, a presença de *R. bellii* em carrapatos que parasitam cães não permite atribuir diretamente a sororreatividade desses animais à transmissão durante o repasto sanguíneo.

Evidências experimentais recentes demonstraram ausência de soroconversão em cobaias repetidamente expostas a *A. dubitatum* infectados por *R. bellii*, apesar da detecção da bactéria nas glândulas salivares e na saliva

dos carrapatos, indicando que a interpretação dos títulos sorológicos atribuídos a *R. bellii* deve ser realizada com cautela (Binder et al., 2026).

Cães soropositivos para *R. belli* também foram identificados por Neves et al. (2025) nas regiões Sul e Central de Goiás e os autores também identificaram a presença de *A. ovale* na região estudada.

A ausência de óbitos e a apresentação clínica predominantemente branda dos casos de febre maculosa registrados em Santa Catarina, contrastam com o perfil clássico das infecções por *R. rickettsii*. Tais características clínicas e epidemiológicas levantaram a hipótese de que a doença no estado poderia estar relacionada à circulação de um agente do Grupo da Febre Maculosa distinto de *R. rickettsii* (Angerami et al., 2009, Godoy, 2011). Atualmente, há uma forte tendência de que o principal cenário epidemiológico da Febre Maculosa em Santa Catarina esteja associado a *A. ovale* e à *R. parkeri* cepa Mata Atlântica como principais agentes envolvidos (Medeiros et al., 2011; Barbieri et al., 2014; Nieri-Bastos et al., 2016).

Nos equinos avaliados, a análise da soroprevalência não evidenciou diferenças estatisticamente significativas entre os locais amostrados para as riquétsias testadas. De forma semelhante, a intensidade de soroconversão para essas espécies também não diferiu significativamente entre os locais, sugerindo que, além de amplamente distribuída, a pressão de infecção ocorre de maneira comparável entre as diferentes áreas.

Em Santa Catarina, a circulação de riquétsias do Grupo da Febre Maculosa também foi evidenciada por estudos sorológicos em equinos. Medeiros et al. (2013) avaliaram a presença de anticorpos anti-*Rickettsia* spp. em equinos provenientes de distintas regiões do estado e observaram uma soroprevalência de 18,66% nas duas mesorregiões analisadas. Os autores também destacaram a ocorrência de reações cruzadas em todas as amostras positivas, envolvendo pelo menos duas das espécies de *Rickettsia* spp. testadas. Cabe destacar que os equinos incluídos no estudo de Medeiros et al. (2013) eram oriundos de regiões distintas da investigada no presente trabalho.

Na espécie equina a maioria dos animais apresentaram reações sorológicas com títulos mais altos para *R. belli* do que para GFM. No entanto, vale ressaltar que cinco amostras foram positivas para essa e outra espécie de *Rickettsia* spp. GFM (Tabela 6 e apêndice 2), o que sugere a possibilidade desses animais

serem portadores de infecções mistas. Equinos com infecções mistas envolvendo a *R. belli* também foram identificados por Medeiros et al. (2013) em Santa Catarina, Neves et al. (2023) no meio oeste do Brasil e Budweg et al. (2025) no Vale do Paraíba em São Paulo.

Conclusão

Os resultados do presente estudo demonstram evidências consistentes da circulação de riquétsias do Grupo da Febre Maculosa em cães e equinos no município estudado.

O padrão sorológico observado, especialmente em cães, sugere a provável circulação de *R. parkeri* cepa Mata Atlântica na região, em consonância com o cenário epidemiológico descrito para Santa Catarina e para o Sul do Brasil.

Em equinos, a ampla distribuição da sororreatividade e a ausência de diferenças significativas entre os locais indicam uma pressão de infecção homogênea, além da possibilidade de infecções mistas envolvendo *R. belli* e riquétsias do GFM.

Referências

BARBIERI, A. R. M.; MORAES-FILHO, J.; NIERI-BASTOS, F. A.; SOUZA, J. C.; SZABÓ, M. P. J.; LABRUNA, M. B. Epidemiology of *Rickettsia* sp. strain Atlantic rainforest in a spotted fever-endemic area of southern Brazil. **Ticks and Tick-Borne Diseases**, [S.l.], v. 5, n. 6, p. 848-853, 2014. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2014.07.010.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Febre maculosa: casos confirmados notificados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação** – Brasil. 2025. TABNET DATASUS. Disponível em: http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinannet/cnv/febremaculosabr.def. Acesso em: 12 dez. 2025.

BUDWEG, C. I.; SOUSA, A. O. de; CARVALHO, T. R. V. de; SOUZA, Z. E. S.; SERPA, M. C. de A.; MARTINS, T. F.; NIERI-BASTOS, F.; MARCILI, A.; LABRUNA, M. B.; MORAES-FILHO, J. Serological survey of *Rickettsia* in equids from Vale do Paraíba, São Paulo, Brazil, and molecular investigation of ticks. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 56, n. 4, p. 2-7, 2019..

BUSH, A. O. *et al.* Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. **Journal of Parasitology**, v. 83, n. 4, p. 575-583, 1997.

DA COSTA, A. P.; COSTA, F. B.; LABRUNA, M. B.; SILVEIRA, I.; MORAES-FILHO, J.; SOARES, J. F.; SPOLIDORIO, M. G.; GUERRA, R. D. M. S. N. C. A

serological and molecular survey of *Babesia vogeli*, *Ehrlichia canis* and *Rickettsia* spp. among dogs in Maranhão, Brazil. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, v. 24, p. 28-35, 2015.

HORTA, M. C.; LABRUNA, M. B. *et al.* Prevalence of antibodies to spotted fever group *Rickettsia* in humans and domestic animals in a Brazilian spotted fever-endemic area in the state of São Paulo, Brazil. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 71, p. 93-97, 2004.

KANTSO, B.; SVENDSEN, C. B.; JØRGENSEN, C. S.; KROGFELT, K. A. Evaluation of serological tests for the diagnosis of rickettsiosis in Denmark. **Journal of Microbiological Methods**, v. 76, n. 3, p. 285-288, 2009.

KRAWCZAK, F. S.; AGOSTINHO, W. C.; POLO, G.; MORAES-FILHO, J.; LABRUNA, M. B. Comparative evaluation of *Amblyomma ovale* ticks infected and noninfected by *Rickettsia* sp. strain Atlantic rainforest. **Ticks and Tick-Borne Diseases**, v. 7, n. 3, p. 502-507, 2016.

LABRUNA, M. B.; MATTAR, S. V.; NAVA, S.; BERMUDEZ, S.; VENZAL, J. M.; DOLZ, G.; ABARCA, K.; ROMERO, L.; DE SOUSA, R.; OTEO, J. *et al.* Rickettsioses in Latin America, Caribbean, Spain and Portugal. **Revista MVZ Córdoba**, v. 16, p. 2435-2457, 2011.

LUND, U.; AGOSTINELLI, C.; AGOSTINELLI, M. C. **Package 'circular'**. CRAN Repository, 2017.

MEDEIROS, A. P.; MOURA, A. B.; SOUZA, A. P.; BELLATO, V.; SARTOR, A. A.; VIEIRA-NETO, A.; MORAES-FILHO, J.; LABRUNA, M. B. Antibodies against rickettsiae from spotted fever group in horses from Santa Catarina, Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 6, p. 1713-1719, 2013.

MEDEIROS, A. P.; SOUZA, A. P. de; MOURA, A. B. de; LAVINA, M. S.; BELLATO, V.; SARTOR, A. A.; NIERI-BASTOS, F. A.; RICHTZENHAIN, L. J.; LABRUNA, M. B. Spotted fever group *Rickettsia* infecting ticks (Acari: Ixodidae) in the state of Santa Catarina, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, [S.l.], v. 106, n. 8, p. 926-930, 2011.

NEVES, L. C.; PAULA, W. V. de F.; PAULA, L. G. F. de; SILVA, B. B. F. da; DIAS, S. A.; PEREIRA, B. G.; SILVA, B. S. A.; SEVÁ, A. da P.; DANTAS-TORRES, F.; LABRUNA, M. B. Detection of *Rickettsia* spp. in animals and ticks in Midwestern Brazil, where human cases of rickettsiosis were reported. **Animals**, [S.l.], v. 13, n. 8, p. 1288, 2023.

NIERI-BASTOS, F. A.; HORTA, M. C.; BARROS-BATTESTI, D. M.; MORAES-FILHO, J.; RAMIREZ, D. G.; MARTINS, T. F.; LABRUNA, M. B. Isolation of the pathogen *Rickettsia* sp. strain Atlantic rainforest from its presumed tick vector, *Amblyomma ovale* (Acari: Ixodidae), from two areas of Brazil. **Journal of Medical Entomology**, [S.l.], v. 53, n. 4, p. 977-981, 2016.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2023. Disponível em: https://www.R-project.org/. Acesso em: 16 dez. 2025.

ROBINSON, M. T.; SATJANADUMRONG, J.; HUGHES, T.; STENOS, J.; BLACKSELL, S. D. Diagnosis of spotted fever group *Rickettsia* infections: the Asian perspective. **Epidemiology and Infection**, [S.l.], v. 147, p. 1-9, 2019.

SOUZA, Z. E. S.; MORAES, B. V.; KRAWCZAK, F. S.; ZULZKE, L.; CARVALHO, T. V.; SOUSA, A. O.; AGOPIAN, R. G.; MARCILI, A.; LABRUNA, M. B.; MORAES-FILHO, J. Detection of anti-*Rickettsia rickettsii* antibodies in dogs from a neglected area in the city of São Paulo, Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S.l.], v. 72, n. 6, p. 2141-2147, 2020.

SPOLIDORIO, M. G. *et al.* Novel spotted fever group rickettsiosis, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, v. 16, n. 3, p. 521-523, 2010.

UENO, T. E. H.; COSTA, F. B.; MORAES-FILHO, J. *et al.* Experimental infection of horses with *Rickettsia rickettsii*. **Parasites & Vectors**, v. 9, p. 499, 2016.

Apêndice 1

Sororreatividade para três espécies de *Rickettsia* em cães do município de Orleans, estado de Santa Catarina, região Sul do Brasil, entre janeiro de 2023 e dezembro de 2024.

Amostra	Ponto de coleta	*IgG parkeri*	IgG *rickettsii*	IgG *belli*	Amostra	Ponto de coleta	*IgG parkeri*	IgG *rickettsii*	IgG *belli*
3	1	Negativo	Negativo	**1:64**	40	12	Negativo	**1:64**	Negativo
4	2	**1:4096**	Negativo	Negativo	41	12	**1:4096**	Negativo	**1:64**
5	2	**1:256**	**1:64**	Negativo	42	12	**1:64**	Negativo	Negativo
6	2	**1:256**	**1:128**	**1:64**	43	12	Negativo	Negativo	**1:128**
7	4	Negativo	**1:64**	Negativo	44	12	Negativo	**1:64**	Negativo
10	4	Negativo	**1:128**	Negativo	47	15	**1:64**	**1:64**	**1:256**
11	4	Negativo	Negativo	**1:64**	48	15	Negativo	Negativo	**1:256**
12	4	**1:64**	Negativo	Negativo	49	15	**1:256**	Negativo	Negativo
13	4	Negativo	**1:128**	Negativo	52	2	Negativo	Negativo	**1:64**
14	4	**1:64**	Negativo	Negativo	53	2	Negativo	**1:64**	**1:64**
15	5	**1:128**	**1:128**	Negativo	56	16	**1:128**	Negativo	Negativo
16	5	**1:4096**	**1:128**	**1:64**	59	16	**1:8192**	Negativo	Negativo
17	5	**1:256**	Negativo	Negativo	60	8	**1:8192**	Negativo	Negativo
18	6	**1:8192**	Negativo	**1:64**	61	8	Negativo	Negativo	**1:64**
19	6	Negativo	Negativo	**1:64**	62	8	Negativo	Negativo	**1:64**
20	7	**1:8192**	**1:256**	**1:64**	63	9	Negativo	Negativo	**1:64**
21	7	**1:256**	Negativo	**1:128**	66	9	**1:64**	**1:256**	**1:64**
24	8	**1:8192**	**1:128**	**1:512**	67	10	Negativo	**1:64**	Negativo
25	9	**1:128**	Negativo	Negativo	68	10	Negativo	Negativo	**1:64**
28	9	Negativo	**1:64**	Negativo	71	12	Negativo	Negativo	**1:64**
29	9	Negativo	**1:64**	**1:128**	73	12	Negativo	**1:64**	**1:256**
30	9	Negativo	**1:64**	Negativo	74	12	Negativo	**1:256**	**1:128**
31	10	Negativo	Negativo	**1:64**	75	17	Negativo	**1:128**	Negativo
32	10	**1:2048**	Negativo	**1:64**	76	17	Negativo	**1:256**	Negativo
36	12	Negativo	Negativo	**1:128**	77	17	Negativo	**1:128**	Negativo
37	12	Negativo	**1:128**	Negativo	80	14	**1:128**	**1:128**	Negativo

Apêndice 2

Sororreatividade para três espécies de Rickettsia em equinos do município de Orleans, estado de Santa Catarina, região Sul do Brasil, entre janeiro de 2023 e dezembro de 2024.

Amostra	Ponto de coleta	IgG *parkeri*	IgG *rickettsii*	IgG *belli*
3	2	**1:256**	Negativo	Negativo
4	2	Negativo	Negativo	**1:64**
6	3	**1:128**	**1:128**	Negativo
9	4	Negativo	**1:256**	**1:128**
11	6	Negativo	Negativo	**1:64**
12	6	**1:64**	Negativo	**1:64**
13	7	Negativo	Negativo	**1:64**
17	9	**1:256**	Negativo	**1:128**
18	9	**1:64**	Negativo	**1:512**
19	9	Negativo	Negativo	**1:128**
20	9	Negativo	Negativo	**1:512**
21	10	Negativo	**1:512**	Negativo
25	11	Negativo	**1:512**	Negativo
26	11	Negativo	Negativo	**1:128**
30	17	**1:128**	**1:64**	Negativo