

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE VETERINÁRIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

TESE

**REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE SOBRE A DINÂMICA
SAZONAL DE CARRAPATOS DO GÊNERO *Amblyomma* NA REGIÃO
NEOTROPICAL**

RAFAEL MOREIRA DO NASCIMENTO

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE VETERINÁRIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

**REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE SOBRE A DINÂMICA
SAZONAL DE CARRAPATOS DO GÊNERO *Amblyomma* NA REGIÃO
NEOTROPICAL**

RAFAEL MOREIRA DO NASCIMENTO

Sob a Orientação do Professor

Dra. Kátia Maria Famadas

Co - orientação

Dr. Ralph Maturano Pinheiro

Dr. Renato Chaves de Macedo Rego

Tese submetida como requisito
parcial para obtenção do grau de
Doutor em Ciências, no Curso de
Pós-Graduação em Ciências
Veterinárias.

Seropédica, Rio de Janeiro

Fevereiro, 2024

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

N244r Nascimento, Rafael Moreira do, 1991-
REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE
SOBRE A DINÂMICA SAZONAL DE CARRAPATOS
DO GÊNERO Amblyomma NA
REGIÃO NEOTROPICAL / Rafael Moreira do
Nascimento. -Juiz de Fora, 2024.
104 f.

Orientador: Katia FAMADAS.
Coorientadora: Renato MACEDO-
REGO. Coorientadora: Ralph
PINHEIRO.

Tese(Doutorado). -- Universidade Federal Rural do Rio
de Janeiro, PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
VETERINÁRIAS, 2024.

1. Sazonalidade. 2. Fenologia. 3. Meta-análise. 4.
Ixodologia. 5. Amblyomma. I. FAMADAS, Katia, 1961-,



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS



ATA Nº 406/2024 - PPGCV (12.28.01.00.00.00.50)

Nº do Protocolo: 23083.010364/2024-14

Seropédica-RJ, 29 de fevereiro de 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

RAFAEL MOREIRA DO NASCIMENTO

Tese submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Doutor(a)** em Ciências, no
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.

TESE APROVADA EM 28/02/2024

(Assinado digitalmente em 01/03/2024 15:20)

KATIA MARIA FAMADAS
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptPA (12.28.01.00.00.00.55)
Matrícula: ###829#2

(Assinado digitalmente em 01/03/2024 18:05)

MARISTELA PECKLE PEIXOTO
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptPA (12.28.01.00.00.00.55)
Matrícula: ###034#8

(Assinado digitalmente em 11/03/2024 14:54)

THIAGO FERNANDES MARTINS
ASSINANTE EXTERNO
CPF: ###.###.838-##

(Assinado digitalmente em 11/03/2024 12:44)

HERMES RIBEIRO LUZ
ASSINANTE EXTERNO
CPF: ###.###.417-##

(Assinado digitalmente em 11/03/2024 13:27)

VIVIANE ZERINGÓTA RODRIGUES COTTA
ASSINANTE EXTERNO
CPF: ###.###.726-##

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: **406**, ano: **2024**,
tipo: **ATA**, data de emissão: **29/02/2024** e o código de verificação: **f13c4dde00**

BIOGRAFIA

Rafael Moreira do Nascimento, filho de Gilmar Antônio do Nascimento e Sonia Maria Moreira do Nascimento, nasceu na cidade de Juiz de Fora, no estado de Minas Gerais, em 10 de abril de 1991.

Em 2013, ingressou na Universidade Federal de Juiz de Fora, em Juiz de Fora, Estado de Minas Gerais, onde diplomou-se Licenciado em Ciências Biológicas. Durante seu início de trajetória acadêmica, foi bolsista de Iniciação Científica pelo CNPq, sob orientação do Professor Doutor Erik Daemon (*in memorian*) no Laboratório de Artrópodes Parasitos.

Em 2018, ingressou no curso de Pós-graduação em Ciências Biológicas – Biodiversidade e Conservação da Natureza, sob orientação do professor Dr. Ralph Maturano Pinheiro, sendo bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES. Em 2020, obteve o título de mestre após defesa da dissertação “Interação e agregação entre os estágios de *Amblyomma rotundatum* em *Rhinella schneideri* no Cerrado Brasileiro”.

Ainda em 2020, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Parasitologia Animal, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Estado do Rio de Janeiro, sob orientação da professora Dra. Katia Maria Famadas e coorientação dos professores Dr. Ralph Maturano Pinheiro e Dr. Renato C. Macedo-Rego, sendo bolsista pela CAPES.

RESUMO GERAL

NASCIMENTO, Rafael Moreira. **Revisão sistemática e meta-análise sobre a dinâmica sazonal de carrapatos do gênero *Amblyomma* na região Neotropical**. 2024. 103f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) – Instituto de Veterinária, Departamento de Parasitologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2024

Nosso principal objetivo foi investigar a dinâmica sazonal dos carrapatos do gênero *Amblyomma* Koch, 1844 na região Neotropical. No primeiro capítulo, apresentamos uma revisão narrativa dos principais métodos de revisão e processos de síntese nas ciências biológicas, com ênfase em carrapatos, destacando a importância da meta-análise como método para análise e estudo desses parasitos. No segundo capítulo, apresentamos uma revisão sistemática com abordagem metanalítica sobre a sazonalidade de carrapatos do gênero *Amblyomma* na região Neotropical. Nossa revisão sistemática contou com 3542 estudos disponíveis na base de dados *Scopus*, *Web of Science* e *Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior*. Os resultados do segundo capítulo revelaram que a sazonalidade dos estágios de vida dos carrapatos do gênero *Amblyomma* apresenta padrões distintos entre larvas, ninfas e adultos. Durante a estação seca, as larvas e ninfas têm maior ocorrência, enquanto os adultos predominam na estação chuvosa. No entanto, há variações na ocorrência sazonal no nível de espécies. Com isso, concluímos que a dinâmica sazonal de *Amblyomma* na região Neotropical é influenciada por fatores ambientais, respostas bióticas dos hospedeiros e condições específicas do ambiente. Destacamos ainda a importância de considerar as especificidades locais ao abordar a dinâmica temporal desses carrapatos. Compreender esses padrões sazonais é fundamental para antecipar períodos de maior risco de transmissão de doenças, facilitando a implementação de medidas de controle e prevenção mais eficazes.

Palavras-chave: clima; dinâmica sazonal; fenologia; Ixodologia; modelos metanalíticos; abundância.

GENERAL ABSTRACT

NASCIMENTO, Rafael Moreira. **Systematic review and meta-analysis on the seasonal dynamics of ticks of the genus *Amblyomma* in the Neotropical region.** 2024. 99f. Thesis (Doctorate in Veterinary Sciences) - Institute of Veterinary Medicine, Department of Animal Parasitology, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2024

Our main goal was to investigate the seasonal dynamics of ticks of the genus *Amblyomma* Koch, 1844 in the Neotropical region. In the first chapter, we present a narrative review of the main methods of review and synthesis processes in biological sciences, with a focus on ticks, highlighting the importance of meta-analysis as a method for the analysis and study of these parasites. In the second chapter, we provide a systematic review with a meta-analytical approach on the seasonality of *Amblyomma* ticks in the Neotropical region. Our systematic review included 3,542 studies available in *Scopus*, *Web of Science*, and *Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior*. The results of the second chapter revealed that the seasonality of the life stages of *Amblyomma* ticks shows distinct patterns among larvae, nymphs, and adults. Larvae and nymphs have a higher occurrence in the dry season, while adults predominate in the rainy season. However, there are variations in seasonal occurrence at the species level. As a result, we conclude that the seasonal dynamics of *Amblyomma* in the Neotropical region are influenced by environmental factors, biotic host responses, and specific environmental conditions. We also emphasize the importance of considering local specificities when addressing the temporal dynamics of these ticks. Understanding these seasonal patterns is crucial for anticipating periods of higher disease transmission risk, facilitating the implementation of more effective control and prevention measures.

Keywords: Ixodology; abundance; climate; meta-analytical models; phenology; temporal dynamics

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, que enfrentaram muitas dificuldades ao longo de toda minha trajetória acadêmica, mas conseguiram me proporcionar a melhor educação possível.

À minha esposa, Gabriela, que ao longo de anos sempre foi minha maior companheira e me ajudou a ter forças quando achei que não teria.

À minha orientadora, professora Kátia Famadas, que aceitou o desafio de me orientar. Além disso, topou embarcar neste projeto desafiador.

Aos meus coorientadores, Ralph Maturano e Renato Macedo-Rego, que somaram esforços e proporcionaram que esta tese fosse concluída. Em especial ao Renato, que dedicou grandes esforços nas correções dos bancos de dados e análises.

A todos os professores e professoras que me ensinaram muito ao longo de toda a minha formação.

A todos os colegas do Laboratório de Artrópodes Parasitos (LAP) que me acolheram no início da graduação e muito me ensinaram ao longo destes anos.

A todos amigos que conquistei ao longo desta incrível trajetória.

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

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado à minha esposa, minha cachorrinha e amiga Lola, minha família e amigos.

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: g de Hedges.....	32
Equação 2: Desvio padrão agrupado de g de Hedges.....	32
Equação 3: Fator de correção J	32
Equação 4: Coeficiente de correlação R	33
Equação 5: Coeficiente de correlação Z_r	33
Equação 6: Variância amostral de Z_r	33
Equação 7: Odds ratio ou razão de probabilidade	33
Equação 8: Variância amostral de Odds Ratio.	34
Equação 9: Métrica de heterogeneidade - I^2	35
Equação 10: Variância amostral de cada fonte de heterogeneidade.....	36
Equação 11: Erro de mensuração.	36
Equação 12: Regressão de Egger.....	36
Equação 13: Inverso da variância amostral.	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Evolução do número de publicações em Ixodologia. Dados obtidos através de consulta a base de dados Scopus. Consulta em 25-01-2024.....	7
Figura 2: Forest Plot representando os tamanhos de efeito estimados de vários estudos. Cada linha vertical indica o tamanho de efeito de um estudo, com a posição horizontal representando a estimativa pontual e a extensão horizontal indicando o intervalo de confiança de 95%. O tamanho dos pontos ao longo da linha vertical reflete a precisão do estudo, sendo que pontos maiores indicam maior precisão. A linha vertical de referência ajuda a avaliar a significância estatística das estimativas. Estudos são identificados ao longo do eixo vertical e o valor final estimado para o conjunto de estudos são destacados. O tamanho de efeito comum a todos os estudos é representado pelo losango.	13
Figura 3: Gráfico tipo funil, exibindo a assimetria na distribuição dos tamanhos de efeito estimados de vários estudos incluídos na meta-análise. Cada ponto representa um tamanho de efeito. A simetria esperada é representada pela forma de funil, onde estudos com tamanho amostral maior (mais precisos) devem se agrupar mais próximos do valor médio. A ausência de simetria pode sugerir viés de publicação ou outras fontes de heterogeneidade.	17
Figura 4: A – principais áreas de concentração das revisões em Ixodologia; B- Países com mais revisões publicadas. Dados obtidos através de consulta a base de dados Scopus. Consulta em 25-01-2024.....	20
Figura 5: Evolução temporal no número de publicações de revisões e revisões com meta-análise em Ixodologia. Dados obtidos na base de periódicos Scopus em 30 de janeiro de 2024, limitando os resultados até o ano de 2023.	22
Figura 6:Protocolo PRISMA-EcoEvo. incluindo as etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos, com base em critérios pré-definidos.....	31
Figura 7: Evolução do Volume de Artigos na Base de Dados ao Longo do Tempo. Eixo X: Ano de Publicação; Eixo Y: Número de Artigos Publicados.	38
Figura 8:Distribuição geográfica dos estudos analisados. Destaque para o fato de os tamanhos de efeitos estarem concentrados geograficamente, ocorrendo em somente alguns países da região estudada, majoritariamente entre as latitudes 15° e 30°.....	39

Figura 9: Tamanhos de efeito pertencentes a espécies presentes na filogenia e controlando a dependência filogenética de cada estágio. K representa o n amostral de cada estágio e o número entre parênteses representa a quantidade de espécies analisadas para o respectivo estágio. Cada círculo representa um tamanho de efeito na base de dados, seu tamanho remete à precisão do mesmo (1/erro padrão). Linhas mais grossas indicam o intervalo de confiança (95%), enquanto linhas mais suaves representam o intervalo de previsão. A - Adultos e ninfas coletados no ambiente; B – abundância média de todos os estágios; C – intensidade média de larvas e ninfas; e D – prevalências de todos os estágios. 43

Figura 10: Todos os tamanhos de efeito obtidos, mas sem controlar pela dependência filogenética. K representa o n amostral de cada estágio e o número entre parênteses representa a quantidade de espécies analisadas para o respectivo estágio. Cada círculo representa um tamanho de efeito na base de dados, seu tamanho remete à precisão do mesmo (1/erro padrão). Linhas mais grossas indicam o intervalo de confiança (95%), enquanto linhas mais suaves representam intervalo de previsão. A – Todos os estágios de Amblyomma coletados no ambiente; B – abundância média de todos os estágios; C – intensidade média de todos os estágios; e D – prevalências de todos os estágios..... 44

Figura 11: Todos os tamanhos de efeito obtidos para larvas. K representa o n amostral de cada espécie. Cada círculo representa um tamanho de efeito na base de dados, seu tamanho remete a precisão do mesmo (1/erro padrão). Linhas mais grossas indicam intervalo de confiança, enquanto linhas mais suaves representam intervalo de previsão. A – Modelo de abundância média com controle da dependência filogenética; B – modelo de abundância média sem controle da dependência filogenética; C – modelo de intensidade média com controle de dependência filogenética; D – modelo de prevalência com controle de dependência filogenética. 46

Figura 12: Todos os tamanhos de efeito obtidos para ninfas. Onde, K representa o n amostral de cada espécie. Cada círculo representa um tamanho de efeito na base de dados, seu tamanho remete à precisão do mesmo (1/erro padrão). Linhas mais grossas indicam o intervalo de confiança (95%), enquanto linhas mais suaves representam intervalo de previsão. A – Modelo de ninfas coletadas no ambiente com controle da dependência filogenética; B – modelo de ninfas coletadas no ambiente sem controle da dependência filogenética; C – modelo de abundância média com controle de dependência filogenética; D – modelo de abundância média sem controle de

dependência filogenética; E – modelo de intensidade média com controle de dependência filogenética; F – modelo de prevalência com controle de dependência filogenética. 50

Figura 13: Todos os tamanhos de efeito obtidos para adultos. Onde, K representa o n amostral de cada espécie. Cada círculo representa um tamanho de efeito na base de dados, seu tamanho remete à precisão do mesmo ($1/\text{erro padrão}$). Linhas mais grossas indicam o intervalo de confiança (95%), enquanto linhas mais suaves representam intervalo de previsão. A – Adultos coletados no ambiente, com modelo considerando a dependência filogenética; B- Modelo para adultos coletados no ambiente, sem considerar a dependência filogenética; C – Modelo de abundância média considerado a filogenia; D – Modelo de intensidade média considerando a filogenia. 51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Descrição de métricas estatísticas para mensuração de heterogeneidade, destacando suas faixas de valores e como respondem ao tamanho amostral. Enfatizando a sensibilidade dessas métricas às variações no tamanho da amostra (adaptado de RÜCKER et al., 2008).....	15
Tabela 2: Resumo dos resultados obtidos em diferentes modelos de análise para diferentes estágios de vida de carrapatos. Os índices considerados incluem a abundância média, intensidade média, prevalência e resultados relacionados ao ambiente. Os modelos foram divididos em dois tipos: com filogenia e sem filogenia. Os resultados são apresentados como estimativa média, acompanhada dos intervalos de confiança de 95% (CI 95%). Valores de $p < 0,05$ indicam significância estatística e estão destacados em negrito. Quando um modelo não produz resultados para um estágio de vida ou índice, é indicado com um hífen (-).....	40
Tabela 3: Estimadores de efeito para todos os modelos propostos na meta-análise.	78
Tabela 4: Estimadores de heterogeneidade para cada modelo.	86

SUMÁRIO

2 CAPÍTULO I	3
Meta-análise em Ixodologia: Estratégias para a Análise e Exploração de Estudos sobre Carrapatos	3
RESUMO	4
2.1 INTRODUÇÃO	5
2.2 Métodos de síntese	6
2.2.1 O processo de síntese da ciência	6
2.2.2 Protocolos para extração de dados de estudos primários	9
2.3 Meta-análise	10
2.3.1 Histórico da meta-análise	10
2.3.2 Tamanho de efeito	12
2.3.3 Heterogeneidade entre tamanhos de efeito	14
2.3.4 Viés de publicação	15
2.3.5 Modelos metanalíticos	18
2.4 Revisões sistemáticas em Ixodologia	19
2.5 Conclusão	22
CAPÍTULO II	24

3 Distribuição sazonal de carrapatos do gênero <i>Amblyomma</i> na região Neotropical: uma abordagem meta-analítica.....	24
Resumo	25
3.1 Introdução	27
3.2 Material e métodos	29
3.2.1 Coleta de dados e critérios de seleção	29
3.2.2 Cálculo de tamanhos de efeito.....	32
3.2.3 Modelos Multinível	34
3.3 Resultados	37
3.3.1 Descrição dos dados	37
3.3.2 Sazonalidade em <i>Amblyomma</i> – abundância média.....	40
3.3.3 Sazonalidade em <i>Amblyomma</i> – intensidade média.....	41
3.3.4 Sazonalidade em <i>Amblyomma</i> – prevalência.....	41
3.3.5 Sazonalidade em <i>Amblyomma</i> – abundância no ambiente	41
3.3.6 Análises por espécie – larvas.....	45
3.3.7 Análises por espécie – ninfas	47
3.3.8 Análises por espécie – adultos.....	48
3.4 Discussão	52
3.5 Considerações finais	58
4 Conclusão geral	60
Referências bibliográficas	61
ANEXOS I.....	76
Link para as bases de dados e scripts utilizados nesta meta-análise.	76
ANEXOS II	77
Modelo de e-mail para solicitação de dados.....	77
ANEXO III	78
ANEXO IV	86

1 INTRODUÇÃO GERAL

Os carrapatos são artrópodes hematófagos em todos os estágios pós embrionários, salvo algumas exceções, e desempenham um papel significativo na transmissão de agentes infecciosos e parasitários. Além disso, os carrapatos causam danos diretos aos animais de produção devido à exsanguinação e vetoração de patógenos, que pode resultar em queda de produção e consequente prejuízos econômicos para os produtores rurais.

No mundo, são cerca de 956 espécies de carrapatos descritas, as quais estão distribuídas em três famílias: Nuttalliellidae, Argasidae, Deinocrotonidae (fóssil) e Ixodidae, sendo esta última de destaque pela grande diversidade e onde se encontram espécies de maior importância em saúde e produção animal.

Devido à importância sanitária e econômica, pesquisadores têm dedicado esforços ao longo dos anos para estudar diversos aspectos destes parasitos. Isso inclui o comportamento de busca por hospedeiros, o desenvolvimento de novas estratégias de controle, como o uso de produtos de origem vegetal, bem como produtos já conhecidos, mas com novas formas de aplicação. Além disso, a distribuição sazonal desses carrapatos tem sido estudada para compreender como eles podem ser afetados por mudanças climáticas.

Dentre os ixodídeos, *Amblyomma* Koch, 1844 merece destaque, pois representa o gênero mais diverso na região Neotropical e cujas espécies estão associadas com ampla variedade de hospedeiros e à transmissão de uma gama de agentes causadores de doenças. Isso torna esses carrapatos uma preocupação para a saúde pública, especialmente quando parasitam seres humanos.

A maioria das pesquisas sobre dinâmica sazonal dos carrapatos do gênero *Amblyomma* da região Neotropical concentra-se na caracterização da fenologia de uma única espécie, como o caso de *Amblyomma sculptum* Berlese, 1888, que apresenta imaturos durante a estação seca e adultos na estação chuvosa. Todavia, poucos estudos exploram a relação entre o parasitismo e a história de vida de seus hospedeiros ou revisam trabalhos existentes sobre a sazonalidade de espécies específicas.

O entendimento sobre a dinâmica sazonal de espécies do gênero *Amblyomma* na região Neotropical possibilita maior elucidação sobre a ocorrência de picos sazonais dos estágios de vida pós-embrionário em cenários ecológicos distintos. Compreender a dinâmica sazonal desses carrapatos ajuda a antecipar períodos de maior risco de transmissão de doenças, como borrelioses, erlichioses, babesioses, anaplasmoses e rickettsioses. Permitindo-se assim uma melhor visão dos padrões de infestação e, consequentemente, facilitando-se a implementação de medidas de controle e prevenção.

Este estudo está estruturado em dois capítulos, onde o tema principal é a sazonalidade de carrapatos do gênero *Amblyomma* na região Neotropical. No capítulo 1, foi realizada uma revisão narrativa sobre os principais métodos de revisão e processos de síntese nas ciências biológicas, tendo como foco a aplicação dessa metodologia em estudos sobre carrapatos. No capítulo 2, foi realizada uma revisão sistemática com abordagem metanalítica sobre sazonalidade de carrapatos do gênero *Amblyomma* na região Neotropical. Com isso esperamos gerar um maior entendimento dos padrões de ocorrência sazonal das espécies de *Amblyomma* que ocorrem na região Neotropical.

2 CAPÍTULO I

Meta-análise em Ixodologia: Estratégias para a Análise e Exploração de Estudos sobre Carrapatos

RESUMO

NASCIMENTO, Rafael Moreira. **Capítulo I: Meta-análise em Ixodologia: Estratégias para a Análise e Exploração de Estudos sobre Carrapatos.** 2024. 99p. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) – Instituto de Veterinária, Departamento de Parasitologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2024

Neste capítulo, apresentamos a meta-análise como uma ferramenta essencial para a análise e utilização de dados existentes na literatura, consolidando dados e permitindo generalizações mais sólidas do que métodos de revisão qualitativos mais tradicionais. Focamos principalmente na utilização de meta-análises na Ixodologia. Neste sentido, ressaltamos a escassez de estudos que adotam abordagens quantitativas em revisões sobre Ixodologia, com predominância de abordagens qualitativas. Diante disso, para fomentar o uso de meta-análises em Ixodologia, fornecemos uma visão geral dos métodos metanalíticos e do histórico da meta-análise. Apresentamos a descrição das métricas utilizadas neste tipo de estudo, como tamanhos de efeito, formas de mensuração de heterogeneidade e viés de publicação. Além disso, apresentamos as principais diretrizes para extração de dados da literatura em uma revisão sistemática. Após essa introdução ao método metanalítico, argumentamos que a integração coesa da Ixodologia com a prática de meta-análises é fundamental para uma compreensão abrangente do papel dos carrapatos, equilibrando abordagens qualitativas e quantitativas para obter uma compreensão precisa do objeto de estudos. Enfatizamos a importância da implementação de programas temáticos públicos sobre ecologia de carrapatos e a necessidade de estudos com desenhos propícios à análise quantitativa por revisores. Por fim, destacamos a relevância dessa abordagem para a síntese de dados sobre carrapatos, ressaltando a importância de formar novos meta-analistas na área e fomentar a realização de estudos com uma abordagem mais quantitativa para avançar no conhecimento sobre esses parasitos.

Palavras-chave: métodos quantitativos; parasitologia; revisão narrativa; revisão sistemática; síntese da ciência.

2.1 INTRODUÇÃO

Carrapatos são representados por quatro famílias: Argasidae (208 espécies), Ixodidae (762 espécies), Nuttalliellidae (monotípica) e Deinocrotonidae (monotípica e fóssil) (Guglielmone; Nava; Robbins, 2023; Nava et al., 2017; Peñalver et al., 2017). Devido ao hábito hematófago destes parasitos, juntamente com mosquitos, carrapatos são reconhecidos como importantes vetores de agentes causadores de doenças para humanos e animais (Dantas-Torres; Chomel; Otranto, 2012a). Estima-se que cerca de 10% de todas as espécies descritas possam atuar como vetores de agentes patogênicos (Jongejan; Uilenberg, 2004), sendo responsáveis pela transmissão de bactérias, vírus, protozoários e helmintos (Boulanger *et al.*, 2019). Logo, carrapatos são ligados direta e indiretamente a prejuízos econômicos para produtores rurais, ocasionando impactos negativos aos animais de produção, do mesmo modo que afetam a saúde pública.

Parte do foco dos estudos em carrapatos é muitas vezes voltada ao papel sanitário destes parasitos, mas pesquisas em taxonomia e sistemática com foco na classificação e organização taxonômica das diferentes espécies, considerando aspectos morfológicos, fisiológicos e genéticos também têm sido realizadas. Por exemplo, há estudos que trazem novas chaves de identificação para determinados gêneros (Nava *et al.*, 2014), ou ainda sobre a classificação de grupos de espécies (Dantas-Torres *et al.*, 2019b). Contribuições importantes também têm sido dadas na área de ecologia com estudos sobre distribuição, ciclo de vida, hospedeiros e comportamento, incluindo interações com o ambiente explorando processos adaptativos, ciclo de alimentação, reprodução e respostas a estímulos ambientais (Forero-Becerra *et al.*, 2022; Nava *et al.*, 2009; Pfäffle *et al.*, 2013a; Randolph, 2004; Szabó; Pinter; Labruna, 2013). E dada a importância do grupo, ainda temos trabalhos sobre controle e prevenção que irão abranger o desenvolvimento de estratégias para lidar com as infestações de carrapatos, utilizando métodos químicos, biológicos e físicos, e explorando questões como resistência a acaricidas (Adenubi *et al.*, 2018; Guerrero; Lovis; Martins, 2012; Novato *et al.*, 2022; Pereira *et al.*, 2008; Sonenshine, 2006).

Nesse cenário, é crucial realizar uma análise dos conhecimentos produzidos ao longo desses anos de pesquisa com carrapatos. Para atingir esse objetivo, a aplicação de

métodos que sintetizem o conhecimento produzido torna-se fundamental para o avanço da área, como a adoção de abordagens sistemáticas na revisão de artigos publicados. Mais especificamente, a utilização de métodos metanalíticos na síntese de dados provenientes de artigos já publicados oferece uma abordagem robusta para compreender a complexidade do campo de pesquisa (Borenstein *et al.*, 2009; HEDGES; OLKIN, 1985; O'Rourke, 2007). Ao se concentrar na descrição e aplicação de métodos metanalíticos, este artigo objetiva reunir conhecimentos sobre as principais ferramentas analíticas que podem ajudar na pesquisa em Ixodologia para aqueles que estão iniciando na pesquisa com revisões sistemáticas e meta-análises.

2.2 MÉTODOS DE SÍNTESE

2.2.1 O processo de síntese da ciência

Em ciência, assume-se que o processo conceutivo de novos conhecimentos é cumulativo, com cada descoberta sendo baseada em evidências encontradas em momentos históricos anteriores (Harrer *et al.*, 2021). Este processo atualmente é beneficiado pela acessibilidade a novos artigos promovidos por diferentes indexadores de artigos, tais como *Scopus* ou *Web of Science*. Somente na plataforma *Scopus*, houve aumento em 238% no número de artigos publicados entre 2000 e 2018 (Marginson, 2022). Em uma consulta à base de dados *Scopus* em 25-01-2024, foi possível observar que o primeiro artigo obtido através da combinação de termos “Ixodida OR tick*” remete ao ano de 1843, desde então esse número subiu para 75740 publicações (Figura 1). Nesse contexto, o “*” é um caractere utilizado como *wildcard*, ou seja, ele substitui qualquer sequência de caracteres.

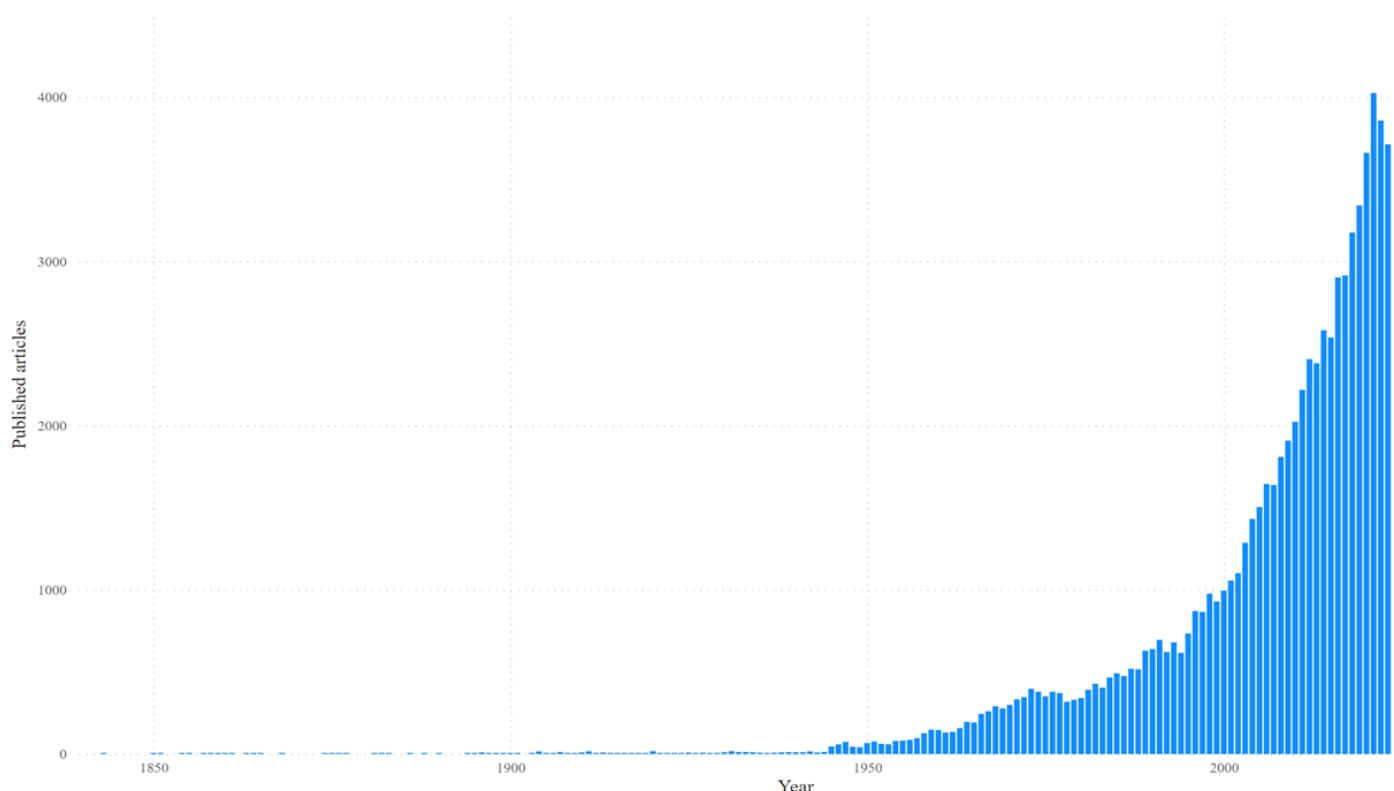


Figura 1: Evolução do número de publicações em Ixodologia. Dados obtidos através de consulta a base de dados Scopus. Consulta em 25-01-2024.

Em todos os campos científicos, um grande volume de publicações está sendo disponibilizado todos os dias. Todavia, não é esperado que essa enormidade de conhecimento ofertado pela comunidade científica seja sempre coerente com os trabalhos anteriores devido à natureza dinâmica e evolutiva da pesquisa científica. Novas descobertas, métodos aprimorados ou diferentes interpretações podem contribuir para mudanças ou ajustes nas conclusões científicas ao longo do tempo (Meehl, 1978). À medida que o número de artigos aumenta, diminui a probabilidade de se ter um conhecimento abrangente de toda a literatura (Meehl, 1978). Alguns achados ao longo da história são movidos em função de tendências científicas, com determinados temas sendo mais investigados, seja por características do assunto estudado, pelo interesse no tema, ou pelo próprio rigor com que determinadas teorias são apresentadas (Meehl, 2002). Dessa forma, existe a necessidade de uma síntese do conteúdo produzido em cada área. Esse processo pode permitir a elaboração de novas teorias, ou ainda que concepções do passado sejam revistas e corrigidas (Harrer *et al.*, 2021). Com isso, é desafiadora a tarefa de manter coesão diante do grande volume de publicações científicas, destacando a limitação dos pesquisadores em acessar e ler criticamente toda

a literatura disponível. Além disso, a influência das tendências científicas na orientação das investigações e na apresentação de teorias emerge como um fator crucial. Nesse contexto, ressalta-se a importância imperativa de realizar uma síntese do conhecimento, evidenciando sua relevância para o contínuo desenvolvimento da ciência. O processo de síntese na pesquisa científica possibilita que evidências relativas a um mesmo assunto, porém encontradas em épocas distintas, possam ser confrontadas (Koricheva; Gurevitch, 2013; Petticrew; Roberts, 2006). Dessa forma, é possível que hipóteses alternativas sejam avaliadas através deste método, e que generalizações possam ser concebidas (Koricheva; Gurevitch, 2013).

A necessidade de sintetizar o conhecimento sobre carrapatos especificamente é evidenciada pelo fato de que mais de um terço das espécies descritas têm a capacidade de se alimentar de sangue humano (Estrada-Peña; de la Fuente, 2014). Em uma perspectiva global, destaca-se o impacto significativo desses parasitos na propagação de doenças como a febre maculosa brasileira, a doença de Lyme, a encefalite transmitida por carrapatos, a febre hemorrágica da Crimeia-Congo, entre outras (Dantas-Torres; Chomel; Otranto, 2012b; Pfäffle *et al.*, 2013b). A disseminação dessas enfermidades é influenciada não apenas pelas condições climáticas, mas também por fatores bióticos, sublinhando a complexidade dessas interações e a necessidade de se considerar uma variedade de elementos para obter uma compreensão abrangente sobre esse grupo taxonômico (Pfäffle *et al.*, 2013b). Nesse contexto, a síntese da literatura facilita a compreensão global do tema, ressaltando sua relevância e contribuindo para uma visão mais holística e informada sobre as intrincadas interações entre carrapatos, hospedeiros e fatores ambientais.

Geralmente, o processo de síntese em ciências ecológicas e evolutivas ocorre na forma qualitativa, através de revisões narrativas ou revisões sistemáticas (Koricheva; Gurevitch, 2013). No processo de revisão narrativa, exemplos clássicos presentes na literatura são utilizados para a ilustração de algum fenômeno (Green; Johnson; Adams, 2006). O pesquisador reúne informações acerca de determinado tema, como “exemplos de livros didáticos”, ou seja, aqueles bem estudados e já elucidados, sem o estabelecimento de métodos bem definidos de compilação das informações e posterior discussão. Conforme apresentado por Koricheva e Gurevitch (2013), o uso desses exemplos de livros didáticos não carece de erros, pois resultados de pesquisas são

probabilísticos e sujeitos a erros diversos. Além disso, a falta de critérios para a obtenção de estudos primários, com escolha seletiva de trabalhos e/ou autores, pode gerar um caráter subjetivo à revisão narrativa (Baumeister; Leary, 1997). Outras lacunas comuns são relacionadas à carência de teorização do tema tratado, onde existe apenas a descrição de resultados; com falta de distinção entre apresentação de afirmações e evidências durante a citação de algum artigo, onde o autor revisor confunde as afirmações ditas pelos autores com o que de fato foi encontrado na pesquisa original, ou há apenas descrição das interpretações dos resultados, porém sem análise crítica do mesmo (Baumeister; Leary, 1997). No entanto, é importante ressaltar que esse tipo de revisão desempenha um papel valioso ao apresentar perspectivas sobre conceitos específicos (Green; Johnson; Adams, 2006).

Diferindo da revisão narrativa, para a realização de uma revisão sistemática é necessário que os autores apresentem regras claras para obtenção de fontes literárias a serem utilizadas, com as regras definidas *a priori*, e que exista a utilização de todas as fontes disponíveis, dado os critérios preestabelecidos (Uman, 2011). Com isso, muito se avançou no controle de qualidade nesse tipo de pesquisa, com formulação de diretrizes para extração de dados (Chandler *et al.*, 2020; Page *et al.*, 2021), além de criação de periódicos científicos especializados em publicação de revisões – por exemplo, *Systematic Reviews (BMC)*, *Journal for Parasitology* etc.. Estes procedimentos reduzem vieses na escolha de artigos, bem como tornam menos subjetiva a interpretação das evidências, além de garantir a reprodutibilidade da revisão.

2.2.2 Protocolos para extração de dados de estudos primários

Em revisões sistemáticas, o uso de protocolos adequados para extração das informações disponibilizadas nos estudos primários é tão fundamental quanto o rigor metodológico empregado em um estudo laboratorial. Dessa forma, surgem grupos de pesquisa especializados em construção de diretrizes que visem uniformizar a forma como revisões sistemáticas são concebidas. Estudos primários, neste contexto, referem-se às pesquisas originais conduzidas de forma independente, seja experimental, observacional ou clínica, que constituem a base de evidências para a revisão sistemática

(Gopalakrishnan; Ganeshkumar, 2013). São esses estudos que fornecem os dados primários que serão analisados e sintetizados de maneira sistemática.

Um dos destaques na formação de boas práticas em revisões sistemáticas é a iniciativa Cochrane, voltada para o auxílio de formuladores de políticas e organizações internacionais, como a Organização Mundial da Saúde (OMS) (Chandler *et al.*, 2020). Periodicamente, o grupo disponibiliza um manual para planejamento e elaboração de revisões sistemáticas (Higgins; Thomas, 2022). Além disso, conta com uma biblioteca online de artigos com essa temática, bem como uma coleção de resumos destes trabalhos, onde eles são elaborados para atender ao público menos especializado.

Outro método de diretrizes utilizado na padronização de revisões sistemáticas, que foi proposto inicialmente em 2005, é o PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Galvão; Pansani; Harrad, 2015). A origem desta recomendação foi baseada em melhorias de outra diretriz de 1996, chamada de Declaração QUOROM (Quality of Reporting of Meta-Analyse) (Moher *et al.*, 1994, 2009). Assim como a recomendação Cochrane, o protocolo PRISMA é atualizado periodicamente, com sua atualização mais recente em 2021, onde o principal objetivo consiste em que, a partir da adoção deste protocolo, torne-se possível que o leitor seja capaz de avaliar a adequação dos métodos e confiabilidade das informações providas por revisões (Page *et al.*, 2021). Além disso, existem diferentes extensões do protocolo PRISMA que podem ser adaptadas para diferentes linhas de pesquisas (McInnes *et al.*, 2018; Stewart *et al.*, 2015; Wang *et al.*, 2019; Welch *et al.*, 2012; Zorzela *et al.*, 2016). Com o avanço de pesquisas em revisão sistemática sobre ecologia, evolução e biologia em geral, o protocolo PRISMA também foi adaptado para atender tal demanda com o PRISMA-EcoEvo (O'Dea *et al.*, 2021). A lista de recomendações busca a melhoria no método de revisão atendendo às especificações do campo de estudo.

2.3 META-ANÁLISE

2.3.1 Histórico da meta-análise

A meta-análise é considerada uma forma de compilar uma série de estudos empíricos sobre determinados temas, e trata-se de um processo quantitativo de síntese científica (Koricheva; Gurevitch, 2013; Nakagawa *et al.*, 2015). De acordo com um dos

criadores do termo meta-análise, Gene Glass, pode ser definida como uma “análise de análises” (Glass, 1976). Nessa perspectiva, estudos primários são as unidades de análise de uma meta-análise (Harrer *et al.*, 2021).

As primeiras pesquisas do gênero remetem ao início do século XX, mais especificamente a uma pesquisa intitulada “Report on Certain Enteric Fever Inoculation Statistics”, publicada pelo estatístico Karl Pearson (Pearson, 1904). Nesse estudo, para avaliar a mortalidade de soldados britânicos acometidos pela febre tifoide, Pearson agrupou dados de múltiplos trabalhos em um estudo central, elaborando uma medida única de efeito (Pearson, 1904). A partir disso, outros pesquisadores adotaram a técnica de análise de múltiplos estudos, tais como Ronald Fisher no ano de 1937, analisando estudos agrícolas, e William Cochran, no ano seguinte, que aplicou o método em trabalhos médicos (O’Rourke, 2007).

As ciências médicas e sociais foram as grandes impulsionadoras da meta-análise. Gene Glass e Mary Smith buscaram avaliar a eficácia da psicoterapia, combinando os resultados de 375 artigos através da utilização de diferença média padronizada entre cada trabalho (Smith; Glass, 1977). Smith e Glass (1977) constataram que através da combinação de todos os artigos, mesmo com aqueles com resultados contrários (*resultados negativos*), a psicoterapia é eficaz. Outro estudo pioneiro na meta-análise foi a demonstração de que, enquanto medida profilática para ataques cardíacos, a aspirina possui um efeito pequeno, mas que é clínica e estatisticamente significativo (Elwood, 2006; Peto; Parish, 1980).

Ao longo da história da meta-análise, mesmo com toda a sua utilidade como mecanismo de síntese científica, a mesma não foi isenta de críticas (Gurevitch *et al.*, 2018). O próprio trabalho de Smith e Glass (1977) foi duramente criticado, sendo caracterizado como um “exercício de mega bobagens” (Eysenck, 1978). Outra crítica comum é sobre o número crescente de pesquisas produzidas, e com isso, alguns tópicos são super explorados gerando pesquisas redundantes (Ioannidis, 2016). A própria qualidade de algumas meta-análises é fonte de críticas, por exemplo, devido a erros metodológicos, como por exemplo a não clareza sobre o processo de busca de artigos primários ou ainda erros durante análises estatísticas (Harrer *et al.*, 2021). Com isso, uma série de revisões busca uniformizar a forma como tais pesquisas são produzidas

(Harrer *et al.*, 2021; Koricheva; Gurevitch; Mengersen, 2013; Nakagawa *et al.*, 2015; Nakagawa; Santos, 2012).

2.3.2 Tamanho de efeito

A métrica central de uma meta-análise é o tamanho de efeito, com ela sendo a possibilitadora do desenvolvimento moderno de tal tipo de pesquisa (Rosenberg; Rothstein; Gurevitch, 2013). A sua definição remete a um método estatístico que permite que resultados de diferentes estudos sejam comparados (Rosenberg; Rothstein; Gurevitch, 2013). O tamanho do efeito é uma métrica que possibilita quantificar a relação entre elementos, revelando a magnitude dessa relação e indicando qual dos elementos é mais impactado por esse efeito (Sullivan; Feinn, 2012). Em termos simples, o tamanho de efeito ajuda a entender o quanto uma intervenção, um tratamento ou uma relação entre variáveis é substancial ou relevante. Tamanhos de efeito podem se basear em comparações de médias (e.g., tratamento *vs.* controle), correlação/relação entre duas variáveis, tabelas de contingência 2 x 2, *etc.* (Borenstein *et al.*, 2009). Recomenda-se que os autores incluam a informação sobre o tamanho do efeito em seus estudos, como um complemento essencial para testes de hipóteses (Nakagawa; Cuthill, 2007). Isso se deve ao fato de que alguns testes de hipóteses, como testes de significância estatística, por si só, não oferecem informações sobre a magnitude do efeito observado em uma descoberta, nem mesmo sua precisão, devido à ausência de intervalos de confiança (Nakagawa; Cuthill, 2007). Com isso, um resultado estatisticamente significativo não implica em que haja um efeito de magnitude biologicamente relevante. Portanto, é crucial que se reporte os tamanhos de efeito e não somente o tradicional valor de *p*.

A simbologia matemática do tamanho de efeito real pode ser dada por θ , onde o pesquisador calcula apenas uma estimativa do efeito real em sua pesquisa, ou tamanho de efeito observado (Harrer *et al.*, 2021). Isso ocorre devido aos erros amostrais presentes no estudo e em função da análise ser baseada em apenas uma amostra da população (Harrer *et al.*, 2021). Os metanalistas contam com diferentes softwares, pacotes de programação em linguagem R e bibliografias com fórmulas para cálculo dos diferentes tipos de tamanho de efeito (Espírito Santo; Daniel, 2017; Harrer *et al.*, 2021; Koricheva; Gurevitch; Mengersen, 2013; Nakagawa; Santos, 2012; Viechtbauer, 2010). Na Figura 2, é feita a representação por meio de um gráfico do tipo *forest plot*, onde

diversos tamanhos de efeito hipotéticos são acompanhados pelos seus respectivos intervalos de confiança de 95%.

Em estudos ixodológicos, a escolha da medida de tamanho de efeito dependerá da natureza do estudo, do desenho da pesquisa e das variáveis envolvidas. Por exemplo, em estudos de caso-controle, o risco relativo (*Odds Ratio*) pode ser empregado para avaliar a força da associação entre a presença de carrapatos e a incidência de doenças em humanos ou animais. Já a razão de prevalência pode ser utilizada em estudos para analisar a associação entre variáveis independentes e a prevalência de condições relacionadas a carrapatos. Em estudos experimentais, a diferença média pode ser empregada para avaliar mudanças médias entre grupos em relação a variáveis específicas, como a contagem de carrapatos antes e depois de intervenções. Para maiores detalhes sobre o cálculo desses tamanhos de efeito, veja Nakagawa; Cuthill (2007) e Rosenberg; Rothstein; Gurevitch, (2013).

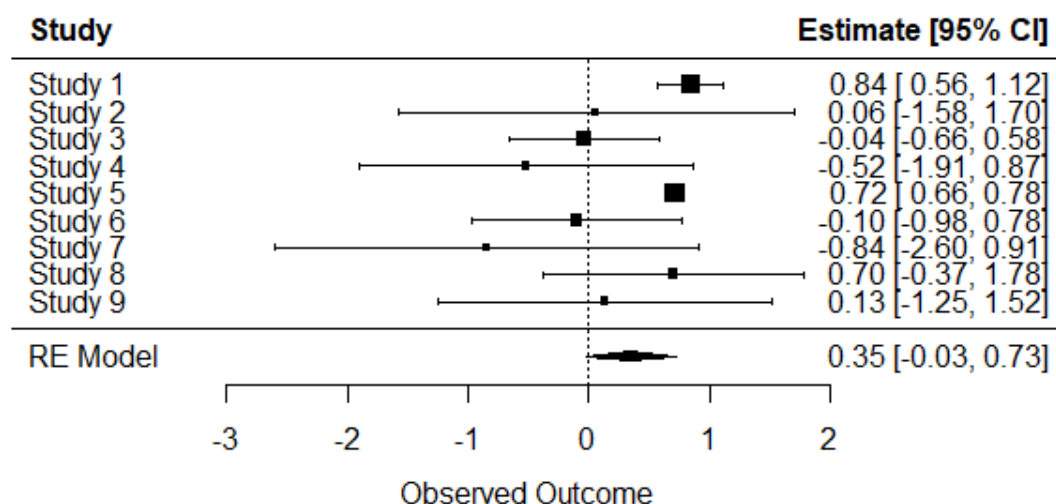


Figura 2: Forest Plot representando os tamanhos de efeito estimados de vários estudos. Cada linha vertical indica o tamanho de efeito de um estudo, com a posição horizontal representando a estimativa pontual e a extensão horizontal indicando o intervalo de confiança de 95%. O tamanho dos pontos ao longo da linha vertical reflete a precisão do estudo, sendo que pontos maiores indicam maior precisão. A linha vertical de referência ajuda a avaliar a significância estatística das estimativas. Estudos são identificados ao longo do eixo vertical e o valor final estimado para o conjunto de estudos são destacados. O tamanho de efeito comum a todos os estudos é representado pelo losango.

2.3.3 Heterogeneidade entre tamanhos de efeito

Quando se busca encontrar uma tendência geral dos dados extraídos de múltiplos estudos, espera-se que os mesmos apresentem algum espectro de diferenças entre si, chamado de heterogeneidade entre tamanhos de efeito (Nakagawa; Santos, 2012). A heterogeneidade não deve ser considerada apenas como um efeito de variação entre tamanhos de efeito, mas sim caracterizada e identificada ao se desenvolver uma meta-análise (Mengersen *et al.*, 2013). Isso é necessário, pois caracterizar a natureza da heterogeneidade dos dados possibilita uma interpretação adequada do tamanho de efeito médio obtido através da agregação dos múltiplos tamanhos de efeito obtidos durante o processo de revisão (Linden; Hönekopp, 2021).

A heterogeneidade, segundo alguns autores, tem origens diversas. Uma delas decorre do *design* da pesquisa, já que a meta-análise pode englobar estudos que analisaram populações muito distintas entre si (Rücker *et al.*, 2008). Para evitar esse cenário inicial, pode-se incorporar na meta-análise estudos com abordagens metodológicas semelhantes. Entretanto, se o revisor estiver interessado em realizar uma análise que compare grupos de populações distintas, há modelos específicos que podem lidar com essa situação. A seção 2.3.5 destaca esses modelos, oferecendo estratégias para lidar eficazmente com diversas fontes de heterogeneidade.

Existe também a heterogeneidade estatística, que é influenciada pela precisão das estimativas do tamanho de efeito, onde a variabilidade nos resultados dos estudos pode ser influenciada pela precisão das medidas usadas para avaliar o impacto de algo (Harrer *et al.*, 2021). Para aprimorar a confiabilidade das estimativas, pode-se ampliar o tamanho da amostra nos estudos individuais ou incorporar estudos replicados. Além disso, a qualidade dos estudos desempenha um papel crucial na precisão (Higgins; Thomas, 2022). Ao se avaliar e considerar a qualidade metodológica dos estudos incluídos na meta-análise, é possível melhorar a confiabilidade das estimativas, ao garantir que apenas estudos metodologicamente sólidos sejam incluídos na análise (Higgins; Thomas, 2022). Outra estratégia é a realização de análises de sensibilidade. Essas análises permitem testar como diferentes critérios ou exclusões podem influenciar os resultados da meta-análise (Higgins; Thomas, 2022).

Outro método para lidar com a heterogeneidade é a análise de subgrupos. Os subgrupos não resolvem diretamente o problema da precisão das estimativas do tamanho de efeito, mas podem ajudar a lidar com a heterogeneidade estatística, onde os tamanhos de efeito são agrupados com base em características específicas, permitindo uma análise mais detalhada da heterogeneidade (Harrer *et al.*, 2021). Ao investigar se os achados sobre determinados temas são heterogêneos, os autores da meta-análise podem definir subgrupos, analisando se essa heterogeneidade entre tamanhos de efeito é capaz de formar categorias distintas nos resultados, facilitando a compreensão das diferenças observadas (Borenstein; Higgins, 2013).

Diante da necessidade de se caracterizar a heterogeneidade, diversas formas de mensuração são propostas, utilizando métricas influenciadas pelos tamanhos amostrais dos estudos ou não, e escalas com valores absolutos ou dados em porcentagem (Tabela 1).

Tabela 1: Descrição de métricas estatísticas para mensuração de heterogeneidade, destacando suas faixas de valores e como respondem ao tamanho amostral. Enfatizando a sensibilidade dessas métricas às variações no tamanho da amostra (adaptado de RÜCKER et al., 2008).

Métrica*	Valores possíveis	Aumento de valores de acordo com o tamanho amostral do estudo	Precisão influenciada pelo tamanho amostral dos estudos
Q	$[0, \infty)$	Sim	Sim
I^2	$[0, 100\%]$	Não	Sim
τ, τ^2	$[0, \infty)$	Não	Não
H, H^2	$[1, \infty)$	Não	Sim
R, R^2	$[1, \infty)$	Não	Sim

* Nome das métricas – Q : Q de Cochran; I^2 : proporção da variação total nas estimativas do estudo que se deve à heterogeneidade; τ, τ^2 : variância dos tamanhos de efeito e desvio padrão dos tamanhos de efeito, respectivamente; H, H^2 : razão da variação observada, medida por Q e a variância esperada devido ao erro amostral; R : razão entre o erro padrão da média subjacente de uma meta-análise de efeitos aleatórios e o erro padrão de uma estimativa meta-analítica de efeito fixo.

2.3.4 Viés de publicação

Em revisões sistemáticas, uma busca sistemática da literatura sobre o tema a ser revisado deve ser realizada, de forma que a partir dos critérios preestabelecidos, o autor da revisão busque as fontes literárias que atendam tais critérios (Petticrew; Roberts, 2006). Todavia, não é esperado que o revisor seja capaz de incluir os resultados de

todos os estudos já desenvolvidos. Isso ocorre devido ao chamado viés de publicação, visto que apenas determinados resultados de estudos são publicados, enquanto outros não são, criando uma distorção nos tamanhos de efeito considerados em uma meta-análise (Jennions *et al.*, 2013). Isto é causado em parte pelo chamado “problema da gaveta de artigos”, onde resultados não significativos estatisticamente ($p > 0,05$) não são publicados (Rosenthal, 1979). Com isso, o viés pode distorcer a compreensão geral de um fenômeno ou intervenção, uma vez que a literatura científica pode acabar superestimando a magnitude dos efeitos observados (Dwan *et al.*, 2013)

Há estratégias desenvolvidas para enfrentar o viés de publicação, abrangendo desde o registro prévio de protocolos de pesquisa até a promoção de práticas de revisão por pares transparentes e imparciais, incluindo o compartilhamento de dados. No entanto, é importante reconhecer que alguns obstáculos são impostos pelos próprios autores. Em uma revisão destinada a avaliar a conformidade com declarações de compartilhamento de dados em publicações, observou-se que muitos pesquisadores, de fato, não compartilham os seus dados (Gabelica; Bojčić; Puljak, 2022). Gabelica *et al.* (2022) analisaram 3566 artigos, identificando que em 42% os autores afirmavam que os dados poderiam ser disponibilizados a terceiros mediante solicitação razoável. Contudo, após solicitação dos dados, apenas 6,8% das solicitações foram atendidas (Gabelica; Bojčić; Puljak, 2022). Na Ixodologia, alguns autores propõem padronização na forma como seus dados são publicados (Estrada-Peña *et al.*, 2021). Com isso, espera-se maior elucidação quanto às relações entre patógenos, carrapatos e seus hospedeiros, de forma a possibilitar integração entre múltiplas pesquisas (Estrada-Peña *et al.*, 2021).

Existem métodos para detecção e ajuste de viés de publicação. No entanto, o pesquisador deve estar ciente que nenhum método será totalmente eficaz para ajuste ou detecção, visto que para uma solução duradoura é necessário que as práticas de publicação sejam revistas (Koricheva; Gurevitch; Mengersen, 2013). Em meta-análises, existem métodos visuais e estatísticos para identificação de viés de publicação, como o gráfico de funil (Figura 3), através do qual estimativas do tamanho de efeito são correlacionadas à sua respectiva precisão, ou o método de correlação de classificação e teste de Egger (Nakagawa; Santos, 2012).

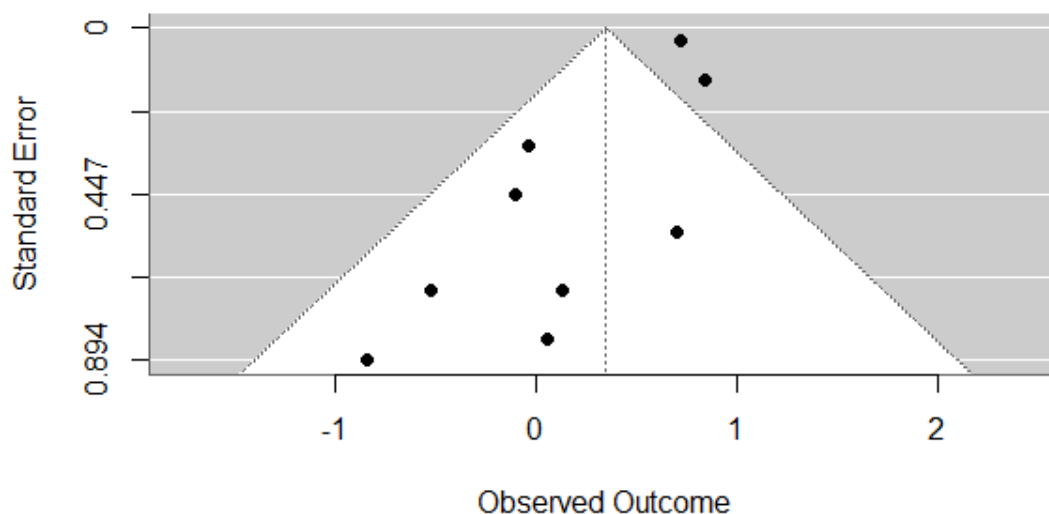


Figura 3: Gráfico tipo funil, exibindo a assimetria na distribuição dos tamanhos de efeito estimados de vários estudos incluídos na meta-análise. Cada ponto representa um tamanho de efeito. A simetria esperada é representada pela forma de funil, onde estudos com tamanho amostral maior (mais precisos) devem se agrupar mais próximos do valor médio. A ausência de simetria pode sugerir viés de publicação ou outras fontes de heterogeneidade.

2.3.4.1 Literatura cinzenta

Existem formas de se lidar com o viés de publicação. Apesar do “problema de gaveta de artigos”, é possível acessar materiais promissores não publicados. Está cada vez mais comum a inclusão da chamada *literatura cinzenta* em meta-análises (Harrer *et al.*, 2021). A literatura cinzenta é definida como aquela não vinculada à publicação revisada por pares, constituindo-se em dados referentes a ensaios clínicos, artigos pré-impresos, conferências, teses, relatórios de pesquisa, entre outros (Rothstein; Hopewell, 2009). A inclusão de literatura cinzenta em revisões sistemáticas pode ampliar o escopo da revisão para estudos mais relevantes, proporcionando assim uma visão mais completa de todas as evidências disponíveis (Mahood; Van Eerd; Irvin, 2014). Contudo, ao utilizar a literatura cinzenta, é necessário cautela, pois a qualidade dos documentos pode variar bastante, dada a comum ausência de revisão por pares. A dificuldade de acesso e a falta de metadados detalhados complicam a avaliação da confiabilidade das informações. Para uma utilização confiável da literatura cinzenta, é

essencial exercer um pensamento crítico, considerar o contexto de produção e complementar as informações com fontes mais convencionais.

2.3.5 Modelos metanalíticos

Para execução de meta-análises, basicamente são considerados três modelos estatísticos metanalíticos para estimar um efeito geral dos estudos incluídos na revisão (Nakagawa *et al.*, 2017). Esses modelos são: (i) modelos de efeito fixo; (ii) modelos de efeitos aleatórios; e, (iii) modelos multiníveis ou hierárquicos. Esses modelos são partes fundamentais da execução de uma meta-análise pois é devido a eles que se torna possível descrever as estimativas encontradas e as fontes de variação (Mengersen *et al.*, 2013).

Em meta-análises de efeito fixo ou aleatórios, cada estudo contribui com apenas um tamanho de efeito (Borenstein *et al.*, 2010; Nakagawa *et al.*, 2017). Em ambos os modelos, todos os tamanhos de efeito seguem a premissa de serem independentes (Nakagawa *et al.*, 2017). No caso de modelos de efeito fixo, o tamanho de efeito geral dos estudos varia em função de diferenças amostrais, ou seja, todos os estudos compartilham de uma média geral, com a premissa de que os dados advêm de uma mesma população (Nakagawa *et al.*, 2017). Dessa forma, esse modelo não é recomendado para considerável parte dos estudos biológicos, visto que muitas vezes estudos em Biologia lidam com mais de uma população de uma mesma espécie, com mais de uma espécie e com inúmeras fontes de variação dos dados.

Para estudos que seguem o modelo de efeito aleatório, a premissa de que todos os estudos são baseados em uma mesma população é descartada (Nakagawa *et al.*, 2017). Assume-se que existe uma distribuição de efeitos verdadeiros entre os estudos (Borenstein *et al.*, 2010). Contudo, ao optar por modelos de efeitos aleatórios, os pesquisadores enfrentam o desafio de quantificar a variabilidade entre os estudos, incorporando a consideração da heterogeneidade (Borenstein *et al.*, 2010).

Em meta-análises biológicas, diversos fatores contribuem para a não independência dos dados, como a coleta de informações de maneira inter-relacionada, a presença de dependência filogenética em estudos envolvendo múltiplas espécies, e diversas outras fontes de interdependência entre os dados (Nakagawa *et al.*, 2017;

Nakagawa; Santos, 2012). Sendo assim, modelos multiníveis são indicados para meta-análises biológicas. Os modelos multiníveis consideram tais fatores de não independência dos dados e permitem que os estudos que compõem a meta-análise contribuam com mais de um tamanho de efeito (Nakagawa *et al.*, 2017). Com isso, esses *níveis* incluídos no modelo podem ser referentes a espécies distintas, relações filogenéticas, identidade do ambiente de coleta, idade das espécies, tipo de método de coleta, etc.

2.4 REVISÕES SISTEMÁTICAS EM IXODOLOGIA

Como vetores de agentes patogênicos, os carrapatos são objetos de estudo críticos para o controle de doenças transmitidas por esses artrópodes. Revisões em Ixodologia oferecem uma síntese de evidências, permitindo uma visão abrangente das relações entre carrapatos, hospedeiros, ambiente e patógenos. Além disso, essas revisões ajudam a identificar lacunas no conhecimento, direcionando a pesquisa para áreas específicas que necessitam de maior exploração. Uma parte considerável das revisões publicadas buscaram entender o papel de parasitos ou patógenos sobre o organismo hospedeiro, como por exemplo, a caracterização de receptores de reconhecimento de padrão presentes em células de hospedeiros vertebrados para entender como organismos identificam antígenos (Akira; Uematsu; Takeuchi, 2006). Outros pesquisadores dedicaram seus esforços à perspectiva de tratamento de doenças causadas por agentes etiológicos transmitidos por vetores (Croft; Sundar; Fairlamb, 2006), ou à resistência dos medicamentos a doenças (Chopra; Roberts, 2001). Além disso, há estudos voltados para o entendimento do impacto de mudanças climáticas sobre a saúde humana, risco de exposição a novos agentes infecciosos e proliferação de vetores (Daszak; Cunningham; Hyatt, 2000; Tylianakis *et al.*, 2008). A relação das áreas de pesquisa e de países que mais publicam revisões em Ixodologia é apresentada na figura 4.

Ao consultar a base de periódicos *Scopus* em 30 de janeiro de 2024, limitando os resultados até o ano de 2023, encontramos 38940 artigos do tipo “revisão” publicados com o termo “parasit*”. Destes, 2.635 artigos incluíam a palavra “tick” em seus títulos, palavras-chave ou resumos. O primeiro artigo de revisão registrado sobre parasitologia é de 1908, tratando sobre o uso de controle biológico de pragas (Woodworth, 1908). Desde então, a forma como revisões são conduzidas passou por inúmeras reformulações para alcançar o status de um método científico consolidado, conforme demonstrado na seção anterior. Em relação à origem dos autores das revisões, é possível observar que os trabalhos estão concentrados em alguns países. Dentre os dez países com mais publicações, oito pertencem à Europa Ocidental ou à América do Norte. Destaque-se que os Estados Unidos (849 publicações) apresentaram quase três vezes mais publicações que o segundo país, Reino Unido (296 publicações) (Scopus, 2023). Ao analisar as subáreas presentes nessas publicações na área de Ixodologia, observou-se que algumas delas apresentaram maiores concentrações de trabalhos publicados. Trabalhos no campo da medicina, imunologia e microbiologia associados a carrapatos

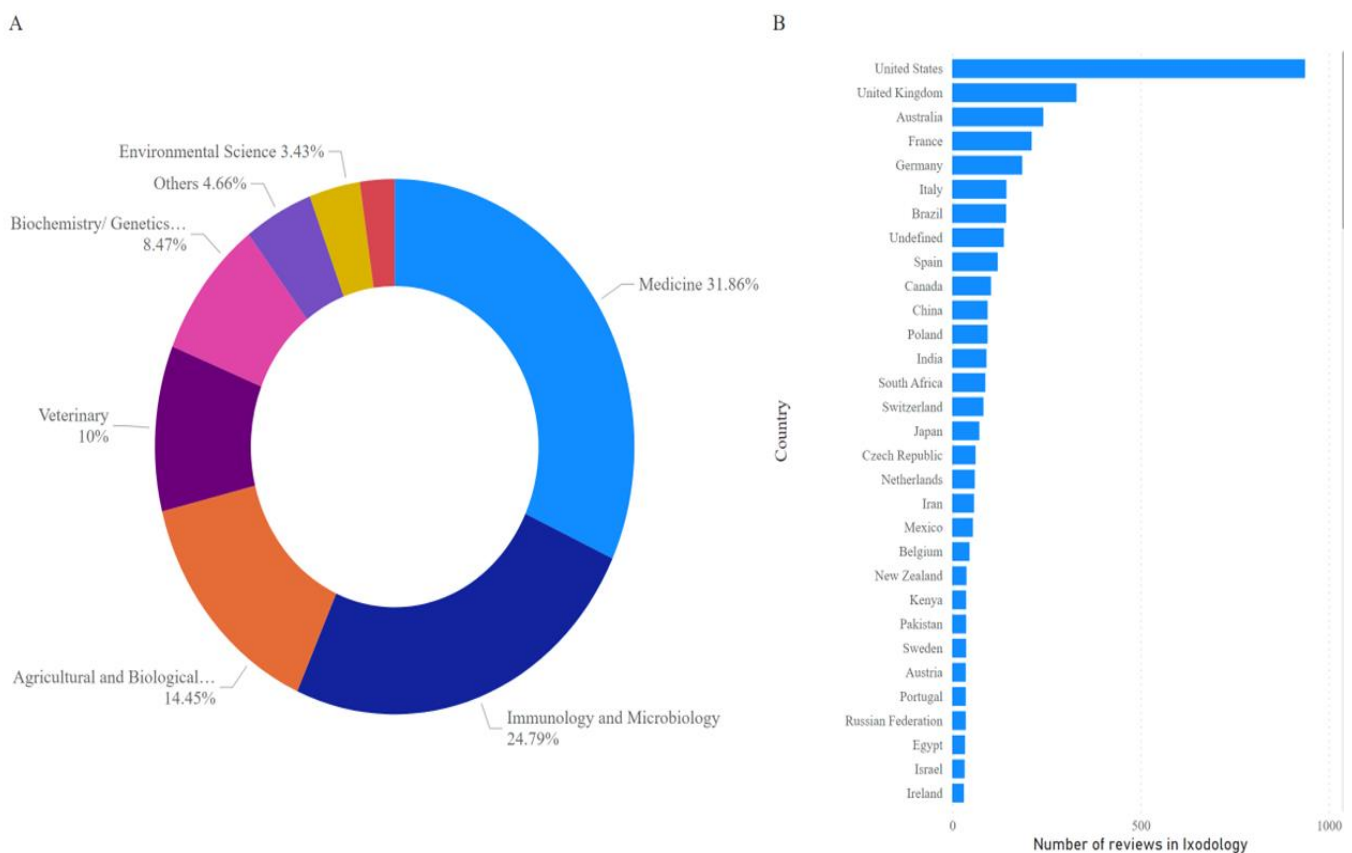


Figura 4: A – principais áreas de concentração das revisões em Ixodologia; B- Países com mais revisões publicadas. Dados obtidos através de consulta à base de dados Scopus. Consulta em 25-01-2024.

foram os mais frequentes, seguidos dos estudos listados junto ao campo das ciências agrárias e biológicas.

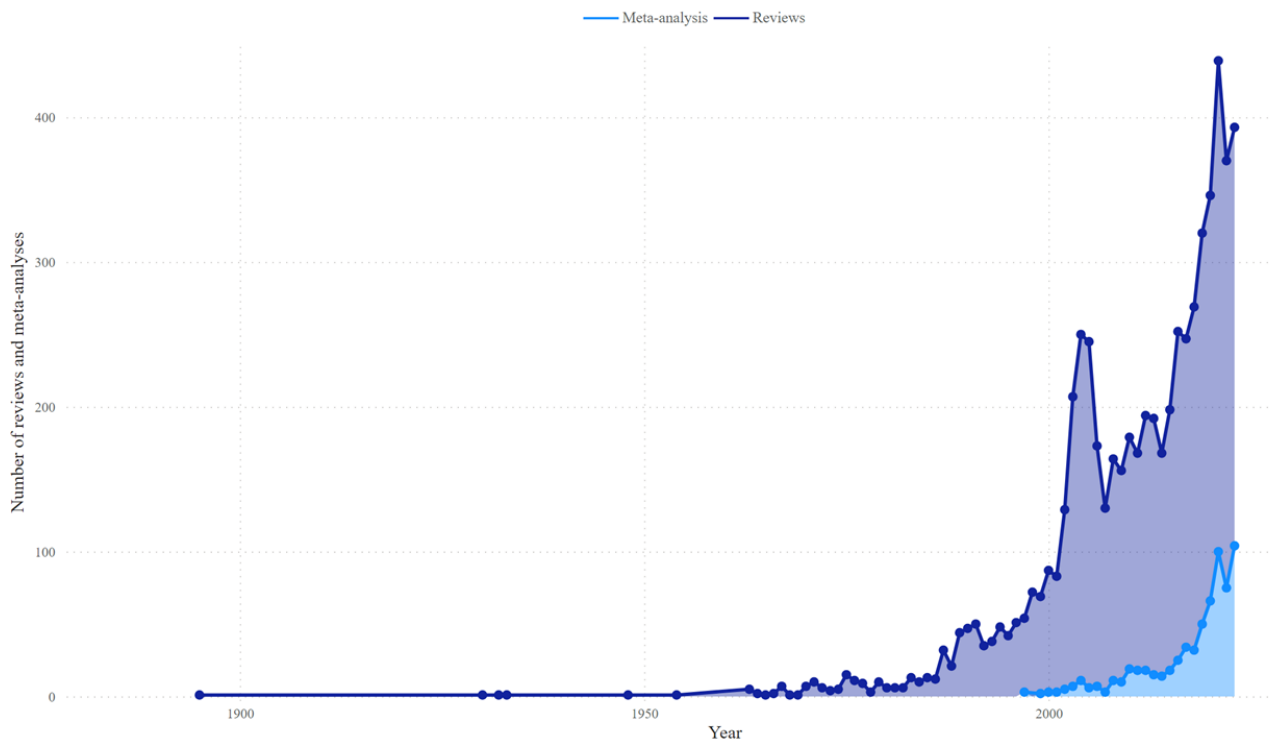
Em relação ao perfil histórico das publicações, uma das primeiras revisões sobre o tema é sobre a possibilidade de marcação de carrapatos por radioisótopos com a finalidade de realizar estudos futuros sobre a sua capacidade de dispersão (Jenkins, 1954). Com o avançar dos anos, as revisões com mais citações reuniram dados sobre os agentes etiológicos transmitidos por carrapatos, ou ainda, sobre as perspectivas de prevenção a tais parasitos (Dantas-Torres; Chomel; Otranto, 2012b; Parola; Raoult, 2001). Foram listadas as espécies de importância sanitária com seus respectivos agentes etiológicos, bem como métodos de diagnósticos de doenças transmitidas por carrapatos; além disso, foram apontados prejuízos financeiros causados direta ou indiretamente por estes parasitos (Jongejan; Uilenberg, 2004; Rodino; Theel; Pritt, 2020).

Revisões sobre obtenção de substâncias que visem o controle destes parasitos também tiveram sua demanda aumentada ao longo do tempo. No entanto, observou-se que parte dos produtos disponíveis atualmente é considerada ineficiente, visto que carrapatos já apresentam resistência a várias substâncias comercializadas (Obaid *et al.*, 2022).

Com foco estritamente ecológico estão revisões que abordam listagem (*checklists*) de hospedeiros com registro de parasitismo, dinâmica sazonal, e estudos sobre a relação dos carrapatos com agentes infecciosos (Altizer *et al.*, 2006; de Paula *et al.*, 2022; Guglielmone; Nava, 2010; Jongejan; Uilenberg, 2004).

Em geral, as publicações de revisões sobre carrapatos tendem a assumir uma abordagem predominantemente qualitativa. O foco principal desses estudos reside na descrição de resultados provenientes de artigos ou compilações de descobertas, como no caso de *checklists*. Ao restringir nossa busca por revisões quantitativas, incluímos uma busca com os termos “ticks” e “meta-analysis”, onde obtemos 206 registros. Os primeiros registros remontam a 1996 (Figura 4), com um trabalho sobre medidas profiláticas em relação à doença de Lyme (Warshafsky *et al.*, 1996). Na figura 5, é possível observar a evolução do número de publicações do tipo revisão e meta-análise; enquanto o primeiro tipo de revisão é datado no início do século XIX, as revisões com uso de meta-análise em Ixodologia são registradas somente ao final do século XX.

Consistente com os padrões identificados em revisões anteriores, estes registros foram predominantemente direcionados a abordar questões relacionadas à medicina (39,5% das publicações) e imunologia (23,6% das publicações). Esses resultados evidenciam que a principal ênfase desse tipo de pesquisa está centrada no âmbito da saúde. Esse enfoque destacado nessas áreas sugere um interesse significativo em compreender e



aprimorar aspectos relacionados à saúde humana e imunidade no contexto das investigações sobre carrapatos.

2.5 CONCLUSÃO

A integração mais coesa da Ixodologia com a prática de meta-análises revela-se fundamental para uma compreensão abrangente do papel dos carrapatos. É necessário equilibrar abordagens qualitativas e quantitativas para obter uma compreensão acurada. As revisões qualitativas têm sido fundamentais para disseminação de conhecimentos sobre aspectos biológicos e ecológicos desses artrópodes, enquanto as revisões quantitativas (incluindo as meta-análises) proporcionam uma análise mais objetiva e estatisticamente robusta. Meta-análises são cruciais para consolidar estes dados e

permitir generalizações mais sólidas. No entanto, é essencial fomentar a realização de estudos com desenhos mais propícios à análise quantitativa por revisores.

A maioria das revisões existentes está concentrada em áreas da saúde, indicando um foco prioritário nas implicações epidemiológicas dos carrapatos. No entanto, para uma abordagem mais abrangente, é crucial cobrir outras áreas importantes como a ecologia e biodiversidade dos carrapatos, bem como sua relação com setores da saúde animal, considerar fatores ambientais e mudanças climáticas. Ampliar as áreas de pesquisa na Ixodologia não apenas enriqueceria nossa compreensão do papel dos carrapatos em diversos contextos, mas também promoveria a elaboração de estratégias mais abrangentes para prevenção e controle de doenças que acometam humanos e animais.

Assim, torna-se necessário que novos metanalistas sejam formados na área de Ixodologia, pois este processo é essencial para alcançar condições mais avançadas no estudo dos carrapatos, não apenas valorizando, mas também impulsionando a pesquisa nesta área vital, preparando-nos para enfrentar desafios emergentes de forma mais informada e eficaz.

3 CAPÍTULO II

3 Distribuição sazonal de carrapatos do gênero *Amblyomma* na região Neotropical: uma abordagem meta-analítica

RESUMO

NASCIMENTO, Rafael Moreira. **Capítulo II: Distribuição sazonal de carrapatos do gênero *Amblyomma* na região Neotropical: uma abordagem meta-analítica.** 2024. 99f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) – Instituto de Veterinária, Departamento de Parasitologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2024

Neste estudo, realizamos uma análise detalhada da sazonalidade dos carrapatos do gênero *Amblyomma* na região Neotropical por meio de uma meta-análise. Nosso objetivo foi identificar padrões temporais e fatores que influenciam a sazonalidade desses ectoparasitos, considerando diferentes estágios do ciclo de vida para proporcionar uma compreensão abrangente sobre as dinâmicas populacionais desse grupo. Para isso, realizamos uma revisão sistemática em bases de dados como *Scopus* e *Web of Science*. Foram incluídos em nossa triagem os estudos que abordassem a prevalência, abundância ou sazonalidade de carrapatos do gênero *Amblyomma* na região Neotropical. Modelos metanalítico multinível foram utilizados, controlando-se a dependência filogenética. Nossos resultados revelaram que a sazonalidade dos estágios de vida dos carrapatos do gênero *Amblyomma* apresenta padrões distintos entre larvas, ninfas e adultos. Durante a estação seca, as larvas e ninfas têm maior ocorrência, enquanto os adultos predominam na estação chuvosa. Observamos também variações na ocorrência sazonal no nível de espécies, o que indica que a dinâmica sazonal de *Amblyomma* na região Neotropical é influenciada por condições específicas. Esta análise reforça a importância de compreender a sazonalidade dos carrapatos do gênero *Amblyomma*, destacando a complexidade e variabilidade desses padrões. Os dados obtidos não só contribuem para a base de conhecimento científico sobre como esses ectoparasitos se distribuem geográfica e temporalmente, mas também fornecem subsídios para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes de controle e prevenção de doenças transmitidas por carrapatos. A continuidade de estudos nessa área é crucial

para aprimorar nossa compreensão dos fatores que influenciam a dinâmica populacional desses parasitos e para a implementação de medidas de saúde pública mais efetivas.

Palavras-chave: Dinâmica populacional; ectoparasitos; fenologia; revisão sistemática.

3.1 INTRODUÇÃO

A sazonalidade em ecologia refere-se aos padrões recorrentes e previsíveis de variação temporal em características biológicas, processos e interações dentro de um ecossistema, que estão associados a mudanças cíclicas em fatores ambientais (Post; Forchhammer, 2007; Visser; Both, 2005). Esses fatores ambientais podem incluir variações na temperatura, disponibilidade de água, intensidade da luz solar, duração do dia, nutrientes, entre outros (Visser; Both, 2005). A sazonalidade desempenha um papel fundamental na estruturação dos ecossistemas e na regulação dos ciclos de vida das espécies. Ela influencia uma ampla gama de processos ecológicos, como a reprodução, migração, crescimento, dormência, hibernação, floração e frutificação (Parmesan, 2007).

Os ciclos sazonais são especialmente pronunciados em regiões com estações distintas, como as áreas temperadas, onde as mudanças entre as estações são marcantes (Bronson, 2009). No entanto, mesmo em regiões tropicais, onde a variação de temperatura é menos pronunciada, outros fatores, como precipitação ou disponibilidade de recursos alimentares podem desencadear padrões sazonais (Bronson, 2009; Parmesan, 2007). A sazonalidade entre as estações seca e chuvosa na região Neotropical é influenciada por vários fatores e manifesta por diferentes formas. Por exemplo, no cerrado brasileiro, a estação seca é caracterizada pela baixa disponibilidade de frutas, levando redes de frugivoria a apresentar uma maior conectividade entre si, mais ligações por espécie e um maior nível de especialização (Darosci *et al.*, 2017). Já em fragmentos de Caatinga, a chuva é o fator limitante mais significativo para a floração, e os padrões fenológicos de espécies arbustivas e arbóreas são influenciados pela chuva e temperatura do ar (Ivanov *et al.*, 2022). Para apresentar um último exemplo, aves de uma floresta tropical seca no nordeste brasileiro são mais abundantes durante os períodos de seca do que durante os períodos de chuva (de Oliveira e Silva *et al.*, 2017).

Apesar das flutuações sazonais de condições abióticas serem cíclicas, ao longo dos últimos anos o planeta tem sofrido com mudanças climáticas causadas e agravadas pelo homem (Parmesan, 2007). Por exemplo, mudanças climáticas podem modificar os períodos de transmissão de parasitos e influenciar a expansão ou contração do alcance

para parasitos (Molnár *et al.*, 2013). Isto interfere diretamente na dinâmica ecológica de diferentes espécies, e, conseqüentemente, em dinâmicas ecológicas de seus parasitos. Por exemplo, por serem parasitos, carrapatos incorrem custos a seus hospedeiros e concomitantemente dependem destes, logo, interferências no ciclo de vida de um ocasionam alterações nos padrões de ocorrência do outro (Randolph, 2004, 2014; Sonenshine; Roe, 2013).

Nesse sentido, compreender as flutuações sazonais de carrapatos torna-se importante para o controle de agentes infecciosos transmitidos por estes ectoparasitos. Esse tipo de informação está disponível por exemplo para algumas espécies do gênero *Amblyomma*, que ocorre na região Neotropical. Há estudos diversos sobre a fenologia de *Amblyomma* durante a fase de vida livre (Dantas-Torres *et al.*, 2021; de Paula *et al.*, 2021; Forero-Becerra *et al.*, 2022; Pinheiro *et al.*, 2014; Suzin *et al.*, 2020; Szabó *et al.*, 2009, 2007), com enfoque em espécies de importância zoonótica, tais como *A. sculptum*, *A. ovale* e *A. aureolatum*, que são importantes vetores de *Rickettsia rickettsii*, o agente causador da febre maculosa brasileira (Szabó; Pinter; Labruna, 2013). No geral, observa-se que imaturos em algumas espécies de *Amblyomma* apresentam picos de infestação durante a estação seca, enquanto adultos ocorrem em maior quantidade durante a estação chuvosa (de Paula *et al.*, 2022; Guglielmone *et al.*, 1990; Labruna; Terassini; Camargo, 2009). Já em trabalhos que investigam essas espécies durante a fase parasitária, encontra-se resultados diversos (Fecchio *et al.*, 2021; Serpa *et al.*, 2021). Por exemplo, *A. rotundatum* não apresenta padrões sazonais no bioma Caatinga (de Oliveira *et al.*, 2018), mas apresenta sazonalidade marcada no bioma Cerrado (Luz; Faccini; da Silva, 2015).

Embora estudos sobre a sazonalidade de carrapatos sejam abundantes na literatura (Fecchio *et al.*, 2021; Forero-Becerra *et al.*, 2022; Labruna; Terassini; Camargo, 2009; Oda *et al.*, 2018; Szabó *et al.*, 2020), ainda existe a necessidade de se realizar pesquisas abrangentes que sumerizem esses dados. A meta-análise aqui proposta visa aprofundar nosso conhecimento sobre os padrões sazonais dos carrapatos do gênero *Amblyomma* na região Neotropical. Ao consolidar dados existentes, a pesquisa busca identificar padrões temporais e fatores ambientais influenciadores na sazonalidade desses ectoparasitos. Além disso, a análise abordará diferentes estágios do ciclo de vida, proporcionando uma compreensão abrangente de sua biologia. Os

resultados fornecerão informações valiosas para o desenvolvimento de estratégias eficazes de controle e prevenção de doenças transmitidas por carrapatos, contribuindo para a saúde pública. A meta-análise também poderá destacar lacunas de conhecimento, orientando futuras pesquisas e promovendo avanços na compreensão da ecologia de *Amblyomma* na região.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Coleta de dados e critérios de seleção

Uma revisão sistemática foi realizada em julho de 2021 com artigos disponibilizados nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*, com retorno de 1.995 e 1.171 títulos, respectivamente. Foram considerados trabalhos obtidos através da utilização dos termos “*Amblyomma* AND (Prevalence OR abundance OR seasonal* OR intensity)”. Nesse contexto, o “*” é um caractere utilizado como *wildcard*, ou seja, ele substitui qualquer sequência de caracteres. Para complementação do banco de dados, foram triadas teses e dissertações encontradas no “Catálogo de Teses e Dissertações” da CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Catálogo de Teses & Dissertações - CAPES, [s. d.]). Para isso, foi utilizado o termo de busca “*Amblyomma*”, com retorno de 379 teses/dissertações. Em todas as etapas para condução desta meta-análise, o protocolo PRISMA-EcoEvo (Figura 1) foi adotado (O’Dea *et al.*, 2021). Este estudo está registrado e depositado na plataforma “Open Science Framework – OSF”, um repositório de dados online (https://osf.io/5t4rw/?view_only=dfe6ff922c30404786ee1b7672d5b454).

Os critérios estabelecidos para inclusão de trabalhos na presente meta-análise são os seguintes:

- (a) A coleta de carrapatos precisava ter ocorrido na região Neotropical;
- (b) Os carrapatos deveriam ser do gênero *Amblyomma*;
- (c) O estudo precisava apresentar índices parasitológicos (Bush *et al.*, 1997) como abundância, prevalência e/ou intensidade média de carrapatos por hospedeiro (vide BUSH *et al.*, 1997);

- (d) O estudo deveria discriminar de forma clara como as estimativas dos índices parasitológicos se distribuíram temporalmente (e.g., mensalmente, por estação climática, períodos de seca e chuva etc.);
- (e) O estudo deveria fornecer uma identificação até o nível de família dos hospedeiros parasitados;
- (f) Para carrapatos coletados no ambiente, foram considerados estudos onde foram encontradas infestações naturais;
- (g) Estudos sobre infestações ambientais deveriam fornecer métodos detalhados para coleta de carrapatos;
- (h) Fornecer localização precisa ou aproximada do local de coleta. Em casos em que apenas cidade/local de coleta era informado, buscamos as coordenadas através do Google Maps.

Em cada estudo as seguintes informações foram extraídas: espécie de carrapato, estágio de vida, espécie hospedeira, coordenadas geográficas do local de captura de hospedeiros ou coleta de carrapatos no ambiente, a contagem de parasitos (abundância, prevalência e/ou intensidade média) acompanhada do desvio padrão e período de coleta (estação seca e chuvosa).

Para carrapatos coletados no ambiente informações acerca dos métodos empregados para coleta também foram extraídas e categorizadas em três classes. Arrasto de flanelas brancas por transectos onde parasitos podem ser encontrados em busca por hospedeiros (de Paula *et al.*, 2021; Nava *et al.*, 2011; Suzin *et al.*, 2020); armadilhas químicas, que atraem carrapatos (Oliveira *et al.*, 2000; Wilson *et al.*, 1972), e em alguns casos através de busca ativa por aglomerados de larvas em folhas, veja Suzin *et al.* (2020). Em casos em que a delimitação temporal dos períodos seco e chuvoso no local de estudo não era informada no artigo original, buscamos essas informações em literatura especializada sobre o clima da região. Dados reportados em forma de gráficos foram extraídos através do uso de um software que utiliza engenharia reversa de imagens de visualizações de dados para extrair os dados numéricos subjacentes (WebPlotDigitizer - Extract data from plots, images, and maps, [s. d.]).

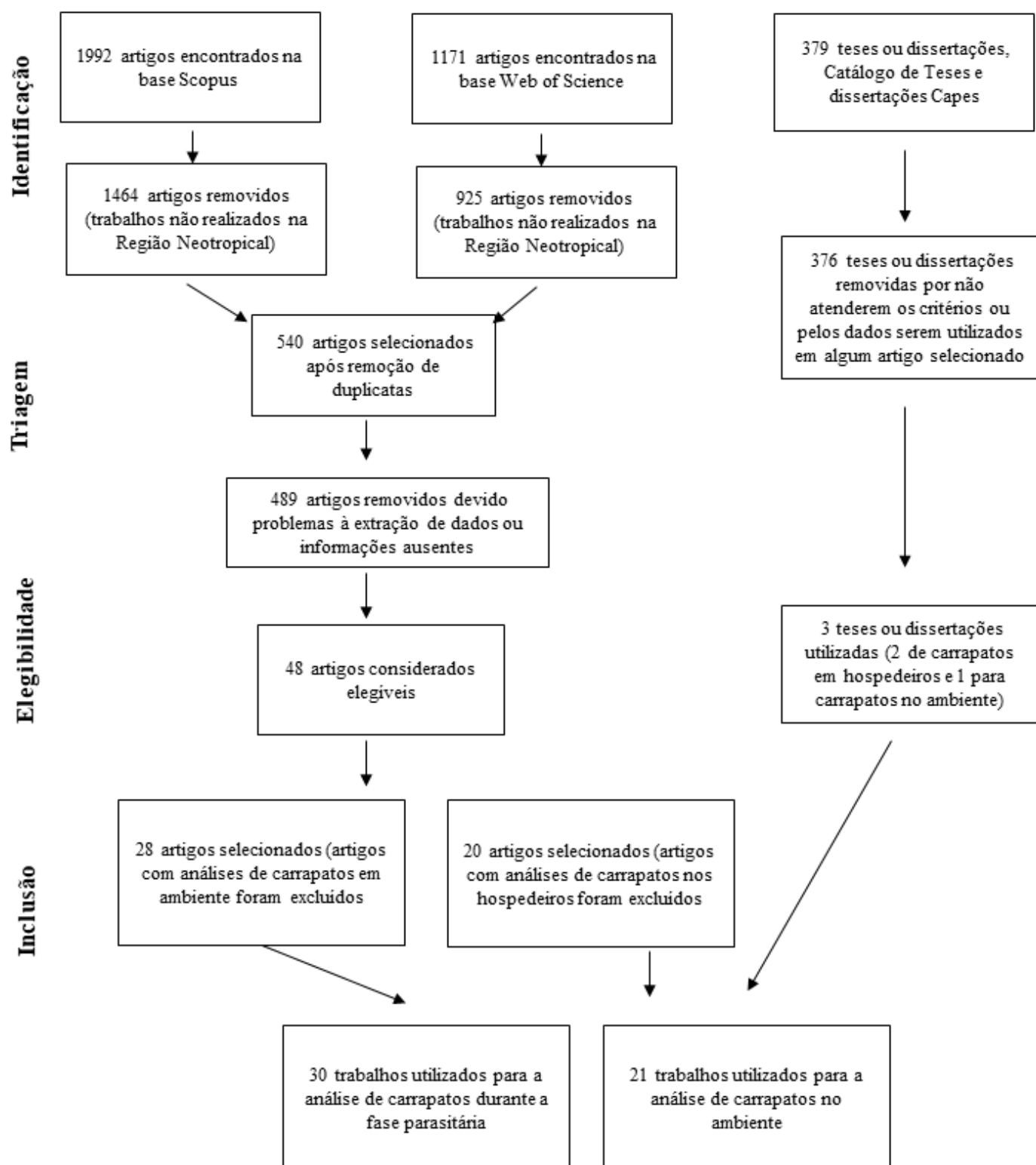


Figura 6: Protocolo PRISMA-EcoEvo, incluindo as etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos, com base em critérios pré-definidos.

3.2.2 Cálculo de tamanhos de efeito

Valores de tamanho de efeito foram estimados usando-se a função *escalc*, do pacote *metafor* (versão 3.0.2) (Viechtbauer, 2010), no software R (versão 4.0.2) (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014). Foram considerados valores de prevalência, intensidade média e abundância média de cada estágio pós-embrionário nas estações secas e chuvosas. Para os dados de carrapatos no ambiente, foi calculada a média do número de carrapatos encontrados com base na duração em horas de amostragem em cada estação. Quando essa informação não estava disponível no estudo original, buscou-se nas referências citadas no estudo primário para obtê-la. Dados de abundância foram transformados em abundância média para melhor padronização dos cálculos, seguindo Bush et al. (1997).

Para abundância média, intensidade média e carrapatos no ambiente, foi utilizada como tamanho de efeito a diferença média padronizada, o g de Hedges (HEDGES; OLKIN, 1985). A escolha dessa métrica ocorreu devido à sua menor susceptibilidade a distorções quando as amostras têm tamanhos diferentes ou quando as variâncias das amostras são diferentes (HEDGES; OLKIN, 1985):

Equação 1: g de Hedges

$$\theta = \frac{\bar{Y}_s - \bar{Y}_c}{s} J;$$

Onde θ refere-se ao tamanho de efeito, \bar{Y}_s e \bar{Y}_c representam valores dos índices parasitários nas estações secas e chuvosas respectivamente, e s representa o desvio padrão agrupado de ambas as estações, enquanto o fator de correção J corrige tamanhos de amostra pequenos, atribuindo mais peso a comparações com base em grandes amostras, se aproximando de 1,0 à medida que o tamanho total amostral aumenta (Poulin, 2020). Os valores de s e J foram obtidos com base nas seguintes fórmulas (HEDGES; OLKIN, 1985; Poulin, 2020):

Equação 2: Desvio padrão agrupado de g de Hedges

$$s = \frac{(N_s - 1)(s_s)^2 + (N_c - 1)(s_c)^2}{N_s + N_c - 2};$$

Equação 3: Fator de correção J

$$J = 1 - \frac{3}{4(N_s + N_c - 2) - 1};$$

Onde N_s e N_c representam o tamanho amostral (abundância média: hospedeiros analisados; intensidade média: hospedeiros parasitados; carrapatos no ambiente: horas de amostragem) nas estações secas e chuvosas, respectivamente. Consideramos os hospedeiros e o tempo de amostragem devido ao impacto do tamanho da amostra de hospedeiros nas estimativas parasitárias (Gregory; Woolhouse, 1993; Poulin, 2020). Por fim, s_s e s_c representam a variância em cada estação.

Em seguida, o tamanho de efeito foi convertido em valor de Zr , dado que o valor de Zr tende a assumir uma distribuição normal (Nakagawa; Cuthill, 2007). Para isso, seguiu-se as seguintes equações (Nakagawa; Cuthill, 2007):

Equação 4: Coeficiente de correlação R

$$r = \frac{d}{\sqrt{d^2 + \frac{(n_s + n_c)^2}{(n_s + n_c)}}};$$

Equação 5: Coeficiente de correlação Zr

$$Zr = 0,5 \log \left[\frac{(1+r)}{(1-r)} \right];$$

Equação 6: Variância amostral de Zr

$$Zrsv = \frac{1}{(n_s + n_c - 3)};$$

Para cálculos referentes a prevalência, o tamanho de efeito utilizado foi a razão de chances logaritimizada (*log odds ratio*, OR). Essa métrica leva em consideração a razão entre as quantidades de hospedeiros parasitados e não parasitados em cada estação, e a logaritimização dessa métrica permite uma melhor interpretação da mesma, além de permitir aproximação de uma distribuição normal (Rosenberg; Rothstein; Gurevitch, 2013). Os cálculos de OR e da sua respectiva variância seguiram Rosenberg; Rothstein; Gurevitch (2013):

Equação 7: Odds ratio ou razão de probabilidade

$$= \log \frac{Pa_s / (1 - nP_s)}{Pa_c / (1 - nP_c)};$$

Equação 8: Variância amostral de Odds Ratio.

$$VlogOR = \sqrt{\frac{1}{Pa_s} + \frac{1}{nP_s} + \frac{1}{Pa_c} + \frac{1}{nP_c}} ;$$

Com Pa_s e Pa_c se referindo à abundância de hospedeiros parasitados durante a estação seca e chuvosa respectivamente, enquanto nP_s e nP_c correspondem à abundância de hospedeiros não parasitados para as estações seca e chuvosa respectivamente.

Para todos os tamanhos de efeito calculados, valores negativos indicam que os carrapatos apresentaram maior ocorrência durante a estação chuvosa, enquanto valores positivos indicam maiores índices durante a estação seca.

3.2.3 Modelos Multinível

A base de dados construída pós-triagem da literatura contém tamanhos de efeito que não são independentes entre si, pois (I) alguns estudos, (II) algumas espécies de carrapato e (III) algumas espécies de hospedeiros provêm mais de um tamanho de efeito cada. Assim, como os dados não são independentes, as análises estatísticas foram feitas através de modelos multinível (Nakagawa et al. 2017). Modelos separados foram rodados para cada índice (i.e. abundância média, intensidade média, prevalência e carrapatos coletados no ambiente). Cada modelo incluiu as seguintes variáveis aleatórias: matriz de correlação filogenética para carrapatos (ver abaixo), a identidade do tamanho de efeito, a latitude do local de amostragem, a altitude do local de amostragem e a família à qual pertence cada hospedeiro ou método de coleta empregado para coleta no ambiente.

Modelos adicionais foram rodados sem a matriz de correlação filogenética de carrapatos (de agora em diante, “modelos sem a filogenia”). Isso foi necessário pois nem todas as espécies presentes na base de dados constavam na filogenia. Além disso, muitos dados referentes a larvas de *Amblyomma* são classificadas apenas até o nível de gênero, e consequentemente são mantidas na base de dados como “*A. sp.*”. Esse procedimento de rodar modelos com e sem a filogenia foi utilizado para não descartar uma quantidade relevante de tamanhos de efeito e assim poder descrever melhor o que

está disponível na literatura (veja Cinar; Nakagawa; Viechtbauer, 2022; Nakagawa; Santos, 2012).

3.2.3.1 Inferência filogenética

As matrizes de correlação filogenética de *Amblyomma* foram baseadas no gene mitocondrial *16S rDNA*. Em um primeiro momento, genes referentes de todas as espécies disponíveis foram obtidos na base de dados GenBank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>) (ANEXO 2). Além disso, uma sequência de *Dermacentor nitens* foi utilizada como grupo externo. Em seguida, todas as sequências foram alinhadas segundo a primeira sequência da base de (Katoh; Rozewicki; Yamada, 2019; Kuraku *et al.*, 2013). As sequências alinhadas foram editadas automaticamente para retiradas de regiões mal alinhadas ou regiões divergentes através do programa *Gblocks* (Castresana, 2000; Talavera; Castresana, 2007). Para verificar o melhor modelo de substituição de nucleotídeos, o programa *Mega X* foi utilizado (Kumar *et al.*, 2018). O melhor modelo evolutivo para a análise filogenética foi Tamura 92 + GAMMA (T92+G). Por fim, a filogenia por inferência bayesiana foi obtida através do *MrBayes on XSEDE* (Ronquist *et al.*, 2012). Foram utilizadas 10^7 gerações para convergência das cadeias. Com base na topologia encontrada, uma nova filogenia com uma sequência de cada espécie foi realizada seguindo os mesmos passos.

3.2.3.2 Quantificando a heterogeneidade

Para demonstrar a consistência (ou inconsistência) entre os estudos foi utilizada a métrica I^2 (Higgins; Thompson, 2002). A quantificação da heterogeneidade entre estudos explica se a tendência geral da meta-análise é influenciada pela variabilidade dos estudos, ou se os níveis incorporados durante a construção do modelo influenciam na métrica central do estudo (Nakagawa; Santos, 2012). Logo, seguiu-se a seguinte equação, de acordo com Nakagawa e Santos (2012):

Equação 9: Métrica de heterogeneidade - I^2

$$I^2 = \frac{\sigma_M^2}{(\sigma_M^2 + \sigma_m^2)};$$

Onde:

Equação 10: Variância amostral de cada fonte de heterogeneidade.

$$\sigma_m^2 = \frac{\sum w_j (N_{estudos} - 1)}{[(\sum w_j)^2 - \sum w_j^2]};$$

Equação 11: Erro de mensuração.

$$w_j = \frac{1}{\sigma_j^2};$$

Onde σ_m^2 é a variância dentro dos estudos, e estimada de acordo com a amostragem de cada trabalho, enquanto w_j seria referente ao erro de medição. Logo, I^2 estima quanto da variância total é atribuída à heterogeneidade. A quantificação da heterogeneidade total e de cada variável aleatória foi executada com o comando “i2_ml” do pacote *OrchaRd 2.0* (Nakagawa *et al.*, 2023). Também é fornecido um intervalo de previsão. Essa medida reflete um intervalo no qual esperamos que o tamanho do efeito de um novo estudo caia se ele fosse selecionado aleatoriamente da mesma população dos estudos já incluídos na análise (Spineli; Pandis, 2020). Quanto maior a heterogeneidade entre os estudos incluídos na análise, mais amplo será o intervalo de previsão (Nakagawa *et al.*, 2023).

3.2.3.3 Viés de publicação

Para verificar a existência de viés de publicação entre os dados coletados, utilizou-se a regressão de Egger (Egger *et al.*, 1997). Seguiu-se uma equação de regressão comum:

Equação 12: Regressão de Egger.

$$q_j = \beta_0 + \beta_1 p_j + \varepsilon_j;$$

Equação 13: Inverso da variância amostral.

$$p_j = \sqrt{W_j};$$

Onde β_0 representa o intercepto da reta, enquanto a inclinação e valores residuais são apresentados como β_1 e ε_j , respectivamente. Já p_j se refere ao inverso da variância amostral. Em casos de $p > 0,05$, conclui-se que não exista associação estatisticamente significativa entre o tamanho do efeito e a precisão dele. Isso sugere a ausência de viés de publicação na meta-análise (Nakagawa; Santos, 2012).

3.2.3.4 Exclusão de dados

Para analisar variação sazonal por estágios de vida ou por espécies, alguns dados foram excluídos. Isso ocorreu quando os tamanhos de efeito foram considerados *outliers* no teste de Rosner (1983), ou pela ausência de dados referentes aos hospedeiros nos quais os carrapatos foram obtidos.

3.3 RESULTADOS

3.3.1 Descrição dos dados

Entre os trabalhos considerados para análise quantitativa, foram extraídos 402 tamanhos de efeitos, onde 182 foram referentes a dados de abundância média, 159 referentes a prevalência e 61 sobre intensidade média. Estes tamanhos de efeitos foram referentes a 22 espécies de carrapatos (Anexo 1). Outro ponto a ser destacado, foi que as principais famílias de hospedeiros analisadas eram das classes Aves e Mammalia (anexo 1). Tratando-se de mamíferos, os tamanhos de efeitos foram principalmente referentes a pequenos mamíferos e a animais de produção, enquanto pesquisas com aves apresentaram maior diversidade de famílias. Os tamanhos de efeito foram obtidos em trabalhos publicados a partir da década de 1990, sendo a maior quantidade referente à segunda metade da década de 2010 (figura 7).

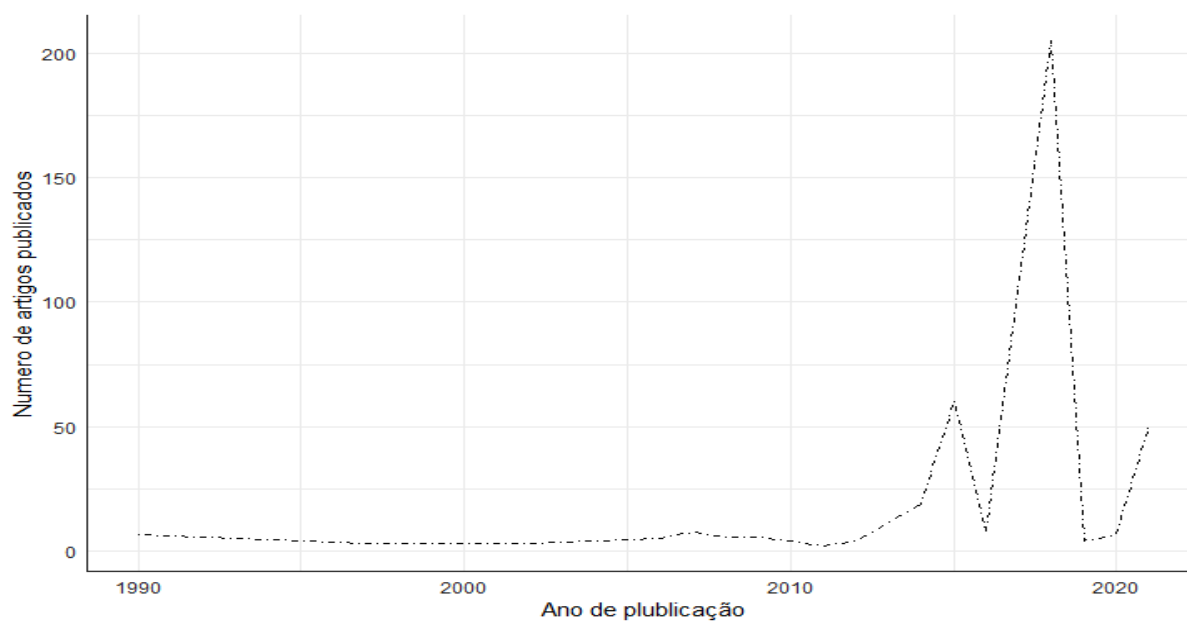


Figura 7: Evolução do Volume de Artigos na Base de Dados ao Longo do Tempo. Eixo X: Ano de Publicação; Eixo Y: Número de Artigos Publicados.

Na figura 8, é possível verificar que a distribuição de dados não foi uniforme entre os países da região Neotropical, com dados sendo provenientes de apenas três países: Brasil, Argentina e Uruguai. Além disso, dentro de cada país, a distribuição dos dados foi agregada geograficamente.

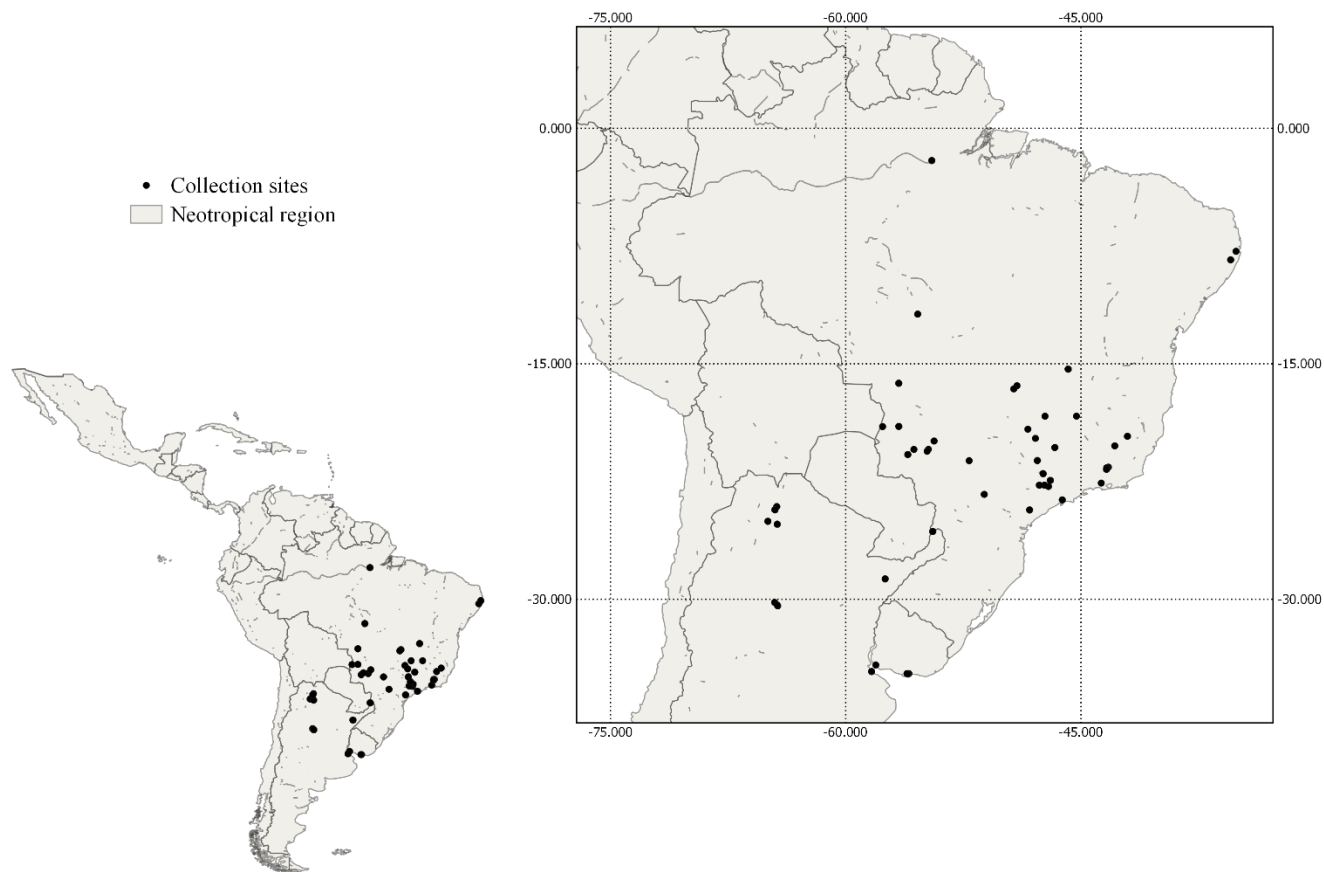


Figura 8: Distribuição geográfica dos estudos analisados. Destaque para o fato de os tamanhos de efeitos estarem concentrados geograficamente, ocorrendo em somente alguns países da região estudada, majoritariamente entre as latitudes 15° e 30°.

3.3.2 Sazonalidade em *Amblyomma* – abundância média

A abundância média de larvas e ninfas foi maior na estação seca do que na chuvosa, seja no modelo com a filogenia, seja no modelo com todos os dados, mas sem a filogenia (Tabela 2, Figuras 9-B e 10-B). A abundância média de adultos não diferiu entre estações em ambos os modelos (Tabela 2, Figuras 9-B e 10-B).

Os modelos com e sem a filogenia controlada apresentaram alto valor de heterogeneidade, 89,78% e 97,68% respectivamente. O primeiro apresentou a latitude como variável aleatória que mais contribuiu para a variabilidade dos tamanhos de efeito (86,49%). No modelo sem filogenia, a altitude foi a principal responsável pela heterogeneidade dos tamanhos de efeito relacionados à abundância média (93,5%). Neste último modelo, a abundância média na estação seca (em relação à estação chuvosa) aumenta conforme cresce a altitude ($Zr = 0,001$; CI 95%: 0.000 - 0.002, $p = 0.002$). No anexo IV, é possível encontrar uma tabela com todos os valores de heterogeneidade de todos os modelos (incluindo para modelos discutidos nas subseções 3.3.3, 3.3.4 e 3.3.5, abaixo).

Em ambos modelos, há um possível viés de publicação, com ausência de valores de Zr positivos e de baixa precisão (modelo com filogenia: $Zr_{intercepto} = -0,090 \pm 0,029$ s.e, $t = -3,068$, $p = 0,002$; modelo sem a filogenia: $Zr_{intercepto} = -0,189 \pm 0,030$ s.e, $t = -6,187$, $p < 0,001$).

Tabela 2: Resumo dos resultados obtidos em diferentes modelos de análise para diferentes estágios de vida de carrapatos. Os índices considerados incluem a abundância média, intensidade média, prevalência e resultados relacionados ao ambiente. Os modelos foram divididos em dois tipos: com filogenia e sem filogenia. Os resultados são apresentados como estimativa média, acompanhada dos intervalos de confiança de 95% (CI 95%). Valores de $p < 0,05$ indicam significância estatística e estão destacados em negrito. Quando um modelo não produz resultados para um estágio de vida ou índice, é indicado com um hífen (-).

Índice	Modelo	Larvas	Ninfas	Adultos
Abundância média	Com filogenia	0,220 (0,071 – 0,370), $p = 0,003$	0,230 (0,084 – 0,376), $p = 0,002$	0,126 (-0,034 – 0,286), $p = 0,123$
	Sem filogenia	0,372 (0,088 – 0,656), $p = 0,010$	0,375 (0,092 – 0,657), $p = 0,010$	0,268 (-0,022 – 0,558), $p = 0,071$
Intensidade média	Com filogenia	-0,113 (-0,296 – 0,071), $p = 0,228$	0,082 (-0,051 – 0,216), $p = 0,227$	-
	Sem filogenia	-0,014 (-0,172 – 0,145), $p = 0,866$	-0,115 (-0,040 – 0,270), $p = 0,144$	-

Prevalência	Com filogenia	1.672 (0.764 – 2.579), $p < 0,001$	1.081 (0,273 – 1.890), $p = 0,009$	-1.771 (-2.902 – -0.640), $p = 0,002$
	Sem filogenia	1.521 (0.858 – 2.184), $p < 0,001$	0.915 (0,242 – 1.587), $p = 0,008$	-1.740 (-2.804 – 0,656), $p = 0,001$
Ambiente	Com filogenia	-	0,326 (-0,051 – 0,702), $p = 0,090$	-0,153 (-0,529 – 0,223), $p = 0,426$
	Sem filogenia	0.356 (0.032 – 0,680), $p = 0,031$	0.323 (0.011 – 0,636), $p = 0,043$	-0,179 (-0,491 – 0,134), $p = 0,262$

3.3.3 Sazonalidade em *Amblyomma* – intensidade média

A intensidade média de larvas e ninfas não diferiu entre estações, incluindo a filogenia ou não (Tabela 2, Figuras 9-C e 10-C). Devido ao baixo número de tamanhos de efeito ($n = 4$), não foi possível incluir adultos nesses modelos. Os dois modelos para intensidade média apresentaram baixos valores de heterogeneidade (com a filogenia: 2,74%; sem a filogenia: 18,81%). Não foi detectado viés de publicação (modelo com filogenia: $Zr_{intercepto} = 0,097 \pm 0,087$ s.e, $t = 1,119$, $p = 0,280$; modelos sem a filogenia: $Zr_{intercepto} = 0,060 \pm 0,062$ s.e, $t = 0,968$, $p = 0,339$).

3.3.4 Sazonalidade em *Amblyomma* – prevalência

A prevalência de larvas e ninfas foi maior na estação seca e a prevalência de adultos foi maior na estação chuvosa, incluindo a filogenia ou não (Tabela 2, Figuras 9-D e 10-D). Os dois modelos apresentaram moderada heterogeneidade (com a filogenia: $I^2 = 56,76\%$; sem a filogenia: $I^2 = 56,32\%$). No modelo com filogenia, a altitude foi a principal variável aleatória a explicar a heterogeneidade (48,21%), enquanto o modelo sem a filogenia a latitude foi a principal fonte de variabilidade (45,21%). Em ambos os modelos, há um possível viés de publicação, com ausência de valores de $\log OR$ positivos e de baixa precisão (modelo com filogenia: $\log OR_{intercepto} = -0,664 \pm 0,130$ s.e, $t = -3,498$, $p = 0,000$; modelo sem a filogenia: $\log OR_{intercepto} = -0,514 \pm 0,163$ s.e, $t = -3,157$, $p = 0,001$).

3.3.5 Sazonalidade em *Amblyomma* – abundância no ambiente

A abundância de larvas e ninfas no ambiente só diferiu entre estações (sendo maior na estação seca) no modelo sem a filogenia (Tabela 2, Figuras 9-A e 10-A). A

abundância de adultos no ambiente não diferiu entre estações, independentemente de o modelo incluir a filogenia ou não (Tabela 2, Figuras 9-A e 10-A). Ambos os modelos apresentaram alta heterogeneidade (com a filogenia: $I^2 = 99,32\%$; sem a filogenia: $I^2 = 99,29\%$). No modelo com a filogenia, a variável aleatória que melhor explicou a variabilidade dos tamanhos de efeito foi a própria filogenia (55,72%). No modelo sem a filogenia, a identidade da espécie foi a variável aleatória responsável pela maior parte da heterogeneidade (45,48%).

Em ambos modelos, há um possível viés de publicação, com ausência de valores de Zr positivos e de baixa precisão (modelo com filogenia: $Zr_{intercepto} = -0,280 \pm 0,073$ s.e, $t = -3,800$, $p < 0,001$; modelos sem a filogenia: $Zr_{intercepto} = -0,231 \pm 0,062$ s.e, $t = -3,718$, $p < 0,001$).

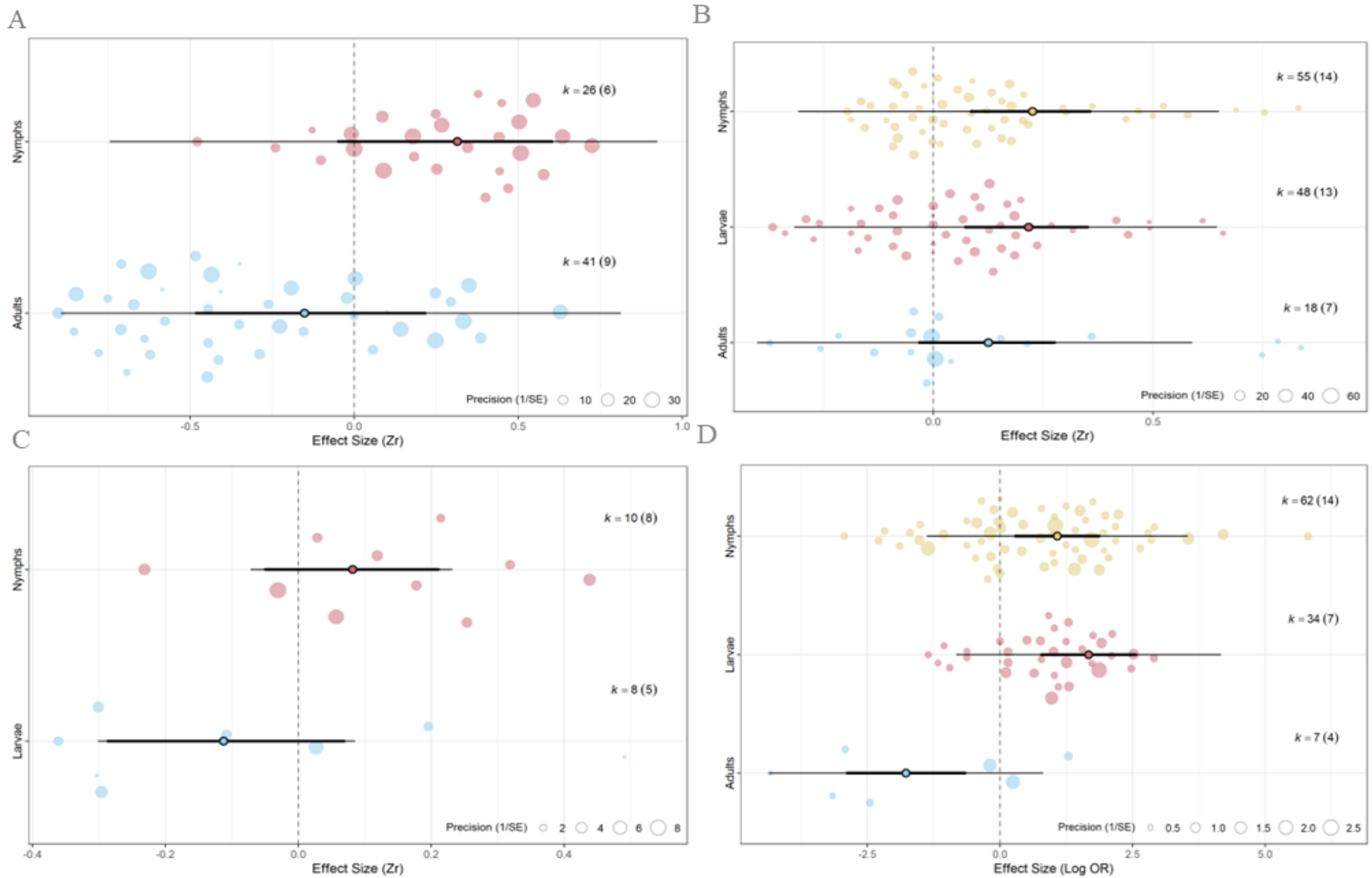


Figura 9: Tamanhos de efeito pertencentes a espécies presentes na filogenia e controlando a dependência filogenética de cada estágio. K representa o n amostral de cada estágio e o número entre parênteses representa a quantidade de espécies analisadas para o respectivo estágio. Cada círculo representa um tamanho de efeito na base de dados, seu tamanho remete à precisão do mesmo ($1/\text{erro padrão}$). Linhas mais grossas indicam o intervalo de confiança (95%), enquanto linhas mais suaves representam o intervalo de previsão. A - Adultos e ninfas coletados no ambiente; B - abundância média de todos os estágios; C - intensidade média de larvas e ninfas; e D - prevalências de todos os estágios.

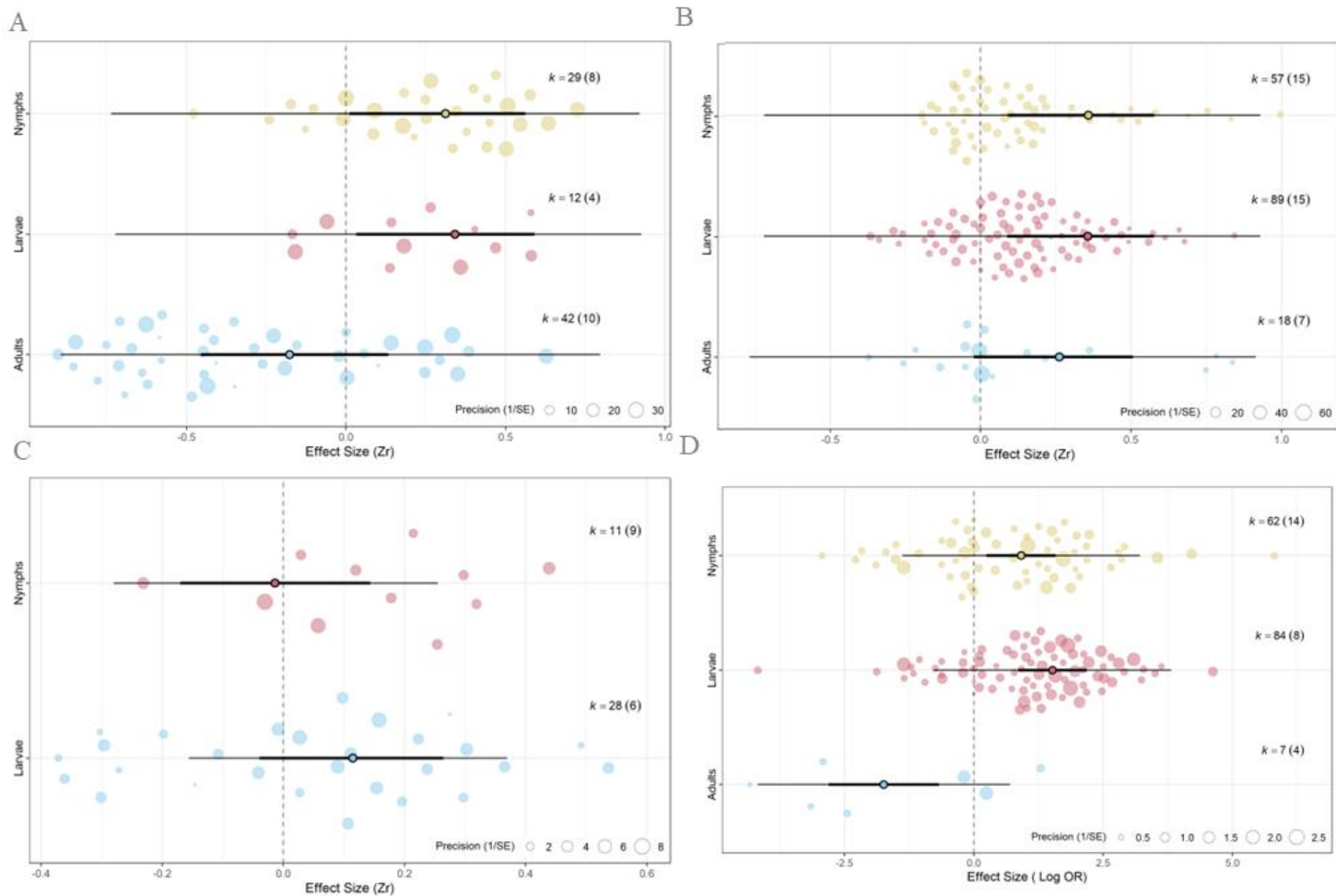


Figura 10: Todos os tamanhos de efeito obtidos, mas sem controlar pela dependência filogenética. K representa o n amostral de cada estágio e o número entre parênteses representa a quantidade de espécies analisadas para o respectivo estágio. Cada círculo representa um tamanho de efeito na base de dados, seu tamanho remete à precisão do mesmo (1/erro padrão). Linhas mais grossas indicam o intervalo de confiança (95%), enquanto linhas mais suaves representam intervalo de previsão. A – Todos os estágios de *Amblyomma* coletados no ambiente; B – abundância média de todos os estágios; C – intensidade média de todos os estágios; e D – prevalências de todos os estágios.

3.3.6 Análises por espécie – larvas

Em modelos com e sem a filogenia, *A. neumanii* ($Zr = 0,748$, 0,068-1,428 95% CI, $p = 0,031$; $Zr = 0,748$, 0,072-1,423 95% CI, $p = 0,034$; respectivamente) apresentou maior abundância média ao longo da estação seca. As demais espécies não são mais abundantes em uma estação específica (Anexo IV, Figura 11-A e 11-B). Os dois modelos para abundância média (considerando a filogenia e não considerando) apresentaram valores semelhantes de heterogeneidade, 84,62% e 84,07%, respectivamente (Anexo IV para valores de cada variável aleatória). Além disso, ambos os modelos não apresentam indícios de viés de publicação ($Zr_{intercepto} = -0,070 \pm 0,036$ s.e, $t = -1,970$, $p = 0,055$; $Zr_{intercepto} = -0,067 \pm 0,035$ s.e, $t = -1,944$, $p = 0,058$; respectivamente).

O modelo referente aos dados de intensidade média não apresentou espécies com maior ocorrência em alguma estação específica (Figura 11-C). Esse modelo apresentou baixa heterogeneidade (2,96%) e ausência de indícios de viés de publicação ($Zr_{intercepto} = -0,006 \pm 0,088$ s.e, $t = -0,071$, $p = 0,944$). Não foi necessário incluir um modelo sem filogenia, uma vez que o modelo com a presença dessa variável já abrangia todas as espécies da base de dados.

Para o modelo metanalítico de prevalência (Figura 11-D) com a filogenia, as espécies *A. dubitatum* ($\log OR = 1,915$, 0,071-3,760 95% CI, $p = 0,041$), *A. longirostre* ($\log OR = 1,171$, 0,557-1,786 95% CI, $p = 0,000$) e *A. parvum* ($\log OR = 1,870$, 0,878-2,862 95% CI, $p = 0,000$) mostram maior prevalência durante a estação seca (Anexo III, Figura 5-D). Além disso, a heterogeneidade foi baixa (6,27%), e com indícios de ausência de viés de publicação ($\log OR_{intercepto} = -0,046 \pm 0,235$ s.e, $t = -0,198$, $p = 0,844$). A inclusão de um modelo sem filogenia não foi necessária, pois o modelo que incorporou essa variável já considerou todas as espécies.

Devido ao baixo número de tamanhos de efeito referentes a larvas ($n = 4$), não foram desenvolvidos modelos que explorassem a sazonalidade de larvas coletadas no ambiente.

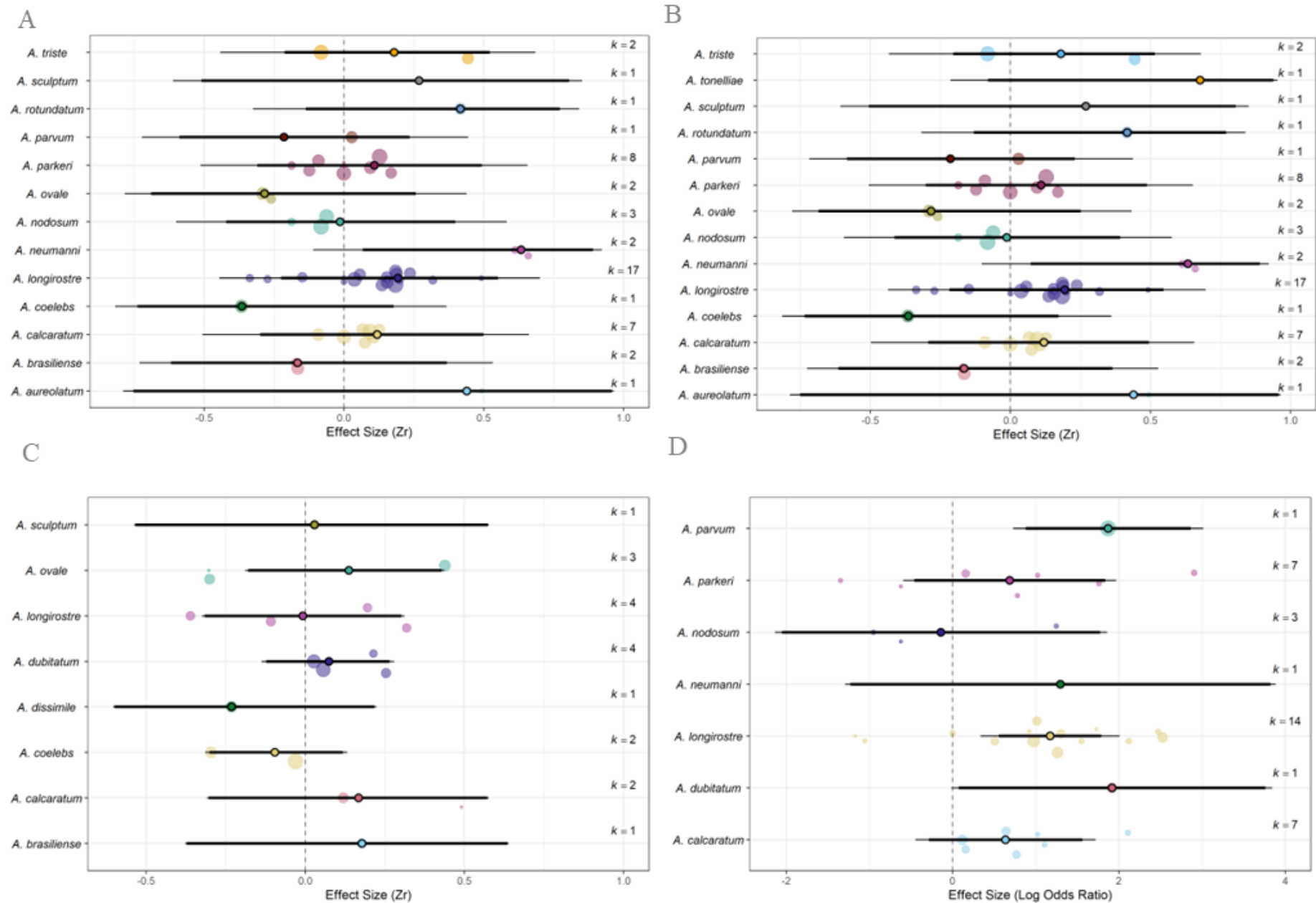


Figura 11: Todos os tamanhos de efeito obtidos para larvas. K representa o n amostral de cada espécie. Cada círculo representa um tamanho de efeito na base de dados, seu tamanho remete a precisão do mesmo (1/erro padrão). Linhas mais grossas indicam intervalo de confiança, enquanto linhas mais suaves representam intervalo de previsão. A – Modelo de abundância média com controle da dependência filogenética; B – modelo de abundância média sem controle da dependência filogenética; C – modelo de intensidade média com controle de dependência filogenética; D – modelo de prevalência com controle de dependência filogenética.

3.3.7 Análises por espécie – ninfas

No modelo de abundância média com a filogenia, *A. neumanni* e *A. rotundatum* apresentaram maiores ocorrências durante a estação seca ($Zr = 1,038$, $0,410 - 1,665$ 95% CI, $p = 0,001$, $Zr = 0,661$, $0,220-1,102$ 95% CI, $p = 0,003$, respectivamente) (Figura 12-C). *A. neumanni* também foi mais abundante durante a estação seca no modelo sem a filogenia ($Zr = 1,020$, $0,030-2,011$ 95% CI, $p = 0,043$), assim como *A. tonelliae* ($Zr = 1,643$, $0,723 - 2,564$ 95% CI, $p = 0,000$) (Figura 12-D). O modelo de abundância média com inclusão da filogenia apresentou heterogeneidade de 71,06%, enquanto o modelo sem considerar a filogenia a heterogeneidade foi de 95,98%, sendo principalmente atribuída à altitude (91,50%) (Anexo IV). Neste último modelo, a abundância média na estação seca (em relação à estação chuvosa) aumenta conforme cresce a altitude ($Zr = 0,001$; CI 95%: $0,000 - 0,002$, $p = 0,001$). Os dois modelos referentes a abundância média não apresentaram indícios de viés de publicação ($Zr_{intercepto} = 0,020 \pm 0,040$ s.e, $t = 0,486$, $p = 0,629$; $Zr_{intercepto} = -0,041 \pm 0,071$ s.e, $t = -0,585$, $p = 0,561$; respectivamente).

Para o modelo referente a intensidade média considerando a filogenia, *A. ovale* apresentou maior intensidade parasitária durante a estação seca ($Zr = 0,470$, $0,057 - 0,883$ 95% CI, $p = 0,002$) (Figura 12-E). Neste modelo, a heterogeneidade foi baixa (2,08%) e não houve indícios de viés de publicação ($Zr_{intercepto} = 0,049 \pm 0,028$ s.e, $t = 1,748$, $p = 0,119$). A inclusão de um modelo sem filogenia não foi necessária, pois o modelo que incorporou essa variável já considerou todas as espécies da base de dados.

Em relação ao modelo de prevalência com controle da filogenia, ninfas de *A. coelebs* ($\log OR = 2,363$, $0,964 - 3,763$ 95% CI, $p = 0,001$), *A. dubitatum* ($\log OR = 2,104$, $0,604 - 3,605$ 95% CI, $p = 0,006$), *A. parvum* ($\log OR = 3,442$, $1,526 - 5,359$ 95% CI, $p = 0,001$) e *A. sculptum* ($\log OR = 1,967$, $0,726 - 3,209$ 95% CI, $p = 0,001$) foram mais prevalentes durante a estação seca em relação a estação chuvosa (Figura 12-F). Neste modelo a heterogeneidade foi moderada (54,89%). Além disso, apresentou indícios de viés de publicação ($\log OR_{intercepto} = -0,490 \pm 0,214$ s.e, $t = -2,282$, $p = 0,026$). A adição de um modelo que não leva em conta a filogenia não foi necessária, uma vez que o modelo que incluiu essa variável já abrangeu todas as espécies presentes na base de dados.

Os modelos com e sem filogenia para ninfas coletadas no ambiente apresentaram resultados distintos. No primeiro caso, *A. brasiliense* ($Zr = 0,27$, 0,01-0,53 95% CI, $p = 0,04$), *A. parvum* ($Zr = 0,98$, 0,71-1,25 95% CI, $p < 0,0001$) e *A. sculptum* ($Zr = 0,37$, 0,11-0,62 95% CI, $p = 0,004$) apresentaram maior ocorrência durante a estação seca (Figura 12-A). Para o modelo sem a filogenia, *A. brasiliense* ($Zr = 0,272$, 0,087-0,458 95% CI, $p = 0,004$), *A. dubitatum* ($Zr = 0,192$, 0,012-0,372 95% CI, $p = 0,037$), *A. parvum* ($Zr = 0,985$, 0,785-1,186 95% CI, $p < 0,001$) e *A. sculptum* ($Zr = 0,370$, 0,195-0,545 95% CI, $p < 0,001$) foram mais coletadas durante a estação seca (Figura 12-B).

Estes dois modelos apresentaram heterogeneidade semelhantes ($I^2 = 97,74\%$ e $I^2 = 97,43\%$, respectivamente), com a identidade dos artigos representando a maior parte da variabilidade ($I^2 = 49,54\%$ e $I^2 = 54,06\%$, respectivamente) (Anexo IV). Além disso, não foram registrados indícios de viés de publicação nos dois modelos ($Zr_{intercepto} = -0,073 \pm 0,086$ s.e, $t = -0,853$, $p = 0,402$; $Zr_{intercepto} = -0,068 \pm 0,081$ s.e, $t = -0,843$, $p = 0,407$; respectivamente).

3.3.8 Análises por espécie – adultos

Nenhuma espécie apresentou abundância média distinta entre as estações (Figura 13-C). O modelo para abundância média apresentou 97,51% de heterogeneidade e ausência de viés de publicação ($Zr_{intercepto} = 0,063 \pm 0,101$ s.e, $t = 0,623$, $p = 0,530$). Não houve dados suficientes para analisar intensidade média com base em indivíduos adultos de *Amblyomma*.

Em relação ao modelo de prevalência, com controle de dependência filogenética, *A. parvum* ($\log OR = -4,345$, -8,282 – -0,407 95% CI, $p = 0,003$) apresentou maior prevalência durante a estação chuvosa (Figura 13-D). Neste modelo, a heterogeneidade foi de 72,29% e não foram registrados indícios de viés de publicação ($\log OR_{intercepto} = -0,336 \pm 0,589$ s.e, $t = -0,571$, $p = 0,593$). A inclusão de um modelo que não considera a filogenia não foi essencial, pois o modelo que incorporou essa variável já abrangeu todas as espécies presentes na base de dados.

Em relação as espécies de adultos coletadas no ambiente, *A. sculptum* ($Zr = -0,667$, -1,041 – -0,293 95% CI, $p = 0,005$) e *A. ovale* ($Zr = -0,610$, -1,044 – -0,176 95%

CI, $p = 0,005$) apresentaram maiores ocorrências durante a estação chuvosa de acordo com o modelo que considera a dependência filogenética (Figura 13-A). No modelo sem a filogenia, além de *A. sculptum* e *A. ovale* ($Zr = -0,667$, $-0,870 - -0,464$ IC 95%, $p < 0,0001$, $Zr = 0,610$, $-0,909 - -0,311$ IC 95%, $p < 0,0001$, respectivamente), *A. incisum* ($Zr = -0,410$, $-0,746 - -0,073$ 95% CI, $p = 0,016$) e *A. naponense* ($Zr = -0,430$, $-0,852 - -0,008$ 95% CI, $p = 0,045$) também apresentaram maiores ocorrências durante a estação chuvosa (Figura 13-B). No entanto, adultos de *A. parvum* ($Zr = 0,250$, $0,031 - 0,470$ 95% CI, $p = 0,002$) e *A. triste* ($Zr = 0,332$, $0,117 - 0,548$ 95% CI, $p = 0,002$) foram mais coletadas durante a estação seca neste modelo (Figura 13-B).

Ambos os modelos apresentaram altos valores de heterogeneidade (98,66% e 98,46%, respectivamente), atribuídos principalmente a identidade dos estudos (Anexo III). Nestes dois modelos, há possível associação significativa entre o tamanho do efeito e a precisão, sugerindo viés de publicação ($Zr_{intercepto} = -0,250 \pm 0,090$ s.e, $t = -2,803$, $p = 0,008$, $Zr_{intercepto} = -0,241 \pm 0,087$ s.e, $t = -2,773$, $p = 0,008$).

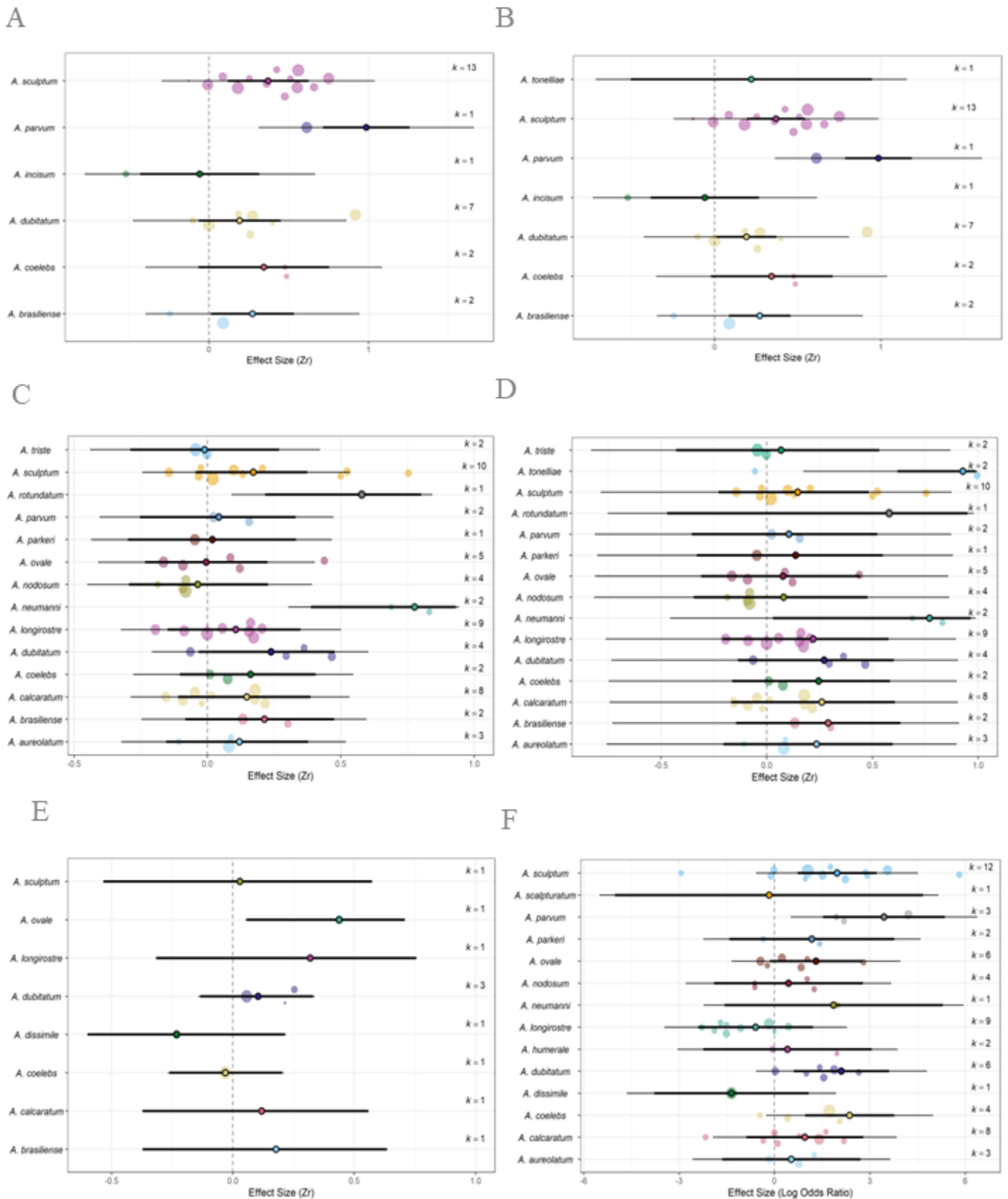


Figura 12: Todos os tamanhos de efeito obtidos para ninfas. Onde, K representa o n amostral de cada espécie. Cada círculo representa um tamanho de efeito na base de dados, seu tamanho remete à precisão do mesmo ($1/\text{erro padrão}$). Linhas mais grossas indicam o intervalo de confiança (95%), enquanto linhas mais suaves representam intervalo de previsão. A – Modelo de ninfas coletadas no ambiente com controle da dependência filogenética; B – modelo de ninfas coletadas no ambiente sem controle da dependência filogenética; C – modelo de abundância média com controle de dependência filogenética; D – modelo de abundância média sem controle de dependência filogenética; E – modelo de intensidade média com controle de dependência filogenética; F – modelo de prevalência com controle de dependência filogenética.

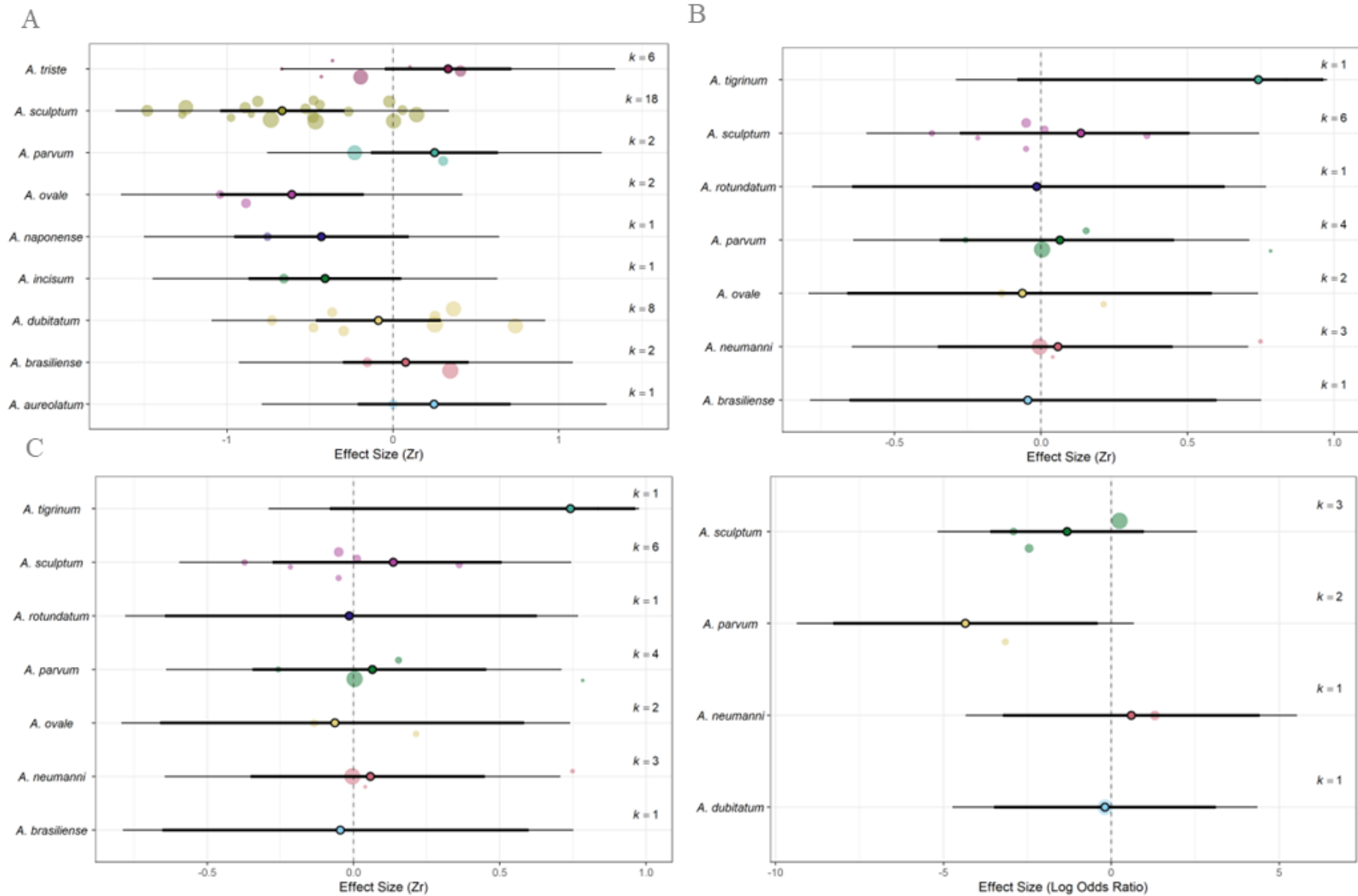


Figura 13: Todos os tamanhos de efeito obtidos para adultos. Onde, K representa o n amostral de cada espécie. Cada círculo representa um tamanho de efeito na base de dados, seu tamanho remete à precisão do mesmo (1/erro padrão). Linhas mais grossas indicam o intervalo de confiança (95%), enquanto linhas mais suaves representam intervalo de previsão. A – Adultos coletados no ambiente, com modelo considerando a dependência filogenética; B- Modelo para adultos coletados no ambiente, sem considerar a dependência filogenética; C – Modelo de abundância média considerado a filogenia; D – Modelo de intensidade média considerando a filogenia.

3.4 DISCUSSÃO

Nossos resultados revelaram que os estágios imaturos de *Amblyomma* têm uma ocorrência mais frequente durante a estação seca, enquanto os adultos são mais frequentes na estação chuvosa, confirmando nossa hipótese inicial. No entanto, este estudo também destacou a complexidade da fenologia de *Amblyomma*, sugerindo que os estágios de algumas espécies podem apresentar uma dinâmica sazonal distinta das outras espécies. Estudos sobre sazonalidade de carrapatos do gênero *Amblyomma* na região Neotropical sugerem padrões fenológicos distintos entre imaturos e adultos, conforme demonstrado para algumas espécies individualmente – veja Dantas-Torres et al., (2019a); Labruna, Terassini e Camargo, (2009); Oliveira et al., (2000) e Suzin et al., (2020). No entanto, essas inferências se baseiam em estudos com foco específico, enquanto neste estudo buscamos utilizar o maior número possível de representantes do gênero.

Ao testarmos se os estágios de vida de *Amblyomma* diferem entre si em relação aos picos de ocorrência entre estações, observamos que larvas e ninfas coletadas no ambiente, e utilizando todos os dados disponíveis (ao não controlar a dependência filogenética), apresentaram maiores ocorrências durante a estação seca. Assim como nos modelos referentes a abundância média e prevalência. Já adultos, apresentaram maior prevalência durante a estação chuvosa. Esses achados estão alinhados com a tendência observada na maioria dos estudos sobre *Amblyomma* coletados em vida livre (Dantas-Torres et al., 2021; Pinheiro et al., 2014; Suzin et al., 2020; Szabó et al., 2009, 2007) e para aqueles coletados durante a fase parasitária (Luz; Faccini; da Silva, 2015; Maturano et al., 2015; Serpa et al., 2021). Ao examinar a sazonalidade no nível de espécie, notamos padrões distintos em comparação com os modelos para os estágios, uma vez que várias espécies não mostraram ocorrência maior em determinada estação (seca ou chuvosa). Em parte, é possível que isso se deva ao fato de que modelos comparando espécies baseiam-se em amostragens menores do que modelos comparando estágios de vida, o que significa que as estimativas de tamanhos de efeito médios tendem a ser mais precisas para estágios de vida do que para cada espécie individualmente. Contudo, alguns padrões interessantes emergiram a partir de modelos no nível de espécie. Nas larvas, considerando a abundância média, *A. neummani* foi a única espécie com ocorrência direcionada à estação seca, enquanto as larvas de *A.*

dubitatum, *A. longirostre* e *A. parvum* também foram mais prevalentes nesse período. Ninfas de *A. parvum*, *A. brasiliense* e *A. sculptum* foram mais coletadas no ambiente durante a estação seca (modelo considerando a dependência filogenética). Ninfas de *A. neumanni* foram mais abundantes na estação seca, tanto considerando os modelos com dependência filogenética quanto sem. No entanto, *A. rotundatum* foi mais abundante na seca considerando o primeiro modelo, enquanto *A. tonelliae* foi mais abundante na seca considerando o segundo modelo. Adultos de *A. ovale* e *A. sculptum* foram mais coletados durante a estação chuvosa, com variações ao considerar a filogenia. *A. incisum* e *A. naponense* também foram prevalentes na estação chuvosa sem considerar a filogenia, enquanto *A. parvum* e *A. triste* apresentaram maior prevalência na estação seca. Nesse modelo, *A. parvum* foi representado por apenas dois tamanhos de efeito, logo não é possível fazer generalizações sobre esse achado. Adultos de *A. parvum* exibiram maior prevalência na estação chuvosa.

A sazonalidade da ocorrência de carrapatos, como *A. sculptum* e *A. parvum*, é um tema amplamente discutido na literatura. Estudos anteriores sugerem que essas espécies geralmente apresentam uma única geração por ano, o que implica que cada estágio do ciclo de vida desses carrapatos ocorra em períodos específicos do ano (de Paula *et al.*, 2022; Nava; Mangold; Guglielmone, 2008). No entanto, é importante considerar que esse padrão sazonal não é uniforme e pode variar de acordo com a região geográfica e as condições ambientais locais. A sazonalidade da atividade e desenvolvimento dos carrapatos é influenciada por uma variedade de fatores, incluindo a disponibilidade de hospedeiros e as flutuações no microclima, como a umidade relativa e a temperatura do ar próximas ao solo, que desempenham papéis cruciais nesse processo (Estrada-Peña; de la Fuente, 2014). Esses fatores podem criar padrões sazonais distintos em diferentes regiões, como observado no estudo de Dantas-Torres *et al.*, (2019a) no Nordeste do Brasil. Os padrões sazonais de *A. sculptum* observados, com picos de larvas e ninfas durante a primavera e o verão e adultos mais frequentemente coletados na primavera, contrastam com os padrões encontrados em outras partes do Brasil, como o Sudeste e Centro-oeste (Dantas-Torres *et al.*, 2019a; de Paula *et al.*, 2022; Ramos *et al.*, 2017; Szabó; Pinter; Labruna, 2013). Nessas últimas regiões, os picos de larvas predominam no outono, seguidos por ninfas no inverno e adultos durante a primavera e o verão (de Paula *et al.*, 2021, 2022; Ramos *et al.*, 2017). Essas discrepâncias podem ser atribuídas aos diferentes padrões climáticos sazonais

observados em cada região. Na região analisada por Dantas-Torres et al., (2019a), a primavera e o verão são caracterizados por serem mais secos, enquanto o inverno e o outono são considerados estações mais chuvosas.

A variabilidade sazonal por fatores geográficos também já foi registrada na região Neártica (Allan, 2008; Marchiondo; Endris, 2019). Por exemplo, para *A. maculatum*, os picos sazonais diferem entre populações costeiras e continentais nos Estados Unidos, sendo que as populações costeiras apresentam maior atividade entre maio e março, enquanto as continentais têm maior atividade entre fevereiro e outubro (Marchiondo; Endris, 2019). Em relação aos estágios de *A. americanum*, é relatado que todos os estágios são encontrados principalmente em seus hospedeiros durante o verão (Samuel; Trainer, 1970). No entanto, Allan (2008) aponta em sua revisão que esse padrão apresentado por *A. americanum* varia de acordo com a localidade geográfica e o hospedeiro analisado. Por exemplo, adultos foram mais prevalentes durante a primavera quando parasitando veados-de-cauda-branca no sul do Texas, Oklahoma e Geórgia (Estados Unidos), mas na Virgínia (Estados Unidos), picos sazonais também foram observados durante o inverno (Davidson; Siefken; Creekmore, 1994; Patrick; Hair, 1977; Samuel; Trainer, 1970; Sonenshine; Levy, 1971). Quanto às ninfas de *A. americanum*, são mais prevalentes durante a primavera e verão, quando parasitando cães ou veados-de-cauda-branca, no entanto, a abundância média desse estágio é maior apenas no verão, assim como larvas (Davidson; Siefken; Creekmore, 1994; Patrick; Hair, 1977; Samuel; Trainer, 1970; Sonenshine; Levy, 1971).

Durante a estação chuvosa, a predominância de adultos permite que as fêmeas depositem ovos em períodos de clima úmido e vegetação mais abundante, promovendo condições favoráveis para a incubação (Labruna *et al.*, 2003). Entretanto, mesmo em casos nos quais adultos ocorram fora da estação seca, eles podem apresentar diapausa morfogênica, caracterizada por um estado de suspensão no desenvolvimento morfológico e atraso na postura de ovos, influenciando a transição entre diferentes estágios de vida do carrapato (Belozerov, 1982). Esse processo foi bem documentado para *A. neumanni*, evidenciando o atraso na ovoposição das fêmeas até o período propício para postura de ovos (Nava *et al.*, 2009). Para as larvas que eclodem em épocas desfavoráveis à sobrevivência deste estágio, destaca-se a presença da diapausa comportamental, que envolve a supressão da busca ativa por hospedeiros durante determinadas épocas (Belozerov, 1982). Esse processo já foi registrado para *A. sculptum*

e *A. cajennense* (de Araújo *et al.*, 2023; Labruna *et al.*, 2003) e especula-se que adultos de *A. neumanni* também passem por esse processo (Nava *et al.*, 2009).

Durante a estação seca, observamos um aumento na prevalência de *A. parvum* e *A. coelebs*, o que pode estar associado aos hospedeiros desses carrapatos. Em nossa base de dados (Anexo I), esses carrapatos foram registrados em pequenos mamíferos. Espera-se que esses animais enfrentem escassez de recursos durante essa estação, o que os leva a explorar mais o ambiente, aumentando assim as chances de infestação por carrapatos (Dos Santos Filho; Da Silva; Sanaiotti, 2008; Serpa *et al.*, 2021; Vieira, 2003). Um processo semelhante pode ocorrer com a prevalência de larvas de *A. longirostre* durante a estação seca. Em nossa base de dados (Anexo I), observamos que todos os indivíduos parasitavam aves. *A. longirostre* é um carrapato amplamente distribuído na região Neotropical, e é comum encontrar seus adultos parasitando principalmente a família de mamíferos Erethizontidae (Guglielmone *et al.*, 2014; Luz *et al.*, 2018; Senra, 2018). O aumento do parasitismo por carrapatos imaturos em aves durante a estação seca é um fenômeno amplamente documentado (FECCHIO *et al.*, 2012., 2021; LABRUNA; TERASSINI; CAMARGO, 2009; LUZ *et al.*, 2012; MATURANO *et al.*, 2015). Por outro lado, os mecanismos comportamentais e estratégias de busca de hospedeiros aviários por carrapatos imaturos em *Amblyomma* não são completamente elucidados (Martins; Fecchio; Labruna, 2014). De qualquer forma, algumas hipóteses, incluindo a área de forrageamento das aves, procuram esclarecer esses aspectos (Maturano *et al.*, 2015); Nava; Guglielmone, 2013). Por exemplo, a área de forrageamento das aves pode desempenhar um papel importante, pois determina a exposição dos carrapatos a diferentes hospedeiros potenciais. Além disso, o compartilhamento de habitat entre aves e hospedeiros adultos de carrapatos, como os porcos-espinhos da família Erethizontidae, que também habitam as copas das árvores, pode facilitar o encontro entre carrapatos imaturos e aves.

Adultos de *A. triste* coletados no ambiente apresentaram maiores picos durante a estação seca. Utilizamos espécimes coletados nas regiões de São Paulo – Brasil, Minas Gerais – Brasil, Canelones – Uruguai e Buenos Aires – Argentina, com as duas últimas marcadas por invernos com temperaturas mais frias que as demais (Barbieri *et al.*, 2019; Nava *et al.*, 2011; Szabó; Olegário; Santos, 2007; Venzal *et al.*, 2008). A dinâmica populacional de *A. triste* sugere uma estratégia adaptativa que evite exposição de ovos e larvas durante os períodos mais frios (Nava *et al.*, 2011). Seus ovos são encontrados

principalmente em áreas de brejo, no entanto a sincronização da fase de ovo com a estação chuvosa poderia ser inadequada, o que poderia tornar os ovos vulneráveis a períodos mais longos de imersão em água (Szabó; Olegário; Santos, 2007). Mesmo predominando no outono (estação seca), os ovos de *A. triste* ainda encontrariam ambientes propícios, pois a área de brejo proporcionaria microclimas com alta umidade ao longo do ano (Nava *et al.*, 2011; Szabó; Olegário; Santos, 2007; Venzal *et al.*, 2008). Isso sugere que esses ambientes úmidos são favoráveis para a sobrevivência dos ovos, mesmo durante períodos de estiagem.

Tais suposições encontram base em estudos de laboratório sob condições de submersão de algumas espécies de carrapatos (Cançado *et al.*, 2006; Giannelli; Dantas-Torres; Otranto, 2012; Louzada; Daemon, 2003; Paula *et al.*, 2005). Por exemplo, fêmeas de *Amblyomma auricularium*, parasito de tatus, submetidas a imersão em água por até 72 horas não tiveram sua ovoposição, nem a eclodibilidade larval alteradas (Sá-Hungaro *et al.*, 2014). Em *Amblyomma dubitatum*, que tem capivaras como hospedeiro primário, larvas e ninfas ingurgitadas também mostraram a mesma capacidade de manutenção de ovoposição e eclodibilidade larval frente a imersão em água (Cançado *et al.*, 2006). Vale lembrar que capivaras têm seus abrigos e/ou hábito aquático, o que indica que a relação parasita-hospedeiro e o estilo de vida do hospedeiro podem ser fatores importantes para a adaptação fisiológica dos carrapatos às condições abióticas mencionadas.

A filogenia foi identificada como uma variável promotora de heterogeneidade somente no modelo referente a carrapatos coletados no ambiente. Este resultado sugere que há uma hierarquia aninhada em que espécies mais aparentadas tendem a apresentar estimativas de tamanhos de efeito mais semelhantes entre si do que com espécies menos aparentadas (Lajeunesse; Rosenberg; Jennions, 2013). Contudo, nos demais modelos, a filogenia exerceu pouco ou nenhum papel sobre a variabilidade dos dados. Duas hipóteses podem explicar esse aparente padrão. Primeiro, a história evolutiva pode não esclarecer completamente a variação nos tamanhos de efeito, já que outros fatores, como métodos, tamanhos amostrais ou condições ambientais, podem estar influenciando as estimativas de efeito (Gould *et al.*, 2023). Segundo, as relações filogenéticas entre as espécies na meta-análise podem ser pouco resolvidas ou incertas, dificultando que se analise acuradamente o papel da filogenia (Cinar; Nakagawa; Viechtbauer, 2022). Apesar de considerarmos a história filogenética do grupo nesta

análise, é importante destacar que a resposta ao parasitismo pode variar mesmo entre espécies intimamente relacionadas (Hasik *et al.*, 2023), de modo que uma eventual ausência de sinal filogenético no padrão sazonal de carrapatos não seria surpreendente.

Outras variáveis que podem explicar a heterogeneidade dos tamanhos de efeito são a latitude e altitude. A latitude também atua como influenciadora na dinâmica sazonal de carrapatos devido à sua associação com o fotoperíodo (de Paula *et al.*, 2022). De acordo com a latitude do local amostrado, o fotoperíodo apresentará um intervalo de horas específico, que variará ao longo do ano (Varejão-Silva, 2005). Isso é importante para a regulação do fim da diapausa comportamental em larvas de *Amblyomma* e, conseqüentemente, dará início ao período de busca pelo hospedeiro. Contudo, nossos resultados destacam a necessidade de cautela ao considerar a influência da latitude em nossos resultados, uma vez que a maioria dos espécimes analisados foi coletada em uma faixa latitudinal relativamente estreita, variando entre -15,0° e -30,0 °.

Por sua vez, a altitude influencia a temperatura, com locais mais altos possuindo temperaturas mais amenas, enquanto locais com altitudes menores irão apresentar temperaturas mais quentes, embora com maior amplitude térmica (Wang *et al.*, 2011). Contudo, é importante destacar que esses padrões gerais da influência da altitude serão modulados pela latitude. Em lugares com baixa latitude, uma região com altitude elevada pode ter temperaturas parecidas com áreas de altitude mais próximas ao nível do mar, mas com latitudes maiores (Wang *et al.*, 2011). Esses aspectos são relevantes, pois algumas espécies de carrapato ocorrem com maior frequência em faixas altitudinais específicas. Por exemplo, *A. sculptum* é mais comum em altitudes próximas ao nível do mar, como observado em estudos na Serra da Canastra, enquanto *A. aureolatum* e *A. ovale* podem sobrepor-se em certas altitudes, mas têm padrões distintos: *A. aureolatum* é mais abundante em altitudes elevadas, enquanto *A. ovale* é mais comum em altitudes mais próximas ao nível do mar (Barbieri *et al.*, 2015; Faccini *et al.*, 2022, Szabó *et al.*, 2018). Esta meta-análise considera altitudes entre 5 metros acima do nível do mar e 1372 metros. Essa ampla faixa altitudinal pode afetar a coleta de diferentes espécies de *Amblyomma* e, conseqüentemente, os resultados da análise podem ser influenciados pela variação na distribuição das espécies.

Em suma, esta meta-análise revela a complexidade da dinâmica populacional de carrapatos *Amblyomma*, com padrões sazonais distintos entre estágios e espécies. Adaptações como diapausas e respostas a microclimas específicos contribuem para a

variabilidade. Diante da limitação geográfica dos estudos primários nesta meta-análise, concentrados principalmente no Brasil, Argentina e Uruguai, é crucial reconhecer que os padrões sazonais dos carrapatos *Amblyomma* identificados aqui podem não ser generalizáveis para toda a região Neotropical. Portanto, a universalidade desses achados deve ser interpretada com cautela. A ausência de uma sazonalidade pronunciada em alguns sistemas parasito-hospedeiro destaca a complexidade dessas interações e a necessidade de considerar as especificidades locais ao abordar a dinâmica temporal desses carrapatos. A compreensão desses padrões sazonais é fundamental para o desenvolvimento de estratégias eficazes de controle e prevenção de doenças transmitidas por carrapatos. Por exemplo, a identificação dos períodos de maior atividade dos carrapatos pode orientar a implementação de medidas de controle direcionadas, como tratamentos acaricidas ou ações de manejo ambiental. Além disso, a análise das relações entre a sazonalidade dos diferentes estágios de vida dos carrapatos pode fornecer *insights* importantes sobre os processos ecológicos subjacentes que regem a dinâmica das populações de carrapatos.

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossa investigação da literatura referente a sazonalidade dos carrapatos do gênero *Amblyomma* na região Neotropical revelou que fatores abióticos e bióticos desempenham papéis cruciais na dinâmica populacional desses parasitos. Constatamos padrões sazonais distintos entre imaturos e adultos. As larvas e ninfas, coletadas no ambiente, apresentaram maiores ocorrências durante a estação seca, enquanto os adultos predominaram na estação chuvosa. Observamos variações na ocorrência sazonal no nível de espécies, destacando que algumas, como as ninfas de *A. dubitatum*, são mais prevalentes durante a estação seca. No entanto, é importante ressaltar que essas ninfas não demonstram diferenças em sua abundância média ou intensidade média entre as estações. Isso sugere que, embora possam parasitar mais hospedeiros em uma estação específica, a quantidade de parasitas em si não varia entre as estações seca e chuvosa.

A influência da filogenia na variabilidade dos dados foi limitada, indicando que outros fatores, como métodos de estudo, tamanhos amostrais e condições ambientais, podem desempenhar papéis mais significativos. A complexidade evolutiva do grupo

pode não ser suficiente para explicar completamente a heterogeneidade observada. Além disso, considerações sobre latitude e altitude destacam-se como elementos importantes na dinâmica sazonal. A influência da latitude na regulação do fotoperíodo e a interligação com a altitude evidenciam a necessidade de cautela ao interpretar a sazonalidade dos carrapatos, especialmente considerando a faixa relativamente estreita de latitude analisada. Ainda caminhamos lentamente nas pesquisas de ecologia e biologia de carrapatos em alguns países Neotropicais. Para tanto, a formação de redes para fins de pesquisa e/ou captação de recursos para pesquisa e formação de recursos humanos são de fundamental importância para amenizar a demanda de conhecimento na região, como um todo.

Portanto, a generalização dos padrões sazonais identificados para toda a região Neotropical deve ser feita com cautela. A ausência de uma sazonalidade pronunciada em alguns sistemas parasito-hospedeiro ressalta a complexidade das interações e a importância de considerar as especificidades locais. Em síntese, destacamos a necessidade contínua de pesquisa abrangente e localmente adaptada para compreender plenamente a dinâmica temporal dos carrapatos *Amblyomma* na vasta e diversificada região Neotropical.

4 CONCLUSÃO GERAL

A proposição de projetos em que seja possível elucidar os aspectos ecológicos de carrapatos em um nível amplo, como as relações entre carrapatos e patógenos ou entre carrapatos e seus hospedeiros é uma tarefa complexa. Meta-análises são soluções adequadas para isso, visto que podem agregar estudos publicados ao longo do tempo e retratar diferentes aspectos do objeto de estudo. No entanto, seu poder será afetado pela qualidade dos dados disponíveis. Índices parasitológicos básicos devem ser fornecidos de forma correta, seguindo um padrão, por exemplo Bush *et al.* (1997), para que os mesmos possam ser interpretados adequadamente e comparáveis. É cada vez mais necessário que as revistas exijam que as bases dos dados sejam depositadas e que assegurem seus depósitos em bases como Open Science Framework ou GitHub. Outro ponto, é que para o depósito de base de dados exista regras que assegurem a reprodutibilidade da pesquisa como um todo e livre acesso.

No primeiro capítulo destacamos a relativa escassez de estudos que adotam uma abordagem quantitativa em revisões sobre Ixodologia, com predominância de abordagens qualitativas. Além disso, neste capítulo abordamos a importância da meta-análise como um método para a análise e estudos de carrapatos, fornecendo uma visão geral dos métodos metanalíticos e do histórico da meta-análise. Este capítulo buscou fornecer uma base teórica e metodológica para a compreensão da abordagem adotada ao longo da tese, destacando a relevância da meta-análise para a síntese de dados. Assim, argumentamos que é necessária a implantação de programas temáticos públicos sobre ecologia de carrapatos, com prioridade àqueles biomas para os quais se tem poucos dados.

No segundo capítulo, focamos na complexidade da sazonalidade de *Amblyomma*. Ressaltamos a importância de considerar as especificidades locais ao abordar a dinâmica temporal desses carrapatos, enfatizando a necessidade de estudos mais abrangentes que considerem múltiplas espécies e diferentes locais de amostragem. Nós observamos que existem padrões distintos de sazonalidade entre larvas e ninfas, por um lado, e adultos, por outro. Larvas e ninfas apresentam maiores ocorrências durante a estação seca, enquanto os adultos predominam na estação chuvosa. Esses achados são

consistentes com estudos anteriores. No entanto, é importante notar que há variações na ocorrência sazonal no nível de espécies.

Referências bibliográficas

ADENUBI, O T *et al.* Pesticidal plants as a possible alternative to synthetic acaricides in tick control: A systematic review and meta-analysis. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 123, p. 779–806, 2018. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85050483484&doi=10.1016%2fj.indcrop.2018.06.075&partnerID=40&md5=aceefcf1c69a386cce09c206d7d23a00>.

AKIRA, Shizuo; UEMATSU, Satoshi; TAKEUCHI, Osamu. Pathogen Recognition and Innate Immunity. **Cell**, [s. l.], v. 124, n. 4, p. 783–801, 2006. Disponível em: Acesso em: 29 nov. 2022.

ALLAN, Sandra A. Ticks (Class Arachnida: Order Acarina). *In*: PARASITIC DISEASES OF WILD MAMMALS. [S. l.]: John Wiley & Sons, Ltd, 2008. p. 72–106. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/9780470377000.ch4>. Acesso em: 10 jan. 2023.

ALTIZER, Sonia *et al.* Seasonality and the dynamics of infectious diseases. **Ecology Letters**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 467–484, 2006. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1461-0248.2005.00879.x>. Acesso em: 15 dez. 2022.

BARBIERI, Amalia 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.

BAUMEISTER, Roy F; LEARY, Mark R. Writing Narrative Literature Reviews. **Review of General Psychology**, [s. l.], v. 1, n. 3, p. 311–320, 1997. Disponível em: Acesso em: 6 jun. 2022.

BELOZEROV, V.N. Diapause and Biological Rhythms in Ticks. **Physiology of Ticks**, [s. l.], p. 469–500, 1982. Disponível em: Acesso em: 11 jan. 2024.

BORENSTEIN, Michael *et al.* A basic introduction to fixed-effect and random-effects models for meta-analysis. **Research synthesis methods**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 97–111, 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26061376/>. Acesso em: 3 nov. 2022.

BORENSTEIN, M. *et al.* **Introduction to meta-analysis**. [S. l.]: John Wiley & Sons, 2009. Disponível em: <https://idostatistics.com/borenstein-hedges-higgins-rothstein-2009-introduction-meta-analysis/>. Acesso em: 15 jun. 2022.

BORENSTEIN, Michael; HIGGINS, Julian P. T. Meta-Analysis and Subgroups. **Prevention Science**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 134–143, 2013.

BOULANGER, N. *et al.* Ticks and tick-borne diseases. **Médecine et Maladies Infectieuses**, [s. l.], v. 49, n. 2, p. 87–97, 2019. Disponível em: Acesso em: 7 nov. 2022.

- BRONSON, F. H. Climate change and seasonal reproduction in mammals. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, [s. l.], v. 364, n. 1534, p. 3331, 2009. Disponível em: [/pmc/articles/PMC2781850/](https://pmc/articles/PMC2781850/). Acesso em: 27 jun. 2023.
- BUSH, Albert O. *et al.* Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. **Journal of Parasitology**, [s. l.], v. 83, n. 4, p. 575–583, 1997.
- CANÇADO, Paulo Henrique D *et al.* The effect of immersion in distilled water on the engorged larvae and nymphs of *Amblyomma dubitatum* Neumann, 1899 (Acari: Ixodidae). **Revista brasileira de parasitologia veterinária = Brazilian journal of veterinary parasitology : Órgão Oficial do Colégio Brasileiro de Parasitologia Veterinária**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 17–22, 2006.
- CASTRESANA, Jose. Selection of Conserved Blocks from Multiple Alignments for Their Use in Phylogenetic Analysis. **Molecular Biology and Evolution**, [s. l.], v. 17, n. 4, p. 540–552, 2000. Disponível em: <https://academic.oup.com/mbe/article/17/4/540/1127654>. Acesso em: 22 fev. 2023.
- CATÁLOGO DE TESES & DISSERTAÇÕES - CAPES. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>. Acesso em: 14 jul. 2022.
- CHANDLER, Jacqueline *et al.* Chapter I: Introduction | Cochrane Training. In: HIGGINS, JPT *et al.* (org.). **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions version 6.1**. [S. l.: s. n.], 2020. v. 6.1. Disponível em: <https://training.cochrane.org/handbook/archive/v6.1/chapter-i>. Acesso em: 6 jun. 2022.
- CHOPRA, Ian; ROBERTS, Marilyn. Tetracycline Antibiotics: Mode of Action, Applications, Molecular Biology, and Epidemiology of Bacterial Resistance. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, [s. l.], v. 65, n. 2, p. 232, 2001. Disponível em: [/pmc/articles/PMC99026/](https://pmc/articles/PMC99026/). Acesso em: 29 nov. 2022.
- CINAR, Ozan; NAKAGAWA, Shinichi; VIECHTBAUER, Wolfgang. Phylogenetic multilevel meta-analysis: A simulation study on the importance of modelling the phylogeny. **Methods in Ecology and Evolution**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 383–395, 2022. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/2041-210X.13760>. Acesso em: 22 fev. 2023.
- CROFT, Simon L.; SUNDAR, Shyam; FAIRLAMB, Alan H. Drug resistance in leishmaniasis. **Clinical Microbiology Reviews**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 111–126, 2006. Disponível em: <https://journals.asm.org/doi/10.1128/CMR.19.1.111-126.2006>. Acesso em: 29 nov. 2022.
- DANTAS-TORRES, Filipe *et al.* 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, 2019a. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31331735/>. Acesso em: 16 jan. 2022.
- DANTAS-TORRES, Filipe *et al.* Seasonal dynamics and rickettsial infection in free-living *Amblyomma dubitatum* in the Atlantic forest biome in north-eastern Brazil. **Acta Tropica**, [s. l.], v. 217, p. 105854, 2021. Disponível em: Acesso em: 16 jan. 2022.
- DANTAS-TORRES, Filipe *et al.* Ticks (Ixodida: Argasidae, Ixodidae) of Brazil: Updated species checklist and taxonomic keys. **Ticks and Tick-borne Diseases**, [s. l.], v. 10, n. 6, 2019b. Disponível em: Acesso em: 4 jul. 2022.

- DANTAS-TORRES, Filipe; CHOMEL, Bruno B.; OTRANTO, Domenico. Ticks and tick-borne diseases: a One Health perspective. **Trends in Parasitology**, [s. l.], v. 28, n. 10, p. 437–446, 2012a. Disponível em: Acesso em: 15 nov. 2022.
- DAROSCI, Adriano Antonio Brito *et al.* Seasonality, diaspore traits and the structure of plant-frugivore networks in Neotropical savanna forest. **Acta Oecologica**, [s. l.], v. 84, p. 15–22, 2017.
- DASZAK, Peter; CUNNINGHAM, Andrew A.; HYATT, Alex D. Emerging infectious diseases of wildlife--threats to biodiversity and human health. **Science (New York, N.Y.)**, [s. l.], v. 287, n. 5452, p. 443–449, 2000. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10642539/>. Acesso em: 29 nov. 2022.
- DAVIDSON, W. R.; SIEFKEN, D. A.; CREEKMORE, L. H. Influence of annual and biennial prescribed burning during March on the abundance of *Amblyomma americanum* (Acari: Ixodidae) in central Georgia. **Journal of medical entomology**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 72–81, 1994. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8158633/>. Acesso em: 11 jan. 2023.
- DE ARAÚJO, Flávio Eduardo Saraiva *et al.* Seasonal dynamics of *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) sensu stricto in a degraded area of the Amazon biome, with notes on *Rickettsia amblyommatis* infection. **Parasites and Vectors**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 1–13, 2023. Disponível em: <https://parasitesandvectors-biomedcentral-com.ez30.periodicos.capes.gov.br/articles/10.1186/s13071-023-05978-9>. Acesso em: 11 jan. 2024.
- DE OLIVEIRA, Glauber Meneses Barboza *et al.* Lack of seasonality of *Amblyomma rotundatum* (Acari: Ixodidae) on *Rhinella jimi* (Anura: Bufonidae) in a semi-arid region of northeastern Brazil. **Ticks and Tick-borne Diseases**, [s. l.], v. 9, n. 5, p. 1350–1353, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877959X18300682>.
- DE OLIVEIRA E SILVA, Clarisse Caroline *et al.* Seasonality in abundance and detection bias of birds in a tropical dry forest in north-eastern South America. **Journal of Tropical Ecology**, [s. l.], v. 33, n. 6, p. 365–378, 2017.
- DE PAULA, Luiza Gabriella Ferreira *et al.* Seasonal dynamics of *Amblyomma sculptum*: a review. **Parasites and Vectors**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 1–14, 2022. Disponível em: <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-022-05311-w>. Acesso em: 15 dez. 2022.
- DE PAULA, Luiza Gabriella Ferreira *et al.* Seasonal dynamics of *Amblyomma sculptum* in two areas of the Cerrado biome midwestern Brazil, where human cases of rickettsiosis have been reported. **Experimental and Applied Acarology**, [s. l.], v. 84, n. 1, p. 215–225, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10493-021-00615-5>.
- DOS SANTOS FILHO, Manoel; DA SILVA, Dionei José; SANAIOTTI, Tânia Margarete. Variação sazonal na riqueza e na abundância de pequenos mamíferos, na estrutura da floresta e na disponibilidade de artrópodes em fragmentos florestais no Mato Grosso, Brasil. **Biota Neotropica**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 115–121, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bn/a/5SJphjfdXN3nGZRzyZCDQvx/?lang=pt>. Acesso em: 31 ago. 2023.

DWAN, Kerry *et al.* Systematic Review of the Empirical Evidence of Study Publication Bias and Outcome Reporting Bias — An Updated Review. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 8, n. 7, 2013. Disponível em: [/pmc/articles/PMC3702538/](#). Acesso em: 28 nov. 2023.

EGGER, Matthias *et al.* Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. **British Medical Journal**, [s. l.], v. 315, n. 7109, 1997.

ELWOOD, Peter. The first randomized trial of aspirin for heart attack and the advent of systematic overviews of trials. **Journal of the Royal Society of Medicine**, [s. l.], v. 99, n. 11, p. 586, 2006. Disponível em: [/pmc/articles/PMC1633560/](#). Acesso em: 14 jun. 2022.

ESPÍRITO SANTO, Helena; DANIEL, Fernanda. Calcular e apresentar tamanhos do efeito em trabalhos científicos (2): Guia para reportar a força das relações. **Revista Portuguesa de Investigação Comportamental e Social**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 53–64, 2017.

ESTRADA-PEÑA, Agustín *et al.* Pitfalls in Tick and Tick-Borne Pathogens Research, Some Recommendations and a Call for Data Sharing. **Pathogens** 2021, Vol. 10, Page 712, [s. l.], v. 10, n. 6, p. 712, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-0817/10/6/712/htm>. Acesso em: 21 jun. 2022.

ESTRADA-PEÑA, Agustín; DE LA FUENTE, José. The ecology of ticks and epidemiology of tick-borne viral diseases. **Antiviral Research**, [s. l.], v. 108, p. 104–128, 2014.

EYSENCK, H. J. An exercise in mega-silliness. **American Psychologist**, [s. l.], v. 33, n. 5, p. 517, 1978. Disponível em: [/record/1990-58395-001](#). Acesso em: 14 jun. 2022.

FACCINI, João L. H. *et al.* 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. 136, 2022.

FECCHIO, A. *et al.* Migration and season explain tick prevalence in Brazilian birds. **Medical and veterinary entomology**, [s. l.], v. 35, n. 4, p. 547–555, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34018221/>. Acesso em: 6 jul. 2022.

FORERO-BECERRA, Elkin *et al.* *Amblyomma mixtum* free-living stages: Inferences on dry and wet seasons use, preference, and niche width in an agroecosystem (Yopal, Casanare, Colombia). **PLOS ONE**, [s. l.], v. 17, n. 4, p. e0245109, 2022. Disponível em: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0245109>. Acesso em: 25 maio 2022.

GABELICA, Mirko; BOJČIĆ, Ružica; PULJAK, Livia. Many researchers were not compliant with their published data sharing statement: mixed-methods study. **Journal of Clinical Epidemiology**, [s. l.], v. 0, n. 0, 2022. Disponível em: <http://www.jclinepi.com/article/S089543562200141X/fulltext>. Acesso em: 21 jun. 2022.

GALVÃO, Taís Freire; PANSANI, Thais de Souza Andrade; HARRAD, David. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, [s. l.], v. 24, n. 2, p. 335–342, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/ress/a/TL99XM6YPx3Z4rxn5WmCNCF/?lang=pt>. Acesso em: 7 jun. 2022.

- GIANNELLI, Alessio; DANTAS-TORRES, Filipe; OTRANTO, Domenico. Underwater survival of *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae). **Experimental and Applied Acarology**, [s. l.], v. 57, n. 2, p. 171–178, 2012.
- GLASS, Gene v. Primary, Secondary, and Meta-Analysis of Research. **Educational Researcher**, [s. l.], v. 5, n. 10, p. 3, 1976. Disponível em: Acesso em: 30 maio 2022.
- GOPALAKRISHNAN, S.; GANESHKUMAR, P. Systematic Reviews and Meta-analysis: Understanding the Best Evidence in Primary Healthcare. **Journal of Family Medicine and Primary Care**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 9, 2013. Disponível em: /pmc/articles/PMC3894019/. Acesso em: 1 fev. 2024.
- GOULD, Elliot *et al.* **Same data, different analysts: variation in effect sizes due to analytical decisions in ecology and evolutionary biology**. [S. l.: s. n.], 2023.
- GREEN, Bart N.; JOHNSON, Claire D.; ADAMS, Alan. Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: secrets of the trade. **Journal of Chiropractic Medicine**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 101–117, 2006.
- GREGORY, R. D.; WOOLHOUSE, M. E.J. Quantification of parasite aggregation: A simulation study. **Acta Tropica**, [s. l.], v. 54, n. 2, p. 131–139, 1993. Disponível em: Acesso em: 1 jan. 2024.
- GUERRERO, Felix David; LOVIS, Léonore; MARTINS, João Ricardo. Acaricide resistance mechanisms in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 1–6, 2012.
- GUGLIELMONE, A. A. *et al.* Ecological aspects of four species of ticks found on cattle in Salta, Northwest Argentina. **Veterinary Parasitology**, [s. l.], v. 35, n. 1–2, p. 93–101, 1990. Disponível em: Acesso em: 13 ago. 2023.
- GUGLIELMONE, Alberto A. *et al.* **The Hard Ticks of the World**. [S. l.: s. n.], 2014. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-94-007-7497-1>.
- GUGLIELMONE, Alberto A.; NAVA, Santiago. Hosts of *Amblyomma dissimile* Koch, 1844 and *Amblyomma rotundatum* Koch, 1844 (Acari: Ixodidae). **Zootaxa**, [s. l.], v. 2541, n. 1, p. 27–49–27–49, 2010. Disponível em: <https://www.mapress.com/zt/article/view/zootaxa.2541.1.2>. Acesso em: 15 dez. 2022.
- GUGLIELMONE, ALBERTO A.; NAVA, SANTIAGO; ROBBINS, RICHARD G. Geographic distribution of the hard ticks (Acari: Ixodida: Ixodidae) of the world by countries and territories. **Zootaxa**, [s. l.], v. 5251, n. 1, p. 1–274, 2023.
- GUREVITCH, Jessica *et al.* Meta-analysis and the science of research synthesis. **Nature** **2018 555:7695**, [s. l.], v. 555, n. 7695, p. 175–182, 2018. Disponível em: <https://www-nature.ez30.periodicos.capes.gov.br/articles/nature25753>. Acesso em: 14 jun. 2022.
- HARRER, Mathias *et al.* **Doing Meta-Analysis With R: A Hands-On Guide**. 1st. ed. Boca Raton, FL and London: Chapman & Hall/CRC Press, 2021. Disponível em: <https://www.routledge.com/Doing-Meta-Analysis-with-R-A-Hands-On-Guide/Harrer-Cuijpers-Furukawa-Ebert/p/book/9780367610074>.
- HASIK, Adam Z. *et al.* Resetting our expectations for parasites and their effects on species interactions: a meta-analysis. **Ecology Letters**, [s. l.], v. 26, n. 1, p. 184–199, 2023.

HEDGES, Larry v.; OLKIN, Ingram. Statistical Methods for Meta-Analysis. **Statistical Methods for Meta-Analysis**, [s. l.], 1985. Disponível em: Acesso em: 14 fev. 2022.

HIGGINS, Julian; THOMAS, James. **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions | Cochrane Training**. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://training.cochrane.org/handbook/current>. Acesso em: 7 jun. 2022.

HIGGINS, Julian P.T.; THOMPSON, Simon G. Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. **Statistics in medicine**, [s. l.], v. 21, n. 11, p. 1539–1558, 2002. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12111919/>. Acesso em: 26 fev. 2023.

IOANNIDIS, John P.A. The Mass Production of Redundant, Misleading, and Conflicted Systematic Reviews and Meta-analyses. **The Milbank quarterly**, [s. l.], v. 94, n. 3, p. 485–514, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27620683/>. Acesso em: 14 jun. 2022.

IVANOV, Marlete Moreira Mendes *et al.* Seasonal Dynamics of the Phenology of Native Species from the Seasonally Dry Tropical Forest. **Floresta e Ambiente**, [s. l.], v. 29, n. 4, 2022.

JENKINS, Dale W. Advances in medical entomology using radioisotopes. **Experimental Parasitology**, [s. l.], v. 3, n. 5, p. 474–490, 1954. Disponível em: Acesso em: 30 nov. 2022.

JENNIONS, Michael D *et al.* Publication and Related Biases. In: KORICHEVA, Julia; GUREVITCH, Jessica; MENGENSEN, Kerrie (org.). **Handbook of Meta-analysis in Ecology and Evolution**. [S. l.]: Princeton University Press, 2013. p. 207–236. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/j.ctt24hq6n.17>.

JONGEJAN, F.; UILENBERG, G. The global importance of ticks. **Parasitology**, [s. l.], v. 129, n. S1, p. S3–S14, 2004. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/parasitology/article/abs/global-importance-of-ticks/2CCD9EAD34FA5E2FB3CD37DAAFF7F56>. Acesso em: 15 nov. 2022.

KATOH, Kazutaka; ROZEWICKI, John; YAMADA, Kazunori D. MAFFT online service: multiple sequence alignment, interactive sequence choice and visualization. **Briefings in Bioinformatics**, [s. l.], v. 20, n. 4, p. 1160–1166, 2019. Disponível em: <https://academic.oup.com/bib/article/20/4/1160/4106928>. Acesso em: 22 fev. 2023.

KORICHEVA, Julia; GUREVITCH, Jessica. Place of Meta-analysis among Other Methods of Research Synthesis. In: KORICHEVA, Julia; GUREVITCH, Jessica; MENGENSEN, Kerrie (org.). **Handbook of Meta-analysis in Ecology and Evolution**. [S. l.]: Princeton University Press, 2013. p. 3–13. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/j.ctt24hq6n.4>.

KORICHEVA, Julia; GUREVITCH, Jessica; MENGENSEN, Kerrie. **Handbook of Meta-analysis in Ecology and Evolution**. [S. l.]: Princeton University Press, 2013.

KUMAR, Sudhir *et al.* MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across Computing Platforms. **Molecular Biology and Evolution**, [s. l.], v. 35, n. 6, p. 1547–1549, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1093/molbev/msy096>.

KURAKU, Shigehiro *et al.* Leaves facilitates on-demand exploration of metazoan gene family trees on MAFFT sequence alignment server with enhanced interactivity. **Nucleic**

- Acids Research**, [s. l.], v. 41, n. W1, p. W22–W28, 2013. Disponível em: <https://academic.oup.com/nar/article/41/W1/W22/1099639>. Acesso em: 22 fev. 2023.
- LABRUNA, Marcelo B. *et al.* Larval Behavioral Diapause Regulates Life Cycle of *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae) in Southeast Brazil. **Journal of Medical Entomology**, [s. l.], v. 40, n. 2, p. 170–178, 2003.
- LABRUNA, M. B.; TERASSINI, F. A.; CAMARGO, L. M.A. Notes on population dynamics of *Amblyomma* ticks (Acari: Ixodidae) in Brazil. **Journal of Parasitology**, [s. l.], v. 95, n. 4, p. 1016–1018, 2009.
- LAJEUNESSE, Marc J; ROSENBERG, Michael S; JENNIONS, Michael D. 17. Phylogenetic Nonindependence and Meta-analysis. *In*: KORICHEVA, Julia; GUREVITCH, Jessica; MENGERSSEN, Kerrie (org.). **Handbook of Meta-analysis in Ecology and Evolution**. Princeton: Princeton University Press, 2013. p. 284–299. Disponível em: <https://doi.org/10.1515/9781400846184-019>.
- LINDEN, Audrey Helen; HÖNEKOPP, Johannes. Heterogeneity of Research Results: A New Perspective From Which to Assess and Promote Progress in Psychological Science. **Perspectives on Psychological Science**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 358–376, 2021.
- LOUZADA, Gabriella; DAEMON, Erik. Efeito da imersão de fêmeas ingurgitadas de *Boophilus microplus* (CANESTRINI, 1887) (Acari: Ixodidae) em água destilada sobre os parâmetros biológicos ligados à oviposição. **Revista brasileira de parasitologia veterinária**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 115–120, 2003.
- LUZ, Hermes Ribeiro *et al.* Bird ticks in an area of the Cerrado of Minas Gerais State, southeast Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, [s. l.], v. 58, n. 1, p. 89–99, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10493-012-9572-7>.
- LUZ, Hermes Ribeiro *et al.* Some biological and behavioral aspects of *Amblyomma longirostre* (Acari: Ixodidae) under laboratory and natural conditions. **Systematic and Applied Acarology**, [s. l.], v. 23, n. 10, p. 1965–1971–1965–1971, 2018. Disponível em: <https://www.biotaxa.org/saa/article/view/saa.23.10.8>. Acesso em: 31 ago. 2023.
- LUZ, Hermes Ribeiro; FACCINI, João Luiz Horacio; DA SILVA, Hélio Ricardo. Patterns of parasitism by *Amblyomma Rotundatum* (Ixodidae) on *Rhinella Schneideri* (Bufonidae) in Islands of São Francisco River, Minas Gerais, Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, [s. l.], v. 35, n. 6, p. 579–582, 2015.
- MAHOOD, Quenby; VAN EERD, Dwayne; IRVIN, Emma. Searching for grey literature for systematic reviews: Challenges and benefits. **Research Synthesis Methods**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 221–234, 2014.
- MARCHIONDO, Alan; ENDRIS, Richard. Arachnida. *In*: PARASITICIDE SCREENING. [S. l.]: Academic Press, 2019. v. 1, p. 257–377. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128138908000043>. Acesso em: 10 jan. 2023.
- MARGINSON, Simon. Global Science and national comparisons: beyond bibliometrics and scientometrics. **Comparative Education**, [s. l.], v. 58, n. 2, p. 125–146, 2022. Disponível em: Acesso em: 1 jun. 2022.
- MARTINS, Thiago F.; FECCHIO, Alan; LABRUNA, Marcelo B. Ticks of the genus *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) on wild birds in the Brazilian Amazon. **Systematic and**

Applied Acarology, [s. l.], v. 19, n. 4, p. 385–392–385–392, 2014. Disponível em: <https://www.biotaxa.org/saa/article/view/saa.19.4.1>. Acesso em: 31 ago. 2023.

MATURANO, Ralph *et al.* Additional information about tick parasitism in Passeriformes birds in an Atlantic Forest in southeastern Brazil. **Parasitology Research**, [s. l.], v. 114, n. 11, p. 4181–4193, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00436-015-4651-4>.

MCINNES, Matthew D.F. *et al.* Preferred Reporting Items for a Systematic Review and Meta-analysis of Diagnostic Test Accuracy Studies: The PRISMA-DTA Statement. **JAMA**, [s. l.], v. 319, n. 4, p. 388–396, 2018. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2670259>. Acesso em: 7 jun. 2022.

MEEHL, Paul E. Cliometric metatheory: II. Criteria scientists use in theory appraisal and why it is rational to do so. **Psychological Reports**, [s. l.], v. 91, n. 2, p. 339–404, 2002. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/10.2466/pr0.2002.91.2.339?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr_dat=cr_pub++0pubmed. Acesso em: 5 jun. 2022.

MEEHL, Paul E. Theoretical Risks and Tabular Asterisks: Sir Karl, Sir Ronald, and the Slow Progress of Soft Psychology. **Journal of Consulting and Clinical Psychology**, [s. l.], v. 46, p. 806–834, 1978. Disponível em: Acesso em: 3 jun. 2022.

MENGERSEN, Kerrie *et al.* Statistical models and approaches to inference. In: KORICHEVA, Julia; GUREVITCH, Jessica; MENGERSEN, Kerrie (org.). **Handbook of Meta-analysis in Ecology and Evolution**. [S. l.]: Princeton University Press, 2013. p. 89–107. Disponível em: Acesso em: 17 jun. 2022.

MOHER, D *et al.* Improving the quality of reporting of meta-analysis of randomized controlled trials: The QUOROM statement. **Lancet**, [s. l.], v. 354, 1994. Disponível em: Acesso em: 7 jun. 2022.

MOHER, David *et al.* Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. **PLOS Medicine**, [s. l.], v. 6, n. 7, p. e1000097, 2009. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1000097>. Acesso em: 7 jun. 2022.

MOLNÁR, Péter K. *et al.* Metabolic approaches to understanding climate change impacts on seasonal host-macroparasite dynamics. **Ecology Letters**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 9–21, 2013.

NAKAGAWA, Shinichi *et al.* Meta-analysis of variation: ecological and evolutionary applications and beyond. **Methods in Ecology and Evolution**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 143–152, 2015. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/2041-210X.12309>. Acesso em: 14 jun. 2022.

NAKAGAWA, Shinichi *et al.* Meta-evaluation of meta-analysis: Ten appraisal questions for biologists. **BMC Biology**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 1–14, 2017. Disponível em: <https://bmcbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12915-017-0357-7>. Acesso em: 2 nov. 2022.

NAKAGAWA, Shinichi *et al.* orchaRd 2.0: An R package for visualising meta-analyses with orchard plots. **Methods in Ecology and Evolution**, [s. l.], v. 14, n. 8, p. 2003–

2010, 2023. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/2041-210X.14152>. Acesso em: 1 jan. 2024.

NAKAGAWA, Shinichi; CUTHILL, Innes C. Effect size, confidence interval and statistical significance: A practical guide for biologists. **Biological Reviews**, [s. l.], v. 82, n. 4, p. 591–605, 2007.

NAKAGAWA, Shinichi; SANTOS, Eduardo S.A. Methodological issues and advances in biological meta-analysis. **Evolutionary Ecology** 2012 26:5, [s. l.], v. 26, n. 5, p. 1253–1274, 2012. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10682-012-9555-5>. Acesso em: 14 jun. 2022.

NAVA, Santiago *et al.* Ecology of *Amblyomma neumanni* (Acari: Ixodidae). **Acta Tropica**, [s. l.], v. 111, n. 3, p. 226–236, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001706X09001077>.

NAVA, Santiago *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, 18. **Ticks and Tick-borne Diseases**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 252–276, 2014. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877959X14000065>.

NAVA, Santiago *et al.* Seasonal dynamics and hosts of *Amblyomma triste* (Acari: Ixodidae) in Argentina. **Veterinary Parasitology**, [s. l.], v. 181, n. 2, p. 301–308, 2011.

NAVA, Santiago *et al.* Tick Classification, External Tick Anatomy with a Glossary, and Biological Cycles. **Ticks of the Southern Cone of America**, [s. l.], p. 1–23, 2017. Disponível em: Acesso em: 7 nov. 2022.

NAVA, S.; GUGLIELMONE, A.A. A meta-analysis of host specificity in Neotropical hard ticks (Acari: Ixodidae). **Bulletin of Entomological Research**, [s. l.], v. 103, n. 2, p. 216–224, 2013.

NAVA, Santiago; MANGOLD, Atilio J; GUGLIELMONE, Alberto A. Aspects of the life cycle of *Amblyomma parvum* (Acari: Ixodidae) under natural conditions. **Veterinary Parasitology**, [s. l.], v. 156, n. 3, p. 270–276, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401708002975>.

NOVATO, Tatiane Pinheiro *et al.* Acaricidal activity of carvacrol and thymol on acaricide-resistant *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) populations and combination with cypermethrin: Is there cross-resistance and synergism?. **Veterinary Parasitology**, [s. l.], v. 310, p. 109787, 2022. Disponível em: Acesso em: 31 out. 2023.

OBAID, Muhammad Kashif *et al.* Acaricides Resistance in Ticks: Selection, Diagnosis, Mechanisms, and Mitigation. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, [s. l.], v. 12, p. 885, 2022. Disponível em: Acesso em: 30 nov. 2022.

ODA, Fabrício Hiroiuki *et al.* *Amblyomma* species infesting amphibians and reptiles in the seasonally dry Amazon forest, with new host records for *Amblyomma rotundatum* (Acari: Ixodida: Ixodidae). **Systematic and Applied Acarology**, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 387–392, 2018.

O'DEA, Rose E. *et al.* Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses in ecology and evolutionary biology: a PRISMA extension. **Biological**

- Reviews**, [s. l.], v. 96, n. 5, p. 1695–1722, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/brv.12721>. Acesso em: 7 jun. 2022.
- OLIVEIRA, P R *et al.* Population dynamics of the free-living stages of *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) (Acari: Ixodidae) on pastures of Pedro Leopoldo, Minas Gerais State, Brazil. **Veterinary Parasitology**, [s. l.], v. 92, n. 4, p. 295–301, 2000.
- O'ROURKE, Keith. An historical perspective on meta-analysis: dealing quantitatively with varying study results. **Journal of the Royal Society of Medicine**, [s. l.], v. 100, n. 12, p. 579, 2007. Disponível em: [/pmc/articles/PMC2121629/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/171629/). Acesso em: 13 jun. 2022.
- PAGE, Matthew J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. **PLOS Medicine**, [s. l.], v. 18, n. 3, p. e1003583, 2021. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1003583>. Acesso em: 6 jun. 2022.
- PARMESAN, Camille. Influences of species, latitudes and methodologies on estimates of phenological response to global warming. **Global Change Biology**, [s. l.], v. 13, n. 9, p. 1860–1872, 2007. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2486.2007.01404.x>. Acesso em: 25 jun. 2023.
- PAROLA, P.; RAOULT, D. Ticks and tickborne bacterial diseases in humans: An emerging infectious threat. **Clinical Infectious Diseases**, [s. l.], v. 32, n. 6, p. 897–928, 2001. Disponível em: <https://academic.oup.com/cid/article/32/6/897/306927>. Acesso em: 29 nov. 2022.
- PATRICK, Carl D.; HAIR, Jackie A. Seasonal Abundance of Lone Star Ticks on White-tailed Deer. **Environmental Entomology**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 263–269, 1977. Disponível em: <https://academic.oup.com/ee/article/6/2/263/2395859>. Acesso em: 11 jan. 2023.
- PAULA, Adriana *et al.* The effect of immersion in distilled water on the engorged larvae and nymphs of *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) (Acari: Ixodidae). **Revista brasileira de parasitologia veterinária = Brazilian journal of veterinary parasitology : Órgão Oficial do Colégio Brasileiro de Parasitologia Veterinária**, [s. l.], v. 14, p. 65–69, 2005.
- PEARSON, Karl. Report on Certain Enteric Fever Inoculation Statistics. **British Medical Journal**, [s. l.], v. 2, n. 2288, p. 1243, 1904. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2355479/>. Acesso em: 13 jun. 2022.
- PEÑALVER, Enrique *et al.* Ticks parasitised feathered dinosaurs as revealed by Cretaceous amber assemblages. **Nature Communications**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 1924, 2017.
- PEREIRA, Marcelo de Campos *et al.* **Rhipicephalus (Boophilus) microplus: biologia, controle e resistência**. [S. l.]: MedVet, 2008.
- PETO, R; PARISH, S. Aspirin after Myocardial Infarction. **The Lancet**, [s. l.], v. 315, n. 8179, p. 1172–1173, 1980. Disponível em: <http://www.thelancet.com/article/S0140673680916268/fulltext>. Acesso em: 14 jun. 2022.

- PETTICREW, Mark; ROBERTS, Helen. Why Do We Need Systematic Reviews?. In: PETTICREW, Mark; ROBERTS, Helen (org.). **Systematic Reviews in the Social Sciences**. [S. l.]: Wiley, 2006. p. 1–26.
- PFÄFFLE, Miriam *et al.* The ecology of tick-borne diseases. **International Journal for Parasitology**, [s. l.], v. 43, n. 12–13, p. 1059–1077, 2013a.
- PINHEIRO, Michele da Costa *et al.* Free-living ixodid ticks in an urban Atlantic Forest fragment, state of Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 264–268, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-29612014000200264&lng=en&tlng=en. Acesso em: 1 ago. 2021.
- POST, Eric; FORCHHAMMER, Mads C. Climate change reduces reproductive success of an Arctic herbivore through trophic mismatch. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, [s. l.], v. 363, n. 1501, p. 2369–2373, 2007. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2007.2207>. Acesso em: 25 jun. 2023.
- POULIN, Robert. Meta-analysis of seasonal dynamics of parasite infections in aquatic ecosystems. **International Journal for Parasitology**, [s. l.], v. 50, n. 6–7, p. 501–510, 2020. Disponível em: Acesso em: 14 fev. 2022.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2014.
- RAMOS, Vanessa do Nascimento *et al.* Ambush behavior of the tick *Amblyomma sculptum* (*Amblyomma cajennense complex*) (Acari: Ixodidae) in the Brazilian Pantanal. **Ticks and Tick-borne Diseases**, [s. l.], v. 8, n. 4, p. 506–510, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877959X17301097>.
- RANDOLPH, Sarah. Ecology of Non-nidicolous Ticks. In: SONENSHINE, Danieç; ROE, Michael (org.). **Biology of Ticks**. 2. ed. New York: Oxford University Press Inc, 2014. p. 3–38.
- RANDOLPH, S. E. Tick ecology: processes and patterns behind the epidemiological risk posed by ixodid ticks as vectors. **Parasitology**, [s. l.], v. 129, n. S1, p. S37–S65, 2004. Disponível em: <https://www-cambridge.ez30.periodicos.capes.gov.br/core/journals/parasitology/article/tick-ecology-processes-and-patterns-behind-the-epidemiological-risk-posed-by-ixodid-ticks-as-vectors/CD1323D36AEEBEF1A35E0A311837F0FC>. Acesso em: 27 nov. 2022.
- RODINO, Kyle G.; THEEL, Elitza S.; PRITT, Bobbi S. Tick-Borne Diseases in the United States. **Clinical Chemistry**, [s. l.], v. 66, n. 4, p. 537–548, 2020. Disponível em: <https://academic.oup.com/clinchem/article/66/4/537/5814095>. Acesso em: 30 nov. 2022.
- RONQUIST, Fredrik *et al.* MrBayes 3.2: Efficient Bayesian Phylogenetic Inference and Model Choice Across a Large Model Space. **Systematic Biology**, [s. l.], v. 61, n. 3, p. 539–542, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1093/sysbio/sys029>.
- ROSENBERG, Michael S.; ROTHSTEIN, Hannah R.; GUREVITCH, Jessica. Effect sizes: Conventional choices and calculations. In: HANDBOOK OF META-ANALYSIS IN ECOLOGY AND EVOLUTION. [S. l.]: Princeton University Press, 2013. p. 61–71. Disponível em: Acesso em: 14 jun. 2022.

- ROSENTHAL, Robert. The file drawer problem and tolerance for null results. **Psychological Bulletin**, [s. l.], v. 86, n. 3, p. 638–641, 1979. Disponível em: /record/1979-27602-001. Acesso em: 21 jun. 2022.
- ROTHSTEIN, Hannah R; HOPEWELL, Sally. Grey literature. **The handbook of research synthesis and meta-analysis**, [s. l.], v. 2, p. 103–125, 2009.
- RÜCKER, Gerta *et al.* Undue reliance on I2 in assessing heterogeneity may mislead. **BMC Medical Research Methodology**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 1–9, 2008. Disponível em: <https://bmcmmedresmethodol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2288-8-79>. Acesso em: 17 jun. 2022.
- SÁ-HUNGARO, Iwine Joyce Barbosa de *et al.* *Amblyomma auricularium* (Acari: Ixodidae): underwater survival of the non-parasitic phase of feeding females. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, [s. l.], v. 23, n. 3, p. 387–392, 2014.
- SAMUEL, W. M.; TRAINER, D. O. *Amblyomma* (Acarina: Ixodidae) on White-Tailed Deer, *Odocoileus Virginianus* (Zimmermann), from South Texas with Implications for Theileriasis. **Journal of Medical Entomology**, [s. l.], v. 7, n. 5, p. 567–574, 1970. Disponível em: <https://academic.oup.com/jme/article/7/5/567/2222089>. Acesso em: 10 jan. 2023.
- SCOPUS. **Scopus - Analyze search results** . [S. l.], 2023. Disponível em: https://www-scopus.ez30.periodicos.capes.gov.br/term/analyzer.uri?sort=plf-f&src=s&sid=230848138336620d3413ce817f2fef2d&sot=a&sdt=a&cluster=scosubtype%2c%22re%22%2ct&sl=23&s=TITLE-ABS-KEY%28parasit*%29&ref=%28tick%29&origin=resultslist&count=10&analyzeResults=Analyze+results. Acesso em: 5 nov. 2023.
- SENRA, Tatiane de Oliveira Souza. **Diversidade e relação parasito-hospedeiro de carrapatos em aves silvestres em fragmento de Floresta Atlântica na Zona da Mata de Minas Gerais, Brasi**. 2018. 56 f. - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO, Seropédica, 2018. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6526915. Acesso em: 20 jul. 2022.
- SERPA, Maria Carolina de 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**, [s. l.], v. 12, n. 6, p. 101805, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877959X21001588>.
- SMITH, Mary L.; GLASS, Gene v. Meta-analysis of psychotherapy outcome studies. **American Psychologist**, [s. l.], v. 32, n. 9, p. 752–760, 1977. Disponível em: /record/1978-10341-001. Acesso em: 14 jun. 2022.
- SONENSHINE, Daniel E. Tick pheromones and their use in tick control. **Annual Review of Entomology**, [s. l.], v. 51, p. 557–580, 2006.
- SONENSHINE, D. E.; LEVY, G. F. The ecology of the lone star tick, *Amblyomma americanum* (L.), in two contrasting habitats in Virginia (Acarina: Ixodidae). **Journal of medical entomology**, [s. l.], v. 8, n. 6, p. 623–635, 1971. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/5153583/>. Acesso em: 11 jan. 2023.
- SONENSHINE, Daniel E.; ROE, Michael. **Biology of Ticks**. New York: Oxford University, 2013.

SPINELI, Loukia M.; PANDIS, Nikolaos. Prediction interval in random-effects meta-analysis. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, [s. l.], v. 157, n. 4, p. 586–588, 2020.

STEWART, Lesley A. *et al.* Preferred Reporting Items for a Systematic Review and Meta-analysis of Individual Participant Data: The PRISMA-IPD Statement. **JAMA**, [s. l.], v. 313, n. 16, p. 1657–1665, 2015. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2279718>. Acesso em: 7 jun. 2022.

SULLIVAN, Gail M.; FEINN, Richard. Using Effect Size - or Why the P Value Is Not Enough. **Journal of Graduate Medical Education**, [s. l.], v. 4, n. 3, p. 279–282, 2012.

SUZIN, Adriane *et al.* Free-living ticks (Acari: Ixodidae) in the Iguaçu National Park, Brazil: Temporal dynamics and questing behavior on vegetation. **Ticks and Tick-borne Diseases**, [s. l.], v. 11, n. 5, p. 101471, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877959X19305096>.

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 and parasitology**, England, v. 103, n. 1, p. 57–72, 2009.

SZABÓ, Matias 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**, [s. l.], v. 143, n. 2, p. 147–154, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401706004730>.

SZABÓ, Matias Pablo Juan *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**, [s. l.], v. 76, n. 3, p. 381–397, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10493-018-0300-9>.

SZABÓ, Matias Pablo Juan *et al.* Ticks biting humans in the Brazilian savannah: Attachment sites and exposure risk in relation to species, life stage and season. **Ticks and Tick-borne Diseases**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. 101328, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877959X19303176>.

SZABÓ, Matias Pablo Juan; OLEGÁRIO, Maria Marlene Martins; SANTOS, André Luiz Quagliatto. Tick fauna from two locations in the Brazilian savannah. **Experimental & applied acarology**, Netherlands, v. 43, n. 1, p. 73–84, 2007.

SZABÓ, Matias; PINTER, Adriano; LABRUNA, Marcelo. Ecology, biology and distribution of spotted-fever tick vectors in Brazil. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, [s. l.], v. 3, 2013. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcimb.2013.00027>.

TALAVERA, Gerard; CASTRESANA, Jose. Improvement of Phylogenies after Removing Divergent and Ambiguously Aligned Blocks from Protein Sequence Alignments. **Systematic Biology**, [s. l.], v. 56, n. 4, p. 564–577, 2007. Disponível em: <https://academic.oup.com/sysbio/article/56/4/564/1682121>. Acesso em: 22 fev. 2023.

TYLIANAKIS, Jason M. *et al.* Global change and species interactions in terrestrial ecosystems. **Ecology Letters**, [s. l.], v. 11, n. 12, p. 1351–1363, 2008. Disponível em: Acesso em: 29 nov. 2022.

UMAN, Lindsay S. Systematic reviews and meta-analyses. **Journal of the Canadian Academy of Child and Adolescent Psychiatry = Journal de l'Académie canadienne de psychiatrie de l'enfant et de l'adolescent**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 57–9, 2011.

VENZAL, J.M. *et al.* *Amblyomma triste* Koch, 1844 (Acari: Ixodidae): Hosts and seasonality of the vector of *Rickettsia parkeri* in Uruguay. **Veterinary Parasitology**, [s. l.], v. 155, n. 1–2, p. 104–109, 2008.

VIECHTBAUER, Wolfgang. Conducting Meta-Analyses in R with the metafor Package. **Journal of Statistical Software**, [s. l.], v. 36, n. 3, p. 1–48, 2010. Disponível em: <https://www.jstatsoft.org/index.php/jss/article/view/v036i03>. Acesso em: 14 fev. 2022.

VIEIRA, Marcus V. Seasonal niche dynamics in coexisting rodents of the Brazilian cerrado. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, [s. l.], v. 38, n. 1, p. 7–15, 2003. Disponível em: Acesso em: 31 ago. 2023.

VISSER, Marcel E.; BOTH, Christiaan. Shifts in phenology due to global climate change: the need for a yardstick. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, [s. l.], v. 272, n. 1581, p. 2561–2569, 2005. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2005.3356>. Acesso em: 25 jun. 2023.

WANG, Keli *et al.* Effect of altitude and latitude on surface air temperature across the Qinghai-Tibet Plateau. **Journal of Mountain Science**, [s. l.], v. 8, n. 6, p. 808–816, 2011.

WANG, Xiaoqin *et al.* Reporting items for systematic reviews and meta-analyses of acupuncture: The PRISMA for acupuncture checklist. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 1–10, 2019. Disponível em: <https://bmccomplementmedtherapies.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12906-019-2624-3>. Acesso em: 7 jun. 2022.

WARSHAFSKY, Stephen *et al.* Efficacy of antibiotic prophylaxis for prevention of Lyme disease. **Journal of General Internal Medicine**, [s. l.], v. 11, n. 6, p. 329–333, 1996. Disponível em: <https://link.springer.com.ez30.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/BF02600042>. Acesso em: 28 nov. 2023.

WEBPLOTDIGITIZER - EXTRACT DATA FROM PLOTS, IMAGES, AND MAPS. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://automeris.io/WebPlotDigitizer/>. Acesso em: 29 maio 2023.

WELCH, Vivian *et al.* PRISMA-Equity 2012 Extension: Reporting Guidelines for Systematic Reviews with a Focus on Health Equity. **PLOS Medicine**, [s. l.], v. 9, n. 10, p. e1001333, 2012. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1001333>. Acesso em: 7 jun. 2022.

WILSON, James G *et al.* Chemo-Attraction in the Lone Star Tick (Acarina: Ixodidae): I. Response of different developmental stages to carbon dioxide administered via traps1. **Journal of Medical Entomology**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 245–252, 1972.

WOODWORTH, C. W. The theory of the parasitic control of insect pests. **Science (New York, N.Y.)**, [s. l.], v. 28, n. 712, p. 227–230, 1908. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17820840/>. Acesso em: 28 nov. 2022.

ZORZELA, Liliane *et al.* PRISMA harms checklist: improving harms reporting in systematic reviews. **BMJ**, [s. l.], v. 352, 2016. Disponível em: <https://www.bmj.com/content/352/bmj.i157>. Acesso em: 7 jun. 2022.

ANEXOS I

Link para as bases de dados e scripts utilizados nesta meta-análise.

https://osf.io/5t4rw/?view_only=dfe6ff922c30404786ee1b7672d5b454

ANEXOS II

Modelo de e-mail para solicitação de dados.

Caro Dr _____.

Sou doutorando pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro atualmente trabalhando com a Dra. Kátia Famadas. Estou trabalhando em uma meta-análise perguntando sobre padrões sazonais de carrapatos *Amblyomma* na região Neotropical.

A solicitação: Uma ou mais de suas publicações (veja abaixo) podem ter dados úteis para esta meta-análise, pois você analisou a ocorrência de carrapatos *Amblyomma* durante diferentes estações em sua pesquisa.

Os dados:

1. Índices de parasitos + desvio padrão de acordo com a estação

Se você tiver dados de vários estudos, use uma nova folha para cada estudo. Incluímos uma folha de NOTAS no arquivo Excel anexado para que você possa adicionar qualquer informação que você achar que precisamos (Sinta-se livre para digitar tudo na primeira célula na folha).

Claro, se você preferir, pode enviar seu arquivo de dados original (se necessário com colunas irrelevantes excluídas) em uma forma utilizável também seria bom.

O que faremos: Tenha certeza de que não pretendemos re-analisar os dados. Sabemos que às vezes os dados mais antigos diferem ligeiramente do usado em uma publicação (por exemplo, talvez você só tenha uma versão pré-final dos dados). Nosso único foco está nos padrões gerais em muitos estudos. Em troca, teremos a certeza de enviar-lhe uma pré-impressão do estudo assim que ele estiver disponível. Se precisar de mais informações, entre em contato comigo.

Se você não puder enviar dados, pedimos que você envie um e-mail de volta e simplesmente diga que não pode nos ajudar. Dessa forma, podemos risá-lo da lista quando se trata de enviar e-mails de lembrete em três semanas.

Finalmente, muito obrigado por sua ajuda. Sabemos que é doloroso desenterrar dados antigos. Se ao menos Dryad tivesse sido obrigatório desde o início de nossas carreiras!

Felicidades

Rafael Moreira do Nascimento

List of publications:

1 -

Doi:

ANEXO III

Tabela 3: Estimadores de efeito para todos os modelos propostos na meta-análise. Onde é apresentado o coeficiente estimado do modelo (Estimado), erros-padrão dos coeficientes (se), valor do teste z (z), valores de p correspondentes (p), limite inferior dos intervalos de confiança para os coeficientes. (ci.lb) e limite superior dos intervalos de confiança para os coeficientes (ci.ub).

Índice parasitário	Modelo	Estágio/Espécie	Estimado	se	z	p	ci.lb	ci.ub
Carrapatos coletados no ambiente	Adultos e ninfas com dependência filogenética	Adultos	-0.1528	0.1919	-0.7963	0.4259	-0.5291	0.2234
		Ninfas	0.3258	0.1922	1.6954	0.09	-0.0508	0.7024
	Todos os estágios sem dependência filogenética	Adultos	-0.1787	0.1593	-1.1217	0.262	-0.491	0.1335
		Larvas	0.3559	0.1652	2.155	0.0312	0.0322	0.6796
		Ninfas	0.3233	0.1594	2.0278	0.0426	0.0108	0.6357
	Ninfas com dependência filogenética	<i>A. brasiliense</i>	0.2725	0.133	2.0483	0.0405	0.0118	0.5332
		<i>A. coelebs</i>	0.3435	0.209	1.644	0.1002	-0.066	0.7531
		<i>A. dubitatum</i>	0.1919	0.1312	1.4626	0.1436	-0.0653	0.4491
		<i>A. incisum</i>	-0.0582	0.1905	-0.3054	0.7601	-0.4314	0.3151
		<i>A. parvum</i>	0.9853	0.1387	7.1057	<.0001	0.7136	1.2571
		<i>A. sculptum</i>	0.3701	0.1295	2.8584	0.0043	0.1163	0.6238
	Ninfas sem dependência filogenética	<i>A. brasiliense</i>	0.0042	0.0281	0.1504	0.8804	-0.0509	0.0593
		<i>A. coelebs</i>	0.0021	0.101	0.0212	0.9831	-0.1958	0.2001
		<i>A. dubitatum</i>	0.0067	0.0174	0.3869	0.6988	-0.0273	0.0408
		<i>A. incisum</i>	-0.0255	0.1037	-0.246	0.8057	-0.2287	0.1777
		<i>A. parvum</i>	0.0238	0.0363	0.6562	0.5117	-0.0474	0.0951
		<i>A. sculptum</i>	0.0062	0.0127	0.4856	0.6272	-0.0187	0.031
		<i>A. tonelliae</i>	0.005	0.2182	0.0229	0.9818	-0.4227	0.4327

Índice parasitário	Modelo	Estágio/Espécie	Estimado	se	z	p	ci.lb	ci.ub
Carrapatos coletados no ambiente	Adultos com dependência filogenética	<i>A. aureolatum</i>	0.248	0.2348	1.0562	0.2909	-0.2122	0.7082
		<i>A. brasiliense</i>	0.0772	0.1937	0.3986	0.6902	-0.3024	0.4568
		<i>A. dubitatum</i>	-0.0876	0.1922	-0.456	0.6484	-0.4644	0.2891
		<i>A. incisum</i>	-0.4099	0.2348	-1.7456	0.0809	-0.8701	0.0503
		<i>A. naponense</i>	-0.4306	0.2683	-1.6047	0.1086	-0.9566	0.0953
		<i>A. ovale</i>	-0.6103	0.2214	-2.7563	0.0058	-1.0443	-0.1763
		<i>A. parvum</i>	0.2503	0.1955	1.2801	0.2005	-0.1329	0.6335
		<i>A. sculptum</i>	-0.6674	0.1909	-3.4961	0.0005	-1.0415	-0.2932
		<i>A. triste</i>	0.3322	0.1944	1.7087	0.0875	-0.0488	0.7132
	Adultos sem dependência filogenética	<i>A. aureolatum</i>	0.248	0.1715	1.446	0.1482	-0.0881	0.5841
		<i>A. brasiliense</i>	0.0772	0.1086	0.7107	0.4773	-0.1357	0.2901
		<i>A. dubitatum</i>	-0.0876	0.1059	-0.8274	0.408	-0.2953	0.12
		<i>A. incisum</i>	-0.4099	0.1715	-2.39	0.0168	-0.746	-0.0737
		<i>A. naponense</i>	-0.4306	0.2152	-2.0015	0.0453	-0.8523	-0.0089
		<i>A. ovale</i>	-0.6103	0.1527	-3.9975	<.0001	-0.9095	-0.3111
		<i>A. parvum</i>	0.2503	0.1118	2.2382	0.0252	0.0311	0.4694
		<i>A. sculptum</i>	-0.6674	0.1035	-6.4455	<.0001	-0.8703	-0.4644
		<i>A. tonelliae</i>	-0.6616	0.4981	-1.3283	0.1841	-1.6379	0.3146
		<i>A. triste</i>	0.3322	0.1099	3.023	0.0025	0.1168	0.5476
Abundância média	Todos os estágios com dependência filogenética	Adultos	0.1261	0.0816	1.5443	0.1225	-0.0339	0.2861
		Larvas	0.2205	0.0762	2.8953	0.0038	0.0712	0.3698
		Ninfas	0.2298	0.0745	3.0854	0.002	0.0838	0.3757

Índice parasitário	Modelo	Estágio/Espécie	Estimado	se	z	p	ci.lb	ci.ub
Abundância média	Todos os estágios sem dependência filogenética	Adultos	0.2679	0.1481	1.809	0.0705	-0.0224	0.5582
		Larvas	0.372	0.1448	2.5694	0.0102	0.0882	0.6557
		Ninfas	0.3745	0.1444	2.5943	0.0095	0.0916	0.6574
	Larvas com dependência filogenética	<i>A. aureolatum</i>	0.4716	0.7396	0.6376	0.5237	-0.978	1.9211
		<i>A. brasiliense</i>	-0.1671	0.2827	-0.5913	0.5543	-0.7211	0.3869
		<i>A. calcaratum</i>	0.1198	0.2188	0.5476	0.584	-0.309	0.5486
		<i>A. coelebs</i>	-0.3827	0.2869	-1.3339	0.1822	-0.9449	0.1796
		<i>A. longirostre</i>	0.196	0.2168	0.904	0.366	-0.2289	0.6208
		<i>A. neumanni</i>	0.7477	0.347	2.1547	0.0312	0.0676	1.4278
		<i>A. nodosum</i>	-0.0134	0.2216	-0.0604	0.9518	-0.4478	0.421
		<i>A. ovale</i>	-0.2912	0.2827	-1.03	0.303	-0.8452	0.2628
		<i>A. parkeri</i>	0.1102	0.2191	0.5027	0.6151	-0.3193	0.5397
		<i>A. parvum</i>	-0.2172	0.2333	-0.9309	0.3519	-0.6745	0.2401
		<i>A. rotundatum</i>	0.4441	0.2964	1.4983	0.1341	-0.1369	1.025
		<i>A. sculptum</i>	0.2762	0.427	0.6469	0.5177	-0.5606	1.113
		<i>A. triste</i>	0.1819	0.2025	0.8983	0.369	-0.215	0.5788
	Larvas sem dependência filogenética	<i>A. aureolatum</i>	0.4716	0.7385	0.6386	0.5231	-0.9759	1.919
		<i>A. brasiliense</i>	-0.1671	0.2798	-0.5973	0.5503	-0.7156	0.3813
		<i>A. calcaratum</i>	0.1198	0.2151	0.5569	0.5776	-0.3018	0.5414
		<i>A. coelebs</i>	-0.3827	0.2841	-1.347	0.178	-0.9394	0.1741
		<i>A. longirostre</i>	0.196	0.2131	0.9198	0.3577	-0.2216	0.6135
		<i>A. neumanni</i>	0.7477	0.3447	2.1691	0.0301	0.0721	1.4233

Índice parasitário	Modelo	Estágio/Espécie	Estimado	se	z	p	ci.lb	ci.ub
Abundância média	Larvas sem dependência filogenética	<i>A. nodosum</i>	-0.0134	0.218	-0.0614	0.951	-0.4407	0.4139
		<i>A. ovale</i>	-0.2912	0.2798	-1.0405	0.2981	-0.8396	0.2573
		<i>A. parkeri</i>	0.1102	0.2155	0.5113	0.6091	-0.3121	0.5325
		<i>A. parvum</i>	-0.2172	0.2299	-0.9448	0.3448	-0.6678	0.2334
		<i>A. rotundatum</i>	0.4441	0.2937	1.512	0.1305	-0.1316	1.0197
		<i>A. sculptum</i>	0.2762	0.4251	0.6498	0.5158	-0.557	1.1094
		<i>A. tonelliae</i>	0.823	0.4609	1.7855	0.0742	-0.0804	1.7264
		<i>A. triste</i>	0.1819	0.1985	0.9163	0.3595	-0.2072	0.571
	Ninfas com dependência filogenética	<i>A. aureolatum</i>	0.1206	0.1412	0.8543	0.3929	-0.1561	0.3973
		<i>A. brasiliense</i>	0.2173	0.153	1.4202	0.1555	-0.0826	0.5172
		<i>A. calcaratum</i>	0.149	0.1322	1.1264	0.26	-0.1102	0.4082
		<i>A. coelebs</i>	0.1636	0.1363	1.2004	0.23	-0.1035	0.4308
		<i>A. dubitatum</i>	0.2432	0.1407	1.7279	0.084	-0.0327	0.519
		<i>A. longirostre</i>	0.1069	0.1311	0.8155	0.4148	-0.1501	0.3639
		<i>A. neumanni</i>	1.0376	0.3201	3.241	0.0012	0.4101	1.6651
		<i>A. nodosum</i>	-0.0357	0.1365	-0.2615	0.7937	-0.3033	0.2319
		<i>A. ovale</i>	-0.0045	0.1194	-0.0375	0.9701	-0.2385	0.2295
		<i>A. parkeri</i>	0.0189	0.1663	0.1134	0.9097	-0.3072	0.3449
		<i>A. parvum</i>	0.0429	0.1539	0.2787	0.7805	-0.2587	0.3444
		<i>A. rotundatum</i>	0.6614	0.2252	2.9366	0.0033	0.22	1.1028
		<i>A. sculptum</i>	0.174	0.1118	1.557	0.1195	-0.045	0.3931
		<i>A. triste</i>	-0.0105	0.1461	-0.0721	0.9425	-0.2969	0.2758
	Ninfas sem dependência filogenética	<i>A. aureolatum</i>	0.2398	0.2282	1.0507	0.2934	-0.2075	0.6871
		<i>A. brasiliense</i>	0.2997	0.2275	1.3174	0.1877	-0.1462	0.7456

		<i>A. calcaratum</i>	0.2674	0.2223	1.2025	0.2292	-0.1684	0.7031
Índice parasitário	Modelo	Estágio/Espécie	Estimado	se	z	p	ci.lb	ci.ub
Abundância média	Ninfas sem dependência filogenética	<i>A. coelebs</i>	0.251	0.2123	1.1821	0.2372	-0.1652	0.6672
		<i>A. dubitatum</i>	0.2788	0.2126	1.3113	0.1898	-0.1379	0.6956
		<i>A. longirostre</i>	0.223	0.2218	1.0054	0.3147	-0.2117	0.6577
		<i>A. neumanni</i>	1.0204	0.5054	2.0189	0.0435	0.0298	2.011
		<i>A. nodosum</i>	0.0799	0.2246	0.3556	0.7221	-0.3603	0.52
		<i>A. ovale</i>	0.077	0.203	0.379	0.7047	-0.321	0.4749
		<i>A. parkeri</i>	0.1374	0.2452	0.5601	0.5754	-0.3433	0.618
		<i>A. parvum</i>	0.1051	0.2426	0.4331	0.6649	-0.3704	0.5805
		<i>A. rotundatum</i>	0.6614	0.5985	1.105	0.2692	-0.5117	1.8345
		<i>A. sculptum</i>	0.1475	0.1937	0.7614	0.4464	-0.2321	0.5271
		<i>A. tonelliae</i>	1.6436	0.4696	3.4998	0.0005	0.7231	2.564
		<i>A. triste</i>	0.0681	0.2682	0.2538	0.7996	-0.4576	0.5938
	Adultos com dependência filogenética	<i>A. brasiliense</i>	-0.0449	0.3757	-0.1195	0.9049	-0.7812	0.6914
		<i>A. neumanni</i>	0.058	0.2171	0.2671	0.7894	-0.3675	0.4834
		<i>A. ovale</i>	-0.0634	0.3726	-0.1702	0.8648	-0.7938	0.6669
		<i>A. parvum</i>	0.0652	0.2166	0.3012	0.7632	-0.3593	0.4898
		<i>A. rotundatum</i>	-0.0144	0.383	-0.0376	0.97	-0.765	0.7362
		<i>A. sculptum</i>	0.1371	0.215	0.6377	0.5237	-0.2843	0.5584
		<i>A. tigrinum</i>	0.955	0.5287	1.8063	0.0709	-0.0812	1.9913
Intensidade média	Larvas e ninfas com dependência filogenética	Larvas	-0.1128	0.0935	-1.2065	0.2276	-0.2961	0.0705
		Ninfas	0.0824	0.0682	1.2081	0.227	-0.0513	0.216
	Larvas e ninfas sem dependência filogenética	Larvas	-0.0137	0.0808	-0.1694	0.8655	-0.172	0.1446
		Ninfas	0.1153	0.0789	1.4601	0.1443	-0.0395	0.27

Índice parasitário	Modelo	Estágio/Espécie	Estimado	se	z	p	ci.lb	ci.ub
Intensidade média	Larvas com dependência filogenética	<i>A. brasiliense</i>	0.1798	0.2915	0.6168	0.5374	-0.3915	0.7512
		<i>A. calcaratum</i>	0.1691	0.2459	0.6875	0.4918	-0.3129	0.651
		<i>A. coelebs</i>	-0.0957	0.1093	-0.8753	0.3814	-0.31	0.1186
		<i>A. dissimile</i>	-0.2356	0.233	-1.0113	0.3119	-0.6922	0.221
		<i>A. dubitatum</i>	0.0742	0.1006	0.7372	0.461	-0.123	0.2714
		<i>A. longirostre</i>	-0.008	0.1632	-0.049	0.9609	-0.3279	0.312
		<i>A. ovale</i>	0.1383	0.1632	0.8473	0.3968	-0.1816	0.4583
		<i>A. sculptum</i>	0.029	0.3188	0.0911	0.9274	-0.5959	0.6539
	Ninfas com dependência filogenética	<i>A. brasiliense</i>	0.1798	0.2904	0.6192	0.5358	-0.3894	0.749
		<i>A. calcaratum</i>	0.1199	0.2601	0.4609	0.6448	-0.3899	0.6297
		<i>A. coelebs</i>	-0.0306	0.1205	-0.2538	0.7996	-0.2667	0.2055
		<i>A. dissimile</i>	-0.2356	0.2316	-1.0173	0.309	-0.6895	0.2183
		<i>A. dubitatum</i>	0.1044	0.122	0.8554	0.3923	-0.1348	0.3435
		<i>A. longirostre</i>	0.3302	0.3348	0.9863	0.324	-0.326	0.9865
		<i>A. ovale</i>	0.4703	0.2109	2.23	0.0258	0.0569	0.8836
		<i>A. sculptum</i>	0.029	0.3178	0.0913	0.9272	-0.5939	0.6519
Prevalência	Todos os estágios com dependência filogenética	Adultos	-1.7706	0.577	-3.0683	0.0022	-2.9015	-0.6396
		Larvas	1.6716	0.4632	3.6089	0.0003	0.7638	2.5794
		Ninfas	1.0813	0.4125	2.6215	0.0088	0.2729	1.8898
	Todos os estágios sem dependência filogenética	Adultos	-1.74	0.543	-3.2042	0.0014	-2.8043	-0.6757
		Larvas	1.521	0.3385	4.4937	<.0001	0.8576	2.1844

		Ninfas	0.9145	0.3429	2.6667	0.0077	0.2423	1.5866
Índice parasitário	Modelo	Estágio/Espécie	Estimado	se	z	p	ci.lb	ci.ub
Prevalência	Larvas com dependência filogenética	<i>A. calcaratum</i>	0.6361	0.4706	1.3516	0.1765	-0.2863	1.5586
		<i>A. dubitatum</i>	1.9154	0.9409	2.0357	0.0418	0.0713	3.7595
		<i>A. longirostre</i>	1.1712	0.3135	3.7363	0.0002	0.5568	1.7856
		<i>A. neumanni</i>	1.2962	1.2878	1.0066	0.3141	-1.2277	3.8202
		<i>A. nodosum</i>	-0.1397	0.976	-0.1432	0.8862	-2.0526	1.7731
		<i>A. parkeri</i>	0.6864	0.5863	1.1706	0.2418	-0.4628	1.8355
		<i>A. parvum</i>	1.8702	0.5063	3.6939	0.0002	0.8779	2.8625
	Ninfas com dependência filogenética	<i>A. aureolatum</i>	0.5313	1.1095	0.4788	0.632	-1.6433	2.7059
		<i>A. calcaratum</i>	0.9531	0.9386	1.0154	0.3099	-0.8865	2.7927
		<i>A. coelebs</i>	2.3639	0.714	3.3107	0.0009	0.9644	3.7633
		<i>A. dissimile</i>	-1.3545	1.2377	-1.0943	0.2738	-3.7804	1.0714
		<i>A. dubitatum</i>	2.1049	0.7654	2.7499	0.006	0.6046	3.6051
		<i>A. humerale</i>	0.4077	1.3525	0.3014	0.7631	-2.2431	3.0584
		<i>A. longirostre</i>	-0.5951	0.9228	-0.6449	0.519	-2.4037	1.2135
		<i>A. neumanni</i>	1.8576	1.7497	1.0617	0.2884	-1.5718	5.287
		<i>A. nodosum</i>	0.4398	1.194	0.3684	0.7126	-1.9004	2.7801
		<i>A. ovale</i>	1.3047	0.7412	1.7603	0.0784	-0.148	2.7574
		<i>A. parkeri</i>	1.1731	1.3229	0.8868	0.3752	-1.4197	3.766
		<i>A. parvum</i>	3.4426	0.9777	3.521	0.0004	1.5263	5.3589
		<i>A. scalpturatum</i>	-0.1725	2.4718	-0.0698	0.9444	-5.0172	4.6722
		<i>A. sculptum</i>	1.9677	0.6333	3.107	0.0019	0.7264	3.2089
	Adultos com dependência filogenética	<i>A. dubitatum</i>	-0.1913	1.6862	-0.1134	0.9097	-3.4962	3.1137
		<i>A. neumanni</i>	0.594	1.9515	0.3044	0.7608	-3.2309	4.4189

A. parvum -4.3451 2.009 -2.1628 0.0306 -8.2827 -0.4075

Índice parasitário	Modelo	Estágio/Espécie	Estimado	se	z	p	ci.lb	ci.ub
Prevalência	Adultos	<i>A. sculptum</i>	-1.3145	1.1672	-1.1263	0.2601	-3.6021	0.9731

ANEXO IV

Tabela 4: Estimadores de heterogeneidade para cada modelo.

Índice parasitário	Estágio	<i>I</i> ² Total	Artigos	Filogenia/Espécie do carrapato	Latitude	Altitude	Hospedeiro/Método de coleta
Carrapatos coletados no ambiente	Adultos e Ninfas	99.32898	11.57	55.72	7.49	24.54	0
	Todos os estágios	99.29719	99.29	45.47	22.62	31.19	0
	Ninfas	97.74218	49.45389	8.611627	27.30309	1.851715	10.521858
		97.4383	54.06344	-	29.84798	2.024302	11.502582
	Adultos	98.66418	69.85054	11.21735121	3.778488	13.8178	0
		98.46095	78.64804	-	4.254285	15.55862	0
Abundância média	Todos os estágios	89.78105	0	5.003023191	83.84966	0	0
		97.68523	0	0.695582038	3.391744	93.50771	0.090190527
	Larvas	84.62625	27.41106	1.8945327	27.41106	27.41106	0.4985444
		84.07583	27.8564	-	27.8564	27.8564	0.5066396
	Ninfas	71.05858	0	8.298763265	36.39422	19.17772	7.187887478
		95.98337	0	-	3.208405	1.276529	91.4984376
	Adultos	97.51113	0	14.64288631	82.86824	0	0
	Larvas e Ninfas	2.740997	0	0	0	0	2.740997157
		18.81194	0	18.81194001	0	0	0
Intensidade média	Larvas	2.968244	0	2.968243782	0	0	0
	Ninfas	2.080396	0	2.080396442	0	0	0
	Todos os estágios	56.76242	0	0	2.903983	48.2114	5.647029692
			56.32263	0	0	45.20564	0.000548
Prevalência	Larvas	6.271698	0.074926	0.07492594	0.074926	0.074926	5.97199413

Ninfas	54.89732	0	4.033023112	3.982053	41.8285	5.053742423
Adultos	72.29743	34.45084	3.39578498	0	0	34.45080141
