

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DE CHAPADINHA
CURSO ZOOTECNIA**

JOANA KELLANY GONCALVES DE ANDRADE

**DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DE *Eimeria* EM CAPRINOS NO BRASIL: REVISÃO
SISTEMÁTICA E METANÁLISE**

Chapadina – MA
2024

JOANA KELLANY GONCALVES DE ANDRADE

**DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DE *Eimeria* EM CAPRINOS NO BRASIL: REVISÃO
SISTEMÁTICA E METANÁLISE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a coordenação do Curso de Zootecnia da Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências de Chapadinha-MA, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Ivo Alexandre Leme da Cunha.

Chapadinha – MA
2024

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Andrade, Joana Kellany Gonçalves de.

DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DE Eimeria EM CAPRINOS NO
BRASIL: REVISÃO SISTEMÁTICA E METANÁLISE / Joana Kellany
Gonçalves de Andrade. - 2024.

30 p.

Orientador(a): Ivo Alexandre Leme da Cunha.

Monografia (Graduação) - Curso de Zootecnia,
Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha-ma, 2024.

1. Eimeriose. 2. Diversidade de Espécies. 3.
Metanálise. 4. Prevalência. 5. . I. Cunha, Ivo
Alexandre Leme da. II. Título.

JOANA KELLANY GONCALVES DE ANDRADE

**DIVERSIDADE DE ESPÉCIES DE *Eimeria* EM CAPRINOS NO BRASIL: REVISÃO
SISTEMÁTICA E METANÁLISE**

Aprovado em 02/09/2024

Banca Examinadora

Prof. Dr. Ivo Alexandre Leme da Cunha
(Orientador)
Universidade Federal do Maranhão

José Gracione do Nascimento Sousa Filho
(Avaliador Externo)
Zootecnista – BIONORTE/UFMA

Prof.ª Dr.ª Yndyra Nayan Teixeira Carvalho Castelo Branco
(Avaliadora Interna)
Universidade Federal do Maranhão

Chapadinha – MA
2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo privilegio da vida, saúde, proteção, forças, coragem para enfrentar e superar todos os desafios, e oportunidade de realizar um sonho, que não é só meu, mas de todos que acreditaram em mim.

Agradeço imensamente ao meu orientador, Professor Doutor Ivo Alexandre Leme da Cunha, pela orientação valiosa e constante dedicação na elaboração deste trabalho. Seu apoio e expertise foram cruciais para a realização desta pesquisa, no qual sou profundamente grata por toda a dedicação, cuidado e incentivo. Muito obrigado!

Agradeço a minha família, minha base, pela criação que me tornou a pessoa que sou hoje, em especial a minha tia Francisca de Lima, que sempre foi muito além disso foi uma mãe, amiga e grande incentivadora a quem devo essa conquista, seu apoio e amor foram essenciais.

Ao meu pai Reginaldo Lima de Andrade por todo apoio, amor, paciência e encorajamento obrigado, por acreditar e fazer parte desse sonho.

A minha mãe Ironete Gonçalves (*in memoriam*), que foi uma guerreira, mas que infelizmente não está aqui para comemorar comigo fisicamente, mais em meu coração jamais estará longe, sei que está muito feliz e orgulhosa por essa minha conquista. A minha vó Maria Lima de Andrade (*in memoriam*), por todo cuidado, ensinamentos e princípios morais.

Agradeço aos meus irmãos: Matheus, Thiago, Raphael, Raphaella, Ianka, Gabriel, Messias, Josias, Vallentina e Joana minha irmã do coração vocês me dão forças para seguir em frente e superar os desafios. Ao meu afilhado Thayson Brandão, a quem tenho um amor incondicional, sua existência me trouxe muitas felicidades.

Ao meu namorado e companheiro Danilo Santos por sempre ter me encorajado a buscar a excelência e a superar meus próprios limites, que me apoiou incansavelmente, seu amor e apoio foram de grande importância para que eu pudesse ter coragem de enfrentar os obstáculos.

Aos meus amigos mais próximos, Irajane Santos minha companheira de curso e grande amiga, Thaynara Oliveira, Maria Pires, Maycon e Ana (República Boleiros), Alana Samira, Samira Santos, Pedro Lucas, que estiveram ao meu lado compartilhando alegrias e angústias,

que ouviram minhas lamentações e que principalmente me fizeram acreditar na realização desse sonho sem vocês, esta jornada acadêmica não seria tão especial e gratificante como foi.

Agradeço a Nayonara e Nagyla por muitas vezes me acolherem em sua casa e me proporcionar muitos momentos bons e aventuras.

Agradeço aos meus colegas de curso, minha turma 2019.1, Milena, Josenildes, Marta, Jhonathan, Cintya, Gildean, Arlan, Eduardo, pelos bons momentos e conhecimentos compartilhados, obrigado por sempre me encorajarem a perseguir meus objetivos e me ajudarem a manter a motivação em momentos difíceis.

A minha tia do coração Maria Rosélia (tia do lanche) que sem parentesco nenhum me acolheu como família, obrigado por todo cuidado e ajuda.

Agradeço a Prof^a. Dr^a. Yndyra Nayan Teixeira Carvalho Castelo Branco e José Gracione do Nascimento Sousa Filho, por terem aceito o convite e participarem da minha banca examinadora, pela atenção dedicada à minha pesquisa e pelas valiosas contribuições para melhoria do meu trabalho.

Ao Laboratório de Parasitologia Aplicada (ParApli) e seus integrantes.

A instituição onde realizo meu curso, Universidade Federal do Maranhão -UFMA Campus de Chapadinha, que me acolheu como aluna e que me proporcionou todas as ferramentas necessárias para meu desenvolvimento como estudante. Seu corpo docente composto por excelentes profissionais, que me acompanharam durante essa trajetória acadêmica, obrigado por todo conhecimento a mim repassado a coordenação do curso de zootecnia e equipe administrativa foram fundamentais para minha formação acadêmica.

Gratidão por tudo!

RESUMO

A eimeriose, causada por protozoários do gênero *Eimeria*, é uma doença parasitária de grande impacto na caprinocultura, afetando principalmente animais jovens e comprometendo o desenvolvimento e a produtividade dos rebanhos. Este estudo realizou uma revisão sistemática e metanálise para investigar a diversidade de espécies de *Eimeria* em caprinos no Brasil, analisando sua distribuição geográfica e possíveis associações com fatores como idade, sistema de produção e clima. A pesquisa seguiu as recomendações PRISMA, utilizando bases de dados como PubMed, Google Scholar e SciELO. Após a seleção criteriosa, seis estudos foram incluídos na análise final. Os resultados revelaram uma alta prevalência total de *Eimeria* spp. (89,35%; IC 95%: 76,52-97,59%), com *E. arloingi* sendo a espécie mais prevalente (42,45%; IC 95%: 17,07-70,13%), seguida por *E. alijevi* (40,98%; IC 95%: 12,64-73,07%) e *E. ninakohlyakimovae* (38,30%; IC 95%: 15,13-64,69%). Observou-se uma marcante diferença na distribuição das espécies entre as regiões Nordeste e Sudeste do Brasil, com o Nordeste apresentando maior diversidade e prevalência. Fatores como clima, práticas de manejo e densidade populacional de caprinos foram apontados como possíveis influenciadores dessa variação regional. O estudo conclui que a alta prevalência e diversidade de espécies de *Eimeria* em caprinos no Brasil, especialmente no Nordeste, ressaltam a necessidade de estratégias de controle específicas para cada região, considerando as particularidades locais e as espécies predominantes. Recomenda-se que futuras pesquisas se concentrem em elucidar os fatores que influenciam a prevalência de espécies específicas e suas interações dentro do hospedeiro.

Palavras-chave: Eimeriose, Diversidade de espécies, Metanálise, Prevalência.

ABSTRACT

Eimeriosis, caused by protozoa of the genus *Eimeria*, is a parasitic disease with a major impact on goat farming, mainly affecting young animals and compromising the development and productivity of herds. This study carried out a systematic review and meta-analysis to investigate the diversity of *Eimeria* species in goats in Brazil, analyzing their geographic distribution and possible associations with factors such as age, production system and climate. The research followed the PRISMA recommendations, using databases such as PubMed, Google Scholar and SciELO. After careful selection, six studies were included in the final analysis. The results revealed a high overall prevalence of *Eimeria* spp. (89.35%; 95% CI: 76.52-97.59%), with *E. arloingi* being the most prevalent species (42.45%; 95% CI: 17.07-70.13%), followed by *E. alijevi* (40.98%; 95% CI: 12.64-73.07%) and *E. ninakohlyakimovae* (38.30%; 95% CI: 15.13-64.69%). A marked difference in species distribution was observed between the Northeast and Southeast regions of Brazil, with the Northeast presenting greater diversity and prevalence. Factors such as climate, management practices and goat population density were identified as possible influencers of this regional variation. The study concludes that the high prevalence and diversity of *Eimeria* species in goats in Brazil, especially in the Northeast, highlight the need for specific control strategies for each region, considering local particularities and predominant species. It is recommended that future research focus on elucidating the factors that influence the prevalence of specific species and their interactions within the host.

Keywords: Eimeriosis, Species diversity, Meta-analysis, Prevalence.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Fluxograma PRISMA sobre o processo de identificação, análise, exclusão e inclusão dos estudos da presente revisão sistemática.....18
- Figura 2.** Diversidade de espécies de *Eimeria Spp.* em caprinos no Brasil.....20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Ocorrência de espécies de <i>Eimeria</i> em caprinos nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil.....	23
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	13
Objetivo Geral.....	13
Objetivos Específicos	13
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
3.1 Eimeriose em caprinos	14
3.2 Espécies de <i>Eimeria</i> em caprinos.....	14
3.3 Prevalência de eimeriose em caprinos	15
3.4 Controle da eimeriose.....	16
4. MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1 Pesquisa, seleção e coleta de dados dos artigos	17
4.2 Análise estatística.....	18
5.0 RESULTADOS E DISCURSSÃO.....	19
5.1 Diversidade de espécies de <i>Eimeria</i> no Brasil	20
5.2 Ocorrência de espécies de <i>Eimeria</i> por região brasileira	23
6.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
7.0 CONCLUSÃO.....	Erro! Indicador não definido.
REFERÊNCIAS BIBIOGRÁFICAS	27

1. INTRODUÇÃO

A caprinocultura tem experimentado um crescimento significativo nos últimos anos, tornando-se uma atividade de destaque no Brasil, especialmente na região Nordeste (Carvalho Junior et al., 2023). A expansão da caprinocultura é impulsionada pelo aumento do rebanho, potencial de produção e crescente consumo de carne e derivados no país, tornando a atividade um negócio lucrativo (Mohammed; Alobaidii; Hasan, 2021). No entanto, o desenvolvimento da caprinocultura enfrenta desafios relacionados ao controle de doenças, entre as quais a eimeriose se destaca como uma das principais causas de perdas econômicas e sanitárias (Diao et al, 2022).

A eimeriose, causada por protozoários do gênero *Eimeria* spp., afeta principalmente animais jovens, causando lesões no trato intestinal que podem comprometer o desenvolvimento e a produtividade dos animais. (Moraes et al., 2015; Burrell et al., 2019). Além disso, é uma doença complexa, pois pode ser causada por diferentes espécies de *Eimeria*, cada uma com características específicas de patogenicidade, ciclo biológico e resposta a tratamentos. Estudos têm demonstrado que a diversidade de espécies de *Eimeria* pode variar entre regiões e sistemas de produção, sendo influenciada por fatores como clima, manejo e características do hospedeiro (Macedo et al., 2020).

Nesse sentido, conhecer a diversidade de espécies de *Eimeria* presentes em uma determinada região é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de controle mais efetivas. A identificação das espécies predominantes permite direcionar o uso de medicamentos anticoccidianos, o desenvolvimento de vacinas e a implementação de medidas de manejo mais adequadas (Andrews, 2013).

Apesar da relevância da eimeriose na caprinocultura, existem poucos dados disponíveis sobre a prevalência da doença em diferentes regiões do Brasil. Os estudos são isolados e não há uma análise que integre todos esses achados.

2. OBJETIVOS

Objetivo Geral

Investigar a diversidade de espécies de *Eimeria* em caprinos no Brasil através de uma revisão sistemática e metanálise.

Objetivos Específicos

- Identificar as espécies de *Eimeria* presentes em caprinos no Brasil e estimar sua frequência de ocorrência.
- Analisar a distribuição geográfica das diferentes espécies de *Eimeria* em caprinos no Brasil.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Eimeriose em caprinos

A eimeriose, uma doença causada por protozoários do gênero *Eimeria*, é de grande relevância na caprinocultura devido ao seu impacto na saúde e produtividade dos animais, especialmente nos jovens. A importância da eimeriose deriva não apenas da sua prevalência, mas também da sua capacidade de comprometer o bem-estar animal e a eficiência da produção agrícola (Mohammed; Alobaidii; Hasan, 2021).

Estudos como o de Chartier; Paraud (2012) ilustram que a eimeriose é uma doença de grande importância econômica devido às perdas associadas tanto à doença clínica, caracterizada por diarreia e má absorção de nutrientes, quanto às infecções subclínicas, que resultam em ganho de peso insuficiente. A infecção atinge seu pico de excreção de oocistos por volta do período de desmame, o que coincide com um momento crítico para o desenvolvimento dos jovens caprinos. A gestão desta doença inclui medidas profiláticas e terapêuticas, que devem ser meticulosamente planejadas para minimizar o impacto econômico.

Adicionalmente, como apontam Mohammed; Alobaidii; Hasan (2021), a eimeriose afeta predominantemente animais jovens que estão em fases críticas de crescimento, o que pode resultar em atrasos no desenvolvimento que têm efeitos duradouros sobre a produtividade do rebanho. A persistência dos oocistos no ambiente faz da prevenção um desafio contínuo, requerendo estratégias integradas de manejo, incluindo higiene rigorosa, controle de lotação e tratamento estratégico com coccidiostáticos.

Dessa forma, a eimeriose representa um desafio significativo para a caprinocultura, exigindo um compromisso com a vigilância contínua e a implementação de práticas de manejo que possam mitigar os riscos associados à doença. O entendimento aprofundado da dinâmica e do impacto da eimeriose é essencial para garantir a sustentabilidade e a rentabilidade da produção de caprinos.

3.2 Espécies de *Eimeria* em caprinos

Diversas espécies de *Eimeria* são responsáveis por infecções em caprinos, incluindo *E. alijevi*, *E. arloingi*, *E. christenseni* e *E. ninakohlyakimovae*, com variações na prevalência entre diferentes regiões e sistemas de manejo (Macedo et al., 2020), além disso, possuem

especificidades que influenciam tanto na prevalência quanto na gravidade das infecções de coccidiose. A identificação precisa das espécies de *Eimeria* é crucial devido às diferenças na patogenicidade entre elas, o que afeta diretamente as estratégias de controle e prevenção.

De acordo com Koudela; Boková (1998), foram identificadas nove espécies de *Eimeria* em caprinos na República Tcheca, incluindo *Eimeria arloingi*, que é uma das espécies mais comuns e associada a casos severos de coccidiose em jovens caprinos. A pesquisa de Andrews (2013) também enfatiza que, apesar de muitas espécies serem consideradas de baixa patogenicidade, algumas como *Eimeria ninakohlyakimovae* em caprinos são altamente patogênicas, podendo causar graves episódios de diarreia e até mesmo a morte de animais jovens se não tratadas adequadamente. O estudo destaca a importância de um diagnóstico mais criterioso que não apenas identifique a presença do parasita, mas também determine a espécie específica envolvida, para um tratamento mais eficaz.

Além disso, é essencial compreender a biologia e o ciclo de vida dessas espécies para desenvolver medidas de controle efetivas. Segundo Mohammed; Alobaidii; Hasan (2021), o ciclo de vida das *Eimeria* envolve a excreção de oocistos no ambiente, que são altamente resistentes e podem infectar outros animais ao serem ingeridos. A capacidade de algumas espécies produzirem grandes quantidades de oocistos ressalta a necessidade de práticas de manejo rigorosas para limitar a exposição dos animais a áreas contaminadas.

O estudo da ocorrência das espécies de *Eimeria* em caprinos e o entendimento de suas características específicas são fundamentais para o entendimento epidemiológico e para o manejo eficaz da coccidiose nesses rebanhos.

3.3 Prevalência de eimeriose em caprinos

A prevalência da coccidiose em caprinos varia amplamente, sendo influenciada por fatores como idade, condições sanitárias das instalações e práticas de manejo, sendo geralmente mais alta em animais jovens, devido à sua menor imunidade e maior vulnerabilidade às infecções oportunistas. Estudos como o de Koudela e Boková (1998) demonstram uma prevalência elevada de oocistos de *Eimeria* em caprinos em diferentes fazendas, evidenciando a ampla dispersão e o desafio significativo que essa doença representa para a produção caprina. Além disso, estudos realizados no Brasil em diferentes regiões como os realizado por Kheirandish; Nourollahi-Fard; Yadegari (2014), destacam que a prevalência pode ser

influenciada por condições locais, sugerindo que a gestão ambiental e o controle de fatores de estresse são cruciais para reduzir a carga de coccidiose.

Ainda, a pesquisa de Tauseef-ur-Rehman et al. (2011) aponta para variações significativas na prevalência entre diferentes grupos etários, com uma maior prevalência observada em animais mais jovens. Isso reforça a necessidade de medidas preventivas específicas para essa faixa etária, como a administração de coccidiostáticos e a implementação de práticas de manejo que reduzam o estresse e a contaminação ambiental durante o período crítico de desmame.

Portanto, a compreensão da epidemiologia da coccidiose em caprinos é fundamental para o desenvolvimento de estratégias eficazes de controle e prevenção, visando mitigar os impactos econômicos e de bem-estar animal associados à doença. Estudos adicionais e uma vigilância contínua são necessários para adaptar as práticas de manejo às condições locais e minimizar os surtos de coccidiose nas populações caprinas.

3.4 Controle da eimeriose

Tradicionalmente, o controle de infecções por *Eimeria spp.* tem envolvido o uso de medicamentos anticoccidianos e vacinas. No entanto, com o crescimento da resistência aos anticoccidianos, a indústria tem explorado alternativas como vacinas vivas e modulação nutricional para gerenciar a doença. Avanços recentes incluem o desenvolvimento de vacinas recombinantes e o uso de probióticos como medidas preventivas (Pender et al., 2016).

O ciclo de vida dos *Eimeria* é complexo, envolvendo múltiplos estágios que ocorrem dentro das células do hospedeiro. Esses protozoários possuem organelas específicas que facilitam sua invasão e sobrevivência, tornando essencial o desenvolvimento de estratégias de controle eficazes (Allen; Fetterer, 2002).

Nesse sentido, para controlar eficazmente a coccidiose em caprinos, é crucial o uso de drogas anticoccidianas, no entanto, o controle eficaz da coccidiose em caprinos não se baseia apenas no tratamento dos animais infectados, mas também na implementação de práticas de manejo que reduzam a exposição dos animais aos oocistos de *Eimeria*. Isso inclui a manutenção de uma higiene rigorosa nas instalações, gestão adequada da densidade animal e medidas para minimizar o estresse entre os animais, que podem comprometer a imunidade e aumentar a suscetibilidade às infecções.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Pesquisa, seleção e coleta de dados dos artigos

A presente revisão sistemática da literatura foi conduzida de acordo com as recomendações de Page et al. (2020), utilizando um checklist¹ e um diagrama de fluxo PRISMA².

foi utilizada para nortear a construção dos termos de busca para artigos nas bases de dados PubMed, Google Scholar e SciELO, partindo da pergunta norteadora: “Qual a prevalência de eimeriose em caprinos no Brasil?”

Após realizada as buscas nas bases supracitadas foi realizada uma busca direta por artigos, com auxílio da ferramenta “Connect Papers” (Behera; Jain; Kumar, 2023), para busca de adicional de artigos além da análise das referências dos artigos encontrados para ampliar a busca. As buscas foram realizadas por todos os artigos disponíveis nas bases citadas até o ano de 2023, utilizando os termos de busca: “*Eimeria*”, “Eimeriosis”, “Goat” e “Brazil”, associados aos termos booleanos “AND” e “OR”.

Em relação à elegibilidade dos estudos, os critérios de inclusão foram estudos publicados em artigos científicos com dados de prevalência de eimeriose em caprinos no Brasil e os critérios de exclusão foram artigos duplicados, artigos com dados de eimeriose sem dados de prevalência ou ocorrência, artigos com dados de outros países, dados publicados em resumos, relatórios, dissertações ou teses.

A seleção dos estudos foi realizada por dois pesquisadores independentes, inicialmente por título e resumo, e posteriormente por leitura completa do texto, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão. Um terceiro revisor foi acionado para tomada de decisão, quando não houve consenso pelos dois pesquisadores supracitados, na escolha de algum artigo. Os dados foram extraídos para uma planilha padronizada, incluindo informações como: autores, ano de publicação, tipo do estudo, ocorrência de *Eimeria* spp. e espécies de *Eimeria* identificadas no estudo e região geográfica. Informações sobre sexo e idade dos animais também foram extraídas. A coleta de dados ocorreu entre julho e agosto de 2024, com triagem para selecionar os artigos a serem utilizados.

¹ Lista de verificação formada por uma tabela, padronizada, contendo cada uma das etapas da revisão sistemática e espaço para anotação e checagem, disponível para download em: <https://www.prisma-statement.org/prisma-2020-checklist>

² Diagrama PRISMA: Disponível em <https://www.prisma-statement.org/prisma-2020-flow-diagram>

4.2 Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando métodos de metanálise para sintetizar os dados de prevalência das diferentes espécies de *Eimeria* em caprinos. As prevalências foram calculadas com intervalos de confiança de 95% usando um modelo de efeitos aleatórios, devido à alta heterogeneidade observada entre os estudos ($I^2 > 90\%$ para a maioria das espécies).

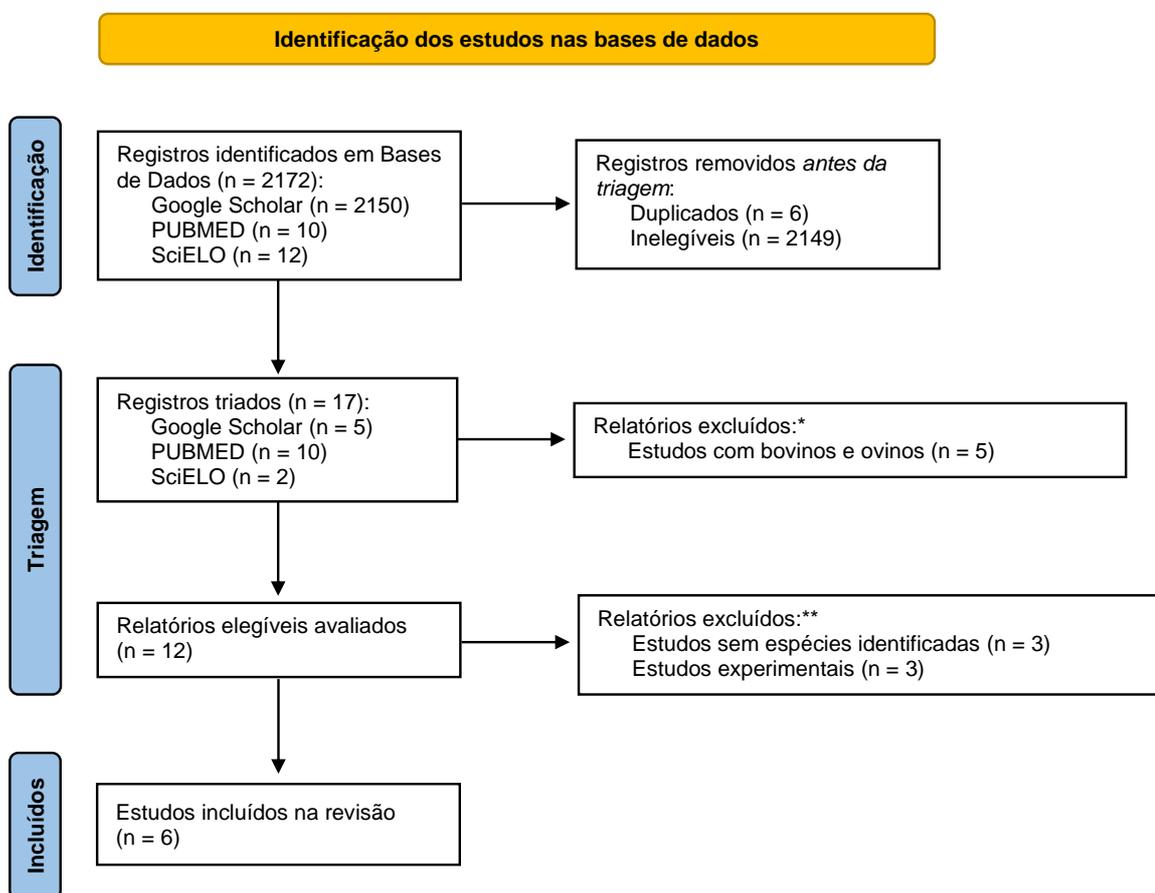
A heterogeneidade foi quantificada usando a estatística I^2 e o teste Q de Cochran. Para cada espécie de *Eimeria*, foram calculadas as prevalências agrupadas e seus respectivos intervalos de confiança. A análise de subgrupos foi realizada para comparar as prevalências entre as regiões Nordeste e Sudeste do Brasil.

O viés de publicação foi avaliado visualmente usando gráficos de funil e quantitativamente usando o teste de Egger. Todas as análises foram realizadas utilizando o software R (versão 4.1.0) com os pacotes "meta" e "metafor". O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$) para todos os testes estatísticos.

5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a identificação inicial e remoção dos registros inelegíveis, foram triados 17 registros: 5 do Google Scholar, 10 do PUBMED e 2 do SciELO. Destes 17 registros triados, 5 relatórios foram excluídos por serem estudos com bovinos e ovinos. Os 12 relatórios elegíveis restantes passaram por uma avaliação mais detalhada. Nesta fase, 6 relatórios adicionais foram excluídos: 3 por não identificarem as espécies estudadas e 3 por serem estudos experimentais. Ao final do processo de seleção, 6 estudos foram incluídos na revisão, representando aproximadamente 35,3% dos registros triados inicialmente.

Figura 3. Fluxograma PRISMA sobre o processo de identificação, análise, exclusão e inclusão dos estudos da presente revisão sistemática.



*excluídos utilizando a plataforma da base de dados e/ou aplicativos de identificação de textos e palavras em arquivos;

** excluídos após revisão manual (passaram por análises técnicas realizadas por humanos para verificar sua inclusão).

Este processo de seleção dos artigos demonstra um critério rigoroso de inclusão e exclusão, assegurando que apenas os estudos mais relevantes e apropriados para o objetivo da

pesquisa fossem considerados na revisão final. A metodologia aplicada permitiu uma redução significativa do número de estudos, focando nos mais pertinentes para a análise em questão.

5.1 Diversidade de espécies de *Eimeria* no Brasil

A análise dos resultados apresentados revela informações detalhadas sobre a prevalência de diferentes espécies de *Eimeria* em caprinos (Figura 2). Este estudo meta-analítico integra dados de múltiplas pesquisas, fornecendo uma visão abrangente da ocorrência desses parasitas.

Entre as espécies analisadas, *Eimeria arloingi* destaca-se como a mais prevalente, com uma taxa de 42,45% (IC 95%: 17,07-70,13%). Esta espécie foi identificada em todos os estudos incluídos, sugerindo sua ampla distribuição e adaptabilidade a diferentes condições ambientais e sistemas de criação de caprinos.

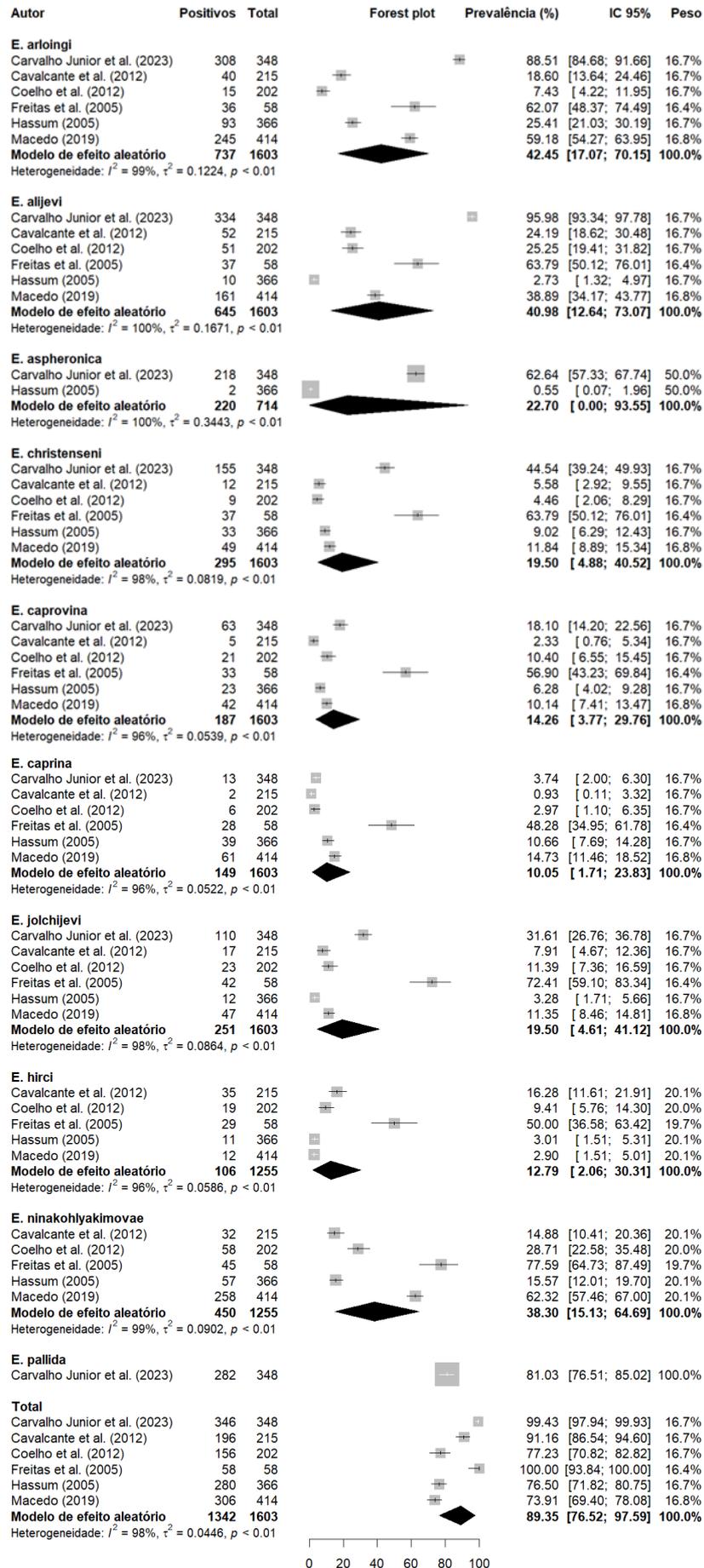
A segunda espécie mais comum é *Eimeria alijevi*, com prevalência de 40,98% (IC 95%: 12,64-73,07%). Ambas *E. arloingi* e *E. alijevi* apresentam intervalos de confiança amplos, indicando variabilidade considerável entre os estudos, possivelmente devido a diferenças regionais, práticas de manejo ou fatores climáticos.

Eimeria ninakohlyakimovae também se destaca com uma prevalência de 38,30% (IC 95%: 15,13-64,69%), seguida por *E. aspheronica* com 22,70% (IC 95%: 0,00-93,55%). Estas quatro espécies parecem ser as mais adaptadas e bem-sucedidas em infectar caprinos, representando os principais alvos para estratégias de controle e prevenção.

É notável a variação significativa na prevalência entre os estudos para a maioria das espécies, como evidenciado pelos altos valores de heterogeneidade ($I^2 > 90\%$ para quase todas as espécies). Isso sugere que fatores locais, como clima, práticas de manejo e genética dos hospedeiros, podem influenciar substancialmente a prevalência de *Eimeria*.

Algumas espécies, como: *E. caprovina*, *E. caprina* e *E. hirci* apresentam prevalências mais baixas (14,26%, 10,05% e 12,79 % respectivamente), mas ainda representam uma parcela significativa das infecções. Isso indica a complexidade da eimeriose em caprinos, com múltiplas espécies coexistindo e potencialmente interagindo dentro dos hospedeiros.

Figura 4. Diversidade de espécies de *Eimeria Spp.* em caprinos no Brasil.



O estudo de Carvalho Junior et al. (2023) consistentemente reporta altas prevalências para várias espécies, sugerindo uma possível tendência temporal de aumento nas infecções ou diferenças metodológicas na detecção dos parasitas.

A prevalência total de *Eimeria* spp. é notavelmente alta, atingindo 89,35% (IC 95%: 76,52-97,59%). Este dado alarmante indica que a grande maioria dos caprinos estudados está infectada por pelo menos uma espécie de *Eimeria*, ressaltando a ubiquidade desses parasitas e a necessidade de estratégias de controle eficazes.

Estes resultados estão em consonância com estudos anteriores realizados no Nordeste do Brasil, que também identificaram uma ampla diversidade de espécies de *Eimeria* em caprinos (Tembue et al., 2009; Cavalcante et al., 2011; Oliveira et al., 2018). Embora haja algumas divergências entre os estudos quanto às espécies isoladas e suas prevalências específicas, existe um consenso de que a variação na prevalência das diferentes espécies de *Eimeria* está relacionada a fatores como manejo animal, categorias de animais estudados e estação do ano (Chartier and Paraud, 2012; Diao et al. 2022).

Por exemplo, Cavalcante et al. (2012) identificaram oito espécies de *Eimeria* em seu estudo, com prevalências variando de 1% a 26,7%. Interessantemente, eles observaram diferenças na prevalência de certas espécies entre cabritos e cabras adultas. *E. ninakohlyakimovae* mostrou maior prevalência em cabritos (97%), seguida por *E. arloingi* e *E. alijevi* (88% cada). Em contraste, *E. alijevi* (77%) foi mais comum em cabras adultas, seguida por *E. hirci* (74%) e *E. ninakohlyakimovae* (70%). Essas variações destacam a importância de considerar a idade dos animais ao desenvolver estratégias de controle.

Menezes et al. (2001) também encontraram diferenças entre categorias de produção, observando que *E. ninakohlyakimovae* foi a espécie mais frequente em caprinos adultos, enquanto *E. arloingi* foi mais prevalente em animais jovens. Esta observação corrobora nossos achados, onde *E. arloingi* e *E. ninakohlyakimovae* estão entre as espécies mais prevalentes, sugerindo que essas duas espécies podem ser particularmente importantes em termos de impacto econômico e necessidade de controle.

A alta prevalência total de *Eimeria* spp. (89,35%) encontrada em nosso estudo é consistente com relatos anteriores de altas taxas de infecção em pequenos ruminantes. Por exemplo, Menezes et al. (2001) observaram que 94,65% dos ovinos jovens estavam parasitados, uma porcentagem superior à de outras categorias produtivas. Embora este dado se refira a ovinos, ele ressalta a susceptibilidade dos animais jovens à infecção por *Eimeria*, um padrão que provavelmente se aplica também aos caprinos.

Essas comparações com estudos anteriores reforçam a complexidade da dinâmica de infecção por *Eimeria* em caprinos e a necessidade de abordagens de controle adaptadas às condições locais e às características específicas do rebanho. A variabilidade observada entre os estudos não apenas reflete diferenças metodológicas, mas também sugere uma real variação na prevalência e distribuição das espécies de *Eimeria* em diferentes contextos geográficos e de manejo.

A heterogeneidade observada ($I^2 = 99\%$, $\tau^2 = 0,0446$, $p < 0,01$) para a prevalência total reforça a variabilidade entre os estudos e a complexidade da dinâmica de infecção por *Eimeria* em diferentes contextos.

Estes resultados têm implicações significativas para a saúde e produtividade dos rebanhos caprinos. A alta prevalência de múltiplas espécies de *Eimeria* sugere a necessidade de abordagens integradas de manejo, incluindo melhorias sanitárias, estratégias nutricionais e potencialmente o desenvolvimento de vacinas polivalentes. Além disso, a variabilidade observada entre os estudos destaca a importância de considerar fatores locais ao desenvolver programas de controle.

5.2 Ocorrência de espécies de *Eimeria* por região brasileira

A ocorrência de espécies de *Eimeria* em caprinos nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil (Tabela 1) revela padrões interessantes de distribuição e prevalência das diferentes espécies, que podem ter implicações significativas para a saúde animal e a produção caprina nestas regiões.

No Nordeste, observamos uma alta prevalência de várias espécies de *Eimeria*. *E. pallida* destaca-se como a espécie mais prevalente, com uma ocorrência de 81,03% (282/348; IC 95%: 76,51-85,02). Esta alta taxa de ocorrência sugere que *E. pallida* está bem adaptada às condições ambientais e aos sistemas de criação de caprinos no Nordeste. Logo em seguida, temos *E. aspheronica*, com uma ocorrência de 62,64% (218/348; IC 95%: 57,33-67,74), e *E. arloingi*, com 60,70% (593/977; IC 95%: 57,55-63,78). Essas três espécies parecem ser dominantes na região Nordeste, o que pode estar relacionado a fatores como clima, manejo dos animais e resistência das espécies aos tratamentos antiparasitários comumente utilizados.

Tabela 2. Ocorrência de espécies de *Eimeria* em caprinos nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil

Espécie	Ocorrência % [n/total; IC 95%]	
	Nordeste	Sudeste
<i>E. arloingi</i>	60.70% [593/977; 57.55, 63.78]	23.00% [144/626; 19.75, 26.55]
<i>E. alijevi</i>	55.97% [547/977; 52.80, 59.10]	15.66% [98/626; 12.92, 18.76]
<i>E. aspheronica</i>	62.64% [218/348; 57.33, 67.74]	0.55% [2/366; 0.07, 1.96]
<i>E. christenseni</i>	22.11% [216/977; 19.55, 24.87]	12.62% [79/626; 10.14, 15.51]
<i>E. caprovina</i>	11.26% [110/977; 9.36, 13.42]	12.30% [77/626; 9.85, 15.17]
<i>E. caprina</i>	7.78% [76/977; 6.20, 9.65]	11.66% [73/626; 9.28, 14.46]
<i>E. jolchijevi</i>	17.81% [174/977; 15.47, 20.36]	12.30% [77/626; 9.85, 15.17]
<i>E. hirci</i>	7.49% [47/629; 5.58, 9.84]	9.43% [59/626; 7.28, 12.00]
<i>E. ninakohlyakimovae</i>	46.14% [290/629; 42.22, 50.11]	25.72% [160/626; 22.33, 29.37]
<i>E. pallida</i>	81.03% [282/348; 76.51, 85.02]	-

É interessante notar que *E. alijevi* também apresenta uma alta ocorrência no Nordeste, com 55,97% (547/977; IC 95%: 52,80-59,10), seguida por *E. ninakohlyakimovae* com 46,14% (290/629; IC 95%: 42,22-50,11). Essas cinco espécies (*E. pallida*, *E. aspheronica*, *E. arloingi*, *E. alijevi* e *E. ninakohlyakimovae*) parecem formar o núcleo principal de infecções por *Eimeria* em caprinos no Nordeste, com taxas de ocorrência acima de 45%.

No Sudeste, o panorama é bastante diferente. As taxas de ocorrência são geralmente mais baixas, e a distribuição entre as espécies é mais equilibrada. A espécie mais prevalente no Sudeste é *E. ninakohlyakimovae*, com 25,72% (160/626; IC 95%: 22,33-29,37), seguida de perto por *E. arloingi* com 23,00% (144/626; IC 95%: 19,75-26,55). É notável que *E. pallida*, a espécie mais prevalente no Nordeste, não foi detectada no Sudeste, o que pode indicar uma forte influência de fatores ambientais ou de manejo na distribuição desta espécie.

A *E. aspheronica*, que tem alta prevalência no Nordeste, apresenta uma ocorrência muito baixa no Sudeste, apenas 0,55% (2/366; IC 95%: 0,07-1,96). Esta discrepância acentuada entre as regiões pode ser um ponto interessante para futuras investigações sobre os fatores que influenciam a distribuição desta espécie.

As demais espécies no Sudeste apresentam taxas de ocorrência variando entre 9,43% e 15,66%, com *E. alijevi*, *E. caprovina*, *E. caprina* e *E. jolchijevi* mostrando taxas relativamente próximas, entre 11,66% e 12,30%.

Essas diferenças marcantes entre as regiões Nordeste e Sudeste podem ser atribuídas a uma série de fatores. O clima mais árido do Nordeste pode favorecer a sobrevivência e transmissão de certas espécies de *Eimeria*, enquanto o clima mais ameno do Sudeste pode ser menos propício para algumas espécies. Além disso, as práticas de manejo, como a densidade de animais, sistemas de criação (extensivo vs. intensivo), práticas de higiene e estratégias de controle parasitário podem variar significativamente entre as regiões, influenciando a prevalência das diferentes espécies.

A maior diversidade e prevalência de espécies de *Eimeria* no Nordeste também podem estar relacionadas à maior população caprina nesta região, o que poderia facilitar a transmissão e manutenção de diferentes espécies do parasita.

É importante ressaltar que a presença de múltiplas espécies de *Eimeria*, especialmente no Nordeste, pode complicar o diagnóstico e o tratamento da coccidiose em caprinos. As diferentes espécies podem ter patogenicidades variadas e responder de maneira diferente aos tratamentos, o que ressalta a importância de um diagnóstico preciso e estratégias de controle adaptadas às espécies prevalentes em cada região.

6.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo fornece uma visão abrangente da diversidade e distribuição de espécies de *Eimeria* em caprinos no Brasil, revelando padrões complexos e diferenças regionais significativas. A alta prevalência total de *Eimeria* spp. e a variação na distribuição das espécies entre as regiões Nordeste e Sudeste destacam a necessidade de abordagens de controle adaptadas às condições locais. A predominância de certas espécies, como *E. arloingi*, *E. alijevi* e *E. ninakohlyakimovae*, sugere que estas devem ser o foco principal das estratégias de prevenção e tratamento. A marcante diferença na diversidade e prevalência entre as regiões indica a influência de fatores ambientais, de manejo e possivelmente genéticos na dinâmica das infecções por *Eimeria* spp.

Estes resultados são fundamentais para o desenvolvimento de programas de controle mais eficazes, contribuindo para a melhoria da saúde e produtividade dos rebanhos caprinos no Brasil. Recomenda-se que futuras pesquisas se concentrem na investigação dos fatores que influenciam a prevalência de espécies específicas e nas interações entre diferentes espécies dentro do hospedeiro, visando uma compreensão mais profunda da epidemiologia da eimeriose em caprinos.

Conclui-se que este trabalho oferece uma visão abrangente e crítica sobre a complexidade da infecção por *Eimeria* em caprinos no Brasil. Os resultados da pesquisa revelam uma alta prevalência de *Eimeria* spp., com destaque para as espécies *E. arloingi*, *E. alijevi* e *E. ninakohlyakimovae*, que se mostraram predominantes em diferentes regiões, especialmente no Nordeste do país.

A análise meticulosa dos dados coletados, que seguiu rigorosos critérios metodológicos, evidencia a influência de fatores como idade dos animais, práticas de manejo e condições climáticas na variação da prevalência das espécies. Essa variabilidade ressalta a necessidade de estratégias de controle adaptadas às particularidades de cada rebanho e região, enfatizando a importância de abordagens integradas que considerem melhorias sanitárias, nutricionais e, potencialmente, o desenvolvimento de vacinas polivalentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, P. C.; FETTERER, R. Recent Advances in Biology and Immunobiology of *Eimeria* Species and in Diagnosis and Control of Infection with These Coccidian Parasites of Poultry. *Clinical Microbiology Reviews*, v. 15, n. 1, p. 58-65, 2002. DOI: 10.1128/CMR.15.1.58-65.2002.
- ANDREWS, A. Some aspects of coccidiosis in sheep and goats. *Small Ruminant Research*, v. 110, p. 93-95, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.SMALLRUMRES.2012.11.011>.
- BAWM, Saw; HTUN, Lat Lat. Management and Control of *Eimeria* Infection in Goats. *Goat Science - Environment, Health and Economy* [Working Title], 2021. DOI: 10.5772/INTECHOPEN.98979.
- BURRELL, Alana et al. Life cycle stages, specific organelles and invasion mechanisms of *Eimeria* species. *Parasitology*, v. 147, p. 263-278, 2019. DOI: 10.1017/S0031182019001562.
- CARDOSO, J.L.S.; OLIVEIRA, C.M.B. Fauna Parasitária de Caprinos na Grande Porto Alegre. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 7, n. 1, p. 57-60, 1993.
- CARVALHO JUNIOR, G. M.; ALVES, L. C.; HORTA, M. C.; PEIXOTO, R. M. High prevalence of pathogenic *Eimeria* spp. and the main risk factors associated with infection in goats from a semiarid region of Northeastern Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, v. 55, n. 367, 2023. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03784-0>
- CASTRO, R. L. P.; BRITO, D. R. B.; PIRES FILHO, P. C. S.; SOARES, S. C. P.; CUNHA, A. R.; PINHEIRO, D. M. C.; PINHEIRO, Y. S. A.; BUNA, N. H. S.; CASTRO, M. L. P. Seasonal variation of gastrointestinal parasitic infections in goats and sheep in São Luís, Maranhão, Brazil. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 24, e2030020, 2023. <https://doi.org/10.1590/S1519-994020230020>
- CAVALCANTE, A. C. R.; TEIXEIRA, M.; MONTEIRO, J. P.; LOPES, C. W. G. *Eimeria* species in dairy goats in Brazil. *Veterinary Parasitology*, v. 183, n. 3-4, p. 356-358, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.07.043>
- CAVALCANTE, A.C.R. Espécies do gênero *Eimeria* Schneider, 1875 (Apicomplexa: Eimeriidae) parasitos de caprinos leiteiros na Microrregião de Sobral, Ceará. 1996. 64p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 1996
- CHARTIER, C.; PARAUD, C. Coccidiosis due to *Eimeria* in sheep and goats, a review. *Small Ruminant Research*, v. 103, p. 84-92, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.SMALLRUMRES.2011.10.022>.MORAES, Julio Cesar et al. Prevalence of *Eimeria* spp. in Broilers by Multiplex PCR in the Southern Region of Brazil on Two Hundred and Fifty Farms. 2015. DOI: 10.1637/10989-112014-Reg.
- CHEVALIER, H.J. Uber die Coccidienarten der Ziegen in Deutschland. *Deut Tierarztl Wochenschr*, v. 73, n. 1, p. 616-621, 1966.

- COELHO, W. M. D.; AMARANTE, A. F. T.; BRESCIANI, K. D. S. Occurrence of gastrointestinal parasites in goat kids. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 21, n. 1, p. 65-67, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612012000100013>
- DIAO, Naichao et al. Prevalence of *Eimeria* Spp. Among Goats in China: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, v. 12, 2022. DOI: 10.3389/fcimb.2022.806085.
- FREITAS, F. L. C.; ALMEIDA, K. S.; NASCIMENTO, A. A.; MACHADO, C. R.; VESCHI, J. L. A.; MACHADO, R. Z. Espécies do gênero *Eimeria* Schneider, 1875 (Apicomplexa: Eimeriidae) em caprinos leiteiros mantidos em sistema intensivo na região de São José do Rio Preto, Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 14, n. 1, p. 7-10, 2005.
- HASSUM, I. C.; MENEZES, R. C. A. A. Infecção natural por espécies do gênero *Eimeria* em pequenos ruminantes criados em dois municípios do Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 14, n. 3, p. 95-100, 2005.
- KHEIRANDISH, R.; NOUROLLAHI-FARD, S. R.; YADEGARI, Z. Prevalence and pathology of coccidiosis in goats in southeastern Iran. *Journal of Parasitic Diseases*, v. 38, p. 27-31, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12639-012-0186-0>.
- KOUDELA, B.; BOKOVÁ, A. Coccidiosis in goats in the Czech Republic. *Veterinary Parasitology*, v. 76, n. 4, p. 261-267, 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(97\)00147-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(97)00147-7).
- MACEDO, L. O.; BEZERRA-SANTOS, M. A.; MENDONÇA, C. L.; ALVES, L. C.; RAMOS, R. A. N.; CARVALHO, G. A. Prevalence and risk factors associated with infection by *Eimeria* spp. in goats and sheep in Northeastern Brazil. *Journal of Parasitic Diseases*, v. 44, p. 367-374, 2020. <https://doi.org/10.1007/s12639-020-01235-3>
- MACEDO, L. O.; SANTOS, M. A. B.; SILVA, N. M. M.; BARROS, G. M. M. R.; ALVES, L. C.; GIANNELLI, A.; RAMOS, R. A. N.; CARVALHO, G. A. Morphological and epidemiological data on *Eimeria* species infecting small ruminants in Brazil. *Small Ruminant Research*, v. 171, p. 37-41, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.12.006>
- MOHAMMED, N.; ALOBAIDII, W.; HASAN, M. COCCIDIOSIS IN SHEEP AND GOATS (REVIEW). *Assiut Veterinary Medical Journal*, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.21608/avmj.2021.205165>.
- MUSAEV, M. A.; MAMEDOVA, M. A. Material for the taxonomy of the coccidia of the domestic goat (*Capra hircus*) and their structure in Azerbaijan. *Azv Aka Nauk Azerb SSR, Ser Biol Nauk*, v. 4, n. 1, p. 68-76, 1981.
- PENDER, Chasity M. et al. Effects of in ovo supplementation of probiotics on performance and immunocompetence of broiler chicks to an *Eimeria* challenge. *Beneficial microbes*, v. 7, n. 5, p. 699-705, 2016. DOI: 10.3920/BM2016.0080.
- PIRES, P.P.; LOPES, C.W.G. Espécies de *Eimeria* (Apicomplexa: Eimeriidae) em caprinos Anglo Nubiano no Estado do Rio de Janeiro. *Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*, v. 8, n. 1-2, p. 71-79, 1985.

- RADAVELLI, W. M.; PAZINATO, R.; KLAUCK, V.; VOLPATO, A.; BALZAN, A.; ROSSETT, J.; CAZAROTTO, C. J.; LOPES, L. S.; KESSLER, J. D.; CUCCO, D. C.; TONIN, A. A.; DA SILVA, A. S. Occurrence of gastrointestinal parasites in goats from the Western Santa Catarina, Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, v. 23, n. 1, p. 101-104, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612014014>
- REBOUÇAS, M.M.; AMARAL, V.; TUCCI, E.C.; SPOSITO FILHA, E.; ALBERTI, H.; MURAKAMI, T.O. Identificação de espécies do gênero *Eimeria* Schneider, 1875 parasitas de caprinos no estado de São Paulo, Brasil (Apicomplexa: Eimeriidae). *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 1, n. 1, p. 61-64, 1992.
- SANTOS, N.M.; ALMEIDA, M.A.O.; AYRES, M.C.C.; SANTOS, C.S.C. Frequência das espécies de *Eimeria* Shneider, 1875 (Apicomplexa: Eimeriidae) em caprinos leiteiros criados no estado da Bahia. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 6, n. 2, supl. 1, p. 359, 1997.
- SILVA, A.C.; LIMA, J.D. *Eimeria minasensis* n. sp. (Apicomplexa: Eimeriidae) in the Domestic Goat *Capra hircus*, from Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 93, n. 6, p. 741-744, 1998. <https://doi.org/10.1590/S0074-02761998000600008>
- SOE, A.K.; POMROY, W.E. New species of *Eimeria* (Apicomplexa: Eimeriidae) from the domesticated goat *Capra hircus* in New Zealand. *Systematic Parasitology*, v. 23, n. 1, p.195-202, 1992. <https://doi.org/10.1007/BF00009463>
- TAUSEEF-UR-REHMAN; KHAN, M. N.; KHAN, I.; AHMAD, M. Epidemiology and Economic Benefits of Treating Goat Coccidiosis. *Pakistan Veterinary Journal*, v. 31, p. 227-230, 2011.
- VERCRUYSSSE, J. The coccidia of sheep and goats in Senegal. *Veterinary Parasitology*, v.10, n.1, p.297-306, 1982. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(82\)90080-8](https://doi.org/10.1016/0304-4017(82)90080-8)