

**EIMERIOSE CAPRINA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL:  
PERSPECTIVAS DE SAÚDE ÚNICA, BIODIVERSIDADE PARASITÁRIA E  
DESAFIOS PARA A CAPRINOCULTURA NO NORDESTE BRASILEIRO****CAPRINE EIMERIOSIS AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT: ONE HEALTH  
PERSPECTIVES, PARASITIC BIODIVERSITY AND CHALLENGES FOR GOAT  
FARMING IN NORTHEASTERN BRAZIL****EIMERIOSIS CAPRINA Y DESARROLLO SOSTENIBLE: PERSPECTIVAS DE  
SALUD ÚNICA, BIODIVERSIDAD PARASITARIA Y DESAFÍOS PARA LA  
CAPRINOCULTURA EN EL NORDESTE BRASILEÑO**

10.56238/revgeov16n5-159

**José Gracione do Nascimento Sousa Filho**

Doutorando do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia

Instituição: Universidade Federal do Maranhão

E-mail:jgns.filho@discente.ufma.br

**Janaína Marques do Nascimento**

Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia

Instituição: Universidade Federal do Maranhão

E-mail:janaina.marques@discente.ufma.br

**Thalia Caldas da Silva**

Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal

Instituição: Universidade Federal do Maranhão

E-mail:thalia.cs@discente.ufma.br

**Joana Kellany Gonçalves de Andrade**

Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal

Instituição: Universidade Federal do Maranhão

E-mail:joana.kellany@discente.ufma.br

**Arlan Araujo Rodrigues**

Doutor em Zootecnia

Instituição: University of Wisconsin-Madison

E-mail: araujorodrig@wisc.edu

**Ivo Alexandre Leme da Cunha**

Professor Doutor, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia

Instituição: Universidade Federal do Maranhão

E-mail: ivo.cunha@ufma.br



**RESUMO**

A caprinocultura representa atividade estratégica para o desenvolvimento rural sustentável no nordesto brasileiro, integrando segurança alimentar, geração de renda e resiliência socioeconômica. Contudo, enfrenta desafios sanitários significativos, particularmente parasitoses gastrointestinais causadas por *Eimeria* spp., protozoários do filo Apicomplexa. Este estudo revisa conhecimento científico sobre Eimeriose caprina sob perspectiva multidisciplinar, integrando Geografia da Saúde Animal, abordagem de Saúde Única e biodiversidade parasitária, com ênfase em implicações para agricultura familiar nordestina. A distribuição espacial de *Eimeria* é modulada por determinantes geoclimáticos (temperatura, precipitação, altitude), sistemas de manejo e estrutura da paisagem, apresentando heterogeneidade entre regiões. Mais de 26 espécies de *Eimeria* foram identificadas globalmente em caprinos, sendo *E. arloingi*, *E. ninakohlyakimovae*, *E. christensenii* e *E. caprina* as mais patogênicas. No contexto nordestino, limitações estruturais (baixa tecnificação, manejo sanitário inadequado, acesso restrito a assistência técnica) amplificam impactos econômicos da Eimeriose sobre agricultura familiar. O conhecimento sobre biodiversidade parasitária no Maranhão permanece incipiente, demandando investigações contextualizadas que, epidemiologia espacial e avaliação de impactos socioeconômicos. A abordagem de Saúde Única revela interconexões críticas entre saúde animal, humana e ambiental, fundamentando necessidade de políticas públicas integradas que fortaleçam sanidade animal, assistência técnica e práticas agroecológicas adaptadas ao semiárido, contribuindo para sustentabilidade e resiliência da caprinocultura frente às mudanças climáticas.

**Palavras-chave:** Eimeriose. Saúde Única. Nordeste Brasileiro. Biodiversidade Parasitária. Agricultura Familiar.

**ABSTRACT**

Goat farming represents a strategic activity for sustainable rural development in the Brazilian northeastern semi-arid region, integrating food security, income generation and socioeconomic resilience. However, it faces significant sanitary challenges, particularly gastrointestinal parasites caused by *Eimeria* spp., protozoans of the phylum Apicomplexa with estimated global prevalence of 62.9% in goats. This study reviews scientific knowledge on caprine eimeriosis from a multidisciplinary perspective, integrating Animal Health Geography, One Health approach and parasitic biodiversity, emphasizing implications for northeastern family farming. The spatial distribution of *Eimeria* is modulated by geoclimatic determinants (temperature, precipitation, altitude), management systems and landscape structure, presenting substantial heterogeneity between regions. More than 26 species of *Eimeria* have been identified globally in goats, with high diversity in tropical and semi-arid regions. In the northeastern context, structural limitations (low technification, inadequate sanitary management, restricted access to technical assistance) amplify the economic impacts of eimeriosis on family farming. Knowledge about parasitic biodiversity in Maranhão remains incipient, demanding contextualized investigations integrating molecular taxonomy, spatial epidemiology and assessment of socioeconomic impacts. The One Health approach reveals critical interconnections between animal, human and environmental health, grounding the need for integrated public policies that strengthen animal health, technical assistance and agroecological practices adapted to the semi-arid region, contributing to sustainability and resilience of family goat farming in face of climate change.

**Keywords:** Coccidiosis. One Health. Semi-arid. Animal Health Geography. Family Farming.

**RESUMEN**

La caprinocultura representa actividad estratégica para el desarrollo rural sostenible en el nordeste brasileño, integrando seguridad alimentaria, generación de ingresos y resiliencia socioeconómica. Sin embargo, enfrenta desafíos sanitarios significativos, particularmente parasitosis gastrointestinales causadas por *Eimeria* spp., protozoarios del filo Apicomplexa. Este estudio revisa el conocimiento



científico sobre eimeriosis caprina bajo perspectiva multidisciplinaria, integrando Geografía de la Salud Animal, enfoque de Salud Única y biodiversidad parasitaria, con énfasis en implicaciones para la agricultura familiar del nordeste. La distribución espacial de Eimeria es modulada por determinantes geoclimáticos (temperatura, precipitación, altitud), sistemas de manejo y estructura del paisaje, presentando heterogeneidad entre regiones. Más de 26 especies fueron identificadas globalmente en caprinos, siendo *E. arloingi*, *E. ninakohlyakimovae*, *E. christensenii* y *E. caprina* las más patogénicas. En el contexto del nordeste, limitaciones estructurales (baja tecnificación, manejo sanitario inadecuado, acceso restringido a asistencia técnica) amplifican impactos económicos de la eimeriosis sobre agricultura familiar. El conocimiento sobre biodiversidad parasitaria en Maranhão permanece incipiente, demandando investigaciones contextualizadas que integren epidemiología espacial y evaluación de impactos socioeconómicos. El enfoque de Salud Única revela interconexiones críticas entre salud animal, humana y ambiental, fundamentando necesidad de políticas públicas integradas que fortalezcan sanidad animal, asistencia técnica y prácticas agroecológicas adaptadas al semiárido, contribuyendo para sostenibilidad y resiliencia de la caprinocultura frente a cambios climáticos.

**Palabras clave:** Eimeriosis. Salud Única. Nordeste Brasileño. Biodiversidad Parasitaria. Agricultura Familiar.



## 1 INTRODUÇÃO

A caprinocultura constitui atividade estratégica para o desenvolvimento rural sustentável no semiárido nordestino brasileiro, integrando agricultura familiar, segurança alimentar e geração de renda em contextos de vulnerabilidade climática. O Nordeste concentra aproximadamente 93% do rebanho caprino nacional, estimado em 8,3 milhões de animais (IBGE, 2017), sendo o Maranhão o sétimo maior produtor com 356 mil cabeças. Essa atividade representa importante alternativa econômica para populações rurais, especialmente pela resistência dos caprinos às adversidades do semiárido e sua adaptabilidade a sistemas de baixo custo (Oliveira et al., 2022; Farias et al., 2019).

Contudo, a produtividade da caprinocultura nordestina enfrenta limitações estruturais significativas, incluindo baixa tecnificação, manejo sanitário inadequado, alimentação baseada em pastagens nativas e acesso restrito à assistência técnica. Entre os desafios sanitários, as parasitoses gastrointestinais, particularmente a Eimeriose causada por protozoários do gênero *Eimeria*, comprometem significativamente o desempenho produtivo dos rebanhos (Nascimento e Santos, 2021; Fragoso et al., 2020; Chartier e Paraúd, 2012).

A Eimeriose caracteriza-se como enfermidade cosmopolita que afeta caprinos de todas as idades, sendo particularmente grave em animais jovens, causando diarreia, desidratação, perda de peso e, em casos severos, mortalidade. Recente revisão sistemática global identificou prevalência de 62,9% de *Eimeria* spp. em caprinos, evidenciando magnitude do problema em escala mundial (Ali et al., 2025). Mais de 26 espécies de *Eimeria* foram identificadas em caprinos, sendo *E. arloingi*, *E. ninakohlyakimovae*, *E. christensenii* e *E. caprina* as mais patogênicas (Makawi, 2024; Chartier e Paraúd, 2012).

A distribuição espacial de parasitos animais é fortemente modulada por fatores geoclimáticos, altitude, estrutura da paisagem e determinantes antrópicos. A Geografia da Saúde Animal, enquanto campo interdisciplinar, investiga como variáveis ambientais e socioeconômicas influenciam padrões epidemiológicos, fornecendo subsídios essenciais para estratégias de controle adaptadas às especificidades regionais (Charlier et al., 2016; Gazzonis et al., 2019; Kivali et al., 2020). Temperatura, precipitação e umidade constituem fatores-chave que afetam sobrevivência e infectividade de oocistos de *Eimeria* no ambiente (Cohen et al., 2020; Carlson et al., 2017).

No contexto brasileiro, particularmente no Maranhão e Nordeste, o conhecimento sobre biodiversidade parasitária de *Eimeria* permanece incipiente. Estudos brasileiros demonstram diversidade elevada de espécies em regiões semiáridas, porém com limitada caracterização molecular e escassez de investigações epidemiológicas regionalizadas (Macedo et al., 2019; De Macedo et al., 2020). Esta lacuna de conhecimento contrasta com a relevância da caprinocultura para subsistência familiar e desenvolvimento regional.



A abordagem de Saúde Única (*One Health*) reconhece interdependência entre saúde humana, animal e ambiental, sendo fundamental para compreender parasitoses e promover sustentabilidade. Aproximadamente 60% das doenças infecciosas humanas têm origem animal, evidenciando necessidade de vigilância integrada que considere biodiversidade parasitária como componente essencial dos ecossistemas (Destoumieux-Garzón et al., 2018; Shaheen, 2022; Zinsstag et al., 2023). Ações preventivas, como conservação de habitats e promoção da biodiversidade, são mais eficazes e econômicas que respostas reativas (Tian et al., 2025; Milazzo et al., 2025).

Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo revisar conhecimento científico sobre Eimeriose caprina sob perspectiva multidisciplinar, integrando Geografia da Saúde Animal, biodiversidade parasitária e abordagem de Saúde Única, com ênfase em implicações para desenvolvimento sustentável da caprinocultura familiar no Nordeste brasileiro, particularmente no estado do Maranhão.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A caprinocultura no semiárido nordestino caracteriza-se predominantemente por sistemas de produção familiar, de subsistência, voltados ao consumo doméstico e comércio local, com baixo nível de tecnificação e forte dependência de políticas públicas. A diversidade de sistemas produtivos inclui desde propriedades com infraestrutura precária e baixa escolaridade dos produtores até grupos com maior acesso a recursos, porém todos compartilham fragilidades como insegurança alimentar dos rebanhos, dependência de insumos externos e acesso limitado a crédito rural e assistência técnica (Farias et al., 2019; Oliveira et al., 2022; Maia et al., 2018).

Estudos sobre tipologia de produtores no semiárido revelam diferenças significativas. Oliveira et al. (2022) identificaram cinco tipos de sistemas de produção de caprino leiteros no semiárido, variando desde unidades com mínima infraestrutura e dependência de pastagens nativas até sistemas com maior nível tecnológico e uso de suplementação alimentar. Contudo, mesmo sistemas mais tecnificados enfrentam desafios relacionados à saúde animal, particularmente parasitoses gastrointestinais.

Programas públicos, como aquisição institucional de leite e tecnologias sociais (cisternas), aumentaram estabilidade de renda e participação das mulheres na atividade, mas criaram dependência de mercados institucionais sem resolver autonomia produtiva das famílias (Brandão et al., 2020; Nascimento e Santos, 2021). A agroecologia e diversificação produtiva emergem como caminhos para maior sustentabilidade e autonomia, integrando práticas como sistemas agroflorestais, manejo conservacionista e uso de tecnologias adaptadas ao semiárido (Petersen e Silveira, 2017; Fragoso et al., 2020).



A caprinocultura é estratégica para segurança alimentar, especialmente pela resistência dos animais à seca, gerando fonte de alimento, movimentando economia local e contribuindo para inclusão social. Contudo, enfrenta desafios como degradação ambiental, baixa produtividade, vulnerabilidade às mudanças climáticas e problemas de saúde animal que comprometem sustentabilidade da atividade (De Freitas Lima et al., 2023; Maia et al., 2021). Estudos demonstram que mudanças climáticas afetam disponibilidade de recursos forrageiros e intensificam estresse térmico, comprometendo desempenho reprodutivo e produtivo dos animais (Ribeiro et al., 2017; Maia et al., 2018).

A adoção de práticas agroecológicas, integração lavoura-pecuária e uso de tecnologias de monitoramento têm potencial para aumentar resiliência e sustentabilidade (Shanmugam et al., 2024; Palsaniya et al., 2023). Nunes et al. (2014) demonstraram que propriedades com práticas sustentáveis apresentam melhor desempenho ambiental e social, embora enfrentem desafios econômicos de curto prazo.

## 2.1 GEOGRAFIA DA SAÚDE ANIMAL

A Geografia da Saúde Animal investiga como fatores ambientais, climáticos e geográficos influenciam distribuição e prevalência de parasitos e doenças veterinárias. Temperatura, precipitação e umidade constituem determinantes-chave que afetam sobrevivência e infectividade de parasitos em diferentes regiões (Charlier et al., 2016; Gazzonis et al., 2019; Carlson et al., 2017). Estudos demonstram tendências longitudinais em infecções parasitárias moduladas por clima, com temperatura e precipitação influenciando significativamente sobrevivência de larvas e oocistos no ambiente. Estes princípios aplicam-se diretamente a protozoários formadores de oocistos, como *Eimeria* spp., cuja sobrevivência ambiental e capacidade infectante dependem de condições específicas de temperatura (20-30°C) e umidade (Chartier e Paraud, 2012).

Mudanças climáticas estão alterando distribuição de parasitos, com aumento de risco em algumas regiões e possíveis extinções ou redistribuição de espécies em outras (Carlson et al., 2017). Cohen et al. (2020) evidenciaram que impactos do aquecimento global sobre risco de doenças em animais divergem conforme clima regional, sugerindo complexidade na modelagem de cenários futuros. No semiárido nordestino, diferenças entre áreas de baixada (<200m) e serras (400-1000m) podem modular dinâmica parasitária através de variações microclimáticas, com altitude geralmente associada a menor prevalência devido a temperaturas mais baixas (Karimzadeh et al., 2022).

Ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e modelagem espacial têm sido crescentemente utilizadas para identificar hotspots de infecção e áreas de risco para protozoários (Gazzonis et al., 2019; Hendrickx et al., 2021). Estas abordagens permitem integrar variáveis ambientais, climáticas e de manejo para caracterizar distribuição espacial de parasitos, fundamentando estratégias de controle territorialmente contextualizadas. Contudo, Hendrickx et al. (2021) enfatizam



limitações no uso de dados históricos, ressaltando necessidade de padronização metodológica e atualização constante de bases de dados para modelagem efetiva.

## 2.2 BIODIVERSIDADE PARASITÁRIA DE *EIMERIA* EM CAPRINOS

A biodiversidade parasitária do gênero *Eimeria* em caprinos é ampla e relevante para saúde animal e produção pecuária, especialmente em regiões tropicais e semiáridas. *Eimeria* spp. são protozoários do filo Apicomplexa, altamente específicos ao hospedeiro, com impacto econômico significativo devido à coccidiose (Chartier e Paraúd, 2012; Keeton e Navarre, 2017). Mais de 26 espécies foram identificadas globalmente em caprinos, sendo *E. arloingi*, *E. ninakohlyakimovae*, *E. christensenii* e *E. caprina* as mais patogênicas. Infecção por múltiplas espécies é comum, com média de 7 a 8 espécies por rebanho (Chartier e Paraúd, 2012). A identificação tradicionalmente baseia-se em morfologia de oocistos, embora métodos moleculares (18S rRNA, COI) sejam crescentemente utilizados para confirmação específica e estudos de diversidade genética (Ali et al., 2025).

Ali et al. (2025) identificaram prevalência global de 62,9% (IC95%: 58,1-67,5%) de *Eimeria* em caprinos, com variações regionais substanciais influenciadas por clima, manejo e práticas sanitárias. No Nordeste brasileiro, a diversidade é elevada: Macedo et al. (2019) revelaram que 84,5% das propriedades apresentavam infecção mista, com *E. arloingi* (65,5%) e *E. ninakohlyakimovae* (58,6%) mais prevalentes. De Macedo et al. (2020) identificaram prevalência de 56,3% em caprinos e 62,9% em ovinos, com fatores de risco incluindo sistema semi-intensivo ( $OR=3,8$ ; IC95%: 1,8-7,9), ausência de quarentena e falta de desinfecção de instalações.

A infecção é mais prevalente em animais jovens (1-6 meses) devido à imaturidade imunológica, embora adultos possam apresentar infecções subclínicas atuando como reservatórios (Keeton e Navarre, 2017). Sistemas semi-intensivos apresentam maior risco comparados a extensivos ou intensivos bem manejados, sendo tamanho do rebanho, higiene e medidas sanitárias determinantes críticos independentemente do sistema (Alcalá-Canto et al., 2020). A coccidiose causa diarreia, perda de peso e mortalidade, resultando em perdas econômicas diretas e indiretas. O controle depende de medidas sanitárias integradas, manejo adequado e uso criterioso de anticoccidianos (Bawm e Htun, 2021).

## 2.3 SAÚDE ÚNICA E BIODIVERSIDADE-SAÚDE-DESENVOLVIMENTO

O conceito de Saúde Única (One Health) reconhece profunda interdependência entre saúde humana, animal e ambiental, sendo fundamental para enfrentar desafios como zoonoses parasitárias, degradação ambiental e sustentabilidade. Destoumieux-Garzón et al. (2018) discutiram evolução do conceito One Health após 10 anos, identificando desafios persistentes na operacionalização, incluindo necessidade de maior integração entre setores e inclusão de dimensões ecológicas e sociais.



Aproximadamente 60% das doenças infecciosas humanas têm origem animal, e 75% das emergentes são zoonóticas, destacando necessidade de vigilância integrada e colaboração entre setores (Shaheen, 2022; Thompson, 2013; Otranto et al., 2021). A maioria das doenças infecciosas emergentes surge na interface entre humanos, animais domésticos, silvestres e ambiente, impulsionada por fatores como desmatamento, urbanização, produção intensiva e mudanças climáticas.

No contexto da eimeriose caprina, a abordagem de Saúde Única se justifica não pela natureza zoonótica do parasito (*Eimeria* spp. são altamente espécie-específicas e não infectam humanos), mas pela interconexão crítica entre múltiplos fatores como:

1. Saúde animal como determinante de segurança alimentar e nutricional humana: A eimeriose compromete produção de leite e carne caprina, alimentos fundamentais para nutrição de populações rurais vulneráveis. Deficiências proteicas decorrentes podem afetar desenvolvimento infantil e saúde materna
2. Degradação ambiental como amplificador de parasitoses: Superpastejo, desmatamento e uso inadequado de solo no semiárido criam condições que favorecem persistência e transmissão de parasitos, estabelecendo ciclo vicioso entre deterioração ambiental, saúde animal comprometida e vulnerabilidade socioeconômica.
3. Desenvolvimento socioeconômico dependente de produção animal sustentável: Em regiões onde caprinocultura representa principal fonte de renda animal, perdas por parasitoses comprometem viabilidade econômica familiar, perpetuando ciclos de pobreza rural e insegurança alimentar.
4. Mudanças climáticas afetando simultaneamente saúde humana, animal e ambiental: Alterações em temperatura e precipitação modulam dinâmica parasitária, disponibilidade de forragem e estresse térmico animal, com repercussões em saúde humana através de disponibilidade e qualidade de alimentos de origem animal.

A biodiversidade é fundamental para resiliência dos ecossistemas e saúde humana, influenciando desde microbiota até imunidade e prevenção de doenças crônicas e infecciosas. Haahtela (2019) propôs hipótese da biodiversidade, argumentando que perda de biodiversidade contribui para aumento de doenças alérgicas e autoimunes. Shroff e Cortés (2020) discutiram paradigma da biodiversidade para construção de resiliência em saúde humana e ambiental, enfatizando necessidade de conservação como estratégia preventiva de saúde pública.

A perda de biodiversidade aumenta risco de emergências sanitárias e desequilíbrios ecológicos. Giraudeau et al. (2025) questionaram otimização da saúde em humanos, animais, plantas e ecossistemas, discutindo paradoxos onde benefícios se tornam prejudiciais e danos tornam-se curativos, enfatizando necessidade de abordagens equilibradas. Estratégias baseadas em agroecologia e conservação promovem saúde e sustentabilidade (Petersen e Silveira, 2017; Fragoso et al., 2020).



A integração de saúde animal, humana e ambiental é central para alcançar Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (Pitt e Gunn, 2024; Islam et al., 2025). Tian et al. (2025) propuseram avaliação de acoplamento e coordenação entre saúde humana-animal-ambiental para avanço uniforme em One Health, desenvolvendo framework quantitativo. Milazzo et al. (2025) conduziram revisão sistemática sobre implementação de One Health, identificando desafios incluindo fragmentação institucional, limitações de recursos e necessidade de métricas padronizadas.

### 3 METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como revisão narrativa da literatura científica sobre Eimeriose caprina, abordando perspectivas multidisciplinares que integram Geografia da Saúde Animal, biodiversidade parasitária, abordagem de Saúde Única e desenvolvimento rural sustentável. Revisões narrativas constituem método apropriado para sintetizar conhecimento científico sobre temas amplos e complexos, permitindo análise crítica e contextualização de achados para aplicação em contextos específicos (Rother, 2007). Diferentemente de revisões sistemáticas, que seguem protocolos rígidos de busca e seleção, revisões narrativas permitem flexibilidade na interpretação e integração de evidências de múltiplas disciplinas (Cordeiro et al., 2007).

A busca bibliográfica foi conduzida nas bases de dados PubMed, SciELO, Scopus e Web of Science. Utilizaram-se combinações booleanas de descritores incluindo: (Eimeria OR coccidiosis OR coccidia) AND (goat OR caprine) AND (prevalence OR epidemiology OR biodiversity); (One Health) AND (livestock OR "small ruminants") AND (semiarid OR semi-arid OR Brazil); ("animal health geography" OR "spatial epidemiology") AND (parasites OR parasite); ("climate change" OR "global warming") AND parasites AND ruminants; ("family farming" OR "smallholder") AND goat AND (Brazil OR semiarid); entre outras combinações relevantes.

Foram priorizados artigos publicados entre 2010 e 2025, embora trabalhos seminais anteriores tenham sido incluídos quando relevantes para fundamentação teórica. A seleção privilegiou estudos sobre epidemiologia da Eimeriose, determinantes geográficos e climáticos de parasitoses, sistemas de produção familiar no semiárido brasileiro, abordagem de Saúde Única e políticas de desenvolvimento rural. Artigos em português, inglês e espanhol foram considerados, com ênfase em publicações brasileiras sobre realidade nordestina quando disponíveis. A análise e síntese das evidências seguiram abordagem temática, organizando conhecimento em eixos conceituais inter-relacionados que fundamentam compreensão integrada da problemática no contexto territorial específico do Maranhão e Nordeste brasileiro.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ASPECTOS ETIOLÓGICOS E EPIDEMIOLÓGICOS DA EIMERIOSE CAPRINA

*Eimeria* spp. são protozoários coccídios pertencentes ao filo Apicomplexa, ordem Eucoccidiorida, família Eimeriidae, caracterizados por alta especificidade de hospedeiro e ciclo biológico monoxênico. O ciclo de vida ocorre inteiramente no trato gastrointestinal do hospedeiro, iniciando com ingestão de oocistos esporulados presentes no ambiente (Chartier e Paraúd, 2012). Após esporulação externa, que requer oxigênio, umidade adequada e temperatura entre 20-30°C, oocistos tornam-se infectantes contendo esporozoítos.

No intestino, esporozoítos liberados invadem enterócitos, iniciando reprodução assexuada (esquizogonia) seguida de reprodução sexuada (gametogonia), culminando na formação de oocistos não esporulados que são eliminados nas fezes (Keeton e Navarre, 2017). O período pré-patente varia entre 12-21 dias conforme espécie. Cada espécie de *Eimeria* apresenta predileção por segmentos intestinais específicos, determinando patogenicidade variável.

*E. arloingi* e *E. ninakohlyakimovae* são consideradas mais patogênicas devido à localização no intestino delgado e destruição extensa de enterócitos, causando diarreia severa, desidratação e má absorção (Chartier e Paraúd, 2012). Outras espécies como *E. caprina* e *E. hirci* localizam-se predominantemente no intestino grosso, causando manifestações clínicas mais brandas. Makawi (2024) conduziu identificação morfológica de espécies de *Eimeria* em caprinos no Iraque, documentando características morfométricas de oocistos essenciais para diagnóstico preciso.

A epidemiologia da Eimeriose caprina é complexa, influenciada por múltiplos fatores relacionados ao hospedeiro, agente e ambiente. Idade constitui fator crítico, com animais jovens (1-6 meses) mais suscetíveis a manifestações clínicas severas devido à imaturidade imunológica (Keeton e Navarre, 2017; Engidaw et al., 2015). Contudo, animais adultos podem apresentar infecções subclínicas, atuando como reservatórios e mantendo contaminação ambiental.

Sistema de criação influencia significativamente prevalência e intensidade de infecção. De Macedo et al. (2020) identificaram no Nordeste brasileiro que sistema semi-intensivo apresentou maior risco ( $OR=3,8$ ) comparado a extensivo, atribuído à maior densidade animal e confinamento parcial que facilitam transmissão. Ausência de medidas sanitárias como quarentena de animais introduzidos e desinfecção de instalações foram fatores de risco significativos ( $OR=2,6$  e  $OR=3,1$ , respectivamente).

Tamanho do rebanho correlaciona-se positivamente com prevalência. Sharma et al. (2023) identificaram na Índia que propriedades com rebanhos maiores apresentaram prevalências superiores de nematódeos e protozoários gastrointestinais, incluindo *Eimeria*, atribuindo-se à maior dificuldade de implementar medidas sanitárias efetivas em grandes populações. Manejo nutricional inadequado predispõe a manifestações clínicas, pois desnutrição compromete resposta imunológica (Chartier e



Paraud, 2012). No semiárido nordestino, sazonalidade alimentar - com escassez forrageira na seca e abundância na chuva - cria períodos de maior vulnerabilidade.

Fatores ambientais, particularmente climáticos, modulam sobrevivência de oocistos e dinâmica de transmissão. Alcalá-Canto et al. (2020) demonstraram distribuição geográfica de espécies de Eimeria no México correlacionada com variáveis climáticas, identificando padrões regionais distintos. Oocistos demonstram extraordinária resistência ambiental, permanecendo viáveis por meses em condições adequadas de temperatura e umidade (Chartier e Paraud, 2012).

Sazonalidade da eimeriose no semiárido brasileiro permanece inadequadamente caracterizada. Embora dados epidemiológicos diretos sejam escassos, pode-se hipotetizar, baseado em conhecimento sobre biologia de Eimeria e climatologia regional, que: (1) período chuvoso (fevereiro-maio) favorece esporulação massiva de oocistos e aumento da transmissão devido a maior umidade e temperatura adequada; (2) início do período seco (junho-julho) pode apresentar pico clínico devido a estresse nutricional concomitante com carga parasitária elevada adquirida na chuva; e (3) período seco prolongado (agosto-janeiro) pode apresentar redução de infecções novas devido a condições ambientais desfavoráveis para sobrevivência de oocistos, embora contaminação residual persista em microambientes protegidos (sombra, áreas úmidas).

Ribeiro et al. (2017) documentaram efeitos de estações seca e chuvosa sobre perfis endócrinos e fisiológicos de caprinos no semiárido, evidenciando que estresse sazonal modula resposta imunológica, potencialmente afetando susceptibilidade a infecções parasitárias - mas estudos direcionados investigando dinâmica temporal de eimeriose são urgentemente necessários.

#### 4.2 MANIFESTAÇÕES CLÍNICAS, DIAGNÓSTICO E IMPACTOS PRODUTIVOS

Manifestações clínicas da Eimeriose caprina variam desde infecções subclínicas até quadros severos de enterite hemorrágica. Forma clínica aguda ocorre predominantemente em animais jovens, caracterizando-se por diarreia profusa (inicialmente aquosa, posteriormente sanguinolenta), desidratação severa, anorexia, prostração e potencialmente morte (Keeton e Navarre, 2017; Chartier e Paraud, 2012).

Forma subclínica é mais prevalente e economicamente relevante, manifestando-se por redução de ganho de peso, menor conversão alimentar, retardo no crescimento e queda na produção de leite (Engidaw et al., 2015; Bawm e Htun, 2021). Lesões intestinais causadas pela destruição de enterócitos comprometem absorção de nutrientes, levando a deficiências nutricionais crônicas e menor desempenho produtivo.

Diagnóstico da Eimeriose baseia-se primariamente em exames coproparasitológicos para identificação e quantificação de oocistos. Técnicas de flutuação utilizando soluções saturadas de açúcar ou sal permitem concentração e visualização microscópica de oocistos (Chartier e Paraud, 2012;



Keeton e Navarre, 2017). Contagem de oocistos por grama de fezes (OPG) fornece estimativa da intensidade de infecção, embora correlação entre OPG e gravidade clínica seja variável.

De Macedo et al. (2020) reportaram média de 8.340 OPG (variação: 200-45.000) em animais positivos, com 23% dos animais apresentando OPG >10.000, considerado indicativo de risco clínico elevado. Contudo, correlação entre OPG e manifestações clínicas é imperfeita, com animais apresentando OPG moderado (3.000-8.000) podendo desenvolver sintomatologia significativa dependendo de espécies envolvidas, idade e estado nutricional.

Identificação específica requer análise morfológica de oocistos esporulados, considerando características como dimensões, formato, presença de micrópila e características do oocisto (Makawi, 2024). Contudo, identificação morfológica é laboriosa, requer expertise taxonômica e apresenta limitações devido a sobreposição de características entre espécies.

Métodos moleculares, particularmente PCR direcionado a genes ribossomais (18S rRNA, ITS-1) ou mitocondriais (COI), têm sido crescentemente utilizados para confirmação específica e estudos de diversidade genética (Ali et al., 2025). Técnicas moleculares permitem identificação precisa, caracterização de variantes genéticas e estudos filogenéticos, mas requerem infraestrutura laboratorial especializada.

Impactos econômicos da Eimeriose incluem custos diretos (mortalidade, tratamentos, assistência veterinária) e indiretos (redução de crescimento, queda de produção, desvalorização comercial) (Keeton e Navarre, 2017). Em sistemas de agricultura familiar, onde margens de lucro são estreitas, perdas decorrentes de coccidiose podem comprometer viabilidade econômica da atividade. Chartier e Paraud (2012) estimaram que perdas globais atribuíveis à coccidiose em pequenos ruminantes alcançam milhões de dólares anuais.

Infecções concomitantes por múltiplas espécies de *Eimeria* e outros parasitos gastrointestinais (nematódeos, cestódeos) potencializam impactos negativos. Win et al. (2020) identificaram co-infecções parasitárias em 73% dos pequenos ruminantes positivos para *Eimeria* em Myanmar, sugerindo interações sinérgicas que agravam manifestações clínicas e perdas produtivas.

#### 4.3 CONTEXTO REGIONAL: NORDESTE BRASILEIRO E MARANHÃO

O Nordeste brasileiro, particularmente o estado do Maranhão, apresenta condições únicas que modulam epidemiologia da Eimeriose caprina. O estado caracteriza-se por precipitação anual entre 300-800 mm, concentrada em 3-5 meses, alternando com períodos prolongados de seca, criando variações sazonais extremas que influenciam dinâmica parasitária (Maia et al., 2018; Lindoso et al., 2014). Temperaturas elevadas (média 25-39°C) e variações de umidade relativa criam condições ora favoráveis, ora limitantes para sobrevivência de oocistos.



Macedo et al. (2019) conduziram um dos poucos estudos brasileiros sobre diversidade de Eimeria em pequenos ruminantes, identificando 13 espécies, sendo 11 em caprinos. Estudo demonstrou que 84,5% das propriedades apresentavam infecções mistas, com *E. arloingi* (65,5%) e *E. ninakohlyakimovae* (58,6%) mais prevalentes. De Macedo et al. (2020) identificaram prevalência de 56,3% em caprinos no Nordeste, inferior à média global de 62,9% reportada por Ali et al. (2025), mas com variações substanciais entre estados.

Contudo, conhecimento sobre biodiversidade parasitária de Eimeria no Maranhão permanece praticamente inexistente na literatura científica. Há carência de estudos caracterizando espécies presentes, prevalências regionais, fatores de risco específicos ou caracterização molecular de cepas locais. Essa lacuna contrasta drasticamente com relevância da caprinocultura maranhense e necessidade de estratégias de controle baseadas em evidências regionais.

Características dos sistemas produtivos maranhenses amplificam vulnerabilidade à Eimeriose. Conforme descrito por Oliveira et al. (2022) e Farias et al. (2019), predominam sistemas familiares com infraestrutura precária, instalações inadequadas, ausência de separação por categoria animal, manejo sanitário deficiente e acesso limitado a assistência veterinária. Nascimento e Santos (2021) caracterizaram agricultura familiar no semiárido da Bahia, identificando fragilidades estruturais extensíveis ao Maranhão, incluindo baixa escolaridade, recursos financeiros limitados e dependência de políticas públicas assistencialistas.

O Maranhão apresenta especificidades climáticas e ecológicas comparado a outros estados nordestinos. Localiza-se em zona de transição entre Cerrado, Caatinga e Amazônia, resultando em heterogeneidade ambiental. Enquanto semiárido "tradicional" (Caatinga) predomina no sul e sudeste do estado, norte e noroeste apresentam características amazônicas (maior pluviosidade: 1.200-2.000 mm/ano), e leste apresenta Cerrado. Esta heterogeneidade pode resultar em dinâmica parasitária distinta de estados nordestinos "típicos" (Pernambuco, Bahia, Ceará), justificando investigações específicas.

Regiões de maior concentração de caprinos no Maranhão (dados IBGE 2017): Chapadinha (34.000 animais), Caxias (28.000), Codó (22.000), Presidente Dutra (18.000), Coelho Neto (15.000), concentradas no centro-leste e sul do estado - predominantemente em zona de transição Cerrado-Caatinga com precipitação de 800-1.200 mm/ano.

#### 4.4 MUDANÇAS CLIMÁTICAS, RESILIÊNCIA E NECESSIDADES DE PESQUISA

Projeções de mudanças climáticas para Nordeste brasileiro incluem aumento de temperatura (1,5-4°C até 2100), maior variabilidade pluviométrica, intensificação de eventos extremos (secas prolongadas, chuvas intensas) e possível redução da precipitação média anual. Essas alterações terão



implicações complexas sobre epidemiologia da Eimeriose e sustentabilidade da caprinocultura (Maia et al., 2018; Lindoso et al., 2014).

Maia et al. (2018) investigaram adaptação de agricultores familiares às mudanças climáticas no Sertão brasileiro, identificando estratégias como diversificação produtiva, uso de forragem conservada e adoção de raças adaptadas. Contudo, capacidade adaptativa é limitada por recursos financeiros escassos e acesso restrito a tecnologias. Maia et al. (2021) demonstraram que programas de resiliência climática melhoraram eficiência técnica de produtores leiteiros no semiárido, mas efeitos sobre sanidade animal não foram avaliados.

Temperaturas mais elevadas podem reduzir sobrevivência de oocistos de *Eimeria* no ambiente durante períodos secos, potencialmente reduzindo pressão de infecção. Contudo, concentração de chuvas em períodos mais curtos pode criar condições ideais para esporulação massiva de oocistos, intensificando picos de transmissão (Cohen et al., 2020; Carlson et al., 2017). Maior variabilidade climática aumenta imprevisibilidade, dificultando planejamento de medidas preventivas.

Estresse térmico associado a temperaturas elevadas compromete resposta imunológica dos animais, potencialmente aumentando suscetibilidade a infecções parasitárias (Ribeiro et al., 2017). Resiliência da caprinocultura frente a mudanças climáticas dependerá de estratégias integradas incluindo: (1) seleção de raças e genótipos adaptados; (2) diversificação produtiva reduzindo dependência exclusiva de caprinos; (3) sistemas agroflorestais e manejo conservacionista de pastagens; (4) infraestrutura de armazenamento hídrico (cisternas, barragens); (5) fortalecimento de redes de assistência técnica e vigilância epidemiológica (Shanmugam et al., 2024; Palsaniya et al., 2023; Petersen e Silveira, 2017).

Avanço do conhecimento sobre Eimeriose caprina no Maranhão e Nordeste requer pesquisa abrangente e multidisciplinar. Prioridades incluem: caracterização da biodiversidade parasitária regional integrando morfologia e biologia das espécies; epidemiologia espacial e modelagem de risco aplicando ferramentas de SIG; avaliação de impactos socioeconômicos; desenvolvimento de estratégias de controle contextualizadas com abordagens participativas; fortalecimento de capacidades diagnósticas laboratoriais; e integração com políticas públicas de desenvolvimento rural, assistência técnica e adaptação climática.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo revisou conhecimento científico sobre eimeriose caprina sob perspectiva multidisciplinar, integrando Geografia da Saúde Animal, biodiversidade parasitária e abordagem de Saúde Única, com foco em implicações para caprinocultura familiar no Nordeste brasileiro. A revisão evidenciou que, apesar do conhecimento global substancial sobre *Eimeria* spp. - com mais de 26 espécies identificadas e prevalência de 62,9% em caprinos - sua aplicação a contextos regionais



permanece fragmentada. Criticamente, identificou-se ausência total de estudos publicados caracterizando biodiversidade parasitária no Maranhão, lacuna que impede desenvolvimento de estratégias de controle baseadas em evidências locais.

A perspectiva de Saúde Única revela que eimeriose transcende dimensão puramente sanitária, conectando-se a segurança alimentar, desenvolvimento socioeconômico e degradação ambiental no semiárido. Determinantes geoclimáticos, sistemas de manejo e mudanças climáticas modulam complexamente a dinâmica parasitária, demandando abordagens integradas que articulem pesquisa científica, conhecimentos tradicionais e políticas públicas.

Recomenda-se priorizar: (1) caracterização da biodiversidade de Eimeria em ao menos 50 propriedades distribuídas em 10 municípios maranhenses nos próximos três anos; (2) desenvolvimento participativo de protocolos de controle de baixo custo adaptados à realidade da agricultura familiar; (3) fortalecimento de redes de assistência técnica com meta de cobertura de 50% dos caprinocultores em cinco anos; e (4) integração de sanidade animal em programas de adaptação climática. A eimeriose caprina no Maranhão representa não apenas desafio sanitário, mas oportunidade para construir modelo replicável de pesquisa territorialmente enraizada que articule ciência, políticas públicas e agricultura familiar, contribuindo para sustentabilidade e resiliência da caprinocultura no semiárido brasileiro frente às mudanças climáticas.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior—Brasil (CAPES)—Código Financeiro 001, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA).



**REFERÊNCIAS**

ALCALÁ-CANTO, Y.; FIGUEROA-CASTILLO, J.; IBARRA-VELARDE, F.; VERA-MONTENEGRO, Y.; CERVANTES-VALENCIA, M.; ALBERTI-NAVARRO, A. First database of the spatial distribution of Eimeria species of cattle, sheep and goats in Mexico. **Parasitology Research**, v. 119, p. 1057-1074, 2020. <https://doi.org/10.1007/s00436-019-06548-8>

ALI, E.; GHAFAR, A.; ÁNGELES-HERNÁNDEZ, J.; YASEEN, M.; GAUCI, C.; BEVERIDGE, I.; BAXENDELL, S.; JABBAR, A. Global prevalence of Eimeria species in goats: a systematic review and meta-analysis. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 11, 2025. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1537171>

BAWM, S.; HTUN, L. Management and Control of Eimeria Infection in Goats. In: **Goat Science - Environment, Health and Economy**, 2021. <https://doi.org/10.5772/intechopen.98979>

CARLSON, C.; BURGIO, K.; DOUGHERTY, E.; PHILLIPS, A.; BUENO, V.; CLEMENTS, C.; CASTALDO, G.; DALLAS, T.; CIZAUSKAS, C.; CUMMING, G.; DOÑA, J.; HARRIS, N.; JOVANI, R.; MIRONOV, S.; MUELLERKLEIN, O.; PROCTOR, H.; GETZ, W. Parasite biodiversity faces extinction and redistribution in a changing climate. **Science Advances**, v. 3, 2017. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1602422>

CHARLIER, J.; GHEBRETINSAE, A.; LEVECKE, B.; DUCHEYNE, E.; CLAEREBOUT, E.; VERCRUYSSSE, J. Climate-driven longitudinal trends in pasture-borne helminth infections of dairy cattle. **International Journal for Parasitology**, v. 46, n. 13-14, p. 881-888, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2016.09.001>

CHARTIER, C.; PARAUD, C. Coccidiosis due to Eimeria in sheep and goats, a review. **Small Ruminant Research**, v. 103, p. 84-92, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.10.022>  
COHEN, J.; SAUER, E.; SANTIAGO, O.; SPENCER, S.; ROHR, J. Divergent impacts of warming weather on wildlife disease risk across climates. **Science**, v. 370, 2020. <https://doi.org/10.1126/science.abb1702>

DE FREITAS LIMA, M.; DE SOUZA, S.; DE SÁ, I.; SANTANA, O. Deep learning with aerial surveys for extensive livestock hotspot recognition in the Brazilian Semi-arid Region. **Ciência e Agrotecnologia**, 2023. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202347010922>

DE MACEDO, L.; BEZERRA-SANTOS, M.; DE MENDONÇA, C.; ALVES, L.; RAMOS, R.; DE CARVALHO, G. Prevalence and risk factors associated with infection by Eimeria spp. in goats and sheep in Northeastern Brazil. **Journal of Parasitic Diseases**, v. 44, p. 607-612, 2020. <https://doi.org/10.1007/s12639-020-01235-3>

DESTOUMIEUX-GARZÓN, D.; MAVINGUI, P.; BOETSCH, G.; BOISSIER, J.; DARRIET, F.; DUBOZ, P.; FRITSCH, C.; GIRAUDOUX, P.; ROUX, L.; MORAND, S.; PAILLARD, C.; PONTIER, D.; SUEUR, C.; VOITURON, Y. The One Health Concept: 10 Years Old and a Long Road Ahead. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 5, 2018. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00014>  
ENGIDAW, S.; ANTENEH, M.; DEMIS, C. Coccidiosis in Small Ruminants, 2015.

FARIAS, A.; ALVES, J.; ALVES, F.; PINHEIRO, R.; FACCIOLI-MARTINS, P.; LIMA, A.; AZEVEDO, S.; ALVES, C. Characterization of goat production systems in five states of northeastern Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, 2019. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n6supl3p3691>

FRAGOSO, E.; COELHO, P.; SOUZA, P.; NETO, A.; SANTIAGO, A.; PACHECO, C.; MELO, R. Agroecology and family farming: A perspective of sustainability in the Brazilian Semiarid region.

**International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, 2020.  
<https://doi.org/10.22161/ijaers.712.20>

**IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2017:** Resultados Definitivos. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 jan. 2025.

KARIMZADEH, M.; KOJOURI, G.; AZIZI, H.; PIRALI, Y.; SHIRAN, B. Small Ruminants Coccidiosis in High Altitude Region of Iran. **Asian Research Journal of Agriculture**, 2022. <https://doi.org/10.9734/arja/2022/v15i430174>

KEETON, S.; NAVARRE, C. Coccidiosis in Large and Small Ruminants. **The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 34, n. 1, p. 201-208, 2017.  
<https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.10.009>

LINDOSO, D.; ROCHA, J.; DEBORTOLI, N.; PARENTE, I.; EIRÓ, F.; BURSZTYN, M.; RODRIGUES-FILHO, S. Integrated assessment of smallholder farming's vulnerability to drought in the Brazilian Semi-arid: a case study in Ceará. **Climatic Change**, v. 127, p. 93-105, 2014.  
<https://doi.org/10.1007/s10584-014-1116-1>

MACEDO, L.; SANTOS, M.; DA SILVA, N.; BARROS, G.; ALVES, L.; GIANNELLI, A.; RAMOS, R.; CARVALHO, G. Morphological and epidemiological data on *Eimeria* species infecting small ruminants in Brazil. **Small Ruminant Research**, 2019.  
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.12.006>

MAIA, A.; CESANO, D.; MIYAMOTO, B.; EUSÉBIO, G.; SILVA, P. Climate change and farm-level adaptation: the Brazilian Sertão. **International Journal of Climate Change Strategies and Management**, v. 10, p. 729-751, 2018. <https://doi.org/10.1108/ijccsm-04-2017-0088>

MAIA, A.; SILVEIRA, R.; FONSECA, C.; BURNAY, J.; CESANO, D. Climate resilience programmes and technical efficiency: evidence from the smallholder dairy farmers in the Brazilian semi-arid region. **Climate and Development**, v. 14, p. 197-207, 2021.  
<https://doi.org/10.1080/17565529.2021.1904812>

MAKAWI, Z. Isolation and identification of *Eimeria* Schneider, 1875 species (Apicomplexa, Eimeriidae) from goats in Wasit Province, Iraq. **Bulletin of the Iraq Natural History Museum**, 2024. <https://doi.org/10.26842/binhm.7.2024.18.2.0431>

MILAZZO, A.; LIU, J.; MULTANI, P.; STEELE, S.; HOON, E.; CHABER, A. One Health implementation: A systematic scoping review using the Quadripartite One Health Joint Plan of Action. **One Health**, v. 20, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2025.101008>

NASCIMENTO, D.; SANTOS, M. Characterization of Family Farming in the Semi-Arid Region of Bahia. **Journal of Animal Science**, v. 9, p. 231-248, 2021. <https://doi.org/10.5296/jas.v9i1.17997>

OLIVEIRA, L.; DE OLIVEIRA FELISBERTO, N.; NOGUEIRA, D.; SILVA, A.; BIAGIOLI, B.; GONZÁLEZ-ESQUIVEL, C.; DE ALMEIDA TEIXEIRA, I. Typology of dairy goat production systems in a semiarid region of Brazil. **Small Ruminant Research**, 2022.  
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106777>

OTRANTO, D.; STRUBE, C.; XIAO, L. Zoonotic parasites: the One Health challenge. **Parasitology Research**, v. 120, p. 4073-4074, 2021. <https://doi.org/10.1007/s00436-021-07221-9>



PALSANIYA, D.; KUMAR, S.; DAS, M.; RAI, S.; KUMAR, T.; CHAUDHARY, M.; CHAND, K.; AHMED, A.; SAHAY, C.; KUMAR, P. Rain water harvesting, agroforestry and goat based intensification for livelihood resilience in drought prone rainfed smallholder farming system: a case for semi-arid tropics. **Agroforestry Systems**, v. 97, p. 1405-1419, 2023.  
<https://doi.org/10.1007/s10457-023-00863-x>

PETERSEN, P.; SILVEIRA, L. Agroecology, Public Policies and Labor-Driven Intensification: Alternative Development Trajectories in the Brazilian Semi-Arid Region. **Sustainability**, v. 9, p. 535, 2017. <https://doi.org/10.3390/su9040535>

PITT, S.; GUNN, A. The One Health Concept. **British Journal of Biomedical Science**, v. 81, 2024. <https://doi.org/10.3389/bjbs.2024.12366>

RIBEIRO, N.; COSTA, R.; FILHO, E.; RIBEIRO, M.; BOZZI, R. Effects of the dry and the rainy season on endocrine and physiologic profiles of goats in the Brazilian semi-arid region. **Italian Journal of Animal Science**, v. 17, p. 454-461, 2017.  
<https://doi.org/10.1080/1828051x.2017.1393320>

ROTHER, E. T. Revisão sistemática X revisão narrativa. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 20, n. 2, p. v-vi, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001>

RUFINO-MOYA, P.; LEVA, Z.; DE PAULA GONÇALVES REIS, L.; GARCÍA, A.; DI GENOVA, D.; GÓMEZ, A.; GARCÍA, F.; MARTÍNEZ-MORENO, F. Prevalence of Gastrointestinal Parasites in Small Ruminant Farms in Southern Spain. **Animals**, v. 14, 2024.  
<https://doi.org/10.3390/ani14111668>

SHANMUGAM, P.; SANGEETHA, S.; PRABU, P.; VARSHINI, S.; RENUKADEVI, A.; RAVISANKAR, N.; PARASURAMAN, P.; PARTHIPAN, T.; SATHEESHKUMAR, N.; NATARAJAN, S.; GOPI, M. Crop-livestock-integrated farming system: a strategy to achieve synergy between agricultural production, nutritional security, and environmental sustainability. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, 2024. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1338299>

THOMPSON, A. Parasite zoonoses and wildlife: One health, spillover and human activity. **International Journal for Parasitology**, v. 43, p. 1079-1088, 2013.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2013.06.007>

TIAN, Y.; LI, Z.; LUO, X.; HU, Z.; XU, T.; WU, K.; CAO, M.; PRADHAN, P.; CHEN, M.; LIN, H. Assessing coupling coordination between human-animal-environmental health for advancing uniform progress in One Health. **One Health**, v. 20, 2025.  
<https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2025.101013>

ZINSSTAG, J.; KAISER-GROLIMUND, A.; HEITZ-TOKPA, K.; SREEDHARAN, R.; LUBROTH, J.; CAYA, F.; STONE, M.; BROWN, H.; BONFOH, B.; DOBELL, E.; MORGAN, D.; HOMAIRA, N.; KOCK, R.; HATTENDORF, J.; CRUMP, L.; MAUTI, S.; VILAS, V.; SAIKAT, S.; ZUMLA, A.; HEYMANN, D.; DAR, O.; ROCQUE, S. Advancing One human-animal-environment Health for global health security: what does the evidence say? **The Lancet**, v. 401, p. 591-604, 2023.  
[https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(22\)01595-1](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(22)01595-1)

