UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

Monitoramento da artrite encefalite caprina (CAE): avaliação da transmissão uterina e colostral

Valentina Suarez Buendia
Magister Scientiae

VIÇOSA - MINAS GERAIS
2026

VALENTINA SUAREZ BUENDIA

Monitoramento da artrite encefalite caprina (CAE): avaliação da transmissão uterina e colostral

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Cristina Mattos Veloso

Coorientadores: Leandro L. de Oliveira
Antonio de S. B. Neto

VIÇOSA - MINAS GERAIS
2026

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa - Campus Viçosa

T
S939m
2026

Suarez Buendia, Valentina, 1997-
Monitoramento da artrite encefalite caprina (CAE): avaliação da transmissão uterina e colostral / Valentina Suarez Buendia. – Viçosa, MG, 2026.
1 dissertação eletrônica (81 f.): il. (algumas color.).

Inclui anexo.
Orientador: Cristina Mattos Veloso.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, 2026.
Inclui bibliografia.
DOI: https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2026.566
Modo de acesso: World Wide Web.

1. Caprinos - Infecção. 2. Colostro. 3. Vírus da artrite-encefalite caprina. 4. Caprinos - Criação. I. Veloso, Cristina Mattos, 1968-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

CDD 22. ed. 636.3089

Bibliotecário(a) responsável: Alice Regina Pinto Pires CRB-6/2523

VALENTINA SUAREZ BUENDIA

Monitoramento da artrite encefalite caprina (CAE): avaliação da transmissão uterina e colostral

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 24 de julho de 2026.

Assentimento:

Valentina Suarez Buendia
Autora

Cristina Mattos Veloso
Orientadora

Essa dissertação foi assinada digitalmente pela autora em 21/09/2026 às 14:16:45 e pela orientadora em 21/09/2026 às 14:32:34. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse https://siadoc.ufv.br/validar-documento. No campo 'Código de registro', informe o código **MMGA.TUT5.K23C** e clique no botão 'Validar documento'.

Dedico este trabalho aos meus pais, minha irmã , e minha sobrinha por todo o amor, apoio e confiança que me acompanharam durante esta caminhada. Mesmo diante da distância e dos desafios, suas palavras, ensinamentos e incentivo estiveram presentes em cada etapa desta trajetória. A vocês, minha gratidão por acreditarem em mim, por respeitarem minhas escolhas e por me ensinarem a seguir meus objetivos com dedicação, responsabilidade e perseverança.

À minha família, por compreender minhas ausências, acolher minhas preocupações e estar presente nos diferentes momentos vivenciados durante o mestrado. Cada gesto de carinho, cada palavra de incentivo e cada demonstração de confiança contribuíram para que eu continuasse seguindo em frente, mesmo diante das dificuldades.

Aos meus professores e orientadores, dedico este trabalho com gratidão pelos conhecimentos compartilhados, pela orientação e pelas oportunidades de aprendizado ao longo da minha formação. Os ensinamentos, as discussões e os desafios fizeram parte de um processo que contribuiu para minha formação acadêmica, profissional e pessoal. A todos que, de alguma forma, estiveram presentes nesta etapa, deixo também meu carinho e reconhecimento.

Este trabalho representa parte de uma caminhada construída com dedicação, aprendizado e apoio daqueles que estiveram ao meu lado. Por isso, esta conquista também pertence a vocês, que fizeram parte da minha trajetória e contribuíram para que eu pudesse chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Cristina, que além de professora, tornou-se uma grande amiga. Nossa relação sempre ultrapassou o âmbito acadêmico do mestrado, sendo para mim como uma mãe, sempre presente e oferecendo todo o apoio e suporte necessários.

A meu coorientador, Leandro Licursi, expresso minha sincera gratidão pelo apoio, dedicação e ensinamentos ao longo deste tempo sua colaboração foi essencial para a execução deste projeto.

Ao Laboratório de Imunoquímica e Glicobiologia, que se tornou um verdadeiro lar, onde fui acolhida com grande carinho e dedicação durante a fase de análises deste projeto.

Aos professores Brito e Michelle por todas as contribuições na banca de defesa. Aos amigos que fiz em Viçosa: Micael, Samires, Taynah, Clara, Paola, Kevin, Jhon Mário, Christhians, Karen, Jorge, Neto, Roy, Jorman, Daniela, Byron, vocês tornaram meus dias mais confortáveis e me acolheram de forma muito especial.

De maneira especial, agradeço aos colaboradores da UEPE em Caprinos e Ovinos pela ajuda durante o experimento. Sem vocês todo o processo seria mais difícil.

Expresso meu sincero agradecimento a todos os envolvidos na execução do experimento: Micael, Lucas, Maria Luísa, Israr Ali Khan, Tauanne, e à professora Karina. Vocês foram essenciais na realização desse objetivo.
Ao Departamento da Zootecnia e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, por me proporcionarem uma base cientifica sólida e inestimável.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realizar meus estudos de pós-graduação.

Este trabalho foi realizado com o apoio das seguintes agências de pesquisa brasileiras: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original, pois o conhecimento transforma permanentemente a maneira como vemos o mundo.”
(Albert Einstein)

RESUMO

BUENDIA, Valentina Suarez, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2026. **Monitoramento da artrite encefalite caprina (CAE): avaliação da transmissão uterina e colostral**. Orientadora: Cristina Mattos Veloso. Coorientadores: Leandro Licursi de Oliveira e Antonio de Sousa Brito Neto.

O vírus da artrite encefalite caprina (CAE) é um lentivírus de pequenos ruminantes que causa artrite crônica, mastite, pneumonia e encefalite em caprinos, levando a perdas econômicas significativas em todo o mundo. O objetivo foi monitorar o vírus, avaliando eficiência do tratamento térmico do colostro na eliminação do vírus e a capacidade de infeção transplacentária dentro dos períodos pré e pós- colostral. Foram utilizadas 22 cabras gestantes, das raças Saanen e Alpina, e suas 38 crias. Foram colhidas amostras de sangue de todas as matrizes, e realizou-se Nested PCR direcionada ao gene gag do vírus da CAE em DNA extraído da camada leucocitária buffy coat. O sangue dos recém-nascidos foi colhido imediatamente ao nascimento, e antes da ingestão do colostro; uma segunda amostra de sangue foi colhida, de todos os cabritos, aos 20 dias de idade, após alimentação com colostro. Todas as amostras foram analisadas por Nested PCR para detecção do DNA proviral do vírus da CAE. Os resultados da soropositividade para o vírus CAE foram identificados em 100% (n = 22/22) das cabras gestantes avaliadas. Nas amostras de colostro analisadas, verificou-se a presença do material genético viral em 79% das amostras, conforme detecção pela técnica de Nested PCR. Após a aplicação do tratamento térmico, observou-se detecção viral no colostro. Em relação às crias, na primeira colheita (antes da ingestão do colostro), foi detectado material genético viral em 79% dos animais, sugerindo presença de transmissão transplacentária. E, na colheita subsequente (20 dias), observou-se redução da frequência de animais positivos, com valor de 77%. Os achados fornecem evidências moleculares diretas de que a transmissão do vírus da CAE ocorre tanto por via intrauterina quanto por meio do colostro. A detecção de DNA proviral nos recém-nascidos e pré-colostral, demonstra que a transmissão intrauterina é uma via relevante em cabras naturalmente infectadas. Esses resultados têm importantes implicações para os programas de controle do vírus da CAE, uma vez que intervenções focadas no manejo do colostro podem ser insuficientes para alcançar a erradicação.

Palavras-chave: caprinocultura; colostro; infeção; soropositividade; vírus

ABSTRACT

BUENDIA, Valentina Suarez, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2026. **Monitoring of Caprine Arthritis Encephalitis (CAE): evaluation of uterine and colostral transmission**. Adviser: Cristina Mattos Veloso. Co-advisers: Leandro Licursi de Oliveira and Antonio de Sousa Brito Neto.

The caprine arthritis -eEncephalitis (CAE) vírus VÍRUS DA CAE is a small ruminant lentivirus that causes chronic arthritis, mastitis, pneumonia, and encephalitis in goats, leading to significant economic losses worldwide. The objective of this study was to monitor VÍRUS DA CAE virus by evaluating the effectiveness of heat treatment of colostrum in eliminating the virus and the potential for transplacental transmission during the pre- and post-colostral periods. A total of 22 pregnant Saanen and Alpine goats and their 38 offspring were included. Blood samples were collected from all dams, and Nested PCR targeting the VÍRUS DA CAE virus *gag* gene was performed on DNA extracted from the buffy coat leukocyte layer. Blood samples from the newborn kids were collected immediately after birth, before colostrum intake; a second blood sample was collected from all kids at 20 days of age, after colostrum feeding. All samples were analyzed by Nested PCR for the detection of VÍRUS DA CAE virus proviral DNA. Seropositivity for CAE Vvírus VÍRUS DA CAE) was identified in 100% (n = 22/22) of the pregnant goats evaluated. In the colostrum samples analyzed, viral genetic material was detected in 79% of the samples, using the Nested PCR technique. After heat treatment, viral detection was still observed in the colostrum. Regarding the offspring, in the first sampling (before colostrum intake), viral genetic material was detected in 79% of the animals, suggesting the occurrence of transplacental transmission. In the subsequent sampling (20 days), a slight reduction in the frequency of positive animals was observed, with 77% testing positive. Our findings provide direct molecular evidence that VÍRUS DA CAE virus transmission occurs both through the intrauterine route and via colostrum. The detection of proviral DNA in pre-colostral newborn kids demonstrates that intrauterine transmission is a relevant route in naturally infected goats. These results have important implications for VÍRUS DA CAE virus control programs, as management interventions focused exclusively on colostrum management may be insufficient to achieve eradication.

Keywords: colostrum; goat farming; infection; seropositivity; virus

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura do Lentivirus de pequenos Ruminantes 27
Figura 2 - Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE) em Caprinos e Ovinos do Departamento de Zootecnia da UFV 55
Figura 3 - Colheita de amostra pela veia jugular. 58
Figura 4 - 22 Fêmeas gestantes no primer período do ano 2025, das raças Saanen e Alpina - Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE) em Caprinos e Ovinos do Departamento de Zootecnia da UFV. 57
Figura 5 - Isolamento dos tetos, para evitar o consumo do colostro pelos cabritos neonatos. 58
Figura 6 - Alimentação dos cabritos. 58
Figura 7 - Gel de agarose representativo da Nested PCR para detecção do DNA proviral do virusa da CAE usando marcador molecular e o controle negativo 69
Figura 8 - Gel de agarose representativo das amostras de cabritos aos 20 dias de idade, analisadas por Nested PCR para detecção do virus da CAE 70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução do rebanho caprino no Brasil por região (2016–2023). 19
Tabela 2 - Primers usados no Nested PCR.....61
Tabela 3 - Infecção por virus da CAE em cabras e suas respectivas crias, ao nascer (*status* RN) e após a ingestão de calostro (*status* dia 20).....63
Tabela 4 - Caracterização das matrizes no monitoramento da transmissão do virus da CAE 65
Tabela 5 – Distribuição dos cabritos conforme o perfil de detecção do vírus da CAE ao nascimento e aos 20 dias de vida.....66
Tabela 6 - Resultados de Nested PCR para vírus da CAE em cabras adultas e cabritos.....66
Tabela 7 - Classificação cruzada dos resultados de PCR aninhado em cabritos ao nascimento e aos 20 dias da idade.....67
Tabela 8 - Interpretação da Tabela 7.....68
Tabela 9 - Taxa de transmissão do vírus da CAE..... 68

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL **13**
2. REFERÊNCIAS **15**

CAPÍTULO 1

ESTRATÉGIAS DE DIAGNÓSTICO, PREVENÇÃO E CONTROLE DA ARTRITE ENCEFALITE CAPRINA (CAE) NO BRASIL: REVISÃO DA LITERATURA

1. INTRODUÇÃO **18**
1.1. Evolução do rebanho caprino brasileiro **22**
1.1.2. Distribuição regional do rebanho caprino **23**
1.2. Importância econômica da caprinocultura **24**
1.3 Lentivírus de pequenos ruminantes **25**
1.4. Vírus da artrite encefalite caprina **28**
1.5. Patogenia **28**
1.6. Manifestações clínicas **29**
1.7. Vias de transmissão **30**
1.7.1. Transmissão horizontal **30**
1.7.2. Transmissão vertical **30**
2.0 MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO **32**
2.1. Imunodifusão em gel de ágar **32**
2.2. Western Blot **33**
2.3. ELISA **34**
2.4.1 . Nested PCR **35**
3.0. ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO E CONTROLE **36**
3.1. Manejo sanitário **36**
3.2. Biossegurança **37**
3.3. Programas de controle **38**
3.4 Desafios **38**

2. CONCLUSÃO **40**
3. REFERÊNCIAS **41**

CAPÍTULO 2

MONITORAMENTO DA ARTRITE ENCEFALITE CAPRINA (CAE): AVALIAÇÃO DA TRANSMISSÃO UTERINA E COLOSTRAL

1. INTRODUÇÃO 52
2. HIPÓTESE 54
3. OBJETIVOS 54
3.1. Objetivo geral **54**
3.2. Objetivos específicos **54**
4. MATERIAL E MÉTODOS 54
4.1. Local e período de realização do experimento **54**
4.2. Animais e coleta de amostras **55**
4.3 Manejo do colostro **58**
4.4. Processamento das amostras e análises laboratoriais **59**
4.4.1. Processamento e extração do DNA das amostras de sangue e leite **59**
4.4.2 Purificação do DNA **59**
4.4.3 Análise laboratorial (Nested PCR) **60**
4.4.4. Controle interno **61**
4.4.5. Controles **61**
4.4.6. Eletroforese em gel de agarose **61**
5. RESULTADOS 62
5.1. Sumário da interpretação **62**
5.2. População do estudo e achados clínicos **65**
5.3. Prevalência de vírus da CAE em cabras reprodutoras **66**
5.4. Detecção de vírus da CAE em cabritos — Pré-colostral (Recém nascidos) **67**
5.5 Detecção de vírus da CAE em cabritos — pós-colostral (dia 20) **67**
5.6. Matriz de transição: sangue do recém-nascido vs. dia 20 ..... **67**
5.7. Taxas de transmissão **68**
5.8. Eletroforese em gel de agarose **69**
6. DISCUSSÃO 71
6.1. Prevalência no rebanho das fêmeas **71**
6.2. Evidências de transmissão intrauterina **72**
6.3 Evidências de transmissão pelo colostro/pós-colostral **73**
6.4 Implicações para os programas de controle do vírus da CAE **74**

6.5 Limitações **75**
7. CONCLUSÕES **77**
7.1. Recomendações principais para programas de controle **77**
8. CONCLUSÃO GERAL **77**
9. REFERÊNCIAS **79**
10. ANEXO **81**

1. INTRODUÇÃO GERAL

A caprinocultura constitui atividade socioeconômica de elevada relevância para o Brasil, especialmente para a região Nordeste, que concentra cerca de 96% do efetivo nacional de caprinos, estimado em 12,89 milhões de cabeças em 2023 (IBGE, 2023). A atividade desempenha papel fundamental como geradora de renda e segurança alimentar para a agricultura familiar no semiárido nordestino, além de contribuir significativamente para a produção de leite, carne e peles. Nos últimos anos, o rebanho caprino brasileiro apresentou crescimento expressivo, passando de 9,82 milhões de cabeças em 2016 para 12,89 milhões em 2023, um incremento de aproximadamente 31,2% (IBGE, 2016–2023).

Apesar dessa expansão, a sanidade dos rebanhos ainda representa um desafio para a produtividade e o desenvolvimento do setor. Dentro as enfermidades que afetam a caprinocultura, a artrite encefalite caprina (CAE) destaca-se como uma das mais limitantes. Causada pelo vírus da artrite encefalite caprina (vírus da CAE), um lentivírus pertencente ao grupo dos Lentivírus de Pequenos Ruminantes, a doença caracteriza-se por provocar artrite progressiva, mastite intersticial, pneumonia crônica e, ocasionalmente, encefalite em cabritos (Minguijón *et al*., 2015). A infecção é persistente e incurável, resultando em perdas econômicas substanciais relacionadas à redução da produção leiteira (10–15%), descarte precoce de animais e custos com diagnóstico e manejo sanitário. (Martínez-Navalón *et al*., 2013).

Um dos aspectos mais desafiadores para o controle da CAE reside na complexidade de suas vias de transmissão. O colostro e o leite de cabras infectadas são reconhecidos como as principais fontes de infecção para os cabritos (Adams *et al*., 1983). No entanto, a ocorrência e a relevância da transmissão intrauterina permanecem controversas na literatura. Enquanto alguns estudos detectaram DNA proviral do vírus da CAE em tecidos fetais e em cabritos recém-nascidos antes da ingestão de colostro (Hasegawa *et al*., 2010), outros sugerem que a transmissão vertical verdadeira é rara ou ausente(Rodrigues, Sousa *et al*., 2018). Essa controvérsia tem implicações diretas para os programas de controle, uma vez que, se a transmissão intrauterina for relevante, medidas focadas exclusivamente no manejo do colostro podem ser insuficientes para a erradicação.

No Brasil, o cenário é agravado pela ausência de um programa nacional coordenado de controle e erradicação da CAE, ao contrário do que ocorre em países como Noruega e Suíça Rowe & East, 1997a; Valéria *et al*., 2007). As estratégias de controle disponíveis baseiam-se no manejo sanitário, isolamento de animais soropositivos, controle do trânsito animal, inativação viral em colostro com dodecil sulfato de sódio (SDS) e, mais recentemente, na seleção genética para resistência. Contudo, a efetividade dessas medidas é limitada pela falta de padronização dos métodos diagnósticos, pela elevada variabilidade genética do vírus e pelas características socioprodutivas da caprinocultura brasileira, com predomínio de pequenas propriedades de agricultura familiar (Teles *et al*., 2023).

Diante desse contexto, com esta dissertação, apresentada no formato de capítulos tem como objetivo., abordar a CAE sob duas perspectivas complementares. O Capítulo 1, intitulado " Estratégias de diagnóstico, prevenção e controle da artrite encefalite caprina (CAE) no Brasil: revisão de literatura" consiste em uma revisão narrativa da literatura, abordando aspectos relacionados ao rebanho caprino, à ocorrência da doença nas diferentes regiões do país, aos métodos diagnósticos utilizados, às medidas de controle adotadas e aos fatores associados à infecção.

Este capítulo reúne informações sobre a situação da CAE no Brasil, abordando os conhecimentos disponíveis na literatura, as limitações ainda existentes e os aspectos que dificultam o controle da doença. O Capítulo 2, intitulado "Monitoramento da artrite encefalite caprina CAE: avaliação da transmissão uterina e colostral consiste em um estudo original que investiga um aspecto específico e crítico identificado na revisão: a transmissão vertical do vírus da CAE. Utilizando uma estratégia de amostragem do sangue da jugular coletado imediatamente ao nascimento (antes da ingestão de colostro) e depois a os 20 dias, o estudo permite distinguir a transmissão uterina e a transmissão colostral, contribuindo para preencher uma lacuna importante no conhecimento sobre a epidemiologia da CAE.

O objetivo geral desta dissertação foi o monitoramento do vírus da artrite encefalite caprina (vírus da CAE) no rebanho de caprinos leiteiros da Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE) em Caprinos e Ovinos do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

REFERÊNCIAS

ADAMS, D. S.; KLEVJER-ANDERSON, P.; CARLSON, J. L.; McGUIRE, T. C.; GORHAM, J. R. Transmission and control of caprine arthritis-encephalitis virus. *American Journal of Veterinary Research*, v. 44, n. 9, p. 1670–1675, 1983. DOI: https://doi.org/10.2460/ajvr.1983.44.09.1670.

HASEGAWA, M. Y.; LARA, M. C. C. S. H.; LOBOS, E. M. C. V.; GAETA, N. C.; HAYASHI, M.; SHIRAYAMA, L.; CASTRO, R. S. de; GREGORY, L. An experimental study on the vertical transmission of caprine arthritis-encephalitis virus from naturally infected females to their offspring. *Small Ruminant Research*, v. 149, p. 23–27, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.01.010.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa da Pecuária Municipal: PPM 2023*. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html.

MINGUIJÓN, E.; REINA, R.; PÉREZ, M.; POLLEDO, L.; VILLORIA, M.; RAMÍREZ, H.; LEGINAGOIKOA, I.; BADIOLA, J. J.; GARCÍA-MARÍN, J. F.; DE ANDRÉS, D.; LUJÁN, L.; AMORENA, B.; JUSTE, R. A. Small ruminant lentivirus infections and diseases. *Veterinary Microbiology*, v. 181, n. 1–2, p. 75–89, 2015. DOI: https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2015.08.007.

OLECH, M. The genetic variability of small-ruminant lentiviruses and its impact on tropism, the development of diagnostic tests and vaccines and the effectiveness of control programmes. *Journal of Veterinary Research*, v. 67, n. 4, p. 479–502, 2023. DOI: https://doi.org/10.2478/jvetres-2023-0064.

SCHULTZ, E. B.; SANTANA, T. E. Z.; SILVA, F. F.; GARCIA, A. O.; OLIVEIRA, H. R.; RODRIGUES, M. T.; BRITO, L. F. Short communication: Genetic parameter estimates for caprine arthritis encephalitis in dairy goats. *Journal of Dairy Science*, v. 103, n. 7, p. 6407–6411, 2020. DOI: https://doi.org/10.3168/jds.2019-17740.

TELES, J. A. A.; NASCIMENTO, S. A.; MELO, E. X.; ALMEIDA, E. C.; MARVULO, M. F. V.; RIZZO, H.; NOGUEIRA, D. B.; AZEVEDO, S. S. de; SILVA, J. C. R.; CASTRO, R. S. Factors associated with small ruminant lentivirus infection in goat herds from Pernambuco state, Northeast region of Brazil. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 211, p. 105814, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2022.105814.

ESTRATÉGIAS DE DIAGNÓSTICO, PREVENÇÃO E CONTROLE DA ARTRITE ENCEFALITE CAPRINA (CAE) NO BRASIL: REVISÃO DE LITERATURA

RESUMO

A caprinocultura é uma atividade pecuária de importância econômica e social em diversas regiões do mundo, especialmente em áreas áridas e semiáridas, onde os caprinos se destacam pela capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais e pela contribuição para a produção de carne, leite, pele e fibra**.** No Brasil, essa atividade possui papel relevante na agricultura familiar, concentrando-se principalmente na região Nordeste, que abriga a maior parte do rebanho nacional. Apesar do crescimento da caprinocultura, as enfermidades infecciosas continuam representando um desafio para a produtividade dos rebanhos. Entre elas, destacam-se as infecções causadas pelos lentivírus de pequenos ruminantes, responsáveis pela artrite encefalite caprina (CAE), enfermidade de evolução crônica que pode permanecer assintomática por longos períodos, favorecendo a disseminação do vírus entre os animais A CAE está associada à redução da produtividade, ao aumento do descarte de animais e aos custos relacionados ao diagnóstico e às medidas de controle. A principal via de transmissão para cabritos ocorre pela ingestão de colostro e leite de fêmeas infectadas, embora a transmissão horizontal também contribua para a manutenção da infecção nos rebanhos. Diante desse contexto, esta revisão de literatura reúne informações sobre a epidemiologia, os métodos diagnósticos, as formas de transmissão e as estratégias de prevenção e controle da artrite encefalite caprina, contribuindo para a compreensão da enfermidade e para o fortalecimento das ações de sanidade na caprinocultura.

Palavras-chave: caprinos; epidemiologia; lentivírus de pequenos ruminantes.

ABSTRACT

Goat farming is a livestock activity of economic and social importance in various regions of the world, especially in arid and semi-arid areas, where goats stand out for their ability to adapt to different environmental conditions and for their contribution to the production of meat, milk, leather, and fiber. In Brazil, this activity plays a significant role in family farming, being concentrated mainly in the Northeast region, which is home to most of the national herd. Despite the growth of goat farming, infectious diseases continue to pose a challenge to herd productivity. Among them, infections caused by small ruminant lentiviruses are particularly noteworthy, as they are responsible for caprine arthritis-encephalitis (CAE), a chronic disease that may remain asymptomatic for long periods, thereby facilitating the spread of the virus among animals. CAE is associated with reduced productivity, increased culling of animals, and costs related to diagnosis and control measures. The primary route of transmission to kids occurs through the ingestion of colostrum and milk from infected females, although horizontal transmission also contributes to maintaining the infection within herds. Given this context, this literature review brings together information on the epidemiology, diagnostic methods, routes of transmission, and prevention and control strategies for caprine arthritis-encephalitis, contributing to a better understanding of the disease and to the strengthening of animal health measures in goat farming.

Keywords: epidemiology; goats; small ruminant lentiviruses.

1. INTRODUÇÃO

A caprinocultura é uma atividade pecuária importante em diferentes regiões do mundo, principalmente em áreas áridas e semiáridas, onde outras espécies apresentam maiores dificuldades de adaptação (Devendra, 2013) . Os caprinos possuem características como rusticidade, capacidade de aproveitar alimentos de menor qualidade e adaptação a diferentes condições ambientais, permitindo sua criação em sistemas extensivos e intensivos (Miller; LU, 2019). Além da produção de carne, leite, pele e fibra, essa atividade contribui para a geração de renda e para a segurança alimentar de milhares de famílias, especialmente em países em desenvolvimento (Food and Agriculture Organization – FAO, 2023 Park; Haenlein; Wendorff, 2017).

Nas últimas décadas, a produção mundial de caprinos apresentou crescimento, com o efetivo mundial passando de aproximadamente 754 milhões de animais em 2000 para 1,127 bilhão em 2023, representando um aumento de 49,5% (FAO, 2023). Paralelamente, o leite caprino passou a receber maior atenção devido às suas características nutricionais e tecnológicas, sendo utilizado tanto para consumo *in natura* quanto para a produção de derivados, como queijos, iogurtes e bebidas fermentadas (Park *et al*., 2017, Clark & Mora García, 2017). Além disso, alguns estudos apontam que esse leite apresenta maior digestibilidade e pode representar uma alternativa alimentar para indivíduos com sensibilidade ao leite bovino (Park *et al*., 2017).

No Brasil, a caprinocultura possui relevância econômica e social, principalmente na região Nordeste, onde se concentra aproximadamente 96% do rebanho nacional. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023), o país possuía cerca de 12,9 milhões de caprinos em 2023, sendo um dos maiores rebanhos da América Latina. Nessa região, a criação de caprinos está diretamente relacionada à agricultura familiar, contribuindo para a geração de renda e para a permanência das famílias no meio rural (IBGE, 2023).

De acordo com os dados da Pesquisa Pecuária Municipal do IBGE, o efetivo caprino brasileiro apresentou trajetória consistente de crescimento entre 2016 e 2023, conforme ilustra a Tabela 1.

Tabela 1 - Evolução do rebanho caprino no Brasil por região (2016–2023)

Ano	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Brasil
2016	108.421	9.394.350	147.899	115.729	50.608	9.817.007
2017	123.838	10.037.677	155.296	186.752	62.694	10.466.257
2018	119.549	10.521.502	152.542	194.812	71.289	10.959.694
2019	130.946	11.148.313	167.145	220.702	100.223	11.637.329
2020	126.448	11.592.939	167.834	149.910	64.555	12.101.686
2021	124.617	11.346.503	175.237	153.178	97.669	11.897.204
2022	127.494	11.900.491	135.246	155.190	72.069	12.390.490
2023	129.010	12.373.690	140.296	161.516	86.721	12.891.233

Fonte: IBGE – Pesquisa Pecuária Municipal (2016–2023).

Observa-se que a região Nordeste concentra a quase totalidade do rebanho caprino nacional, representando 96,0% do efetivo em 2023, com destaque para os estados da Bahia (3.955.039 cabeças), Pernambuco (3.364.369), Piauí (2.025.332) e Ceará (1.156.632). Essa concentração reflete as condições edafoclimáticas do semiárido nordestino, onde a caprinocultura desempenha papel fundamental como atividade geradora de renda e segurança alimentar para a agricultura familiar.

No Brasil, estudos epidemiológicos e filogenéticos sugerem que a introdução dos SRLV esteja relacionada à importação de caprinos leiteiros provenientes da Europa e da América do Norte, especialmente durante a expansão dos programas de melhoramento genético e da caprinocultura leiteira (Sousa *et al*., 2005, Azevedo *et al*., 2018). Dessa forma, a ocorrência dos SRLV tem sido associada à introdução de caprinos leiteiros de raças especializadas e à intensa movimentação de animais entre rebanhos. Comércio internacional de animais contribuiu para a disseminação de diferentes genótipos virais, hipótese reforçada pela identificação, no país, de linhagens geneticamente relacionadas às descritas na Europa e na América do Norte (Shah *et al*., 2004, Azevedo *et al*., 2018). Desde então, diversos estudos demonstraram a presença da infecção em diferentes estados brasileiros, com prevalências variáveis conforme a região, o sistema de criação e as práticas de manejo adotadas (Teles *et al*., 2023).

As infecções causadas pelos Lentivírus de Pequenos Ruminantes (SRLV) representam um desafio para a sanidade dos rebanhos, especialmente em sistemas de produção leiteira, devido ao caráter persistente da infecção, à ausência de vacinas e tratamentos capazes de eliminar o vírus e às dificuldades relacionadas ao diagnóstico e ao controle da enfermidade (Park *et al*., 2017, Pulina *et al*., 2018, Miller & Lu, 2019)

Entretanto, problemas sanitários ainda representam um dos principais fatores que limitam o desempenho produtivo dos rebanhos, provocando perdas econômicas relacionadas à redução da produção, descarte precoce de animais e aumento dos custos com diagnóstico e controle das enfermidades (Perry & Randolph, 1999; Rushton, 2011, Pugh & Baird, 2012)

Os caprinos estão sujeitos a diferentes enfermidades infecciosas e parasitárias que podem comprometer a produtividade e a saúde dos rebanhos. Entre as principais enfermidades descritas na literatura estão as verminoses gastrintestinais, a mastite, a linfadenite caseosa, a leptospirose, a brucelose e as infecções causadas pelos lentivírus de pequenos ruminantes (Pugh; Baird, 2012).

A artrite encefalite caprina (CAE) é uma das principais enfermidades causadas pelos SRLV. O agente etiológico pertence à família Retroviridae, gênero Lentivirus, grupo que também inclui o vírus Maedi-Visna dos ovinos (King *et al*., 2012). Os SRLV apresentam ampla diversidade genética, estabelecem infecção persistente e podem permanecer por longos períodos sem provocar sinais clínicos evidentes. Essas características dificultam a identificação precoce dos animais infectados e favorecem a manutenção da infecção nos rebanhos (Peterhans *et al*., 2004; Reina *et al*., 2009) . Após a infecção, muitos animais permanecem sem sinais clínicos por meses ou anos, caracterizando uma fase subclínica da infecção. Mesmo nesse período, podem atuar como fonte de infecção para outros animais, contribuindo para a manutenção e disseminação do vírus nos rebanhos (Narayan *et al*., 1980; Blacklaws, 2012; Ramírez *et al*., 2013).

A infecção pelos SRLV pode estar associada à redução da produção de leite, ao aumento da taxa de descarte de matrizes e reprodutores e à elevação dos custos com diagnóstico, monitoramento e medidas de controle sanitário (Olech, 2023). Em alguns rebanhos, também têm sido descritos efeitos sobre o desempenho reprodutivo, embora esses resultados possam variar de acordo com o sistema de produção e o estágio da infecção (Herrmann-Hoesing, 2010; Ramírez, Reina, Amorena, Andrés, *et al*., 2013). Além disso, a

presença da doença pode dificultar a comercialização de animais e material genético, especialmente em programas de melhoramento e certificação sanitária (Rowe & East, 1997, Peterhans *et al*., 2004).

A ingestão de colostro e leite provenientes de fêmeas infectadas é considerada a principal via de transmissão dos SRLV para cabritos, enquanto a transmissão horizontal por contato prolongado entre animais também contribui para a manutenção da infecção nos rebanhos (Reina *et al*., 2009, Olech, 2023).

Diante desse contexto, torna-se importante reunir e analisar as evidências científicas disponíveis sobre a CAE. A compressão dos avanços obtidos em relação à epidemiologia, aos métodos diagnósticos, às formas de transmissão e às estratégias de prevenção e controle da enfermidade, além de identificar aspectos que ainda necessitam de investigação. pode contribuir para o desenvolvimento de programas sanitários e para o fortalecimento da caprinocultura.

Assim, esta revisão de literatura teve como objetivo reunir e discutir as principais informações científicas publicadas sobre a artrite encefalite caprina, abordando aspectos relacionados ao agente etiológico, epidemiologia, formas de transmissão, manifestações clínicas, diagnóstico, prevenção e medidas de controle da doença.

Dentro do panorama da caprinocultura Brasileira, desempenha um papel relevante na produção pecuária mundial, especialmente em regiões caracterizadas por clima árido e semiárido, onde os caprinos apresentam elevada capacidade de adaptação e aproveitamento de recursos forrageiros disponíveis (Miller & Lu, 2019). Além da produção de carne, leite, pele e fibras, a caprinocultura contribui para a segurança alimentar e nutricional, especialmente em regiões de baixa disponibilidade de recursos, por fornecer alimentos de elevado valor nutricional e constituir fonte de renda para pequenos produtores (Pulina *et al*., 2018) , A geração de renda e a permanência de pequenos produtores no meio rural, associadas ao crescimento da demanda por produtos caprinos e à adoção de tecnologias voltadas ao melhoramento genético e aos sistemas de produção, têm impulsionado o desenvolvimento da caprinocultura em diferentes países (Massender; Brito; Schenkel, 2022; Torres-Hernández *et al*., 2022).

Nessas regiões, os caprinos são criados para a produção de carne e leite, constituindo uma importante fonte de renda para a agricultura familiar e permitindo o aproveitamento

produtivo de áreas com limitações edafoclimáticas para outras atividades pecuárias (Oliveira *et al*., 2022).

Entretanto, observa-se que a atividade vem passando por mudanças relacionadas à intensificação dos sistemas produtivos e à introdução de raças especializadas, especialmente nos estados das regiões Sul e Sudeste (Facó *et al*., 2011; Oliveira *et al*., 2022).

A incorporação de tecnologias relacionadas ao melhoramento genético, ao manejo nutricional, à reprodução assistida e ao controle sanitário tem contribuído para o aumento da eficiência dos sistemas de produção e para o desenvolvimento da cadeia produtiva do leite caprino, favorecendo a oferta de leite para consumo *in natura* e para a fabricação de derivados lácteos (Barillet, 2007; Facó *et al*., 2011; Paramio; Izquierdo, 2014). Esse cenário evidencia um processo de profissionalização da caprinocultura, caracterizado pela adoção de tecnologias de produção, melhoria da gestão dos rebanhos e crescente exigência de programas de biosseguridade e controle sanitário, visando garantir a qualidade dos produtos, a saúde animal e a sustentabilidade dos sistemas de produção (García *et al*., 2014; Miller; Lu, 2019; Ulsenheimer *et al*., 2022).

1.1. Evolução do rebanho caprino brasileiro

O rebanho caprino brasileiro apresentou variações ao longo das últimas décadas, refletindo mudanças nas condições econômicas, na ocorrência de eventos climáticos, especialmente nas regiões semiáridas, e na adoção de tecnologias relacionadas ao manejo, à genética e aos sistemas de produção (Martins *et al*., 2008, Facó *et al*., 2011; Oliveira *et al*., 2022).

Segundo dados da Pesquisa da Pecuária Municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil possuía aproximadamente 12,9 milhões de caprinos em 2023, concentrando um dos maiores rebanhos da América Latina (IBGE, 2024). Embora o crescimento do rebanho nacional tenha ocorrido de forma moderada, observa-se uma expansão dos sistemas voltados à produção leiteira especializada, principalmente em propriedades que adotam maior nível tecnológico (IBGE, 2023). Historicamente a caprinocultura brasileira, especialmente na região Nordeste, esteve associada à agricultura familiar e à produção de subsistência, sendo caracterizada por sistemas extensivos ou semi-

intensivos, baixo nível de tecnificação e reduzidos investimentos em infraestrutura e assistência técnica (Guilherme *et al*., 2017, Farias *et al*., 2019; Oliveira *et al*., 2022).

Entretanto, o aumento da demanda por leite caprino e seus derivados, aliado ao processo de modernização da cadeia produtiva, favoreceu a adoção de práticas de manejo mais tecnificadas, incluindo programas de melhoramento genético, biotecnologias reprodutivas, manejo nutricional e medidas de controle sanitário, com o objetivo de aumentar a produtividade e a qualidade dos produtos(Clark; Mora García, 2017; Guerra *et al*., 2011; Paramio; Izquierdo, 2014).

Como consequência, aumentou a necessidade de controlar enfermidades que comprometem o desempenho produtivo e a longevidade dos animais, entre elas a artrite encefalite caprina (CAE) (EMBRAPA, 2023).

1.1.2. **Distribuição regional do rebanho caprino**

A distribuição do rebanho caprino brasileiro apresenta diferenças entre as regiões do país. Dados do IBGE indicam que aproximadamente 90% do efetivo nacional encontra-se na região Nordeste, com destaque para os estados da Bahia, Pernambuco, Piauí e Ceará. Essa concentração está relacionada às características climáticas do semiárido, à capacidade de adaptação dos caprinos e à tradição da atividade nessas áreas (IBGE, 2023).

Por outro lado, a caprinocultura leiteira das regiões Sul e Sudeste caracteriza-se pela utilização de sistemas de produção mais tecnificados e pela predominância de raças especializadas, como Saanen e Alpina, selecionadas para elevada produção de leite (Brito *et al*., 2011; Irano *et al*., 2012; Lôbo *et al*., 2017) .Nessas propriedades predominam sistemas intensivos ou semi-intensivos, caracterizados por maior nível de tecnificação e pela adoção de práticas de manejo nutricional, reprodutivo e sanitário mais estruturadas, visando aumentar a produtividade e a qualidade dos produtos.(Guerra *et al*., 2011; Silva *et al*., 2021; Oliveira *et al*., 2022).

Embora esses sistemas contribuam para o aumento da produtividade, a maior densidade animal e a intensificação da produção podem favorecer a disseminação de enfermidades infecciosas, caso medidas de biosseguridade e monitoramento não sejam adotadas de forma contínua (Rodrigues *et al*., 2018, EMBRAPA, 2023).

As diferenças observadas entre os sistemas produtivos brasileiros e a variabilidade da ocorrência dos SRLV entre regiões indicam que as estratégias de prevenção e controle da CAE devem ser adaptadas às características epidemiológicas, aos fatores de risco e às práticas de manejo de cada sistema de produção.

Dessa forma, o conhecimento sobre a distribuição dos rebanhos caprinos, os sistemas de produção e a organização da caprinocultura nacional constitui uma base importante para compreender a epidemiologia dos SRLV e subsidiar o planejamento de estratégias de prevenção e controle da enfermidade (Shah *et al*., 2004; Teles *et al*., 2023).

1.2. Importância econômica da caprinocultura

A produção caprina possui importância econômica e social, especialmente para pequenos produtores rurais. Além de fornecer carne, leite, pele e fibras, essa atividade contribui para a segurança alimentar, a geração de renda e a diversificação dos sistemas de produção agropecuária, sendo uma alternativa viável para regiões com limitações edafoclimáticas, onde outras espécies apresentam menor capacidade de adaptação (Peacock & Sherman, 2010, Escareño *et al*., 2012; Clark & Mora García, 2017). A produção de leite caprino vem recebendo maior atenção devido ao aumento da procura por produtos diferenciados, como queijos, iogurtes e leite destinado a consumidores com necessidades alimentares específicas (FAO, 2023).

Apesar desse potencial, as enfermidades infecciosas e parasitárias continuam representando um importante desafio para a caprinocultura, pois comprometem a produtividade dos rebanhos, aumentam os custos de produção e dificultam o desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva (Perry; Randolph, 1999; Pugh; Baird, 2012; Pulina *et al*., 2018) . Entre elas, destaca-se a artrite encefalite caprina (CAE), cuja infecção está associada à redução da produção de leite, ao aumento do descarte precoce de matrizes, ao incremento dos custos com programas de diagnóstico e controle sanitário e, em alguns rebanhos, a alterações no desempenho reprodutivo Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

Esses impactos tornam o controle da enfermidade um componente importante para a sustentabilidade econômica dos sistemas de produção (Blacklaws, 2012; Peterhans *et al*., 2004).

1.3 Lentivirus de pequenos ruminantes

Esses vírus são considerados um importante problema sanitário, principalmente em rebanhos leiteiros, devido ao caráter crônico da infecção e às dificuldades encontradas para seu controle (Minguijón *et al*., 2015; Olech, 2023).

Os lentivírus de pequenos ruminantes (*small ruminant lentivirus* – SRLV) constituem um grupo de retrovírus pertencentes à família *Retroviridae,* subfamília *Orthoretrovirinae* e gênero Lentivirus (Figura 1). Entre seus principais representantes estão o vírus da artrite encefalite caprina (CAE) e o vírus Maedi-Visna, historicamente associados à infecção de caprinos e ovinos, respectivamente. Entretanto, estudos filogenéticos e epidemiológicos demonstraram que esses vírus podem atravessar a barreira entre espécies, infectando tanto caprinos quanto ovinos.(Minguijón *et al*., 2015, Gobbi *et al*., 2024). Esses agentes caracterizam-se por causar infecções persistentes, com longos períodos de incubação que evoluem para doenças crônicas capazes de comprometer diferentes sistemas orgânicos (Blacklaws, 2012).

A transmissão dos SRLV ocorre principalmente por via respiratória e pela ingestão de leite ou colostro contaminados. Além disso, a transmissão horizontal por contato direto com animais infectados favorece a disseminação do vírus no rebanho, especialmente em sistemas de produção caprina (Peterhans *et al*., 2004). Essa dinâmica epidemiológica contribui para a manutenção do agente nos sistemas produtivos, dificultando seu controle.

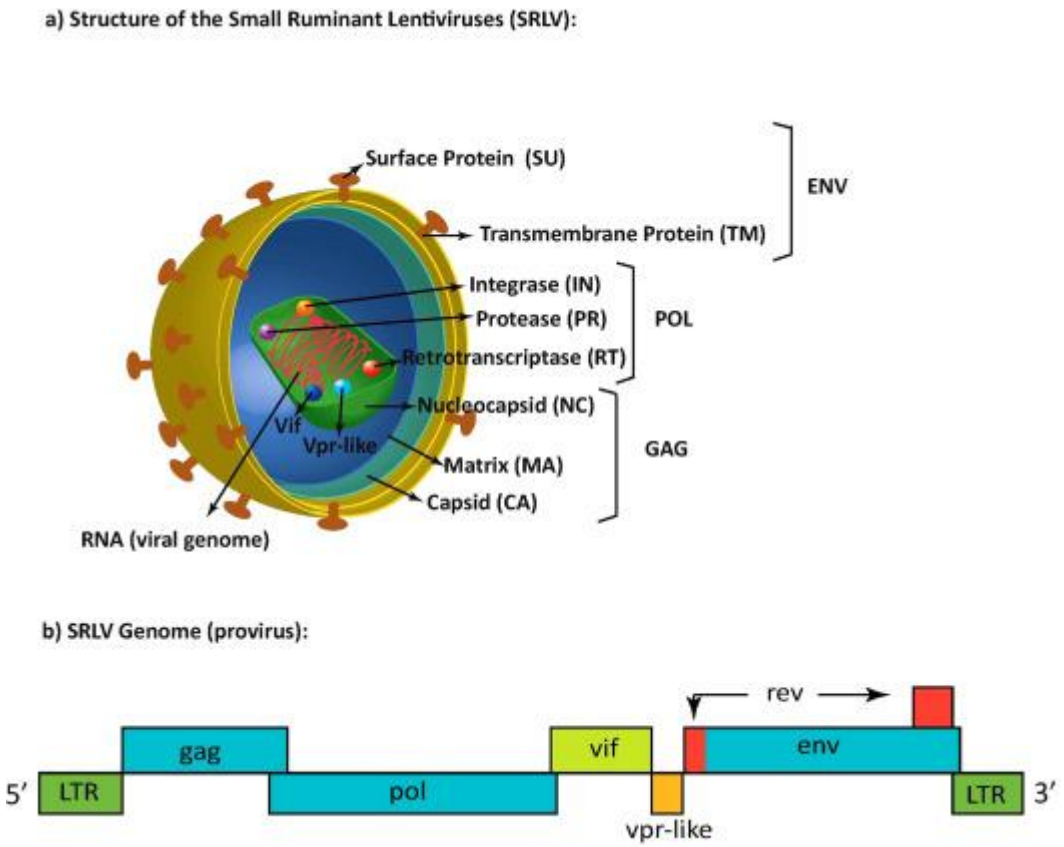
No âmbito produtivo e reprodutivo, a infecção por SRLV está associada à redução da produção de leite, alterações na qualidade dos produtos e aumento da taxa de descarte dos animais. Em caprinos leiteiros a mastite intersticial compromete a funcionalidade da glândula mamária, impactando negativamente a eficiência produtiva (Leitner *et al*., 2010). Em ovinos a infecção manifesta-se principalmente na forma respiratória conhecida como Maedi-Visna, caracterizada por comprometimento pulmonar progressivo e prejuízos os índices zootécnicos. Do ponto de vista sanitário, os SRLV provocam quadros clínicos multissistêmicos, com sinais como artrite, pneumonia, encefalite e mastite. Essas manifestações variam conforme a espécie hospedeira, a cepa viral e a resposta imunológica individual (Ramírez *et al*., 2013).

Umas das principais características dessas infecções é a cronicidade, uma vez que muitos animais permanecem assintomáticos por longos períodos, atuando como reservatórios

do vírus. Do ponto de vista, econômico isso resulta em perdas produtivas significativas e restrições na comercialização de animais. Nesse contexto, países com programas sanitários estruturados têm adotado estratégias como o diagnostico sorológico, a eliminação de animais positivos e separação das crias ao nascimento (Reina, R. *et al*., 2006. No entanto a elevada diversidade genética dos SRLV representa um desafio adicional para o controle e a detecção, devido a variabilidade entre genótipos e subtipos virais. Sob a perspectiva imunológica, esse vírus induzem uma resposta imune incapaz de capaz de eliminar completamente a infecção, favorecendo sua persistência no hospedeiro. A replicação viral ocorre principalmente em monócitos e macrófagos, contribuindo para mecanismos de evasão do sistema imune (Narayan & Clements, 1989).Como consequência, a interação vírus-hospedeiro favorece o desenvolvimento de lesões inflamatórias crônicas nos tecidos afetados.

Nos últimos anos, avanços significativos têm sido alcançados na compreensão da epidemiologia e das patogêneses dos SRLV, bem como no desenvolvimento de métodos diagnósticos mais sensíveis. Destacam-se as técnicas de diagnóstico molecular, como a PCR, que permitem a detecção precoce da infecção e fortalecem as estratégias de controle e vigilância epidemiológica (De Andrés *et al*., 2005).

Figura 1 - Estrutura do lentivírus de pequenos ruminantes



Representação esquemática da partícula viral, constituída por um envelope lipídico contendo as glicoproteínas de superfície (SU) e transmembrana (TM), além das proteínas estruturais matriz (MA), capsídeo (CA) e nucleocapsídeo (NC), e das enzimas protease (PR), transcriptase reversa (RT) e integrase (IN), associadas ao RNA viral. (b) Organização do genoma proviral dos SRLV, composto pelos genes estruturais *gag*, *pol* e *env*, pelos genes acessórios *vif*, *vpr-like* e *rev*, flanqueados pelas regiões terminais não codificantes LTR (Long Terminal Repeat) nas extremidades 5′ e 3′. Após a transcrição reversa, o DNA proviral é integrado ao genoma da célula hospedeira e permanece flanqueado pelas regiões LTR, que participam da regulação da expressão viral (Figura 1).

Fonte: Minguijón *et al*. (2015).

1.4. Vírus da artrite encefalite caprina

O vírus da artrite encefalite caprina (VÍRUS DA CAE) pertence à família *Retroviridae*, subfamília *Orthoretrovirinae*, gênero Lentivirus. Em conjunto com o vírus Maedi-Visna (MVV), integra o grupo dos Lentivírus de Pequenos Ruminantes (LVPR) (*Small Ruminant Lentiviruses – SRLV*), A artrite encefalite caprina é uma enfermidade viral multissistêmica causada por um retrovírus capaz de infectar caprinos de diferentes idades, raças, sexos e fases de produção. A apresentação clínica da doença é variável e depende, principalmente, da idade do animal e do órgão acometido. A forma neurológica, caracterizada por leucoencefalomielite, ocorre predominantemente em cabritos jovens (Lara; Birgel Junior; Birgel, 2005)) enquanto a forma artrítica é observada com maior frequência em animais adultos, manifestando-se como artrite crônica progressiva (Crawford; Adams, 1981).

1.5. Patogenia

A infecção pelos Lentivírus de Pequenos Ruminantes (SRLV) ocorre principalmente pela exposição das mucosas ao vírus ou pela ingestão de colostro e leite contendo células infectadas, especialmente macrófagos e monócitos, que atuam como importantes veículos de transmissão para os neonatos (Blacklaws, B.A *et al*., 2004 . Após penetrar no organismo, os SRLV infectam principalmente células da linhagem monócito-macrófago. Nos monócitos circulantes, o genoma viral permanece integrado como provírus, com baixa atividade replicativa. Após a diferenciação dessas células em macrófagos nos tecidos, ocorre aumento da replicação viral, favorecendo a disseminação da infecção e o desenvolvimento de lesões inflamatórias crônicas (Veenhuis *et al*., 2021, Olech, 2023).

Quando esses monócitos se diferenciam em macrófagos nos tecidos, ocorre intensa replicação viral, favorecendo a disseminação da infecção. Esse mecanismo é conhecido como hipótese do "Cavalo de Troia" (Trojan Horse), uma vez que células infectadas transportam o vírus para diferentes órgãos sem expressar altos níveis de replicação durante a circulação (Peluso *et al*., 1985, Lechat *et al*., 2005)). Após a infecção, os SRLV permanecem em monócitos circulantes na forma de provírus quando essas células se diferenciam em macrófagos nos tecidos-alvo, ocorre intensa replicação viral, favorecendo a disseminação da infecção (Lechat *et al*., 2005).

A infecção pelos SRLV induz resposta imunológica humoral e celular, caracterizada pela produção de anticorpos específicos e pela ativação de linfócitos T. Apesar dessa resposta, o vírus estabelece infecção persistente, permanecendo no hospedeiro por longos períodos (Crespo *et al*., 2013). Entretanto essa resposta não é suficiente para eliminar a infecção, uma vez que o vírus permanece integrado ao genoma das células hospedeiras; como consequência, desenvolve-se um processo inflamatório crônico que pode acometer articulações, glândula mamária, pulmões e sistema nervoso central, dependendo do tropismo viral (Rodrigues *et al*., 2018, EMBRAPA, 2023).

As diferenças observadas entre os sistemas produtivos brasileiros e a variabilidade na ocorrência dos SRLV entre as diferentes regiões do país dificultam a adoção de estratégias uniformes para o controle e a eliminação da infecção, uma vez que o vírus permanece integrado ao genoma das células hospedeiras. Como consequência, pode ocorrer o desenvolvimento de um processo inflamatório crônico que pode acometer articulações, glândula mamária, pulmões e sistema nervoso central, de acordo com o tropismo viral e as características da infecção (Olech, 2023).

1.6. Manifestações clínicas

A maioria dos animais infectados permanece assintomática durante meses ou anos. Quando presentes, as manifestações clínicas dependem principalmente do tecido acometido e da evolução da infecção, podendo ocorrer artrite, mastite, pneumonia ou alterações neurológicas (Larruskain & Jugo, 2013, Kalogianni *et al*., 2021).

Em caprinos adultos, a forma articular é a manifestação clínica mais frequente da infecção pelos SRLV, caracterizada por aumento de volume, principalmente das articulações cárpicas, claudicação e redução da mobilidade. Em alguns animais também podem ser observadas mastite indurativa, pneumonia intersticial e perda progressiva da condição corporal (Larruskain & Jugo, 2013; Son *et al*., 2021; Wolf, 2021).

Nos cabritos, a manifestação clínica mais característica da infecção pelo vírus da artrite encefalite caprina é a leucoencefalomielite, geralmente observada entre dois e seis meses de idade. A doença caracteriza-se por alterações neurológicas progressivas, incluindo ataxia, paresia, dificuldade de locomoção e, em casos mais avançados, paralisia dos membros posteriores (Newcomer *Et al*., 2017; toplu; Oğuzoğlu, 2023).

1.7 Vias de Transmissão

1.7.1. Transmissão horizontal

A transmissão horizontal ocorre principalmente pelo contato próximo e prolongado entre animais infectados e suscetíveis, sendo favorecida por sistemas de criação intensivos, alta densidade animal e pelo compartilhamento de instalações e práticas de manejo que aumentam o contato entre os animais (Minguijón *et al*., 2015, Illius & Savill, 2024). Em rebanhos leiteiros intensivos, as práticas de manejo durante a ordenham podem favorecer a disseminação dos SRLV quando medidas de higiene e biossegurança não são adequadamente adotadas, especialmente em sistemas com elevada densidade animal e intenso contato entre os animais (Ulsenheimer *et al*., 2022, Michael *et al*., 2023).

1.7.2. Transmissão vertical

A transmissão vertical representa um dos principais mecanismos de manutenção dos SRLV nos rebanhos, ocorrendo principalmente pela ingestão de colostro e leite contendo células infectadas. Essa via possibilita a infecção dos cabritos desde os primeiros dias de vida e contribui para a persistência da infecção entre gerações (Kaba *et al*., 2022a, Illius & Savill, 2024).

Diversos programas de controle implementados na Europa e na América do Norte baseiam-se na interrupção da transmissão materna, por meio da separação dos cabritos imediatamente após o nascimento e do fornecimento de colostro pasteurizado ou proveniente de matrizes soronegativas, associado ao uso de leite de substituição ou leite proveniente de rebanhos livres da infecção (Caroline *et al*., 2010; Minguijón *et al*., 2015). O fornecimento de colostro tratado termicamente ou proveniente de matrizes soronegativas, associado ao uso de leite pasteurizado ou sucedâneo lácteo, constitui uma das principais medidas empregadas em programas de controle da artrite encefalite caprina, com o objetivo de reduzir a transmissão pós-natal dos SRLV e favorecer a transferência de imunidade passiva aos cabritos (Peterson *et al*., 2022, Gobbi *et al*., 2024).

Entretanto, o desenvolvimento de técnicas moleculares, como a reação em cadeia polimerase (PCR) convencional, PCR aninhada (Nested PCR) e a reação em cadeia polimerase em tempo real (qPCR), ampliou a capacidade de detecção precoce dos SRLV e

favoreceu estudos sobre a diversidade genética, a distribuição dos genótipos e a epidemiologia da infecção (Marinho *et al*., 2018, Gobbi *et al*., 2024).). Embora a transmissão pós-natal por colostro e leite seja considerada a principal via de infecção materna, alguns estudos detectaram DNA proviral em tecidos fetais e em amostras coletadas ao nascimento, sugerindo que a transmissão intrauterina pode ocorrer, ainda que sua importância epidemiológica permaneça limitada e necessite de investigações adicionais (de Andrés *et al*., 2005, Caroline *et al*., 2010).

Após a infecção, o vírus da CAE permanece integrado ao genoma de monócitos circulantes, nos quais a expressão viral é reduzida. Após a infecção, os SRLV permanecem em monócitos circulantes na forma de provírus quando essas células se diferenciam em macrófagos nos tecidos-alvo, ocorre intensa replicação viral, favorecendo a disseminação da infecção (Lechat *et al*., 2005).

A transmissão transplacentária tenha sido sugerida em alguns estudos, os mecanismos celulares envolvidos na passagem do vírus pela interface materno-fetal ainda não estão completamente esclarecidos (Caroline; Minardi; Jean-Francois, 2010).

Embora a transmissão pelo canal do parto tenha sido considerada uma possibilidade biológica, sua importância epidemiológica para os SRLV permanece pouco esclarecida (Peterhans *et al*., 2004; de Andrés *et al*., 2005). Assim, quando amostras neonatais são obtidas apenas após o nascimento e após o contato com secreções maternas, não é possível excluir completamente a ocorrência de exposição perinatal, o que dificulta a diferenciação entre infecção intrauterina e infecção adquirida durante ou imediatamente após o parto (Blacklaws *et al*., 2004; Minguijón *et al*., 2015.

Por esse motivo, estudos que investigam a possível transmissão vertical dos SRLV recomendam que as amostras biológicas dos cabritos sejam coletadas imediatamente após o nascimento e, preferencialmente, antes da ingestão do colostro, de modo a minimizar a influência da transmissão pós-natal e permitir uma interpretação mais precisa dos resultados moleculares.(De Andrés *et al*., 2005; Herrmann-Hoesing, 2010). Essa estratégia reduz a interferência decorrente da transferência passiva de anticorpos maternos pelo colostro e minimiza a possibilidade de infecção pós-natal precoce, permitindo uma interpretação mais confiável dos resultados moleculares e sorológicos obtidos em neonatos (Olech, 2023; Reina *et al*., 2009).

Nos últimos anos, estudos utilizando a técnica de Nested PCR demonstraram maior sensibilidade na detecção do DNA proviral quando comparados a testes sorológicos, especialmente em animais com baixos títulos de anticorpos, durante a fase inicial da infecção e em indivíduos soronegativos infectados (Marinho *et al*., 2018). Enquanto métodos sorológicos, como a imunodifusão em gel de ágar (AGID) e o ELISA, dependem da produção de anticorpos pelo hospedeiro, a Nested PCR possibilita a detecção direta do DNA proviral integrado às células infectadas, podendo identificar alguns animais antes da soroconversão. (Herrmann-Hoesing, 2010). Essa característica torna a Nested PCR uma ferramenta útil para estudos sobre transmissão vertical e para a investigação da infecção precoce em cabritos, especialmente quando as amostras são obtidas antes da ingestão do colostro ou interpretadas em conjunto com informações epidemiológicas e testes sorológicos (Marinho *et al*., 2018)

Apesar da transmissão pelo colostro e pelo leite ser reconhecida como a principal via de infecção dos cabritos, o emprego de técnicas moleculares mais sensíveis fornece evidências de que a transmissão intrauterina pode ocorrer em determinadas situações, indicando a necessidade de ampliar as investigações sobre sua participação na epidemiologia da CAE (Blacklaws *et al*., 2004). A associação entre métodos moleculares de diagnóstico e medidas de manejo sanitário constitui uma abordagem importante para a avaliação da dinâmica de transmissão dos SRLV, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias de controle adequadas às características epidemiológicas e aos diferentes sistemas de produção (Jacob-Ferreira *et al*., 2026).

2.0 MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO

O diagnóstico laboratorial da CAE constitui pilar fundamental para as estratégias de controle da doença. Os métodos empregados no Brasil e internacionalmente dividem-se em testes sorológicos para detecção de anticorpos e testes moleculares para detecção do ácido nucleico viral (Tremblay *et al*., 2014).

2.1. Imunodifusão em gel de ágar

A imunodifusão em gel de ágar (IDGA) é uma técnica sorológica utilizada para a detecção de anticorpos específicos contra o vírus da CAE. Seu princípio baseia-se na difusão do antígeno viral e dos anticorpos presentes no soro em uma matriz de ágar ou agarose. Quando esses componentes se encontram em proporções adequadas, ocorre a formação de

complexos antígeno-anticorpo insolúveis, resultando em uma linha de precipitação visível no gel (PINHEIRO *et al.*, 2010) . No diagnóstico da CAE, a presença de uma linha de precipitação com identidade em relação ao soro controle positivo indica a presença de anticorpos específicos contra o vírus. Apesar de sua simplicidade, especificidade e facilidade de execução, a IDGA apresenta menor sensibilidade quando comparada a técnicas como ELISA e Western Blot, podendo apresentar limitações principalmente na detecção de animais em fases iniciais da infecção.

A IDGA é o teste sorológico mais tradicional e amplamente utilizado no Brasil, sendo recomendado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o trânsito de animais. O teste utiliza o antígeno p28 do VÍRUS DA CAE e apresenta especificidade elevada, porém sensibilidade limitada quando comparada a métodos mais modernos (Teles *et al*., 2023). Um estudo recente avaliou a produção de antígenos para o diagnóstico da CAE utilizando células fibroblásticas bovinas (CFBov) infectadas com o vírus, submetidas a diferentes tratamentos com detergentes. Os resultados demonstraram sensibilidade de 94,7% a 97,4% e especificidade de 98,7% a 99,6%, sendo o antígeno tratado com SDS 0,1% o que apresentou o melhor desempenho, com 97,4% de sensibilidade e 98,7% de especificidade. A utilização de uma cultura celular estável e o tratamento com detergentes representam estratégias para otimizar a produção e o desempenho do antígeno empregado na IDGA (Nogueira *et al*., 2025).

2.2. Western Blot

O Western Blot (WB) é uma técnica sorológica baseada na separação das proteínas virais por eletroforese em gel de poliacrilamida (SDS-PAGE), seguida da transferência dessas proteínas para uma membrana de nitrocelulose ou PVDF. Posteriormente, a membrana é incubada com o soro dos animais, permitindo que os anticorpos presentes reconheçam especificamente as proteínas virais correspondentes (Oliveira, M.M.M. *et al*., 2008)). A reação é posteriormente detectada por meio de um anticorpo secundário conjugado a uma enzima, possibilitando a visualização das proteínas reconhecidas na forma de bandas. No diagnóstico da CAE, o WB permite avaliar o perfil de reconhecimento das proteínas do vírus pelos anticorpos presentes no soro, fornecendo informações adicionais em relação a técnicas como a IDGA. (Pinheiro *et al*., 2010).

Além disso, estudos realizados em caprinos demonstraram que o WB pode apresentar maior sensibilidade que a IDGA. Rodrigues *et al*. (2014), ao avaliarem 222 amostras de soro caprino, observaram sensibilidade de 100% para o WB quando comparado à IDGA, embora a especificidade tenha sido de 72,6%. Os autores concluíram que o WB e o ELISA apresentaram maior sensibilidade que a IDGA, podendo ser utilizados como ferramentas para o diagnóstico precoce da CAE.

Apesar dessas vantagens, o WB apresenta maior complexidade técnica e demanda mais etapas de processamento quando comparado à IDGA, o que pode dificultar sua utilização como teste de rotina em condições laboratoriais com infraestrutura limitada. A preparação e purificação dos antígenos também constitui uma etapa importante, podendo envolver técnicas como concentração, centrifugação em gradiente de sacarose e precipitação. Oliveira *et al*. (2008) propuseram um método simplificado de obtenção de antígeno para WB a partir de sobrenadante de culturas celulares infectadas, seguido de concentração por diálise e centrifugação em gradiente de sacarose.

2.3. ELISA

O ensaio imunoenzimático (ELISA, *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*) é uma técnica imunológica fundamentada na interação específica entre antígenos e anticorpos, na qual uma enzima é utilizada como marcador para permitir a detecção da reação imunológica. De modo geral, um dos componentes da reação imunológica é imobilizado em uma fase sólida e, após a interação com o analito presente na amostra, a formação do complexo imunológico é revelada por meio de um sistema enzimático que produz um sinal mensurável. A utilização de enzimas como marcadores possibilita a conversão da interação antígeno-anticorpo em um sinal analítico, geralmente determinado por métodos espectrofotométricos.(Gil; Kubota; Yamamoto, 1999).

Nos ensaios imunoenzimáticos, a especificidade da reação está relacionada ao reconhecimento entre o antígeno e o anticorpo, enquanto a enzima associada ao conjugado atua como sistema de revelação da reação imunológica. Após as etapas de incubação e

lavagem, a adição de um substrato específico para a enzima promove uma reação que resulta na formação de um produto detectável, permitindo a avaliação da presença ou ausência do analito pesquisado. A intensidade do sinal obtido pode ser determinada por leitura espectrofotométrica e utilizada na interpretação dos resultados de acordo com os critérios estabelecidos para o ensaio. (Gil; Kubota; Yamamoto, 1999). Estudos recentes demonstram que a qPCR baseada no gene gag apresenta elevada sensibilidade e especificidade para a detecção precoce do VÍRUS DA CAE, permitindo identificar baixas cargas de DNA proviral e superando o desempenho da PCR convencional em diferentes condições experimentais (Schaer *et al*., 2022).

2.4. Nested PCR

A Nested PCR é uma variação da reação em cadeia da polimerase (PCR) desenvolvida para aumentar a especificidade, sensibilidade da amplificação de sequências de DNA. A técnica consiste na realização de duas reações sucessivas. Na primeira, um par de primers amplifica uma região relativamente extensa do DNA-alvo. Em seguida, um segundo par de primers que reconhece um segmento localizado internamente ao fragmento previamente amplificado, é utilizado em uma nova reação, permitindo à amplificação de uma sequência mais específica e reduzindo a ocorrência de amplificações inespecíficas. (Marinho *et al*., 2018) . Essa estratégia reduz a amplificação inespecífica e favorece a detecção de pequenas quantidades de DNA proviral presentes na amostra (De Andrés *et al*., 2005, Marinho *et al*., 2018).

No diagnóstico da artrite encefalite caprina, a Nested PCR é empregada principalmente para detectar o DNA proviral integrado ao genoma das células mononucleares do sangue periférico. Como os SRLV apresentam baixa carga viral circulante e elevada variabilidade genética, a detecção do provírus constitui uma abordagem útil para identificar animais infectados, inclusive antes da soroconversão ou em indivíduos que apresentam baixos títulos de anticorpos (De Andrés *et al*., 2005; Schaer *et al*., 2022).

Nested PCR destacam-se pela capacidade de detectar quantidades reduzidas de DNA proviral. Além disso, diferentes regiões do genoma viral, como gag, pol e LTR, podem ser utilizadas como alvo, dependendo da finalidade do diagnóstico e da diversidade genética das cepas circulantes (Marinho *et al*., 2018).

Entre as vantagens da Nested PCR para o diagnóstico do VÍRUS DA CAE estão a possibilidade de identificar a infecção em fases iniciais, quando a resposta sorológica ainda não é detectável, sua aplicação em animais com resultados sorológicos inconclusivos e a utilização como método complementar aos testes sorológicos, como ELISA e IDGA. Estudos também demonstram que a associação entre métodos moleculares e sorológicos aumenta a confiabilidade do diagnóstico dos lentivírus de pequenos ruminantes, uma vez que nenhuma técnica isoladamente é capaz de identificar todos os animais infectados (Schaer *et al*., 2022 De Andrés *et al*., 2005).

Entretanto, a Nested PCR apresenta algumas limitações. A realização de duas etapas consecutivas de amplificação aumenta o tempo de processamento das amostras e o risco de contaminação por amplicons, exigindo rigoroso controle das condições laboratoriais (Kwok & Higuchi, 1989). Além disso, a elevada diversidade genética dos lentivírus de pequenos ruminantes pode reduzir a sensibilidade da técnica quando os primers utilizados apresentam baixa complementaridade com os genótipos virais circulantes, podendo ser adotada uma estratégia como amplificar regiões conservadas.(Shah *et al*., 2004)). Outro aspecto importante é que a presença de baixa carga proviral em determinadas fases da infecção pode reduzir a sensibilidade do método, tornando recomendável sua utilização em conjunto com testes sorológicos para aumentar a capacidade diagnóstica (De Andrés *et al*., 2005; Marinho *et al*., 2018).

3.0 Estratégias de prevenção e controle

3.1 Manejo sanitário

Representa a principal estratégia para reduzir a transmissão da artrite encefalite caprina (CAE) nos rebanhos, uma vez que ainda não existem vacinas ou tratamentos eficazes para eliminar a infecção.(Wolf, 2021). Dessa forma, as medidas de controle concentram-se na identificação precoce dos animais infectados, na interrupção das vias de transmissão e na adoção de práticas de manejo que reduzam a circulação viral (Reina *et al*., 2009).

Entre as principais medidas recomendadas destacam-se a realização periódica de testes diagnósticos, a segregação ou o descarte de animais infectados e a separação imediata dos cabritos ao nascimento, evitando a ingestão de colostro e leite provenientes de matrizes

infectadas (Alcindo *et al*., 2020). O fornecimento de colostro e leite de cabras soronegativas ou submetidos à pasteurização constitui uma das medidas mais eficazes para interromper a transmissão vertical do vírus.(Adams *et al*., 1983; Blacklaws *et al*., 2004a; Rodrigues *et al*., 2018). Como alternativa à pasteurização, estudos realizados no Brasil avaliaram o uso do dodecil sulfato de sódio (SDS) como agente químico para inativação do lentivírus caprino em colostro e leite.

Embora os ensaios *in vitro* tenham demonstrado atividade inibitória e inativação viral em determinadas condições, os resultados obtidos *in vivo* não confirmaram sua eficácia na prevenção da transmissão lactogênica, indicando a necessidade de estudos adicionais antes de sua aplicação em programas de controle.(Sousa *et al*., 2018). Estudos recentes demonstraram a existência de variabilidade genética para resistência ao vírus da CAE em cabras das raças Alpina Francesa e Saanen, indicando que essa característica pode ser incorporada aos programas de melhoramento genético como ferramenta auxiliar no controle da enfermidade (Schultz *et al*., 2020).

3.2. Biossegurança

As medidas de biossegurança são fundamentais para reduzir o risco de introdução e disseminação do vírus da CAE entre propriedades e dentro dos próprios rebanhos. A adoção dessas práticas limita o contato entre animais infectados e suscetíveis e diminui a circulação do vírus nos sistemas de produção (Pugh *et al*., 2021, Burgess & Morley, 2025)). Entre as principais medidas destacam-se o isolamento de animais infectados, o controle da movimentação de animais entre propriedades, a realização de testes sanitários antes da introdução de novos reprodutores e a quarentena de animais recém-adquiridos, visando reduzir o risco de introdução e disseminação dos lentivírus de pequenos ruminantes. (Vincenz *et al*., 2025). A participação em feiras, exposições e outros eventos com aglomeração de animais também representa importante fator de risco para a disseminação da enfermidade, tornando necessária a adoção de medidas de controle sanitário nesses ambientes (Alves *et al*., 2017)). Além disso, o correto manejo de colostro, leite, restos placentários e demais materiais biológicos potencialmente contaminados reduz significativamente as oportunidades de transmissão do vírus (Schaer *et al*., 2022).

3.3. Programas de controle

Os programas de controle da CAE adotados em diferentes países baseiam-se principalmente na identificação sistemática dos animais infectados, no monitoramento sorológico periódico, na segregação ou eliminação dos animais positivos, no controle da movimentação de animais e na implementação de medidas de biossegurança (Mussi *et al*., 2015, Domingo *et al*., 2021). Países como Noruega e Suíça implementaram programas nacionais de controle dos lentivírus de pequenos ruminantes, baseados em monitoramento sorológico sistemático, eliminação ou segregação de animais infectados e medidas de biossegurança, alcançando expressiva redução da prevalência da infecção ao longo do ano (Massin *et al*., 2010; Schaer *et al*., 2022).

Diversos países, entre eles Austrália, Nova Zelândia, Canadá, França e Itália, desenvolveram programas de controle dos lentivírus de pequenos ruminantes, em sua maioria de adesão voluntária ou regional, baseados na certificação sanitária dos rebanhos, no manejo adequado do colostro, na separação dos cabritos ao nascimento, na identificação de animais infectados por testes sorológicos e moleculares e na adoção de medidas de biossegurança (Ramírez *et al*., 2013). No Brasil, apesar dos avanços na caracterização molecular dos lentivírus de pequenos ruminantes e no desenvolvimento de métodos diagnósticos mais sensíveis, o controle da CAE ainda depende de iniciativas regionais e institucionais, não havendo um programa nacional padronizado de vigilância, controle e erradicação da enfermidade (Ulsenheimer *et al*., 2022, Michael *et al*., 2023).

3.4. Desafios

O controle efetivo da CAE no Brasil enfrenta diversos desafios relacionados tanto às características do vírus quanto às condições da caprinocultura nacional. Um dos principais obstáculos é a ausência de um programa nacional integrado de vigilância e controle, o que dificulta a adoção de medidas padronizadas em todo o país (Alves, R.P.A. *et al*., 2020). Outro fator limitante é o predomínio de sistemas de produção baseados na agricultura familiar, frequentemente caracterizados por limitações econômicas, acesso restrito à assistência técnica e menor disponibilidade de infraestrutura, fatores que dificultam a realização de diagnósticos periódicos, a segregação de animais positivos e a implementação de protocolos

de biossegurança (Alencar *et al*., 2010; Cruz *et al*., 2019, Cruz *et al*., 2021; Ulsenheimer *et al*., 2022).

A elevada variabilidade genética dos lentivírus de pequenos ruminantes representa um importante desafio para o diagnóstico, uma vez que diferenças entre os genótipos virais podem reduzir a sensibilidade de testes sorológicos e moleculares desenvolvidos com base em variantes distintas das circulantes em determinadas regiões, incluindo o Brasil (Reina *et al*., 2009, Ramírez, Reina, Amorena, Andrés, *et al*., 2013; Ulsenheimer *et al*., 2022).). Além disso, o longo período de incubação da infecção, aliado à elevada frequência de animais assintomáticos, favorece a manutenção silenciosa dos lentivírus de pequenos ruminantes nos rebanhos e dificulta a identificação precoce dos animais infectados, contribuindo para a disseminação do vírus antes do aparecimento de manifestações clínicas (Reina *et al*., 2009; Ramírez *et al*., 2013; Wolf, 2021).

3.5. Perspectivas

As perspectivas para o controle da CAE no Brasil dependem da integração entre avanços científicos, do aperfeiçoamento dos métodos diagnósticos e da adoção de práticas de manejo baseadas em evidências, visando o fortalecimento das estratégias de vigilância e controle da infecção.(Herrmann-Hoesing, 2010; Wei *et al*., 2013, Michiels *et al*., 2018). O desenvolvimento de métodos diagnósticos com maior sensibilidade e adaptados à diversidade genética dos SRLV circulantes pode ampliar a capacidade de detecção precoce dos animais infectados e fortalecer as ações de vigilância epidemiológica, fornecendo informações que subsidiem a implementação de estratégias de controle da infecção (De Andrés *et al*., 2005; Herrmann-Hoesing, 2010).

Da mesma forma, a implementação de programas regionais de controle e certificação sanitária, associada ao monitoramento periódico dos rebanhos, ao controle da movimentação de animais, ao manejo adequado do colostro, à segregação de animais infectados e à adoção de medidas de biossegurança, pode contribuir para reduzir a disseminação dos vírus (Peterhans *et al*., 2004, Reina *et al*., 2009, Brinkhof *et al*., 2010; Synge & Ritchie, 2010). Além disso, a resistência dos animais ao vírus e a incorporação da resistência genética aos programas de melhoramento de caprinos leiteiros representa uma estratégia complementar

promissora, contribuindo para a redução gradual da prevalência da doença ao longo das gerações (Synge & Ritchie, 2010; Heaton *et al*., 2012; Rodrigues *et al*., 2022).

O êxito dessas estratégias dependerá da articulação entre instituições de pesquisa, universidades, serviços veterinários oficiais e produtores, favorecendo a implementação de programas de vigilância e controle adaptados às diferentes características epidemiológicas e produtivas da caprinocultura brasileira (Mussi *et al*., 2015, Gonçalves & de Moraes, 2017; Taques *et al*., 2021).

2. CONCLUSÃO

A CAE representa uma das principais enfermidades que afetam a caprinocultura brasileira, com prevalências que variam de 3,9% a 24% em nível individual e de 42,6% a 68% em nível de rebanho. O diagnóstico no Brasil baseia-se majoritariamente no IDGA, cuja sensibilidade pode ser melhorada com o uso de detergentes na produção de antígeno, conforme demonstrado em estudos recentes. O *Western blot* e o ELISA recombinante constituem alternativas de maior acurácia, porém com disponibilidade ainda restrita no país.

O sucesso no controle da CAE no Brasil dependerá da implementação de políticas públicas integradas, do desenvolvimento de testes diagnósticos adaptados à realidade nacional e da adoção de abordagens multidimensionais que combinem manejo sanitário, melhoramento genético e assistência técnica aos produtores.

3. REFERÊNCIAS

ADAMS, D. S.; KLEVJER-ANDERSON, P.; CARLSON, J. L.; McGUIRE, T. C.; GORHAM, J. R. Transmission and control of caprine arthritis-encephalitis virus. *American Journal of Veterinary Research*, v. 44, n. 9, p. 1670–1675, 1983.

ALCINDO, J. F.; SIMÕES, S. V. D.; PINHEIRO, R. R.; PEIXOTO, R. M.; ANDRIOLI, A.; SCHULTZ, E.; FEITOSA, L. F. Efficacy of measures to control caprine arthritis-encephalitis in dairy herds with high clinical and serological prevalence. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 41, n. 5, supl. 1, p. 2179–2194, 2020. DOI: https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n5supl1p2179.

ALENCAR, S. P. et al. Perfil sanitário dos rebanhos caprinos e ovinos no Sertão de Pernambuco. *Ciência Animal Brasileira*, v. 11, n. 1, 2010.

ALI AL AHMAD, M. Z. et al. Goat uterine epithelial cells are susceptible to infection with Caprine Arthritis Encephalitis Virus (CAEV) in vivo. *Veterinary Research*, v. 43, n. 1, p. 5, 2012. DOI: https://doi.org/10.1186/1297-9716-43-5.

ALVES, J. R. A. et al. Epidemiological characterization and risk factors associated with lentiviral infection of small ruminants at animal fairs in the semiarid Sertão region of Pernambuco, Brazilian semiarid. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 38, n. 4, p. 1875–1886, 2017.

ALVES, R. P. A. et al. Bases para um programa de controle da artrite encefalite caprina em rebanho leiteiro. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 72, n. 6, p. 2053–2058, 2020.

ARAÚJO, J. F. et al. Vertical transmissibility of small ruminant lentivirus. *PLoS ONE*, v. 15, n. 11, e0239916, 2020. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239916.

AZEVEDO, D. A. A. et al. Small ruminant lentiviruses: economic and productive losses, consequences of the disease. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 84, 2018.

BANDEIRA, D. A. et al. Seroprevalence of caprine arthritis–encephalitis virus in goats in the Cariri region, Paraíba state, Brazil. *The Veterinary Journal*, v. 180, n. 3, p. 399–401, 2009.

BARILLET, F. Genetic improvement for dairy production in sheep and goats. *Small Ruminant Research*, v. 70, n. 1, p. 60–75, 2007.

BEZERRA JÚNIOR, R. Q. et al. A panel of protein candidates for comprehensive study of Caprine Arthritis Encephalitis (CAE) infection. *Tropical Animal Health and Production*, v. 50, n. 1, p. 43–48, 2018.

BLACKLAWS, B. A. et al. Transmission of small ruminant lentiviruses. *Veterinary Microbiology*, v. 101, n. 3, p. 199–208, 2004.

BLACKLAWS, B. A. Small ruminant lentiviruses: immunopathogenesis of visna-maedi and caprine arthritis and encephalitis virus. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, v. 35, n. 3, p. 259–269, 2012.

RAJON, G. et al. Development and field testing of a real-time PCR assay for Caprine Arthritis-Encephalitis-Virus (CAEV). *The Open Virology Journal*, 2012.

BRINKHOF, J. M. A. et al. Use of serology and polymerase chain reaction for the rapid eradication of small ruminant lentivirus infections from a sheep flock: a case report. *Research in Veterinary Science*, v. 88, n. 1, p. 41–43, 2010.

BRITO, L. F. et al. Genetic and environmental factors that influence production and quality of milk of Alpine and Saanen goats. *Genetics and Molecular Research*, v. 10, n. 4, p. 3794–3802, 2011.

BROTTO REBULI, K.; GIACOBINI, M.; BERTOLOTTI, L. Caprine Arthritis Encephalitis Virus disease modelling review. *Animals*, v. 11, n. 5, p. 1457, 2021.

BURGESS, B. A.; MORLEY, P. S. Biosecurity and infection control for veterinarians caring for livestock. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 41, n. 1, p. 11–24, 2025.

CARNEIRO, F. F. D. et al. Perdas econômicas decorrentes da artrite-encefalite caprina na produção de gordura e sólidos totais de leite. *Revista Científica de Produção Animal*, v. 13, n. 1, 2011.

CARVALHO, L. et al. SRLVs: a genetic continuum of lentiviral species in sheep and goats with cumulative evidence of cross species transmission. *Current HIV Research*, v. 8, n. 1, p. 94–100, 2010.

CARRILLO GAETA, N. et al. Studying the elimination pattern of Caprine Arthritis Encephalitis Virus in the milk of infected females. v. 44, p. 1403, 2016.

CLARK, S.; MORA GARCÍA, M. B. A 100-year review: advances in goat milk research. *Journal of Dairy Science*, v. 100, n. 12, p. 10026–10044, 2017.

COSTA DE SOUZA, K. et al. Detecção de sequências do DNA proviral do vírus da Artrite Encefalite Caprina em saliva. 2015.

CRAWFORD, T. B.; ADAMS, D. S. Caprine arthritis-encephalitis: clinical features and presence of antibody in selected goat populations. 1981.

CRESPO, H. et al. Small ruminant macrophage polarization may play a pivotal role on lentiviral infection. *Veterinary Research*, v. 44, n. 1, 2013.

CRUZ, N. B. da et al. Acesso da agricultura familiar ao crédito e à assistência técnica no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 59, n. 3, 2021.

CRUZ, G. R. B. et al. Aspectos sanitários na produção de caprinos e ovinos de produtores familiares no semiárido. *Revista Conexão UEPG*, v. 15, n. 2, p. 129–134, 2019.

DE ANDRÉS, D. et al. Diagnostic tests for small ruminant lentiviruses. *Veterinary Microbiology*, v. 107, n. 1–2, p. 49–62, 2005. DOI: https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2005.01.012.

DEVENDRA, C. Investments on pro-poor development projects on goats: ensuring success for improved livelihoods. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, v. 26, n. 1, p. 1–18, 2013.

DOMINGO, E. et al. Mutation rates, mutation frequencies, and proofreading-repair activities in RNA virus genetics. *Viruses*, v. 13, n. 9, p. 1882, 2021.

ESCAREÑO, L. et al. Dairy goat production systems. *Tropical Animal Health and Production*, v. 45, n. 1, p. 17–34, 2012.

FACÓ, O. et al. Breeding plan for commercial dairy goat production systems in southern Brazil. *Small Ruminant Research*, v. 98, n. 1–3, p. 164–169, 2011.

FARIAS, A. E. M. de et al. Characterization of goat production systems in five states of northeastern Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 40, n. 6, supl. 3, p. 3691–3706, 2019.

FURTADO ARAÚJO, J. et al. Vertical transmissibility of small ruminant lentivirus. *PLoS ONE*, v. 15, n. 11, e0239916, 2020. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239916.

GARCÍA, V. et al. Improvements in goat milk quality: a review. *Small Ruminant Research*, v. 121, n. 1, p. 51–57, 2014.

GOBBI, P. et al. Molecular characterization of small ruminant lentiviruses in sheep and goats: a systematic review. *Animals*, v. 14, n. 23, p. 3545, 2024.

GONÇALVES, V. S. P.; DE MORAES, G. M. The application of epidemiology in national veterinary services: challenges and threats in Brazil. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 137, p. 140–146, 2017.

GONZALES, J. C. V. et al. Concordance of competitive enzyme linked immunosorbent assay and nested-polymerase chain reaction in the detection of caprine arthritis-encephalitis virus. *Small Ruminant Research*, v. 115, n. 1–3, p. 134–139, 2013.

GUERRA, M. M. P. et al. Goat reproductive biotechnology in Brazil. *Small Ruminant Research*, v. 98, n. 1–3, p. 157–163, 2011.

GUILHERME, R. F. de et al. Characterization and typology of sheep and goat production systems in the State of Paraíba, a semi-arid region of northeastern Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 38, n. 4, p. 2163–2178, 2017.

HARRY BIRGEL SÃO PAULO, E. Maria do Carmo Custódio de Souza Hunold Lara: artrite-encefalite dos caprinos – aspectos clínicos e epidemiológicos. 2002.

HASEGAWA, M. Y. et al. An experimental study on the vertical transmission of caprine arthritis-encephalitis virus from naturally infected females to their offspring. *Small Ruminant Research*, v. 149, p. 23–27, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.01.010.

HEATON, M. P. et al. Reduced lentivirus susceptibility in sheep with TMEM154 mutations. *PLoS Genetics*, v. 8, n. 1, e1002467, 2012.

HERRMANN-HOESING, L. M. Diagnostic assays used to control small ruminant lentiviruses. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, v. 22, n. 6, p. 843–855, 2010.

ILLIUS, A. W.; SAVILL, N. J. Maternal transmission of Small Ruminant Lentivirus has no epidemiological importance. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 230, p. 106297, 2024.

IRANO, N. et al. Parâmetros genéticos para a produção de leite em caprinos das raças Saanen e Alpina. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n. 2, p. 376–381, 2012.

JACOB-FERREIRA, J. et al. Epidemiological insights into small ruminant lentiviruses in Portuguese production systems. *Animals*, v. 16, n. 8, p. 1251, 2026. DOI: https://doi.org/10.3390/ani16081251.

KABA, J. et al. Longitudinal study on seroreactivity of goats exposed to colostrum and milk of small ruminant lentivirus-infected dams. *Journal of Veterinary Research*, v. 66, n. 4, p. 511–521, 2022.

KALOGIANNI, A. I. et al. Serological, molecular and culture-based diagnosis of lentiviral infections in small ruminants. *Viruses*, v. 13, n. 9, p. 1711, 2021.

KONISHI, M. et al. Combined eradication strategy for CAE in a dairy goat farm in Japan. *Small Ruminant Research*, v. 99, n. 1, p. 65–71, 2011. DOI: https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.03.051.

LARA, M. C. C. S. H.; BIRGEL JUNIOR, E. H.; BIRGEL, E. H. Communication: possibility of vertical transmission of caprine arthritis-encephalitis virus in neonate kids. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 2005.

LARRUSKAIN, A.; JUGO, B. M. Retroviral infections in sheep and goats: small ruminant lentiviruses and host interaction. *Viruses*, v. 5, n. 8, p. 2043–2061, 2013.

LECHAT, E. et al. Goat endothelial cells may be infected in vitro by transmigration of caprine arthritis-encephalitis virus-infected leucocytes. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, v. 104, n. 3–4, p. 257–263, 2005.

LEITNER, G. et al. The effect of caprine arthritis encephalitis virus infection on production in goats. *The Veterinary Journal*, v. 183, n. 3, p. 328–331, 2010.

LÔBO, A. M. B. O. et al. Characterization of milk production and composition of four exotic goat breeds in Brazil. *Small Ruminant Research*, v. 153, p. 9–16, 2017.

LOPES SILVA, Y.; GAMARRA-ROJAS, G.; ÉDEN PAIVA FERNANDES, F. A produção animal na economia da agricultura familiar: estudo de caso no semiárido brasileiro. 2018.

MA, X. et al. Recombinant CA protein-based ELISA for serological detection of small ruminant lentiviruses antibodies. *Transboundary and Emerging Diseases*, 2025. [REFERÊNCIA INCOMPLETA NO ARQUIVO; volume e páginas/identificador precisam ser conferidos.]

MARINHO, R. C. et al. Duplex nested-PCR for detection of small ruminant lentiviruses. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 49, p. 83–92, 2018.

MARTÍNEZ-NAVALÓN, B. et al. Quantitative estimation of the impact of caprine arthritis encephalitis virus infection on milk production by dairy goats. *The Veterinary Journal*, v. 197, n. 2, p. 311–317, 2013.

MARTINS, E. C. et al. A dinâmica da ovinocultura. 2008.

MASSENDER, E.; BRITO, L. F.; SCHENKEL, F. S. Sustainable genetic improvement in dairy goats. In: *Encyclopedia of Sustainability Science and Technology*. New York: Springer, 2022. p. 1–17.

MASSIN, P. et al. Temperature sensitivity on growth and/or replication of H1N1, H1N2 and H3N2 influenza A viruses isolated from pigs and birds in mammalian cells. *Veterinary Microbiology*, v. 142, n. 3–4, p. 232–241, 2010.

MICHAEL, C. K. et al. Irregular findings on teatcups in milking parlours in sheep and goat farms and potential predictors. *Animals*, v. 13, n. 19, p. 3004, 2023.

MICHIELS, R. et al. Seroprevalence and risk factors related to small ruminant lentivirus infections in Belgian sheep and goats. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 151, p. 13–20, 2018.

MILLER, B. A.; LU, C. D. Current status of global dairy goat production: an overview. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, v. 32, n. 8, p. 1219–1232, 2019.

MINGUIJÓN, E. et al. Small ruminant lentivirus infections and diseases. *Veterinary Microbiology*, v. 181, n. 1–2, p. 75–89, 2015.

MOURA SOBRINHO, P. A. et al. Prevalência e fatores associados à infecção por lentivírus de pequenos ruminantes em caprinos no Estado do Tocantins. *Ciência Animal Brasileira*, v. 11, n. 1, 2010.

MUSSI, J. M. S. et al. Use of serological diagnostic techniques in the control and eradication of caprine arthritis encephalitis: an update. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 52, n. 4, p. 283, 2015.

NARAYAN, O. et al. Biological characterization of the virus causing leukoencephalitis and arthritis in goats. *Journal of General Virology*, v. 50, n. 1, p. 69–79, 1980.

NARAYAN, O.; CLEMENTS, J. E. Biology and pathogenesis of lentiviruses. *Journal of General Virology*, v. 70, n. 7, p. 1617–1639, 1989.

NEWCOMER, B. W. et al. Diseases of the hematologic, immunologic, and lymphatic systems (multisystem diseases). 2017.

NOGUEIRA, M. Á. de A. et al. Adaptation of a bovine cell line in an optimized way for diagnosing Lentivirus capartenc. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 62, e225963, 2025.

OLECH, M. The genetic variability of small-ruminant lentiviruses and its impact on tropism, the development of diagnostic tests and vaccines and the effectiveness of control programmes. *Journal of Veterinary Research*, v. 67, n. 4, p. 479–502, 2023.

OLIVEIRA, L. S. et al. Typology of dairy goat production systems in a semiarid region of Brazil. *Small Ruminant Research*, v. 216, p. 106777, 2022.

PARAMIO, M.-T.; IZQUIERDO, D. Assisted reproduction technologies in goats. *Small Ruminant Research*, v. 121, n. 1, p. 21–26, 2014.

PARK, Y. W.; HAENLEIN, G. F. W.; WENDORFF, W. L. *Handbook of milk of non-bovine mammals*. [S. l.]: John Wiley & Sons, 2017.

PEACOCK, C.; SHERMAN, D. M. Sustainable goat production—some global perspectives. *Small Ruminant Research*, v. 89, n. 2–3, p. 70–80, 2010.

PELUSO, R. et al. A Trojan horse mechanism for the spread of visna virus in monocytes. *Virology*, v. 147, n. 1, p. 231–236, 1985.

PERRY, B. D.; RANDOLPH, T. F. Improving the assessment of the economic impact of parasitic diseases and of their control in production animals. *Veterinary Parasitology*, v. 84, n. 3–4, p. 145–168, 1999.

PETERHANS, E. et al. Routes of transmission and consequences of small ruminant lentiviruses (SRLVs) infection and eradication schemes. *Veterinary Research*, 2004. [REFERÊNCIA INCOMPLETA.]

PETERSON, K. et al. Loss of Caprine Arthritis Encephalitis Virus (CAEV) herd accreditation: characteristics, diagnostic approach, and specific follow-up scenarios on large dairy goat farms. *Pathogens*, v. 11, n. 12, p. 1541, 2022.

PINHEIRO, R. R. et al. Avaliação de antígenos para o diagnóstico de lentivírus em rebanho caprino sob programa de controle. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 77, n. 1, p. 133–137, 2010.

PUGH, D. G. et al. *Sheep, goat, and cervid medicine*. [S. l.]: Elsevier, 2021.

PUGH, D. G.; BAIRD, A. N. *Sheep and goat medicine*. [S. l.]: Elsevier/Saunders, 2012.

PULINA, G. et al. Invited review: current production trends, farm structures, and economics of the dairy sheep and goat sectors. *Journal of Dairy Science*, v. 101, n. 8, p. 6715–6729, 2018.

RAMÍREZ, H. et al. Small ruminant lentiviruses: genetic variability, tropism and diagnosis. *Viruses*, v. 5, n. 4, p. 1175–1207, 2013.

REINA, R. et al. Molecular characterization and phylogenetic study of Maedi Visna and Caprine Arthritis Encephalitis viral sequences in sheep and goats from Spain. *Virus Research*, v. 121, n. 2, p. 189–198, 2006.

REINA, R. et al. Prevention strategies against small ruminant lentiviruses: an update. *The Veterinary Journal*, v. 182, n. 1, p. 31–37, 2009.

RIMSTAD, E. et al. Delayed seroconversion following naturally acquired caprine arthritis-encephalitis virus infection in goats. 1993.

RODRIGUES, A. S. et al. Evaluation of strategic control of caprine arthritis-encephalitis in dairy herd goats. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 70, n. 1, p. 139–146, 2018.

RODRIGUES, C. S. et al. Lentivirus susceptibility in Brazilian and US sheep with TMEM154 mutations. *Genes*, v. 14, n. 1, p. 70, 2022.

ROWE, J. D.; EAST, N. E. Risk factors for transmission and methods for control of Caprine Arthritis-Encephalitis Virus infection. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 13, n. 1, p. 35–53, 1997.

RUSHTON, J. *The economics of animal health and production*. [S. l.]: CABI, 2011.

SANJOSÉ, L. et al. Diagnosing infection with small ruminant lentiviruses of genotypes A and B by combining synthetic peptides in ELISA. *The Veterinary Journal*, v. 204, n. 1, p. 88–93, 2015.

SCHAER, J. et al. Evaluation of serological methods and a new real-time nested PCR for small ruminant lentiviruses. *Pathogens*, v. 11, n. 2, p. 129, 2022.

SCHULTZ, E. B. et al. Short communication: genetic parameter estimates for caprine arthritis encephalitis in dairy goats. *Journal of Dairy Science*, v. 103, n. 7, p. 6407–6411, 2020.

SHAH, C. et al. Phylogenetic analysis and reclassification of caprine and ovine lentiviruses based on 104 new isolates: evidence for regular sheep-to-goat transmission and worldwide propagation through livestock trade. *Virology*, v. 319, n. 1, p. 12–26, 2004.

SILVA, I. W. H. et al. Dairy goat production in the semi-arid region: productive and reproductive analysis, and the influence of the adoption of hygienic practices on milk quality. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 73, n. 5, p. 1147–1158, 2021.

SON, G.-I.; HONG, E.-J.; SHIN, H.-J. Case report: a case of Caprine Arthritis Encephalitis in dairy goat farms in South Korea. *Frontiers in Veterinary Science*, v. 8, 2021.

SOUSA, A. L. M. et al. In vitro and in vivo evaluation of sodium dodecyl sulfate (SDS) as an inactivator of caprine lentivirus (CLV) in colostrum and milk. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 70, n. 5, p. 1459–1467, 2018.

SOUSA, F. J. S. de et al. Vírus do mosaico severo do caupi-CPSMV como molécula carreadora para a p28 do vírus da artrite-encefalite caprina-CAEV. *Ciência Rural*, v. 35, n. 6, p. 1363–1367, 2005.

SYNGE, B. A.; RITCHIE, C. M. Elimination of small ruminant lentivirus infection from sheep flocks and goat herds aided by health schemes in Great Britain. *Veterinary Record*, v. 167, n. 19, p. 739–743, 2010.

TAQUES, C. B. et al. Challenges to and advancements of the official veterinary service of the Federal District, Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Medicine*, v. 43, e003221, 2021.

TELES, J. A. A. et al. Factors associated with small ruminant lentivirus infection in goat herds from Pernambuco state, Northeast region of Brazil. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 211, 105814, 2023.

TOPLU, N.; OĞUZOĞLU, T. Ç. Caprine arthritis encephalitis virus-induced apoptosis associated with brain lesions in naturally infected kids. *Journal of Comparative Pathology*, v. 206, p. 36–43, 2023.

TORRES-HERNÁNDEZ, G. et al. Status quo of genetic improvement in local goats: a review. *Archives Animal Breeding*, v. 65, n. 2, p. 207–221, 2022.

TREMBLAY, S. et al. Development of a high-throughput human cytomegalovirus quantitative PCR cell-based assay. *Journal of Virological Methods*, v. 195, p. 67–71, 2014.

TURCHETTI, A. P. et al. Distribution of caprine arthritis encephalitis virus provirus, RNA, and antigen in the reproductive tract of one naturally and seven experimentally infected bucks. *Theriogenology*, v. 80, n. 8, p. 933–939, 2013.

ULSENHEIMER, B. C. et al. Biosecurity in dairy goat farms. *Ciência Rural*, v. 52, n. 8, 2022.VALAS, S. et al. North American and French Caprine Arthritis-Encephalitis Viruses emerge from ovine Maedi-Visna viruses. *Virology*, 1997.

VALÉRIA, A. et al. Controle da artrite-encefalite caprina, em um capril comercial endemicamente contaminado. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 2007.

VEENHUIS, R. T. et al. HIV replication and latency in monocytes and macrophages. *Seminars in Immunology*, v. 51, p. 101472, 2021.

VINCENZ, F. et al. A look under the carpet of a successful eradication campaign against small ruminant lentiviruses. *Pathogens*, v. 14, n. 7, p. 719, 2025. DOI: https://doi.org/10.3390/pathogens14070719.

WEI, H. et al. A novel method of real-time reverse-transcription loop-mediated isothermal amplification developed for rapid and quantitative detection of human astrovirus. *Journal of Virological Methods*, v. 188, n. 1–2, p. 126–131, 2013.

WOLF, C. Update on small ruminant lentiviruses. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 37, n. 1, p. 199–208, 2021.

CAPÍTULO 2

MONITORAMENTO DA ARTRITE ENCEFALITE CAPRINA (CAE): AVALIAÇÃO DA TRANSMISSÃO *UTERINA* E COLOSTRAL

RESUMO

O vírus da artrite encefalite caprina (CAE) é um lentivírus de pequenos ruminantes que causa artrite crônica, mastite, pneumonia e encefalite em caprinos, levando a perdas econômicas significativas em todo o mundo. O objetivo foi monitorar o vírus, avaliando eficiência do tratamento térmico do colostro na eliminação do vírus e a capacidade de infeção transplacentária dentro dos períodos pré e pós- colostral. Foram utilizadas 22 cabras gestantes, das raças Saanen e Alpina, e suas 38 crias. Foram colhidas amostras de sangue de todas as matrizes, e realizou-se Nested PCR direcionada ao gene gag do vírus da CAE em DNA extraído da camada leucocitária *buffy coat*. O sangue dos recém-nascidos foi colhido imediatamente ao nascimento, e antes da ingestão do colostro; uma segunda amostra de sangue foi colhida, de todos os cabritos, aos 20 dias de idade, após alimentação com colostro. Todas as amostras foram analisadas por Nested PCR para detecção do DNA proviral do vírus da CAE. Os resultados da soropositividade para o vírus CAE foram identificados em 100% (n = 22/22) das cabras gestantes avaliadas. Nas amostras de colostro analisadas, verificou-se a presença do material genético viral em 79% das amostras, conforme detecção pela técnica de Nested PCR. Após a aplicação do tratamento térmico, observou-se detecção viral no colostro. Em relação às crias, na primeira colheita (antes da ingestão do colostro), foi detectado material genético viral em 79% dos animais, sugerindo presença de transmissão transplacentária. E, na colheita subsequente (20 dias), observou-se redução da frequência de animais positivos, com valor de 77%. Os achados fornecem evidências moleculares diretas de que a transmissão do vírus da CAE ocorre tanto por via intrauterina quanto por meio do colostro. A detecção de DNA proviral nos recém-nascidos e pré-colostral, demonstra que a transmissão intrauterina é uma via relevante em cabras naturalmente infectadas. Esses resultados têm importantes implicações para os programas de controle do vírus da CAE, uma vez que intervenções focadas no manejo do colostro podem ser insuficientes para alcançar a erradicação.

Palavras-chave: caprinocultura; colostro; infeção; soropositividade; vírus.

ABSTRACT

The caprine arthritis -eEncephalitis (CAE) vírus VÍRUS DA CAE is a small ruminant lentivirus that causes chronic arthritis, mastitis, pneumonia, and encephalitis in goats, leading to significant economic losses worldwide. The objective of this study was to monitor VÍRUS DA CAE virus by evaluating the effectiveness of heat treatment of colostrum in eliminating the virus and the potential for transplacental transmission during the pre- and post-colostral periods. A total of 22 pregnant Saanen and Alpine goats and their 38 offspring were included. Blood samples were collected from all dams, and Nested PCR targeting the VÍRUS DA CAE virus *gag* gene was performed on DNA extracted from the *buffy coat* leukocyte layer. Blood samples from the newborn kids were collected immediately after birth, before colostrum intake; a second blood sample was collected from all kids at 20 days of age, after colostrum feeding. All samples were analyzed by Nested PCR for the detection of VÍRUS DA CAE virus proviral DNA. Seropositivity for CAE Vvírus VÍRUS DA CAE) was identified in 100% (n = 22/22) of the pregnant goats evaluated. In the colostrum samples analyzed, viral genetic material was detected in 79% of the samples, using the Nested PCR technique. After heat treatment, viral detection was still observed in the colostrum. Regarding the offspring, in the first sampling (before colostrum intake), viral genetic material was detected in 79% of the animals, suggesting the occurrence of transplacental transmission. In the subsequent sampling (20 days), a slight reduction in the frequency of positive animals was observed, with 77% testing positive. Our findings provide direct molecular evidence that VÍRUS DA CAE virus transmission occurs both through the intrauterine route and via colostrum. The detection of proviral DNA in pre-colostral newborn kids demonstrates that intrauterine transmission is a relevant route in naturally infected goats. These results have important implications for VÍRUS DA CAE virus control programs, as management interventions focused exclusively on colostrum management may be insufficient to achieve eradication.

Keywords: colostrum; goat farming; infection;, seropositivity; virus.

1. INTRODUÇÃO

A Artrite Encefalite Caprina (CAE) é uma enfermidade infecciosa crônica de grande importância sanitária e econômica na caprinocultura (Carneiro *et al*., 2011, Harry Birgel São Paulo, 2002) .). A integração do DNA proviral, que vem no genoma celular, permite que o vírus escape dos mecanismos de defesa do organismo e mantenha seu material genético (Narayan & Clements, 1989, de Andrés *et al*., 2005, Blacklaws, 2012). Além disso, a dificuldade do hospedeiro em desenvolver uma resposta imunológica eficaz, devido à replicação viral nas células do sistema imune, favorece a persistência da infecção nos animais. Essa persistência é preocupante, pois mantém constante o risco de transmissão para outros indivíduos, tornando necessária a adoção de medidas rigorosas de controle após a introdução da doença em um rebanho (Blacklaws, 2012).

A doença é causada por um lentivírus da família Retroviridae, gênero Lentivirus. O agente etiológico da CAE está relacionado a outras infecções lentivirais em ruminantes, como o vírus da Maedi-Visna, em ovinos (Blacklaws, 2012, Ilius *et al*., 2020) . Caracterizada por sua elevada persistência no hospedeiro e evolução lenta, a CAE pode apresentar diferentes formas clínicas, sendo as mais comuns a artrite crônica em caprinos adultos e a encefalite em animais jovem (BRAJON *et al*., 2012). Outras manifestações incluem mastite indurativa, pneumonia intersticial crônica e emagrecimento progressivo, comprometendo significativamente o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais (Rowe & East, 1997).

Apesar da diversidade de manifestações clínicas, a infecção pelo vírus não resulta necessariamente no desenvolvimento imediato de sinais, uma vez que muitos animais permanecem clinicamente saudáveis por períodos prolongados. Nos animais jovens, a forma neurológica pode se manifestar principalmente entre 2 e 6 meses de idade, enquanto as alterações articulares tendem a ocorrer em animais mais velhos, podendo ser observadas a partir de aproximadamente 6 meses de idade (Norman; SmitH, 1983; Al-Ani; Vestweber, 1984; Mackay, 2026). Assim, a ausência de sinais clínicos nas primeiras fases da vida não exclui a possibilidade de infecção, reforçando a importância do monitoramento diagnóstico dos animais infectados antes do aparecimento das manifestações clínicas (Mendes *et al*., 2021).

A principal via de transmissão é vertical, por meio da ingestão de colostro e leite contaminado. No entanto, a transmissão horizontal também pode ocorrer por contato direto entre animais e por instrumentos contaminados (Blacklaws, 2012). Uma das formas de reduzir os riscos de transmissão do vírus pelo colostro é a realização de um tratamento térmico, que consiste na manutenção do colostro a 56 ºC, por 60 minutos, uma prática que pode ser adotada nas propriedades.

Outra forma de transmissão vertical do vírus da CAE, embora relatada como sendo de menor frequência nos rebanhos, é a via transplacentária (Rodrigues *et al*., 2018). Esse tipo de transmissão representa um desafio adicional para o controle da doença, pois, para este tipo de transmissão, não é possível estabelecer um tratamento preventivo que seja efetivo em reduzir a disseminação do vírus no rebanho, uma vez que as cabras estão infectadas. O diagnóstico baseia -se em testes sorológicos, como a imunodifusão em gel de agarose, ELISA, radioimunoprecipitação, radioimunoensaio e Western-blot, em testes moleculares, além de métodos moleculares, como PCR e qPCR, e do isolamento viral feito em culturas celulares. Estes últimos são laboriosos, de alto custo, além de exigirem pessoal treinado. Para os testes sorológicos, os antígenos utilizados geralmente são as proteínas do capsídeo p28 e de matriz p16, além das glicoproteínas de envelope (Pinheiro *et al*., 2010, Kalogianni *et al*., 2021, Peixoto *et al*., 2021).

Considerando a ausência de vacinas eficazes e de tratamentos capazes de eliminar a infecção pelos lentivírus de pequenos ruminantes, a identificação precoce dos animais infectados constitui a base dos programas de controle, permitindo a adoção oportuna de medidas sanitárias destinadas a reduzir a disseminação da infecção nos rebanhos (SANJOSÉ *et al*., 2015). Após a detecção, recomenda-se a segregação ou o descarte dos animais positivos, além da implementação de práticas de manejo, como a separação precoce entre mães e crias. A detecção precoce e a remoção de animais infectados são determinantes para o sucesso dos programas de controle (Pinheiro *et al*., 2010).

Nesse contexto, como método diagnostico complementar, destaca-se a importância do uso da técnica de Nested PCR, sendo capaz de detectar o material genético viral mesmo em fases inicias da infeção ou em animais soronegativos. Ao contrário de métodos sorológicos como AGID, (imunodifusão em gel de ágar) podem apresentar limitações devido à resposta imune variável dos animais, a nPCR. Porém, possui maior sensibilidade na

identificação de animais infectados, sendo uma ferramenta estratégica para o monitoramento e controle da doença (Marinho *et al*., 2018).Com os resultados obtidos, foi realizada a estatística descritiva, obtendo, assim, a porcentagem de animais infetados.

2. HIPÓTESE

O tratamento térmico do colostro não é capaz de eliminar completamente o vírus da CAE, e a transmissão do vírus pode ocorrer por via transplacentária.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Monitoramento do vírus da artrite encefalite caprina (VÍRUS DA CAE) no rebanho de caprinos leiteiros da Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE) em Caprinos e Ovinos do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

3.2. Objetivos específicos

Avaliar a eficiência do tratamento térmico do colostro na eliminação do vírus da artrite encefalite caprina (VÍRUS DA CAE), avaliar a capacidade de infecção transplacentária do vírus e identificar os períodos críticos para transmissão do vírus da VÍRUS DA CAE dentro do rebanho.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local e período de realização do experimento

Previamente à execução do projeto, ele foi submetido e sua condução foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção (CEUAP #033/2025) da Universidade Federal de Viçosa (UFV). O experimento foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE) em Caprinos e Ovinos do Departamento de Zootecnia da UFV, em Viçosa, localizada na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais (Figura 2).

Figura 2 - Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE) em Caprinos e Ovinos do Departamento de Zootecnia da UFV



Fonte: Arquivo pessoal.

4.2. Animais e colheita de amostras

Foram utilizadas 22 fêmeas gestantes, correspondendo à totalidade das fêmeas gestantes do rebanho, pertencentes às raças Saanen e Alpina, com idade entre dois e quatro anos. De modo geral, as fêmeas encontravam-se entre a terceira e a quarta ordem de parto. As fêmeas foram mantidas em sistema intensivo, permanecendo nas instalações durante todo o período experimental, sem acesso ao pastoreio. A alimentação foi fornecida no cocho e composta por forragem e suplementação concentrada, de acordo com a categoria e a fase produtiva dos animais. Durante o período experimental, as fêmeas foram alojadas em baias coletivas, organizadas de acordo com a categoria e a fase gestacional. As instalações apresentavam piso adequado, cama seca e limpa, comedouros e bebedouros de fácil acesso, além de ventilação e proteção contra condições climáticas adversas. As fêmeas em fase de gestação avançada foram manejadas em uma área específica, localizada próxima às instalações destinadas à maternidade, permitindo o acompanhamento dos animais no período que antecedia o parto.

Os cabritos foram mantidos em instalações destinadas à fase de cria, constituídas por baias individuais ou coletivas, de acordo com a idade e a categoria dos animais. As instalações apresentavam piso adequado, cama seca e limpa, proteção contra correntes de ar e ventilação. O sistema de alojamento permitia o manejo individual dos animais, a higienização periódica das instalações e o fornecimento controlado de leite, água e alimento

sólido. Imediatamente após o nascimento, foi realizado o corte do cordão umbilical, mantendo-se aproximadamente dois dedos de comprimento entre a região abdominal e a extremidade do cordão. Em seguida, foi realizada a cura do umbigo por meio da imersão da região umbilical em solução de iodo a 10%, mantendo-se o contato com a solução por aproximadamente 15 segundos. O procedimento foi realizado com o objetivo de promover a desinfecção da região umbilical e reduzir o risco de infecções nos animais recém-nascidos.

A alimentação dos cabritos foi realizada duas vezes ao dia. Nas primeiras duas horas de vida, foi fornecido colostro na quantidade correspondente a 10% do peso vivo de cada animal. Antes do fornecimento, o colostro foi submetido à pasteurização em banho-maria a 56 °C durante uma hora. A partir do segundo dia de vida, os cabritos passaram a receber leite de transição, também fornecido duas vezes ao dia. A água foi disponibilizada à vontade, enquanto os alimentos sólidos foram introduzidos a partir do décimo dia de vida. Foram colhidas, de cada animal amostras de 5 mL de sangue , por meio da punção da veia jugular externa, (Figura 3), em tubos estéreis a vácuo sem anticoagulante, de 22 cabras das raças Saanen e Alpina, em terço final de gestação (Figura 4). Também foram realizadas colheitas de sangue, de 1 mL cada, por punção da veia jugular externa, em tubos estéreis a vácuo sem anticoagulante, dos cabritos recém-nascidos (antes da ingestão do colostro), e aos 20 dias. Cerca de cinco dias antes do parto, as cabras foram alojadas em uma baia coletiva de pré-parto. Nesse período, os tetos foram isolados para evitar que os recém-nascidos ingerissem o colostro (Figura 5). Imediatamente após o parto, amostras de 5 mL de colostro foram colhidas, em tubos Falcon de 15 mL. As amostras de leite e colostro foram coletadas e identificadas e mantidas sob refrigeração, em temperatura de 4º C, até o momento do processamento no laboratório.

Figura 3 - Colheita de amostra pela veia jugular.



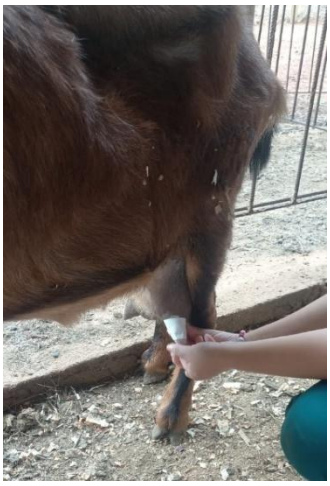
Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 4 - Fêmeas gestantes (n = 22) no primeiro período do ano de 2025, das raças Saanen e Alpina - Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE) em Caprinos e Ovinos do Departamento de Zootecnia da UFV.



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 5 - Isolamento dos tetos, para evitar o consumo do colostro pelos cabritos neonatos.



Fonte: Arquivo pessoal.

4.3. Manejo do colostro

O colostro e o leite destinados à alimentação dos cabritos passaram por tratamento térmico, que consiste em aquecimento a 56 ºC, por 60 minutos, para inativação do vírus da CAE. Os cabritos foram aleitados duas vezes ao dia, às 8 e às 15 h. (Figura 6). A partir de 8 e 21 dias de vida, respectivamente foram fornecidos o concentrado, à base de fubá de milho. O peso dos cabritos, ao nascimento e à desmama, foram registrados.

Figura 6 - Alimentação dos cabritos.



Fonte: Arquivo pessoal.

4.4. Processamento das amostras e análises laboratoriais

4.4.1. Processamento das amostras de sangue, colostro e leite

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Imunoquímica e Glicobiologia.

As amostras de sangue e colostro foram centrifugadas a 4000 x rpm, por 5 minutos, e o *buffy coat* foi coletado e transferido para um novo tubo, ao qual foram adicionados 700 µL de (tampão de lise) o qual tem uma composição de DNA proviral, foi utilizado tampão K constituído por 10 mM de Tris-HCl (pH 8,0), 50 mM de KCl, 2 mM de $MgCl_2$, 0,5% de Tween 20 e 100 µg/mL de proteinase K, completado com água ultrapura livre de DNase . Após centrifugação a 14000 x rpm por um minuto, o sobrenadante foi descartado e o *pellet* obtido foi submetido à extração de DNA genômico.

4.4.2 Purificação do DNA

O *buffy coat* foi isolado de todas as amostras de sangue (mães e crias), por centrifugação a 3.000 rpm, durante 10 min, à temperatura ambiente. A camada de *buffy coat* foi cuidadosamente recolhida e transferida para um tubo de microcentrífuga de 1,5 mL.

A extração de DNA foi realizada utilizando o Promega Wizard Genomic DNA Purification Kit / QIAGEN DNeasy Blood & Tissue Kit, de acordo com as instruções do fabricante. Seguindo o protocolo, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente. e foram adicionados 500 µL de tampão de lise a cada amostra, homogeneizando em vórtex. Em seguida, adicionaram-se 25 µL de proteinase K, misturando novamente para garantir completa homogeneização. Posteriormente, as amostras foram incubadas em placa aquecida a 56 °C, durante 30 minutos.

Após a incubação, adicionaram-se 200 µL de acetato de potássio frio a cada amostra, mantendo-as em gelo por 30 minutos. Em seguida, foram centrifugadas por 15 minutos a 10.000 rpm. Ao término da centrifugação, o sobrenadante foi homogeneizado suavemente, e receberam 500 µL de isopropanol frio, seguido de agitação suave por cerca de 15 segundos. Na etapa seguinte, adicionaram-se 500 µL de etanol a 70%, permitindo a secagem do material. Posteriormente, as amostras foram mantidas em gelo por 30 minutos e centrifugadas por 15 segundos. O etanol foi removido e o material foi completamente seco. Após a

secagem, o DNA foi ressuspendido em água e, por fim, a pureza do DNA foi determinada por espectrofotometria, utilizando o sistema Nanodrop / Qubit, sendo consideradas adequadas as amostras que apresentavam uma razão A_{260}/A_{280} entre 1,8 e 2,0. Por fim as amostras de DNA foram armazenadas a −20 °C para uso posterior da reação de cadeia polimerase (PCR).

4.4.3 Análise laboratorial (Nested PCR)

Foram processadas amostras de 22 fêmeas e 38 cabritos, distribuídas em três períodos experimentais: gestação, cabritos recém-nascidos e com 20 dias de idade. Para a detecção, foram realizadas duas reações de PCR em sequência: a primeira utilizando *primers* externos, a partir do DNA extraído, e a segunda com *primers* internos, (Tabela 2), empregando como molde o amplicon obtido na PCR inicial. Para a primeira reação, foi preparado um mix contendo Master Mix 2x, *primer* externo e água ultrapura (H_2O), ajustando-se o volume final. Esse mix foi distribuído em alíquotas de 9 µL, em 36 tubos tipo Eppendorf, aos quais se adicionou 1 µL de DNA de cada amostra, totalizando o volume final por reação. Usando concentrações de (1 mL de amostra, 1 mL de primers, e 3 mL de água).

As amostras foram submetidas ao termociclador, para iniciar a etapa de desnaturação inicial a 95 °C, durante 2 minutos, com objetivo de separar completamente as cadeias de DNA. Depois, estabelece-se uma fase cíclica com 40 repetições, na qual cada ciclo é composto por duas etapas: uma por desnaturação a 95 ° C, por 15 segundos, seguida de uma etapa de anelamento a 54 °C, por 20 segundos, permitindo a ligação dos *primers* às sequências específicas do DNA- alvo. em seguida, foi feito aquecimento a 72 °C, por 5 minutos e, posteriormente, a 4 °C, durante 5 minutos. Na sequência, foi realizada a segunda PCR (nested PCR), utilizando *primers* internos e o produto da primeira reação, como molde. Essa segunda amplificação foi conduzida segundo as mesmas condições da primeira amplificação no termociclador, com o programa para vírus da CAE 2, usando as mesmas temperaturas da primeira, diferindo a etapa de anelamento, realizada a 52 °C. Os produtos amplificados foram, posteriormente, submetidos à eletroforese em gel de agarose a 2% para análise dos resultados. Por fim, o gel foi visualizado sob luz UV, permitindo a identificação das amostras positivas e negativas.

Tabela 2 - Primers usados no Nested PCR

Tipo de *primer*	Sequência
Externo-F	CAAGCAGCAGGAGGGAGAAGCTG
Externo-R	TCCTACCCCCATAATTTGATCCAC
Interno-F	GTTCCAGCAACTGCAAACAGTAGCAATG
Interno-R	ACCTTTCTGCTTCTTCATTTAATTTCCC

Fonte: Elaborada pela autora.

4.4.4. Controle interno

Foi realizada uma PCR separada, direcionada ao gene da β-actina, em todas as amostras de DNA para verificar a integridade do DNA e a ausência de inibidores da PCR, utilizando os seguintes primers:

Forward: 5'-TCACCCACACTGTGCCCATCTACGA-3'

Reverse: 5'-CAGCGGAACCGCTCATTGCCAATGG-3'

4.4.5. Controles

Em cada corrida de PCR foram incluídos controles de amplificação e de contaminação. O controle positivo foi constituído por DNA proveniente de uma cabra previamente confirmada como infectada pelo vírus da CAE, sendo utilizado para verificar o funcionamento da reação e a capacidade de amplificação do DNA proviral. O controle negativo foi constituído por água livre de nucleases, com o objetivo de monitorar possíveis contaminações dos reagentes. Adicionalmente, foi incluído um controle sem molde (NTC), contendo todos os componentes da reação, exceto o DNA molde, para a detecção de possíveis contaminações ocorridas durante o preparo e a montagem da reação.

4.4.6. Eletroforese em gel de agarose

Os produtos de Nested PCR (5–10 µL) foram separados em géis de agarose a 2% (p/v), corados com [brometo de etídio / SYBR Safe / GelRed] em tampão TAE 1×, a 80–100 V, durante 40–60 min. Foi utilizado um marcador de DNA de 100 pb como marcador de peso molecular. Os géis foram visualizados sob transiluminação UV e fotografados. Uma amostra foi considerada positiva se fosse observada uma banda nítida de 185 pb.

5. RESULTADOS

5.1. População do estudo e achados clínicos

Foi incluído um total de 22 cabras gestantes das raças Saanen e Alpina e as suas 38 crias. A idade média das matrizes situou-se entre os 5-6 anos, todas multíparas, com a seguinte distribuição de partos: 7 simples, 14 gemelares, 1 triplo. Todas as cabras apresentaram sinais clínicos sugestivos de CAE (artrite) durante o período do estudo. A soropositividade para o vírus da CAE foi identificada em 100% (n = 22/22) das cabras gestantes avaliadas.

Nas amostras de colostro analisadas, verificou-se a presença do material genético viral em **79%** das amostras, conforme detecção pela técnica de Nested PCR. Após a aplicação do tratamento térmico, observou-se detecção viral no colostro em 30 de lós 38 cabritos. Em relação às crias, na primeira colheita (antes da ingestão do colostro), foi detectado material genético viral em 79% dos animais, sugerindo presença de transmissão transplacentária. E, na colheita subsequente (aos 20 dias), observou-se redução da frequência de animais positivos, com valor de 77%.

Na Tabela 3, são apresentados os resultados do monitoramento da transmissão do vírus da CAE), contemplando a avaliação da possível ocorrência de transmissão intrauterina e da transmissão pós-natal associada à ingestão de colostro. Para cada matriz foram registrados o código de identificação (ID Fêmea), o *status* sanitário em relação ao vírus da CAE, o número de cabritos nascidos e a identificação individual de cada cria.

Os cabritos foram avaliados em dois momentos distintos: imediatamente após o nascimento, antes da ingestão do colostro (*Status* recém-nascido), e aos 20 dias de vida (*Status* Dia 20). Essa abordagem permitiu acompanhar a evolução do *status* de diagnóstico durante o período neonatal e comparar os resultados obtidos entre os diferentes momentos de colheita.

A interpretação apresentada na tabela foi baseada na associação entre o *status* sanitário das fêmeas e os resultados obtidos para cada cabrito, nas duas avaliações. Dessa forma, foi possível identificar animais com resultados compatíveis com infecção detectável ao nascimento, sugerindo possível transmissão intrauterina, bem como casos em que a detecção ocorreu apenas após o período de aleitamento, indicando uma possível participação

da transmissão pós-natal. Essas informações constituem a base para a análise da dinâmica de transmissão do vírus da CAE nas fases iniciais de vida e para a avaliação da contribuição relativa das diferentes vias de infecção estudadas.

Tabela 3 - Infecção por vírus da CAE em cabras e suas respectivas crias, ao nascer (*status* RN) e após a ingestão de calostro (*status* dia 20)

ID fêmeas	*Status* fêmea	Nº cabritos	ID cabrito	*Status* RN	*Status* dia 20	Interpretação
F01	+	1	C1.1	+	+	*In utero* - positivo
F02	+	1	C2.1	+	+	*In utero* - positivo
		1	C2.2	-	NT	NT
F03	+	1	C3.1	+	+	*In utero* - positivo
		1	C3.2	+	+	*In utero* - positivo
F04	+	2	C4.1	+	+	*In utero* - positivo
			C4.2	+	+	*In utero* - positivo
F05	+	1	C5.1	+	+	*In utero* - positivo
		1	C5.2	+	+	*In utero* - positivo
F06	+	1	C6.1	+	+	*In utero* - positivo
F07	+	1	C7.1	+	-	Questionavel
		1	C7.2	+	+	*In utero* - positivo
F08	+	1	C8.1	+	+	*In utero* - positivo
F09	+	1	C9.1	+	+	*In utero* - positivo
		1	C9.2	+	+	*In utero* - positivo
		1	C9.3	-	-	Negativo
F10	+	1	C10.1	+	+	*In utero* - positivo
		1	C10.2	-	-	Negativo

F11	Morreu	0	0			
F12	+	1	C12.1	+	+	*In utero* - positivo
F13	+	1	C13.1	+	+	*In utero* - positivo
		1	C13.2	+	NT	NT
F14	+	1	C14.1	+	+	*In utero* - positivo
		1	C14.2	+	+	*In utero* - positivo
F15	+	1	C15.1	+	+	*In utero* - positivo
F16	+	1	C16.1	+	+	*In utero*- - positivo
		1	C16.2	-	-	Negativo
F17	+	1	C17.1	-	–	Negativo
		1	C17.2	+	+	*In uteroIn utero*-positivo
F18	+	1	C18.1	–	–	Negativo
		1	C18.2	+	+	*In utero* - positivo
F19	Morreu					
F20	Morreu					
F21	+	1	C21.1	+	+	*In utero* - positivo
		1	C21.2	-	-	Negativo
F22	+	1	C22.1	+	+	*In utero*-- positivo
		1	C22.2	+	+	*In utero* - positivo
F23	+	1	C23.1	-	-	Negativo
F24	+	1	C24.1	+	+	*In utero* - positivo
		1	C24.2	+	+	*In utero* - positivo
F25	Morreu					NT
F26	+	1	C26.1	+	+	*In utero* - positivo

Legenda: ID: identificação; F: Fêmea; C: Cabrito; NT: Não tratado.

Fonte: Elaborada pela autora.

As matrizes utilizadas no monitoramento da transmissão do vírus da CAE foram 22 fêmeas, todas previamente classificadas como positivas para a infecção e expressão da sintomatologia clínica, correspondendo a uma prevalência de 100% no grupo experimental. A ausência de fêmeas soronegativas reflete o delineamento adotado no estudo, uma vez que o objetivo foi acompanhar a possível transmissão do vírus das matrizes infectadas para seus respectivos cabritos, durante as fases de nascimento e pós-natal. Ressalta-se que essa prevalência se refere exclusivamente às fêmeas selecionadas para compor o grupo experimental e não representa, necessariamente, a prevalência da infecção no rebanho de origem.

Tabela 4 - Caracterização das matrizes no monitoramento da transmissão do vírus da CAE

RESUMO	Número de cabras
Total de cabras	22
Cabras positivas	22
Cabras negativas	0
Prevalência (%)	100

Fonte: Elaborada pela autora.

5.2. Sumário da interpretação

Na Tabela 4, está resumida a classificação dos cabritos, segundo o perfil de detecção do vírus da CAE nas amostras colhidas ao nascimento, antes da ingestão do colostro, e aos 20 dias de vida. Dos 38 animais avaliados, 29 (76,3%) apresentaram resultados positivos em ambas as coletas, enquanto apenas um (2,6%) foi classificado como caso de transmissão intrauterina questionável por apresentar positividade apenas ao nascimento. Nenhum cabrito apresentou padrão compatível com transmissão colostral (RN−/20 dias+). Além disso, oito animais (21,1%) permaneceram negativos nos dois momentos avaliados, sendo classificados como não infectados durante o período experimental. Destaca-se que as amostras foram colhidas imediatamente após o nascimento, antes da ingestão do colostro. A classificação apresentada foi baseada na combinação dos resultados obtidos ao nascimento e aos 20 dias de vida, devendo ser interpretada em conjunto com o protocolo experimental adotado.

Tabela 5 - Distribuição dos cabritos conforme o perfil de detecção do vírus da CAE ao nascimento e aos 20 dias de vida

Categoria	Número de cabritos
In utero (RN +, 20 dias +)	29
In utero questionável (RN +, 20 dias –)	1
Colostral (RN –, 20 dias +)	0
Não infetado (RN –, 20 dias –)	8
Total	38

Fonte: Elaborada pela autora.

5.3. Prevalência de vírus da CAE em cabras reprodutoras

Das 22 cabras reprodutoras testadas por Nested PCR, todas as 22 (100%) o intervalo de confiança (IC) foi 95% foi de 85,1–100%foram positivas para DNA proviral de vírus da CAE (Tabela 5).

Tabela 6 - Resultados de Nested PCR para vírus da CAE em cabras adultas e cabritos

Grupo	N	Positivo n (%)	Negativo n (%)	95% IC
Fêmeas gestantes (Saanen e Alpina)	22	22 (100%)	0	85,1-100%
RN - (Pré-colostral)	38	38 (78,95%)	8 (21,05%)	63,4-89%
Cabritos - Dia 20 (Pós-colostral)	38	27 (77,14%)	22,86%	60,9-88%

Legenda: RN (Recém-nascido) IC (Intervalo de confiança). Fonte: Elaborada pela autora.

5.4. Detecção de vírus da CAE em cabritos — Pré-colostral (Recém- nascidos)

O sangue dos recém-nascidos colhido antes da ingestão do colostro revelou que 30 dos 38 cabritos (78,95%) IC 95%: 66,4%-89%) estavam positivos para o DNA proviral do vírus da CAE, fornecendo evidência direta da transmissão *in utero*.

5.5 Detecção de vírus da CAE em cabritos — Pós-colostral (dia 20)

Aos 20 dias de idade, 27 de 38 cabritos (77,14%); com um intervalo de confiança de IC 95%: [60,9-88%]) testaram positivas pelo PCR aninhado. Três cabras morreram e não houve conversão de cabras positivas para negativas, fornecendo evidência direta de que não ocorre transmissão colostral.

5.6. Matriz de transição: recém-nascido *versus* 20 dias de idade

Para analisar a dinâmica da infecção, foram classificados, cruzadamente, os resultados de PCR dos cabritos nos dois momentos: ao nascimento e aos 20 dias de idade (Tabela 6).

Tabela 7 - Classificação cruzada dos resultados de PCR aninhado em cabritos ao nascimento e aos 20 dias da idade

		Dia 20 (pós-colostral)	
		Positivo	Negativo
Recém-nascido	Positivo	29 (A)	1 (B)
Recém-nascido (Pré-colostral)	Negativo	0 (C)	8 (D)
	Total	29	9

Legenda: A = Cabritos positivos em ambos os momentos (infecção intrauterina que persiste). B = Cabritos positivos ao nascer, mas negativos no dia 20 — possível perda da infecção ou falso-positivo. C = Cabritos negativos ao nascer, mas positivos no dia 20 (transmissão colostral/pós-natal). D = Cabritos negativos em ambos os momentos (sem evidência de infecção). Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 8 - Interpretação da Tabela 7

Significado	Avaliação	Interpretação
Positivo ao nascimento e aos 20 dias	29	Sugere infecção verdadeira no útero que persistiu após o nascimento
Positivo ao Nascimento, mais negativo aos 20 dias	1	Possível: infecção transitória, falso-positivo ou contaminação da amostra
Negativo ao Nascimento, mais positivo aos 20 dias	0	Fortes evidências de transmissão colostral/pós-natal
Negativo em ambos os momentos	8	Sem evidência de infecção

Fonte: Elaborada pela autora.

5.7. Taxas de transmissão

Tabela 9 - Taxa de transmissão do vírus da CAE

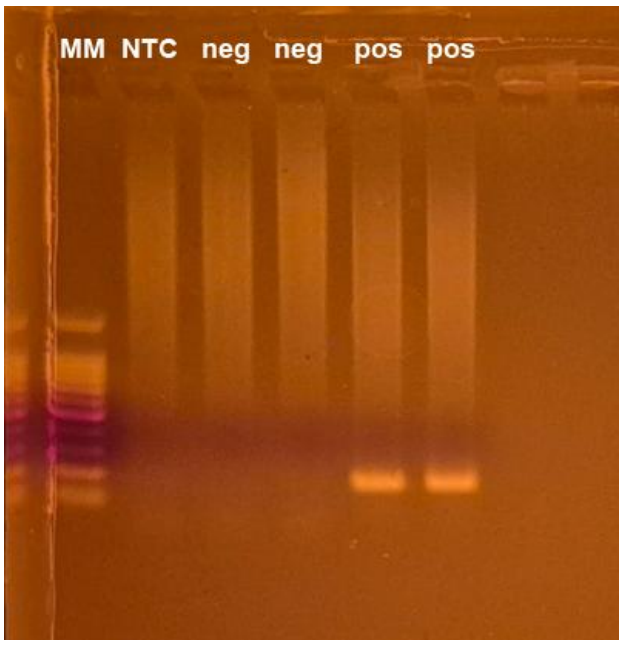
Via de transmissão	Definição	Taxa
Taxa de transmissão intrauterina	Recém-nascido positivo / total cabritos	30/38 = 78,94%
Transmissão pelo colostro. pós-natal	Recém-nascido negativo, aos 20 dias positivo / total cabritos	0 = 36 %
Transmissão vertical geral	Positivo em ambos os momentos	30/38= 78,94%

Legenda: RN: recém-nascido. Fonte: Elaborada pela autora.

5.8. Eletroforese em gel de agarose

A Figura 7 apresenta um gel de agarose representativo da Nested PCR, utilizada para detecção do DNA proviral do vírus da CAE em amostras de sangue de cabritos aos 20 dias de idade. O marcador molecular de 100 pb (MM) foi usado para estimar o tamanho do fragmento amplificado, enquanto o NTC (controle negativo) permaneceu sem amplificação, confirmando a ausência de contaminação durante a reação. As amostras classificadas como positivas apresentaram bandas específicas, correspondentes ao fragmento esperado de 185 pb , ao passo que as amostras negativas não exibiram produtos de amplificação. Esse padrão confirma a eficiência da amplificação e a consistência dos resultados obtidos pela Nested PCR nas amostras analisadas.

Figura 7 - Gel de agarose representativo da Nested PCR para detecção do DNA proviral do vírus da CAE usando marcador molecular e o controle negativo

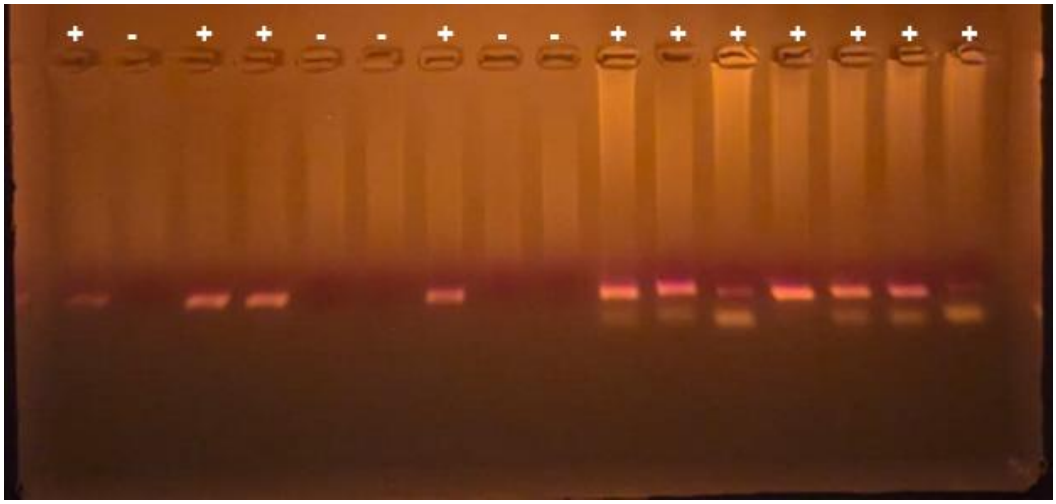


Legenda: MM: marcador molecular de peso; NTC: controle sem molde (No Template Control); neg: controle negativo; pos: controle positivo, constituído por DNA de animal previamente confirmado como infectado pelo vírus da CAE. Observa-se a presença de bandas de amplificação nos controles positivos e ausência de bandas nos controles negativo e sem molde, indicando o funcionamento adequado da reação e a ausência de contaminação detectável na corrida. Fonte: Arquivo pessoal

À esquerda, observa-se o marcador molecular de 100 pb (MM), utilizado como referência para o tamanho dos fragmentos amplificados. O controle negativo (NTC), não apresentou amplificação, confirmando a ausência de contaminação na reação. As amostras identificadas com (POS: positivas) apresentaram amplificação do fragmento esperado, enquanto as amostras identificadas com (NEG: negativas) não apresentaram bandas específicas.

A Figura 8 ilustra um resultado representativo da Nested PCR, realizada em amostras de sangue de cabritos aos 20 dias de idade. As bandas específicas, observadas nas amostras positivas (+), correspondem ao fragmento esperado para o DNA proviral do vírus da CAE, enquanto as amostras negativas (−) não apresentaram amplificação. A coexistência de resultados positivos e negativos, entre os animais avaliados, evidencia a variabilidade do *status* molecular dos cabritos durante o período de monitoramento e confirma a reprodutibilidade da técnica empregada.

Figura 8 - Gel de agarose representativo das amostras de cabritos aos 20 dias de idade, analisadas por Nested PCR para detecção do vírus da CAE



Legenda: observam-se bandas correspondentes às amostras positivas (+) e ausência de amplificação nas amostras negativas (−), evidenciando a variação dos resultados obtidos nessa fase do acompanhamento. Fonte: Arquivo pessoal.

6. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam que a infecção pelo vírus da CAE permanece presente no rebanho avaliado, corroborando achados descritos na literatura, que apontam elevada disseminação do agente em sistemas de produção caprina (GONÇALVES, 2024).

A detecção de material genético viral em amostras de colostro, antes do tratamento térmico, reforça o papel dessa via como principal mecanismo de transmissão vertical, conforme descrito por Blacklaws (2012). Por outro lado, a ausência de detecção, após o tratamento térmico do colostro, sugere que essa estratégia pode contribuir para a redução da transmissão do vírus da CAE. Esse achado está de acordo com estudos que recomendam a separação dos cabritos ao nascimento e o fornecimento de colostro tratado termicamente e leite pasteurizado como medidas fundamentais (Rowe & East, 1997a; Valéria *et al*., 2007).

A presença de positividade nas crias, antes da ingestão do colostro, indica que a transmissão transplacentária ocorre com grande frequência, diferentemente dos achados de RODRIGUES *et al*. (2018), que descreveram essa via como menos frequente. Além disso, a variação na frequência de animais positivos ao longo do período de cria e recria, pode estar associada à exposição contínua ao vírus no ambiente, bem como a possíveis falhas nas medidas de biossegurança adotadas. Por outro lado, a ausência de detecção do DNA proviral, após o fornecimento de colostro submetido ao tratamento térmico sugere que essa estratégia pode contribuir para a redução da transmissão pós-natal do vírus da CAE.

Esses achados são compatíveis com a literatura, que recomenda o manejo adequado do colostro, incluindo o tratamento térmico ou o fornecimento de colostro proveniente de matrizes livres da infecção, como uma das principais medidas para reduzir a disseminação dos lentivírus de pequenos ruminantes (Kalogianni *et al*., 2021; Minguijón *et al*., 2015).

6.1. Prevalência no rebanho das fêmeas

A prevalência do vírus da CAE, no presente estudo, foi de 100%, ou seja, superior a relatos anteriores em cabras leiteiras do Brasil e de todo o mundo. No Brasil, as taxas de soroprevalência variam de 3,9% a 24%, em nível individual, e de 42,6% a 68%, em nível de rebanho (IBGE, 2016–2023). Dependendo, também, da região e do sistema de manejo Ahmad *et al*., 2012; Hasegawa *et al*., 2017) (Pinheiro *et al*., 2010). O Nordeste brasileiro,

que concentra grande parte do rebanho nacional, apresenta dados contrastantes, onforme a microrregião e o manejo.

Estudos realizados, utilizando a técnica de IDGA, evidenciaram uma alta prevalência na microrregião de Fortaleza, Ceará, revelando uma soroprevalência de 40,7% em rebanhos leiteiros (Martínez-Navalón *et al*., 2013; Moura Sobrinho *et al*., 2010) Por outro lado, há áreas de baixa prevalência e sucesso no controle, nas quais os rebanhos submetidos a programas de controle rigorosos apresentam índices significativamente menores. No rebanho da Embrapa Caprinos e Ovinos, em Sobral, Ceará, a prevalência inicial de 14,3% foi reduzida para níveis de 1 a 2% após a implementação do Programa de Controle da CAE) (Ahmad *et al*., 2012; Hasegawa *et al*., 2017).

O uso da Nested PCR, que detecta o DNA proviral em vez de anticorpos, pode aumentar a prevalência aparente em comparação com os métodos sorológicos, pois a PCR é capaz de identificar animais no período de janela sorológica e aqueles com títulos de anticorpos intermitentes (Brajon *et al*., 2012; Gonzales *et al*., 2013).

6.2. Evidências de transmissão intrauterina

A detecção de DNA proviral do vírus da CAE em 78,9% das amostras de recém-nascidos, coletadas antes da ingestão de colostro, constitui uma evidência molecular compatível com a ocorrência de transmissão intrauterina. Esse achado está de acordo com o observado por [autores], que detectaram DNA proviral por PCR em 6 de 12 cabritos (50%), provenientes de cinco cabras naturalmente infectadas. Entretanto, apesar da detecção do DNA proviral em 50% dos cabritos em algum momento do período de acompanhamento, nenhum dos animais apresentou anticorpos detectáveis pelos testes de imunodifusão em gel de ágar (IDGA) ou ELISA durante os 12 meses de avaliação. Esses resultados demonstram que a detecção molecular da infecção pode ocorrer na ausência de resposta sorológica detectável, evidenciando a importância da utilização de métodos moleculares, especialmente em fases iniciais da infecção. (HASEGAWA *et alet al*., 2017)

As fontes explicam que a soroconversão tardia é comum no vírus da CAE, podendo levar mais de um ano para que os anticorpos sejam detectáveis.(Moennig & Liess, 1995;Isso reforça a necessidade de associar técnicas (PCR e sorologia) para um diagnóstico eficaz, já que depender apenas de testes sorológicos, em animais jovens, pode gerar muitos falso-

negativos (Rimstad *et alet al*., 1993) e com estudos que detectaram o vírus da CAE em tecidos fetais e no trato reprodutivo, reforçando a importância da transmissão vertical e venérea(Turchetti *et alet al*., 2013;, Hasegawa *et alet al*., 2017)

Uma vez que a transmissão do vírus da CAE pode ocorrer por meio da ingestão de colostro e leite de fêmeas infectadas, os resultados obtidos neste estudo indicam que a transmissão vertical intrauterina também pode contribuir para a manutenção da infecção nos rebanhos. Esses achados estão de acordo com estudos que sugerem que essa via de transmissão deve ser considerada na elaboração de estratégias de controle da enfermidade (Konishi *et al*., 2011).

A detecção de DNA proviral em cabritos, imediatamente após o nascimento (hora zero), antes de qualquer contato físico com a mãe ou ingestão de secreções lácteas, confirma que a infecção ocorre efetivamente no ambiente uterino (Araújo *et al*., 2020). Uma possível explicação para os resultados observados neste estudo é o mecanismo de transmissão transplacentária, conhecido como "Cavalo de Troia". Nesse processo, o vírus da CAE permanece associado aos monócitos infectados, que transportam o DNA proviral de forma latente e podem atravessar a barreira placentária. Após migrarem para os tecidos fetais e se diferenciarem em macrófagos, essas células podem favorecer a replicação viral e a infecção do feto (Araújo *et al*., 2020).

Essa hipótese também é sustentada por estudos que demonstraram a presença do vírus em tecidos relacionados à interface materno-fetal. A detecção do vírus da CAE em células do epitélio uterino e em células da geleia de Wharton do cordão umbilical indica que esses tecidos podem participar da transmissão vertical, embora os mecanismos envolvidos ainda não estejam completamente esclarecidos (Ahmad *et al*., 2012; Hasegawa *et al*., 2017) (Rodrigues *et al*., 2018, EMBRAPA, 2023). Além da transmissão pela placenta, outras vias também devem ser consideradas. Durante o parto, o contato do neonato com sangue, secreções uterinas e outros fluidos maternos pode favorecer a exposição ao vírus. Dessa forma, a infecção observada em cabritos recém-nascidos pode resultar da participação de diferentes vias de transmissão, e não exclusivamente da passagem transplacentária (Costa de Souza *et al*., 2015).

Durante muitos anos, a transmissão intrauterina foi considerada pouco frequente. No entanto, o uso de técnicas moleculares, como a Nested PCR e a qPCR, tem permitido

identificar o DNA proviral em fetos e cabritos antes da ingestão do colostro, tem sugerido que essa via pode ocorrer com maior frequência do que se acreditava anteriormente. Esses resultados, associados aos achados do presente estudo, indicam que a transmissão vertical deve ser considerada na elaboração de estratégias de controle da CAE (Blacklaws *et al*., 2004; Carrillo Gaeta *et al*., 2016).

6.3 Evidências de transmissão pelo colostro/pós-colostral

A transmissão do vírus da CAE por meio do colostro e do leite é reconhecida como uma das principais vias de infecção dos cabritos (Peterhans *et al*., 2004; Blacklaws, 2012). Entretanto, nas condições deste estudo, não foi observada transmissão viral entre os animais que receberam colostro submetido ao tratamento térmico, resultando em taxa de transmissão de 0% durante o período de acompanhamento.

Esses resultados indicam que o tratamento térmico do colostro pode contribuir para a interrupção da transmissão do vírus da CAE por essa via, quando realizado de forma adequada e associado às demais medidas de controle da enfermidade.

A constatação de que nenhum cabrito apresentou resultado negativo ao nascer, mas tornaram-se positivos aos 20 dias, evidencia que não existe transmissão pelo colostro/pós-colostral. Isso está de acordo com o paradigma bem estabelecido de que a ingestão de colostro e leite infectados pelo vírus da CAE é uma das principais vias de transmissão).

O intervalo de 20 dias entre o nascimento e a segunda coleta foi adequado para avaliar a transmissão pelo colostro. (Brajon *et al*., (2012) detectaram DNA proviral do vírus da CAE em ovelhas infectadas experimentalmente já aos 15 dias após a infecção, sugerindo que a janela de 20 dias foi suficiente para capturar a maioria dos eventos de transmissão pelo colostro. No entanto, não foi observado nenhum animal que se tornou positivo aos 20 dias, mostrando que o tratamento térmico do leite é eficiente.

6.4 Implicações para os programas de controle do vírus da CAE

As recomendações atuais, que se concentram exclusivamente na pasteurização do colostro, na criação artificial dos cabritos e na segregação dos cabritos dos adultos, podem ser insuficientes se os cabritos já estiverem infectados ao nascer. Nossos resultados sugerem que o teste e o abate de fêmeas positivas, ou, no mínimo, o teste de cabritos recém-nascidos,

antes de permitir que sejam amamentados por suas mães, devem ser considerados em programas abrangentes de controle do vírus da CAE.

No presente estudo, foi demonstra que o momento da colheita da amostra é um fator importante para a avaliação da transmissão vertical do vírus da CAE. A obtenção de uma pequena amostra de sangue, antes da ingestão do colostro, permite avaliar a condição do cabrito sem a influência de anticorpos maternos ou de células infectadas presentes no colostro. Dessa forma, os resultados obtidos refletem, com maior precisão, a condição do animal ao nascimento e auxiliam na identificação de uma possível infecção ocorrida durante a gestação.

Com base nesses achados, observa-se que não é necessário impedir a amamentação do cabrito ou prolongar o período sem ingestão de colostro. A coleta pode ser realizada imediatamente após o nascimento, utilizando apenas uma pequena quantidade de sangue, sem comprometer o fornecimento do colostro nas primeiras horas de vida. Outra possibilidade é a utilização do sangue do cordão umbilical, uma vez que essa amostra representa a condição do neonato antes da ingestão do colostro e pode contribuir para a investigação da transmissão intrauterina.

Após o primer fornecimento do colostro, a interpretação dos resultados torna-se mais limitada, pois o colostro transfere imunoglobulinas maternas e pode conter células mononucleares portadoras do DNA proviral do vírus da CAE. Nessas condições, um resultado positivo, obtido por testes sorológicos ou moleculares, pode estar relacionado à exposição ao colostro, dificultando a diferenciação entre uma infecção adquirida durante a gestação e aquela ocorrida após o nascimento. Assim, a colheita de sangue antes da ingestão do colostro representa uma etapa importante em estudos que investigam a transmissão vertical e pode fornecer informações mais consistentes sobre a origem da infecção.

6.5 Limitações

Destacam-se o número reduzido de animais avaliados e a restrição geográfica da amostragem, fatores que podem influenciar a generalização dos resultados. No entanto, os dados obtidos fornecem informações relevantes para o entendimento da dinâmica de transmissão da CAE. Dessa forma, os achados neste estudo reforçam a importância do monitoramento contínuo e da adoção de medidas de controle, como o tratamento térmico do

colostro, diagnóstico precoce e manejo sanitário adequado, visando à redução da disseminação do vírus nos rebanhos caprinos.

É preciso reconhecer várias limitações do projeto. Em primeiro lugar, o tamanho moderado da amostra, composta por 22 fêmeas e 38 cabritos, que restringe a aplicação mais ampla dos resultados; a realização de estudos futuros que incluam um número maior de animais, raças diferentes e diversas regiões geográficas reforçaria significativamente a generalização dessas descobertas. Além disso, o estado de infecção das mães foi avaliado em um único momento, o que significa que infecções latentes, com baixa carga proviral, podem ter passado despercebidas sendo que todas a fêmeas deram positivas. Adicionalmente, o período de acompanhamento dos filhotes limitou-se a 20 dias. Esse intervalo de tempo pode não ser suficiente para capturar todos os casos de transmissão pelo colostro, e um período de monitoramento mais longo (por exemplo, de 6 a 12 meses) poderia potencialmente revelar detecções virais tardias ou soroconversões adicionais. Por fim, a ausência de testes sorológicos paralelos, como ELISA ou AGID, limita a capacidade de comparar, de forma abrangente, os métodos de detecção molecular e sorológica.

Para ampliar o conhecimento sobre a dinâmica de transmissão do vírus, são necessárias novas investigações. Inicialmente, recomenda-se o sequenciamento dos amplicons do gene gag do vírus da CAE, obtidos das mães e de suas respectivas crias, com o objetivo de comparar as sequências virais e fornecer evidências sobre a origem da infecção, além de auxiliar na exclusão de possíveis fontes de contaminação ambiental.

Adicionalmente, a utilização da reação em cadeia da polimerase quantitativa (qPCR) poderá contribuir para a quantificação e comparação da carga proviral em amostras de sangue do cordão umbilical e de sangue colhido após a ingestão do colostro, permitindo uma avaliação mais detalhada da dinâmica da infecção no período neonatal.

Por fim, estudos direcionados à investigação dos fatores associados à transmissão intrauterina, incluindo a carga proviral materna, a ordem de parto, o estágio da gestação no momento da infecção e outros fatores relacionados ao hospedeiro e ao manejo, poderão contribuir para o aprimoramento do conhecimento sobre a epidemiologia da CAE e subsidiar o desenvolvimento de estratégias de prevenção e controle da enfermidade.

7. CONCLUSÕES

Em conclusão, nosso estudo demonstrou que o DNA proviral do vírus da CAE estava presente em 100% das cabras Saanen e Alpina prenhas avaliadas. Notavelmente, 79% das amostras de recém-nascidos, coletadas antes da ingestão do colostro, apresentaram resultado positivo na Nested PCR, fornecendo evidência direta de transmissão intrauterina. Além disso, nenhum cabrito adquiriram a infecção no pós-parto, presumivelmente por meio da ingestão de colostro ou leite infectado. Consequentemente, a taxa geral de transmissão vertical, abrangendo tanto a via intrauterina quanto a colostral, atingiu o total de 79%. Especificamente, a taxa de transmissão de mães positivas para suas crias foi de 79%, destacando o alto risco de transmissão vertical dentro desse rebanho. Esses achados trazem implicações práticas significativas para o manejo da doença.

7.1. Recomendações principais para programas de controle

Os programas de controle da CAE baseiam-se na associação de medidas de manejo, diagnóstico e biosseguridade. Entre as principais recomendações estão a separação dos cabritos ao nascimento, o fornecimento de colostro tratado termicamente e o aleitamento artificial, com o objetivo de reduzir a transmissão vertical. Além disso, o monitoramento periódico do rebanho, por meio de testes sorológicos e moleculares, permite identificar animais infectados e direcionar sua segregação ou descarte. Medidas de higiene durante a ordenha, desinfecção de materiais, controle da introdução de novos animais por meio de quarentena e realização de exames diagnósticos também contribuem para diminuir a disseminação do vírus entre os rebanhos. Embora a erradicação da enfermidade ainda represente um desafio, a adoção conjunta dessas estratégias pode reduzir a transmissão do vírus da CAE e favorecer a manutenção da saúde dos rebanhos.

8. CONCLUSÃO GERAL

A partir da análise da revisão de literatura, realizada no Capítulo 1, foi evidenciado que a CAE continua representando um desafio para a caprinocultura brasileira devido ao caráter persistente da infecção, à diversidade genética dos lentivírus de pequenos ruminantes e à ausência de um programa nacional de controle. Embora métodos sorológicos, como a

IDGA e o ELISA, permaneçam amplamente utilizados, estudos recentes demonstram que a associação com técnicas moleculares, como a Nested PCR e a qPCR, pode aumentar a capacidade de detecção da infecção, principalmente em animais nas fases iniciais ou com baixa resposta sorológica.

A literatura também destaca que medidas de manejo, como o controle da ingestão de colostro, a identificação de animais infectados, o monitoramento contínuo dos rebanhos e a adoção de práticas de biosseguridade, constituem estratégias importantes para reduzir a disseminação do vírus da CAE. Dessa forma, o controle da enfermidade depende da integração entre diagnóstico, manejo sanitário e vigilância epidemiológica, considerando as condições de produção da caprinocultura brasileira.

Porém, no Capítulo 2, os resultados deste estudo demonstraram a presença do DNA proviral do vírus da CAE em 100% das cabras prenhes avaliadas e evidenciaram a ocorrência de transmissão vertical durante a gestação. A detecção do DNA proviral em 79% dos cabritos, antes da ingestão do colostro, indica que a infecção pode ocorrer no período intrauterino, reforçando a importância dessa via de transmissão na epidemiologia da enfermidade. Por outro lado, não foi observada transmissão após a ingestão do colostro submetido ao tratamento térmico, durante o período de acompanhamento, resultando em taxa de transmissão pós-natal de 0% nas condições deste estudo.

Esses achados sugerem que o tratamento térmico do colostro, associado à coleta de amostras antes da primeira mamada e ao monitoramento por técnicas moleculares, pode contribuir para reduzir a transmissão do vírus da CAE e fornecer informações mais precisas sobre a dinâmica da infecção nas fases de gestação, cria e recria. Além disso, os resultados reforçam a necessidade de considerar a transmissão intrauterina na elaboração de programas de controle da enfermidade. O aperfeiçoamento dos métodos diagnósticos, associado à caracterização molecular das cepas circulantes e à implementação de programas de monitoramento contínuo, poderá contribuir para o diagnóstico precoce, reduzir a transmissão do vírus da CAE e subsidiar futuras estratégias de controle da enfermidade nos rebanhos caprinos brasileiros.

9. REFERÊNCIAS

ADAMS, D. S. et al. Transmission and control of caprine arthritis-encephalitis virus. *American Journal of Veterinary Research*, v. 44, n. 9, p. 1670–1675, 1983. DOI: 10.2460/ajvr.1983.44.09.1670.

ALI AL AHMAD, M. Z. et al. Goat uterine epithelial cells are susceptible to infection with Caprine Arthritis-Encephalitis Virus (CAEV) in vivo. *Veterinary Research*, v. 43, n. 1, p. 5, 2012. DOI: 10.1186/1297-9716-43-5.

ARAÚJO, J. F. et al. Vertical transmissibility of small ruminant lentivirus. *PLoS ONE*, v. 15, n. 11, e0239916, 2020. DOI: 10.1371/journal.pone.0239916.

BLACKLAWS, B. A. et al. Transmission of small ruminant lentiviruses. *Veterinary Microbiology*, v. 101, n. 3, p. 199–208, 2004. DOI: 10.1016/j.vetmic.2004.04.006.

BLACKLAWS, B. A. Small ruminant lentiviruses: immunopathogenesis of visna-maedi and caprine arthritis and encephalitis virus. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, v. 35, n. 3, p. 259–269, 2012. DOI: 10.1016/j.cimid.2011.12.003.

BRINKHOF, J. M. A. et al. Development and field testing of a real-time PCR assay for Caprine Arthritis-Encephalitis Virus (CAEV). *The Open Virology Journal*, v. 6, p. 1–7, 2012.

CARNEIRO, F. F. D. et al. Perdas econômicas decorrentes da artrite-encefalite caprina na produção de gordura e sólidos totais de leite. *Revista Científica de Produção Animal*, v. 13, n. 1, 2011.

CARRILLO GAETA, N. et al. Studying the elimination pattern of Caprine Arthritis Encephalitis Virus in the milk of infected females. *Small Ruminant Research*, v. 44, p. 1403, 2016.

COSTA DE SOUZA, K. et al. Detecção de sequências do DNA proviral do vírus da Artrite Encefalite Caprina em saliva. *[Periódico não identificado]*, v. 43, p. 1266, 2015.

DE ANDRÉS, D. et al. Diagnostic tests for small ruminant lentiviruses. *Veterinary Microbiology*, v. 107, n. 1–2, p. 49–62, 2005. DOI: 10.1016/j.vetmic.2005.01.012.

HASEGAWA, M. Y. et al. An experimental study on the vertical transmission of caprine arthritis-encephalitis virus from naturally infected females to their offspring. *Small Ruminant Research*, v. 149, p. 23–27, 2017. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2017.01.010.

KALOGIANNI, A. I. et al. Serological, molecular and culture-based diagnosis of lentiviral infections in small ruminants. *Viruses*, v. 13, n. 9, p. 1711, 2021. DOI: 10.3390/v13091711.

KONISHI, M. et al. Combined eradication strategy for CAE in a dairy goat farm in Japan. *Small Ruminant Research*, v. 99, n. 1, p. 65–71, 2011. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2011.03.051.

MARINHO, R. C. et al. Duplex nested-PCR for detection of small ruminant lentiviruses. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 49, p. 83–92, 2018.

MARTÍNEZ-NAVALÓN, B. et al. Quantitative estimation of the impact of caprine arthritis encephalitis virus infection on milk production by dairy goats. *The Veterinary Journal*, v. 197, n. 2, p. 311–317, 2013.

MINGUIJÓN, E. et al. Small ruminant lentivirus infections and diseases. *Veterinary Microbiology*, v. 181, n. 1–2, p. 75–89, 2015. DOI: 10.1016/j.vetmic.2015.08.007.

MOURA SOBRINHO, P. A. et al. Prevalência e fatores associados à infecção por lentivírus de pequenos ruminantes em caprinos no estado do Tocantins. *Ciência Animal Brasileira*, v. 11, n. 1, 2010.

NARAYAN, O.; CLEMENTS, J. E. Biology and pathogenesis of lentiviruses. *Journal of General Virology*, v. 70, n. 7, p. 1617–1639, 1989. DOI: 10.1099/0022-1317-70-7-1617.

PINHEIRO, R. R. et al. Avaliação de antígenos para o diagnóstico de lentivírus em rebanho caprino sob programa de controle. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 77, n. 1, p. 133–137, 2010.

RIMSTAD, E. et al. Delayed seroconversion following naturally acquired caprine arthritis-encephalitis virus infection in goats. *[Periódico não identificado]*, 1993.

RODRIGUES, A. S. et al. Avaliação de um controle estratégico da artrite encefalite caprina em rebanho caprino leiteiro. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 70, n. 1, p. 139–146, 2018.

ROWE, J. D.; EAST, N. E. Risk factors for transmission and methods for control of caprine arthritis-encephalitis virus infection. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 13, n. 1, p. 35–53, 1997. DOI: 10.1016/S0749-0720(15)30363-7.

SANJOSÉ, L. et al. Diagnosing infection with small ruminant lentiviruses of genotypes A and B by combining synthetic peptides in ELISA. *The Veterinary Journal*, v. 204, n. 1, p. 88–93, 2015. DOI: 10.1016/j.tvjl.2015.02.003

10. ANEXO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS DE PRODUÇÃO
CEUAP/UFV

Campus Universitário – Viçosa, MG – 36570-900 – Telefone: (31) 3899.3275 – e-mail: ceuap@ufv.br – site: www.ceuap.ufv.br

Viçosa, 28 de março de 2025

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado "**Monitoramento da incidência de artrite encefalite caprina (CAE) nas fases de gestação, e cria e recria**", protocolo **nº 033/2025**, sob a responsabilidade de **Cristina Mattos Veloso** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo chordata, subfilo vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi apreciado pela Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção da Universidade Federal de Viçosa (CEUAP-UFV) em reunião de **24 de março de 2025.**

Data de Aprovação: **28 de março de 2025** Finalidade: **(x)Pesquisa ( )Ensino** Vigência do Projeto: de **Abril de 2025** a **Novembro de 2025** Espécie/linhagem: **Cabra *(Capra hircus)*** Nº de animais: **68**
Peso: **3Kg - 50Kg** Idade: **Recém-nascidos - 4 anos** Sexo: **Macho/Fêmea** Origem: **SetorUEPE Caprinocultura e Ovinocultura DZO / UFV - CNPJ/CPF: 25.944.455/0001-96**

CERTIFICATE

We certify that the project entitled "**Monitoring the incidence of caprine arthritis encephalitis (CAE) in pregnancy, breeding and rearing phases**", protocol **nº 033/2025**, under the responsibility of **Cristina Mattos Veloso** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum chordata, subphylum vertebrata (except man), for scientific research purposes (or education) - is in accordance with the law nº. 11.794, of October 8, 2008, Decree nº. 6899 of July 15, 2009, and the rules issued by the Brazilian National Council for Animal Experimentation Control (CONCEA), and was approved by the Ethics Commission on the use of farm animals of Universidade Federal de Viçosa (CEUAP-UFV) in its meeting on **March 24th, 2025**.

Approval Date: **March 24th, 2025** Finality: **(x)Research ( )Education**
Duration of the Project: from **April, 2025** to **November 2025**. Species / strain: **Goat *(Capra hircus)***
Nº of animals: **68** Weight: **3Kg - 50Kg** Age: **Newborns - 4 years** Sex: **Male/Female**
Source: **SetorUEPE Caprinocultura e Ovinocultura DZO / UFV - CNPJ/CPF: 25.944.455/0001-96**

Cristina M. Veloso

Cristina Mattos Veloso
Coordenadora da CEUAP/UFV