



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

VICTOR MANOEL FROTA DE SOUSA

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E PERFIL DE PROTOZOÁRIOS DO LÍQUIDO
RUMINAL EM OVINOS SANTA INÊS E CAPRINOS BOER SUBMETIDOS A
DIFERENTES NÍVEIS DE RESTRIÇÃO ALIMENTAR

FORTALEZA

2026

VICTOR MANOEL FROTA DE SOUSA

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E PERFIL DE PROTOZOÁRIOS DO LÍQUIDO
RUMINAL EM OVINOS SANTA INÊS E CAPRINOS BOER SUBMETIDOS A
DIFERENTES NÍVEIS DE RESTRIÇÃO ALIMENTAR

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Zootecnia do Centro de
Ciências Agrárias da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de Bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Carla Renata
Figueiredo Gadelha.

FORTALEZA

2026

VICTOR MANOEL FROTA DE SOUSA

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E PERFIL DE PROTOZOÁRIOS DO LÍQUIDO
RUMINAL EM OVINOS SANTA INÊS E CAPRINOS BOER SUBMETIDOS A
DIFERENTES NÍVEIS DE RESTRIÇÃO ALIMENTAR

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Zootecnia do Centro de
Ciências Agrárias da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em: 07/07/2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Carla Renata Figueiredo Gadelha (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^ª. Dr^ª. Francislene Silveira Sucupira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

M.Sc. Bruno Ramires Macedo Costa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me dar força e coragem para trilhar esse caminho árduo.

À minha família por todo o apoio e força prestada durante os anos de graduação.

À minha mãe, que foi e é minha base e minha fonte de força, agradeço por toda a ajuda e incentivo, e por me dar a certeza de que sempre terei um lugar para voltar quando o peso do mundo cair sobre minhas costas.

Às minhas orientadoras, Carla Renata e Ana Cláudia, por todas as oportunidades e ensinamentos que me foram passados durante a graduação e que levarei para a vida.

Ao Laboratório de Estudos em Reprodução Animal, que foi casa e o lugar onde me desenvolvi como pessoa e profissional, e onde conheci pessoas incríveis que desejo levar para a vida além da faculdade.

Ao Bruno Ramires, que foi apoio, abrigo e discernimento para mim durante a graduação. Agradeço por ter sido além de um amigo, um orientador, que não me deixou fraquejar nos momentos difíceis e que aplaudiu todas as minhas vitórias.

Aos meus amigos, que foram força e alegria nos dias vividos na faculdade, estando presentes nos dias bons e maus dessa caminhada. Sou grato por cada um que caminhou ao meu lado durante esses anos.

Ao meu namorado Luís Filipe, que foi companheiro, amigo e conselheiro. Sou grato por trilhar comigo esse caminho e por ser abrigo nos momentos em que mais precisei.

Por fim, agradeço à Universidade Federal do Ceará, por tornar tudo isso possível e por me dar os recursos necessários para me fazer chegar até aqui.

RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes níveis de restrição alimentar sobre os parâmetros físico-químicos do líquido ruminal e o perfil quantitativo, morfológico e de motilidade dos protozoários ciliados de ovinos Santa Inês e caprinos Boer. Foram utilizados 23 machos não castrados, sendo 12 ovinos e 11 caprinos, com peso corporal médio inicial de $24,0 \pm 3,5$ kg, distribuídos entre alimentação *ad libitum* e restrições de 30% e 60% da oferta de matéria seca. Durante o período experimental de 180 dias, todos os animais receberam a mesma ração total misturada, composta por 61,46% de feno de Tifton-85 e 38,54% de concentrado, diferindo apenas quanto à quantidade ofertada. Ao final do experimento, os animais foram abatidos e amostras de líquido ruminal foram coletadas para determinação do pH e da temperatura, avaliação da motilidade dos protozoários em escala de 0 a 5, quantificação em câmara de McMaster e identificação morfológica por microscopia óptica. As análises estatísticas foram realizadas separadamente para cada espécie. Modelos lineares foram utilizados para avaliar os efeitos da restrição alimentar sobre o pH, a temperatura, a concentração e a motilidade dos protozoários; o teste de Kruskal–Wallis foi aplicado à ocorrência dos gêneros e à contagem total; e correlações de Pearson foram estimadas entre as variáveis, adotando-se nível de significância de 5%. A restrição alimentar não influenciou o pH, a temperatura, a concentração ou a motilidade dos protozoários em nenhuma das espécies ($p > 0,05$), nem a ocorrência dos gêneros identificados ($p > 0,05$). Dos 2.294 ciliados avaliados, 205 (8,94%) foram identificados em nível de gênero, distribuídos em 12 gêneros. *Entodinium* foi predominante em ambas as espécies, correspondendo a 67,8% dos protozoários identificados. A concentração de protozoários apresentou correlação positiva com a motilidade em ovinos ($r = 0,63$; $p = 0,028$) e caprinos ($r = 0,75$; $p = 0,008$). Em caprinos, o pH ruminal apresentou correlação negativa com a concentração de protozoários ($r = -0,71$; $p = 0,015$). Nas condições avaliadas, a redução quantitativa da oferta de matéria seca, sem alteração da composição da dieta, não promoveu mudanças detectáveis nos parâmetros físico-químicos analisados nem no perfil quantitativo, morfológico e de motilidade dos protozoários ciliados ruminais.

Palavras-chave: Ciliophora; *Entodinium*; fauna ruminal; pequenos ruminantes; restrição alimentar.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of different levels of feed restriction on the physicochemical parameters of rumen fluid and on the quantitative and morphological profiles and motility of ciliate protozoa in Santa Inês sheep and Boer goats. Twenty-three intact males, comprising 12 sheep and 11 goats, with an initial mean body weight of 24.0 ± 3.5 kg, were assigned to *ad libitum* feeding or to 30% and 60% restrictions in dry matter allowance. During the 180-day experimental period, all animals received the same total mixed ration, consisting of 61.46% Tifton-85 hay and 38.54% concentrate, differing only in the amount offered. At the end of the experiment, the animals were slaughtered, and rumen fluid samples were collected to determine pH and temperature, assess protozoal motility on a scale from 0 to 5, quantify protozoa using a McMaster counting chamber, and perform morphological identification by light microscopy. Statistical analyses were conducted separately for each species. Linear models were used to evaluate the effects of feed restriction on rumen pH, temperature, protozoal concentration, and motility; the Kruskal – Wallis test was applied to the occurrence of genera and total ciliate counts; and Pearson' s correlations were estimated among the variables, with significance set at 5%. Feed restriction did not affect rumen pH, temperature, protozoal concentration, or motility in either species ($p > 0.05$), nor did it affect the occurrence of the identified genera ($p > 0.05$). Of the 2,294 ciliates evaluated, 205 (8.94%) were identified at the genus level and distributed among 12 genera. *Entodinium* was predominant in both species, accounting for 67.8% of the identified protozoa. Protozoal concentration was positively correlated with motility in sheep ($r = 0.63$; $p = 0.028$) and goats ($r = 0.75$; $p = 0.008$). In goats, rumen pH was negatively correlated with protozoal concentration ($r = -0.71$; $p = 0.015$). Under the conditions evaluated, the quantitative reduction in dry matter allowance, without changes in diet composition, did not produce detectable changes in the physicochemical parameters or in the quantitative and morphological profiles and motility of rumen ciliate protozoa.

Keywords: Ciliophora; *Entodinium*; feed restriction; rumen fauna; small ruminants.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Fotomicrografias dos principais gêneros de protozoários ciliados 24
identificados no líquido ruminal de ovinos Santa Inês e caprinos Boer,
observados em microscópio óptico em aumento de 1000×. A: *Entodinium*;
B: *Isotricha*; C: *Diploplastron*. *Entodinium* foi o gênero predominante entre
os protozoários identificados.....

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Proporção dos ingredientes e composição bromatológica da ração total misturada utilizada na alimentação de ovinos e caprinos.....	18
Tabela 2	– Parâmetros físico-químicos ruminais e métricas de protozoários em ovinos da raça Santa Inês e caprinos da raça Boer submetidos à restrição alimentar (0%, 30% e 60%).....	22
Tabela 3	– Valores de p para os gêneros de protozoários ruminais em ovinos da raça Santa Inês e caprinos da raça Boer submetidos à restrição alimentar (0%, 30% e 60%).....	22
Tabela 4	– Distribuição de protozoários ciliados identificados em nível de gênero no rúmen de ovinos (n = 12) e caprinos (n = 11), com porcentagem calculada em relação ao total de protozoários analisados.....	23
Tabela 5	– Matriz de correlação de Pearson entre variáveis ruminais em ovinos da raça Santa Inês e caprinos da raça Boer.....	25

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	17
2.1	Local e aprovação ética.....	17
2.2	Animais, instalações e delineamento experimental.....	17
2.3	Dieta experimental e manejo alimentar.....	17
2.4	Procedimentos de abate.....	19
2.5	Avaliação da motilidade, contagem e identificação dos protozoários ciliados.....	19
2.6	Análise estatística	21
3	RESULTADOS.....	22
4	DISCUSSÃO.....	26
5	CONCLUSÃO	30
	REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

A produção de pequenos ruminantes em regiões tropicais e semiáridas frequentemente ocorre sob limitações quantitativas e qualitativas da alimentação, que podem comprometer o consumo, o desempenho e a utilização dos nutrientes (TEIXEIRA et al., 2006; BARBOSA et al., 2018; LIMA et al., 2022). Durante períodos de escassez forrageira, a redução no consumo de matéria seca limita o aporte de nutrientes ao animal e altera a disponibilidade de substratos fermentáveis no rúmen, compartimento central para a fermentação microbiana dos alimentos e para a síntese de compostos que fornecem energia metabolizável e proteína microbiana ao hospedeiro (HENDERSON et al., 2015; HU et al., 2018). Nesse contexto, a restrição alimentar pode repercutir não apenas sobre o desempenho produtivo, mas também sobre o ambiente físico-químico ruminal, a atividade fermentativa, a microbiota e a estrutura do trato gastrointestinal (ZOU et al., 2019; LIMA et al., 2022; TEIXEIRA et al., 2022). Assim, compreender o comportamento do ecossistema ruminal sob menor disponibilidade de nutrientes é essencial para interpretar a adaptação digestiva de pequenos ruminantes em condições de limitação alimentar.

Entre os microrganismos ruminais, os protozoários ciliados representam um dos principais componentes eucarióticos do rúmen e exercem funções relevantes na dinâmica fermentativa (VEIRA, 1986; NEWBOLD et al., 2015). Esses microrganismos participam da degradação de carboidratos estruturais e não estruturais, da ingestão de partículas alimentares, da predação bacteriana e da reciclagem de nitrogênio no ambiente ruminal (JOUANY, 1996; IVAN et al., 2000; NEWBOLD et al., 2015). No entanto, sua contribuição ao hospedeiro depende do contexto nutricional e fermentativo, uma vez que a presença de protozoários também pode estar associada ao aumento da produção de amônia, à redução do fluxo de proteína bacteriana para o intestino delgado e ao fornecimento de hidrogênio para arqueias metanogênicas (JOUANY, 1996; NEWBOLD et al., 2015; ANDERSEN et al., 2023). Portanto, os protozoários presentes no líquido ruminal devem ser compreendidos como parte de um sistema fermentativo integrado, e não apenas como uma medida isolada de abundância microbiana.

A disponibilidade de alimento modula a população de protozoários ruminais por influenciar a entrada de substratos, o crescimento microbiano e a taxa de passagem do conteúdo ruminal (POTTER; DEHORITY, 1973; DEHORITY, 1984). Mudanças no nível de alimentação, no jejum e na realimentação podem alterar a concentração desses microrganismos, evidenciando sua resposta dinâmica ao suprimento alimentar (POTTER; DEHORITY, 1973).

Essa resposta pode variar conforme a composição da dieta, a disponibilidade de carboidratos fermentáveis, o tempo em relação à alimentação e as condições físico-químicas do rúmen, especialmente em grupos como Isotrichidae, que apresentam migração e sequestro associados à presença de açúcares solúveis e ao acúmulo de reservas intracelulares (DEHORITY; TIRABASSO, 1989).

A restrição alimentar também pode alterar o ambiente ruminal, especialmente o pH e o perfil de ácidos graxos voláteis. Em situações de restrição severa, foram observados aumento do pH ruminal e redução das concentrações de acetato, propionato, butirato e ácidos graxos voláteis totais, indicando menor atividade fermentativa em resposta à menor disponibilidade de substratos (HU et al., 2018). No entanto, essas respostas podem variar conforme a intensidade e a duração da restrição, a composição da dieta e a capacidade de ajuste digestivo dos animais (KIM et al., 2019; LIMA et al., 2022; WANG et al., 2025). Dessa forma, parâmetros físico-químicos do líquido ruminal, quando avaliados em conjunto com a população de ciliados, contribuem para compreender melhor os efeitos da limitação nutricional sobre o ambiente ruminal.

Ovinos e caprinos compartilham características digestivas típicas de pequenos ruminantes, mas apresentam diferenças importantes no comportamento ingestivo e na seleção da dieta. Caprinos tendem a selecionar folhas, brotos e frações vegetais de maior valor nutritivo, enquanto ovinos apresentam comportamento de pastejo mais generalista e maior uso de gramíneas e herbáceas (DEVENDRA, 1989; SANTRA; KARIM, 1998). Essas particularidades podem influenciar a fermentação ruminal e a composição da comunidade de protozoários, uma vez que os ciliados são modulados tanto pela dieta quanto por características do hospedeiro (SANTRA; KARIM, 1998; DE LA FUENTE et al., 2009; GÜRELLI et al., 2016). Além disso, estudos amplos sobre microbiota ruminal indicam que a dieta exerce forte influência sobre a composição microbiana, enquanto o hospedeiro também pode contribuir para variações na estrutura da comunidade em condições semelhantes de manejo alimentar (HENDERSON et al., 2015). Assim, a resposta dos protozoários ruminais à restrição alimentar não depende apenas da menor oferta de alimento, mas também do modo como cada hospedeiro seleciona, utiliza e transforma os substratos disponíveis no rúmen.

A restrição alimentar pode ocorrer em diferentes intensidades, desde reduções moderadas no consumo até situações mais severas, produzindo respostas ruminais distintas. Apesar dos avanços no conhecimento sobre microbiota ruminal, ainda são limitadas as informações sobre a resposta dos parâmetros físico-químicos e do perfil de protozoários do líquido ruminal em pequenos ruminantes submetidos a níveis graduais de restrição alimentar

em condições tropicais (SANTRA; KARIM, 1998; DE LA FUENTE et al., 2009; LIMA et al., 2022). Essa lacuna é relevante porque a limitação alimentar pode afetar o ecossistema ruminal de forma dependente da intensidade do desafio, da disponibilidade de substratos fermentáveis e das características da espécie avaliada (POTTER; DEHORITY, 1973; HU et al., 2018; KIM et al., 2019). Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar, em ovinos Santa Inês machos e em caprinos Boer, os efeitos de diferentes níveis de restrição alimentar sobre os parâmetros físico-químicos e sobre o perfil quantitativo, morfológico e de motilidade dos protozoários presentes no líquido ruminal.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e aprovação ética

O estudo foi conduzido no Setor de Digestibilidade do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza, Ceará, Brasil. As amostras de líquido ruminal foram processadas no Laboratório de Estudos em Reprodução Animal, igualmente vinculado à UFC. Todos os procedimentos envolvendo os animais foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da UFC, sob o protocolo nº 2611202101.

2.2 Animais, instalações e delineamento experimental

Foram utilizadas amostras de líquido ruminal provenientes de 23 machos não castrados, sendo 12 ovinos da raça Santa Inês e 11 caprinos da raça Boer, com peso corporal médio inicial de $24,0 \pm 3,5$ kg. Antes do início do experimento, os animais foram identificados com brincos numerados, pesados, vermifugados, vacinados contra clostridiose e submetidos à suplementação vitamínica, conforme o manejo sanitário adotado.

Após os procedimentos sanitários, os animais passaram por um período de adaptação de 30 dias às instalações, à dieta experimental e ao manejo alimentar. Durante o período experimental, foram mantidos em baias individuais com piso de concreto (1,5 m $\times$ 1,5 m), equipadas com comedouros e bebedouros individuais, com fornecimento de água *ad libitum*.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2×3 , considerando duas espécies de pequenos ruminantes, ovinos Santa Inês e caprinos Boer, e três níveis de oferta alimentar: alimentação *ad libitum*, restrição de 30% e restrição de 60% em relação ao consumo observado no grupo *ad libitum*, com base na matéria seca da dieta. Esse arranjo permitiu avaliar os efeitos da limitação alimentar sobre os parâmetros físico-químicos e o perfil de protozoários do líquido ruminal dentro de cada espécie.

2.3 Dieta experimental e manejo alimentar

A dieta experimental foi formulada com base nas recomendações do Br-Caprinos & Ovinos (2024), visando atender às exigências nutricionais dos animais alimentados *ad*

libitum. Utilizou-se uma única ração total misturada para ambas as espécies, composta por feno de capim Tifton-85, milho grão moído, farelo de soja, fosfato bicálcico e calcário calcítico. A relação volumoso:concentrado foi de aproximadamente 61:39, com teor de proteína bruta próximo a 14% na matéria seca.

A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, às 08:00 e 16:00 h. No grupo *ad libitum*, a oferta foi ajustada para permitir sobras de até 20%. Nos grupos submetidos à restrição alimentar, a quantidade ofertada correspondeu a reduções de 30% ou 60% em relação ao consumo *ad libitum*, com base na matéria seca da dieta, conforme descrito por Nascimento (2025). Assim, todos os animais receberam a mesma composição dietética, diferindo apenas quanto à quantidade de matéria seca ofertada.

A composição da ração total misturada utilizada no experimento está apresentada na Tabela 1, com a descrição dos ingredientes, da relação volumoso:concentrado e da composição bromatológica da dieta, expressa com base na matéria seca.

Tabela 1 — Proporção dos ingredientes e composição bromatológica da ração total misturada utilizada na alimentação de ovinos e caprinos.

Item	Valor
Ingredientes (% da ração total misturada)	
Feno de Tifton-85	61,46
Farelo de soja	16,45
Milho grão moído	20,79
Fosfato bicálcico	0,81
Calcário calcítico	0,53
Composição química (g/kg de MS)	
Matéria seca	899,7
Proteína bruta	161,0
Extrato etéreo	29,3
Matéria mineral	80,9
Matéria orgânica	919,5
Fibra em detergente neutro	527,9
Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína	497,2

Fibra em detergente ácido	262,6
Carboidratos totais	729,2
Carboidratos não fibrosos	231,9
Nutrientes digestíveis totais	669,5

MS = matéria seca. Fonte: adaptado de Nascimento (2025).

O período experimental teve duração de 180 dias. Durante esse período, os animais foram pesados quinzenalmente para monitoramento do peso corporal e ajuste da oferta alimentar conforme os respectivos tratamentos.

2.4 Procedimentos de abate e mensuração do pH e temperatura

Ao final do período experimental, os animais foram submetidos a jejum de sólidos e líquidos por 18 horas e pesados para obtenção do peso corporal em jejum. Em seguida, foram encaminhados ao abate, realizado conforme os procedimentos éticos e sanitários aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Ceará. Os animais foram insensibilizados por concussão cerebral, com pistola de dardo cativo, suspensos e submetidos à sangria por secção da veia jugular e da artéria carótida. Após a sangria e a evisceração, o trato gastrointestinal foi retirado para separação dos compartimentos digestivos. O rúmen foi então isolado para obtenção das amostras de líquido ruminal por meio da filtração com gases. Imediatamente após a coleta das amostras, foi mensurado o pH, utilizando um pHâmetro digital e a temperatura, utilizando um termômetro de espeto. Após esses procedimentos, as amostras foram encaminhadas para o laboratório para posteriores análises físico-químicas e avaliação da comunidade de protozoários.

2.5 Avaliação da motilidade, contagem e identificação dos protozoários ciliados

No laboratório, as amostras de líquido ruminal foram homogeneizadas e avaliadas imediatamente após a coleta, a fim de preservar a atividade dos protozoários ciliados. Durante esse procedimento, as amostras foram mantidas em banho-maria a 37 °C. Para a avaliação da motilidade, uma alíquota de 5 µL de cada amostra fresca foi depositada em lâmina de vidro, coberta com lamínula e observada em microscópio óptico, em aumento de 400×. A motilidade dos protozoários foi avaliada por um único avaliador treinado, considerando cinco campos microscópicos por amostra. A classificação foi realizada por escala subjetiva de 0 a 5, em que: 0 = ausência de protozoários móveis; 1 = motilidade muito baixa, com poucos protozoários apresentando movimentos lentos; 2 = motilidade baixa, com movimentação reduzida e pouco deslocamento; 3 = motilidade moderada, com presença evidente de protozoários móveis; 4 = motilidade alta, com grande número de protozoários ativos; e 5 = motilidade intensa, caracterizada por elevada atividade e deslocamento rápido dos protozoários no campo microscópico.

Após a avaliação inicial da motilidade, as amostras foram novamente homogeneizadas e fixadas em formalina a 18,5%. As amostras fixadas foram conservadas a -20 °C até o processamento laboratorial para contagem e identificação morfológica dos protozoários ciliados. A preparação das amostras para contagem foi realizada com adaptação da metodologia descrita por Dehority (1984), utilizando coloração com Lugol conforme D'Agosto e Carneiro (1999). Para isso, uma alíquota de 1 mL da amostra fixada foi transferida para tubo de ensaio, ao qual foram adicionadas três gotas de solução de lugol. Após 15 minutos, foram adicionados 9 mL de glicerina a 30%, obtendo-se a suspensão final utilizada para a contagem.

A quantificação dos protozoários foi realizada em câmara de McMaster. Para cada amostra, 1 mL da suspensão previamente fixada, corada e diluída foi utilizado para preencher a câmara de contagem. As duas áreas reticuladas da câmara foram avaliadas em microscópio óptico, registrando-se os protozoários presentes nas grades de contagem. As leituras foram realizadas em duplicata, e a média das contagens foi utilizada para estimar a concentração de protozoários por mililitro de líquido ruminal.

O número total de protozoários por mililitro foi calculado multiplicando-se a média de protozoários contados pelo fator 50, correspondente ao fator da câmara de contagem, e pelo fator 20, referente à diluição final da amostra. Os resultados foram expressos em células por mililitro de líquido ruminal.

A identificação morfológica foi direcionada aos protozoários ciliados presentes no líquido ruminal. Para isso, uma alíquota de 10 μ L da suspensão preparada foi depositada em lâmina de vidro, coberta com lamínula e observada em microscópio óptico, em aumento de 1000 $\times$. Os protozoários foram identificados em nível de gênero quando apresentavam características morfológicas compatíveis com as descrições taxonômicas para ciliados ruminais. Quando a visualização não permitia identificação segura em nível de gênero, os organismos foram registrados apenas como protozoários ciliados não identificados, evitando classificações imprecisas.

2.6 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas separadamente para ovinos e caprinos. O efeito do nível de restrição alimentar (0%, 30% e 60%) sobre pH ruminal, temperatura, concentração e motilidade dos protozoários foi avaliado por meio de modelos lineares, considerando o nível de restrição alimentar como efeito fixo. As médias foram estimadas como médias ajustadas pelo método dos quadrados mínimos (least squares means) e apresentadas com o erro padrão da média (EPM). Para a avaliação da ocorrência dos gêneros de protozoários ciliados e da contagem total entre os níveis de restrição alimentar, foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Quando houve ausência de observações ou variabilidade insuficiente entre os grupos, o valor de p não foi estimado. Adicionalmente, as associações entre pH ruminal, temperatura, concentração e motilidade dos protozoários foram avaliadas por correlação de Pearson. Todas as análises foram conduzidas no software R, adotando-se nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS

A restrição alimentar não influenciou o pH ruminal, a temperatura, a concentração nem a motilidade dos protozoários, tanto em ovinos quanto em caprinos ($p > 0,05$; Tabela 2).

Tabela 2 — Parâmetros físico-químicos ruminais e métricas de protozoários em ovinos da raça Santa Inês e caprinos da raça Boer submetidos à restrição alimentar (0%, 30% e 60%).

Espécie	Variável	0% (<i>ad libitum</i>)	30%	60%	p-valor
Ovinos	pH	6,45 ± 0,12	6,38 ± 0,12	6,54 ± 0,12	0,6246
	Temperatura (°C)	36,1 ± 0,35	36,0 ± 0,35	35,2 ± 0,35	0,1840
	Concentração de protozoários ($\times 10^6$ células/mL)	3,12 ± 0,63	2,25 ± 0,63	3,88 ± 0,63	0,2389
	Motilidade de protozoários (0–5)	2,50 ± 0,74	3,12 ± 0,74	2,88 ± 0,74	0,8388
Caprinos	pH	6,24 ± 0,14	6,45 ± 0,14	6,40 ± 0,16	0,5721
	Temperatura (°C)	35,4 ± 0,32	34,5 ± 0,32	35,4 ± 0,37	0,1408
	Concentração de protozoários ($\times 10^6$ células/mL)	3,00 ± 0,73	2,25 ± 0,73	2,17 ± 0,84	0,6992
	Motilidade de protozoários (0–5)	3,12 ± 0,59	2,08 ± 0,59	2,00 ± 0,68	0,3838

Os dados são apresentados como médias ajustadas (least squares means) $\pm$ erro padrão da média (EPM). Ovinos (n = 12) e caprinos (n = 11). Os efeitos dos níveis de restrição alimentar foram avaliados por meio de modelos lineares, considerando o nível de restrição como efeito fixo. Não foi detectado efeito dos níveis de restrição alimentar ($p > 0,05$).

Da mesma forma, não foram observadas diferenças na ocorrência dos gêneros de protozoários ruminais entre os níveis de restrição alimentar em nenhuma das espécies ($p > 0,05$; Tabela 3). Em ovinos, não foram detectados protozoários dos gêneros *Eodinium*, *Buetschlia*, *Diploplastron* e *Polyplastron*. Em caprinos, os gêneros *Eremoplastron*, *Dasytricha* e *Metadinium* não foram observados.

Tabela 3 — Valores de p para os gêneros de protozoários ruminais em ovinos da raça Santa Inês e caprinos da raça Boer submetidos à restrição alimentar (0%, 30% e 60%).

Gênero	Ovinos (p-valor)	Caprinos (p-valor)
<i>Entodinium</i>	0,6627	0,0587
<i>Diplodinium</i>	0,5730	0,6065
<i>Eodinium</i>	NA	0,4169
<i>Eremoplastron</i>	0,2703	NA
<i>Buetschlia</i>	NA	0,2636
<i>Isotricha</i>	0,2924	0,4137

Gênero	Ovinos (p-valor)	Caprinos (p-valor)
<i>Dasytricha</i>	0,3679	NA
<i>Diploplastron</i>	NA	0,5110
<i>Polyplastron</i>	NA	0,4169
<i>Elytroplastron</i>	0,3679	0,4169
<i>Metadinium</i>	0,3679	NA
<i>Enoploplastron</i>	0,3679	0,4169
Contagem total	0,4374	0,9206

Os valores correspondem aos p-valores obtidos pelo teste de Kruskal–Wallis para comparação entre os níveis de restrição alimentar dentro de cada espécie. Ovinos (n = 12) e caprinos (n = 11). NA indica ausência de observações ou variabilidade insuficiente para análise estatística.

A distribuição dos protozoários ciliados identificados está apresentada na Tabela 4, e os principais morfotipos observados são ilustrados na Figura 1. Do total de 2.294 protozoários avaliados, 205 (8,94%) foram identificados em nível de gênero, enquanto 2.089 (91,06%) permaneceram como ciliados não identificados. Essa proporção está relacionada às características da análise morfológica convencional, na qual a identificação depende da visualização de estruturas diagnósticas compatíveis com cada táxon.

Foram identificados 12 gêneros de protozoários ciliados no líquido ruminal de ovinos e caprinos (Tabela 4). Entre os protozoários identificados, *Entodinium* foi predominante em ambas as espécies, correspondendo a 139 dos 205 ciliados identificados (67,8%) e a 6,06% do total de protozoários analisados. Em caprinos, *Entodinium* representou 70,0% dos protozoários identificados, enquanto em ovinos representou 66,1%. *Isotricha* foi o segundo gênero mais frequente, com maior ocorrência em ovinos, seguido por *Diplodinium*, que apresentou maior ocorrência em caprinos. Os demais gêneros ocorreram em baixa frequência, com registros de *Eremoplastron*, *Enoploplastron*, *Diploplastron*, *Elytroplastron*, *Buetschlia*, *Eodinium*, *Metadinium*, *Polyplastron* e *Dasytricha*. O gênero *Polyplastron* foi observado apenas em caprinos.

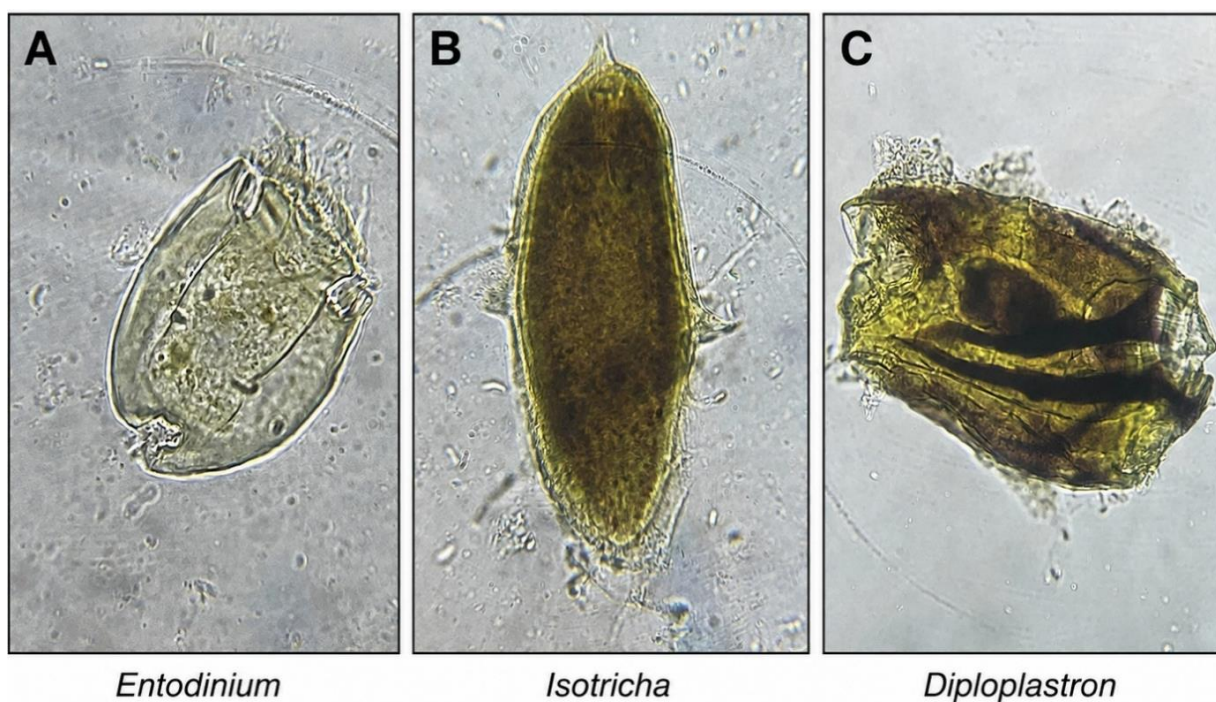
Tabela 4 — Distribuição de protozoários ciliados identificados em nível de gênero no rúmen de ovinos (n = 12) e caprinos (n = 11), com porcentagem calculada em relação ao total de protozoários analisados.

Gênero / categoria	Ovinos	Caprinos	Total	% do total
<i>Entodinium</i>	76	63	139	6,06
<i>Isotricha</i>	27	13	40	1,74
<i>Diplodinium</i>	3	7	10	0,44

<i>Eremoplastron</i>	4	0	4	0,17
<i>Enoploplastron</i>	2	1	3	0,13
<i>Diploplastron</i>	0	2	2	0,09
<i>Elytroplastron</i>	1	1	2	0,09
<i>Buetschlia</i>	0	1	1	0,04
<i>Eodinium</i>	0	1	1	0,04
<i>Metadinium</i>	1	0	1	0,04
<i>Polyplastron</i>	0	1	1	0,04
<i>Dasytricha</i>	1	0	1	0,04
Subtotal identificado	115	90	205	8,94
Não identificados	1.084	1.005	2.089	91,06
Total analisado	1.199	1.095	2.294	100,00

Nota: A porcentagem foi calculada como: % = (total da categoria ÷ 2.294) × 100.

Figura 1 — Fotomicrografias dos principais gêneros de protozoários ciliados identificados no líquido ruminal de ovinos Santa Inês e caprinos Boer, observados em microscópio óptico em aumento de 1000×. A: *Entodinium*; B: *Isotricha*; C: *Diploplastron*. *Entodinium* foi o gênero predominante entre os protozoários identificados.



A análise de correlação evidenciou associação positiva entre a concentração e a motilidade dos protozoários em ambas as espécies (ovinos: $r = 0,63$; $p = 0,028$; caprinos: $r =$

0,75; $p = 0,008$; Tabela 5). Adicionalmente, em caprinos, foi observada associação negativa entre o pH ruminal e a concentração de protozoários ($r = -0,71$; $p = 0,015$; Tabela 5). As demais correlações não apresentaram significância estatística ($p > 0,05$).

Tabela 5 — Matriz de correlação de Pearson entre variáveis ruminais em ovinos da raça Santa Inês e caprinos da raça Boer.

Espécie	Variável	pH	Temperatura (°C)	Concentração de protozoários ($\times 10^6$ células/mL)	Motilidade de protozoários (0–5)
Ovinos	pH	1,00	–0,53 (0,074)	–0,13 (0,681)	–0,29 (0,365)
	Temperatura (°C)	–0,53 (0,074)	1,00	–0,21 (0,505)	0,35 (0,261)
	Concentração de protozoários ($\times 10^6$ células/mL)	–0,13 (0,681)	–0,21 (0,505)	1,00	0,63 (0,028)
	Motilidade de protozoários (0–5)	–0,29 (0,365)	0,35 (0,261)	0,63 (0,028)	1,00
Caprinos	pH	1,00	–0,57 (0,067)	–0,71 (0,015)	–0,59 (0,055)
	Temperatura (°C)	–0,57 (0,067)	1,00	0,18 (0,590)	0,18 (0,600)
	Concentração de protozoários ($\times 10^6$ células/mL)	–0,71 (0,015)	0,18 (0,590)	1,00	0,75 (0,008)
	Motilidade de protozoários (0–5)	–0,59 (0,055)	0,18 (0,600)	0,75 (0,008)	1,00

Os valores correspondem aos coeficientes de correlação de Pearson (r), com os respectivos valores de p entre parênteses. Ovinos ($n = 12$) e caprinos ($n = 11$).

4 DISCUSSÃO

Considerando que o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da restrição alimentar sobre os parâmetros físico-químicos do líquido ruminal e sobre a concentração, motilidade e ocorrência de protozoários ciliados em ovinos Santa Inês e caprinos Boer, os resultados indicam que a redução da oferta alimentar em 30% e 60% não promoveu alterações detectáveis nas variáveis avaliadas. Essa resposta sugere que, nas condições experimentais adotadas, a restrição quantitativa da dieta não foi suficiente para modificar o ambiente ruminal de forma expressiva nem para comprometer as métricas gerais da fauna ciliada. Esse achado é particularmente relevante para pequenos ruminantes, pois indica que a redução no consumo, quando ocorre sem alteração na composição da dieta, pode ter impacto limitado sobre indicadores básicos do ambiente ruminal e da população protozoária. No entanto, essa interpretação deve ser direcionada às variáveis mensuradas, uma vez que o estudo não avaliou diretamente produtos da fermentação, digestibilidade, taxa de passagem ou composição molecular da microbiota.

Os valores de pH observados, variando de 6,24 a 6,54, permaneceram dentro da faixa geralmente considerada adequada para a fermentação ruminal, especialmente para microrganismos associados à degradação da fibra. Em condições fisiológicas, valores próximos à neutralidade, aproximadamente entre 6,0 e 7,0 (NAGARAJA, 2016), favorecem a atividade de bactérias fibrolíticas e contribuem para a manutenção da comunidade microbiana ruminal. Por outro lado, valores abaixo de 6,0 podem reduzir a atividade celulolítica, enquanto reduções mais acentuadas, próximas ou inferiores a 5,5–5,8, estão associadas à acidificação ruminal e a alterações mais marcantes na microbiota (NAGARAJA, 2016). Assim, a ausência de efeito da restrição sobre o pH sugere que a diminuição da quantidade ofertada não provocou desequilíbrio ácido-básico detectável no rúmen. Esse resultado é coerente com a manutenção da mesma composição da dieta entre os tratamentos, indicando que a intensidade da restrição, isoladamente, pode não ser suficiente para alterar o pH quando ainda há substrato fermentável disponível.

Essa interpretação ganha força quando comparada a estudos com restrição mais severa ou jejum. Potter e Dehority (1973) demonstraram que mudanças no nível de alimentação e períodos de jejum podem modificar a concentração de protozoários ruminais, principalmente pela interação entre disponibilidade de substrato, taxa de passagem e horário após a alimentação. Em caprinos submetidos à restrição alimentar seguida de jejum, Elsheikh et al. (2019) observaram redução de ácidos graxos de cadeia curta e da osmolaridade, mas sem

redução significativa do pH ruminal e da contagem de protozoários. Já Hu et al. (2018), ao avaliarem restrição alimentar severa em ovelhas gestantes, relataram aumento do pH e redução das concentrações de acetato, propionato, butirato e ácidos graxos voláteis totais. Em bovinos, Kim et al. (2019) verificaram que o jejum de curta duração alterou parcialmente a microbiota ruminal e modificou características fermentativas *in vitro*, embora não tenha alterado significativamente o pH e a digestibilidade da matéria seca. Esses estudos mostram que a resposta ruminal à restrição depende da intensidade do desafio, da duração, da espécie, do estado fisiológico e da dieta. Portanto, os resultados do presente estudo sugerem estabilidade dos indicadores avaliados, mas não excluem a possibilidade de alterações fermentativas mais sutis não mensuradas.

A temperatura do líquido ruminal também permaneceu semelhante entre os níveis de restrição alimentar em ambas as espécies. Esse resultado indica que a redução da oferta de alimento não promoveu alterações térmicas detectáveis no ambiente ruminal nas condições avaliadas. No entanto, essa variável deve ser interpretada em conjunto com os demais parâmetros, pois não permite, isoladamente, inferir a intensidade da fermentação microbiana.

A concentração e a motilidade dos protozoários ciliados também não foram influenciadas pelos níveis de restrição alimentar. A população protozoária do rúmen é sensível ao tipo e à quantidade de alimento ingerido, ao pH, à taxa de passagem, ao tempo após a alimentação e à disponibilidade de carboidratos fermentáveis (POTTER; DEHORITY, 1973; WARNER, 1966; DEHORITY; TIRABASSO, 1989). Além disso, alguns grupos, como os isotríquídeos, podem apresentar variações associadas ao horário de alimentação e à migração no rúmen, o que reforça a importância do momento de amostragem na interpretação dos dados (DEHORITY; TIRABASSO, 1989). No presente estudo, a ausência de diferença significativa sugere que as restrições de 30% e 60% não comprometeram a fração ciliada observável no líquido ruminal nem a motilidade dos protozoários nas condições avaliadas. Uma explicação plausível é que a manutenção da mesma composição da dieta, alterando-se apenas a quantidade ofertada, tenha preservado condições mínimas para a permanência desses microrganismos. Avaliações futuras de fermentação e microbiota ruminal poderão esclarecer se essa ausência de resposta também se mantém em nível funcional.

A análise morfológica revelou a presença de 12 gêneros de protozoários ciliados no líquido ruminal, com predominância de *Entodinium* em ovinos e caprinos. Esse achado está de acordo com a literatura, que descreve *Entodinium* como um dos gêneros mais frequentes e abundantes no rúmen de ruminantes domésticos (SKILLMAN et al., 2006; GÜRELLI et al., 2016; GÜRELLI; MOHAMED, 2021; DA SILVA et al., 2023). A predominância desse gênero

pode estar relacionada à sua ampla distribuição e frequente ocorrência sob diferentes condições alimentares, tornando-o um componente recorrente da fauna ciliada ruminal. Contudo, no presente estudo, essa predominância deve ser interpretada como um padrão taxonômico entre os protozoários identificados, e não como evidência direta de maior atividade metabólica ou estabilidade funcional do rúmen.

A ausência de diferença na ocorrência dos gêneros entre os níveis de restrição alimentar indica que a redução quantitativa da dieta não modificou a distribuição dos táxons identificáveis dentro de cada espécie. Ainda assim, algumas diferenças qualitativas foram observadas entre ovinos e caprinos, como a ausência de determinados gêneros em uma das espécies e a ocorrência de *Polyplastron* apenas em caprinos. Essas variações devem ser interpretadas com cautela, pois muitos gêneros ocorreram em baixa frequência e com número reduzido de observações. Estudos comparativos mostram que a composição da fauna ciliada pode variar em função da espécie hospedeira, dieta, região geográfica, manejo alimentar e metodologia de amostragem (DE LA FUENTE et al., 2009; HENDERSON et al., 2015; GÜRELLI et al., 2016). Portanto, as diferenças qualitativas observadas podem refletir variação individual ou espécie-específica, mas não devem ser atribuídas diretamente à restrição alimentar.

Um ponto metodológico importante foi a elevada proporção de ciliados não identificados em nível de gênero. Dos 2.294 protozoários avaliados, apenas 205 foram classificados morfológicamente, enquanto 2.089 permaneceram como ciliados não identificados. Essa limitação é compatível com a identificação morfológica convencional, que depende da preservação celular, do posicionamento do protozoário na lâmina e da visualização de estruturas diagnósticas, como macronúcleo, ciliatura, formato corporal e placas esqueléticas. Dehority (1984) demonstrou que procedimentos de amostragem, separação entre frações líquida e sólida e manipulação do conteúdo ruminal podem influenciar a contagem total e a distribuição genérica dos protozoários. D'Agosto e Carneiro (1999) destacaram que o uso de Lugol melhora a visualização de pequenos ciliados e de placas esqueléticas, favorecendo a identificação, mas não elimina completamente as limitações da microscopia. Assim, os resultados taxonômicos deste estudo devem ser compreendidos como uma caracterização dos gêneros identificáveis sob as condições metodológicas empregadas.

As correlações observadas acrescentam uma dimensão complementar à interpretação dos dados. A associação positiva entre concentração e motilidade em ovinos e caprinos indica que amostras com maior densidade de protozoários tenderam a apresentar maiores escores de motilidade. Esse resultado sugere que abundância e condição celular

observável variaram de forma conjunta, possivelmente refletindo condições comuns do ambiente ruminal no momento da avaliação. No entanto, como a motilidade foi avaliada por escore visual, essa associação não deve ser interpretada como medida direta de atividade metabólica. Em caprinos, a correlação negativa entre pH e concentração de protozoários também deve ser vista com cautela, pois ocorreu dentro de uma faixa fisiológica de pH. Dessa forma, o achado pode indicar sensibilidade da população protozoária a pequenas variações do ambiente ruminal, mas não permite estabelecer relação causal.

De modo geral, os resultados indicam que a restrição alimentar de 30% e 60%, nas condições avaliadas, não promoveu alterações detectáveis no pH, na temperatura do líquido ruminal, na concentração, na motilidade e na ocorrência dos principais gêneros de protozoários ciliados em ovinos Santa Inês e caprinos Boer. Esse achado sugere que a redução quantitativa da oferta alimentar, quando não associada à mudança na composição da dieta, pode ter efeito limitado sobre indicadores básicos do ambiente ruminal e da fauna ciliada. No entanto, essa interpretação deve permanecer restrita às variáveis mensuradas, uma vez que parâmetros fermentativos, digestibilidade, taxa de passagem e microbiota molecular não foram avaliados. Assim, estudos futuros integrando avaliação morfológica, fermentação ruminal e ferramentas moleculares poderão esclarecer se essa ausência de resposta também se mantém em nível funcional.

5 CONCLUSÃO

Nas condições experimentais deste estudo, os níveis de restrição alimentar avaliados não alteraram o pH ruminal, a temperatura do líquido ruminal, a concentração e a motilidade dos protozoários ciliados em ovinos Santa Inês e caprinos Boer. Da mesma forma, a ocorrência dos gêneros identificados não diferiu entre os níveis de restrição alimentar, indicando que a redução na oferta de matéria seca, mantendo-se a mesma composição dietética, não promoveu alterações detectáveis nos parâmetros físico-químicos nem no perfil quantitativo, morfológico e de motilidade dos ciliados ruminais.

A comunidade de protozoários identificada foi caracterizada pela predominância do gênero *Entodinium* em ambas as espécies. Além disso, a associação positiva entre a concentração e a motilidade dos protozoários em ovinos e caprinos indica que amostras com maior densidade de ciliados também apresentaram maiores escores de motilidade. Em caprinos, a correlação negativa entre o pH ruminal e a concentração de protozoários sugere que pequenas variações no ambiente ruminal podem estar associadas à dinâmica populacional dos ciliados, sem permitir, contudo, o estabelecimento de relação causal.

Assim, ovinos Santa Inês e caprinos Boer não apresentaram alterações detectáveis nos parâmetros ruminais avaliados, mesmo sob restrição alimentar de até 60%. Esses achados contribuem para a compreensão da resposta do ambiente ruminal de pequenos ruminantes submetidos à limitação alimentar e reforçam que os efeitos da restrição devem ser interpretados considerando a intensidade do desafio, a composição da dieta e as variáveis avaliadas.

REFERÊNCIAS

- ANDERSEN, T. O. *et al.* Metabolic influence of core ciliates within the rumen microbiome. **The ISME Journal**, [s. l.], v. 17, n. 7, p. 1128-1140, 2023. DOI: 10.1038/s41396-023-01407-y. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41396-023-01407-y>. Acesso em: 14 jun. 2026.
- BARBOSA, A. L. *et al.* Intake, digestibility, growth performance, and enteric methane emission of Brazilian semiarid non-descript breed goats fed diets with different forage to concentrate ratios. **Tropical Animal Health and Production**, [s. l.], v. 50, p. 283-289, 2018. DOI: 10.1007/s11250-017-1427-0. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1427-0>. Acesso em: 22 dez. 2025.
- BR-CAPRINOS & OVINOS. **Exigências nutricionais de caprinos e ovinos**. São Carlos: Editora Scienza, 2024. 270 p. DOI: 10.26626/9786556681849.2024B0001. Disponível em: <https://doi.org/10.26626/9786556681849.2024B0001>. Acesso em: 29 jul. 2025.
- D'AGOSTO, Marta; CARNEIRO, Maria Elisa. Evaluation of Lugol solution used for counting rumen ciliates. **Revista Brasileira de Zoologia**, [s. l.], v. 16, n. 3, p. 725-729, 1999. DOI: 10.1590/S0101-81751999000300011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-81751999000300011>. Acesso em: 15 jan. 2026.
- DA SILVA, Z. R. J.; CEDROLA, F.; ROSSI, M. F.; DIAS, R. J. P. Ciliates in domestic ruminants in Africa and the first characterization of ciliates (Alveolata, Ciliophora) in the rumen of domestic caprines of the Landim breed (*Capra hircus* L.) from Mozambique. **Symbiosis**, [s. l.], v. 90, p. 241-257, 2023. DOI: 10.1007/s13199-023-00932-w. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13199-023-00932-w>. Acesso em: 17 abr. 2026.
- DE LA FUENTE, G. *et al.* Rumen protozoal diversity in the Spanish ibex (*Capra pyrenaica hispanica*) as compared with domestic goats (*Capra hircus*). **European Journal of Protistology**, [s. l.], v. 45, n. 2, p. 112-120, 2009. DOI: 10.1016/j.ejop.2008.07.001. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ejop.2008.07.001>. Acesso em: 16 fev. 2026.
- DEHORITY, B. A. Evaluation of subsampling and fixation procedures used for counting rumen protozoa. **Applied and Environmental Microbiology**, [s. l.], v. 48, n. 1, p. 182-185, 1984. DOI: 10.1128/AEM.48.1.182-185.1984. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/AEM.48.1.182-185.1984>. Acesso em: 2 jan. 2026.
- DEHORITY, B. A.; TIRABASSO, P. A. Factors affecting the migration and sequestration of rumen protozoa in the family Isotrichidae. **Journal of General Microbiology**, [s. l.], v. 135, n. 3, p. 539-548, 1989. DOI: 10.1099/00221287-135-3-539. Disponível em: <https://doi.org/10.1099/00221287-135-3-539>. Acesso em: 30 jan. 2026.
- DEVENDRA, C. Comparative aspects of digestive physiology and nutrition in goats and sheep. In: MORAND-FEHR, P. (ed.). **Goat nutrition**. Wageningen: Pudoc, 1989. p. 139-160.
- ELSHEIKH, E. M. H.; ALI, O. H. A.; ABDELLATIF, A. M.; ALAMEEN, A. O. Effect of fasting on rumen ecology in feed restricted male Nubian goat kids. **University of Khartoum Journal of Veterinary Medicine and Animal Production**, [s. l.], v. 10, n. 1/2, p. 174-186, 2019.

GÜRELLI, G.; CANBULAT, S.; ALDAYAROV, N.; DEHORITY, B. A. Rumen ciliate protozoa of domestic sheep (*Ovis aries*) and goat (*Capra aegagrus hircus*) in Kyrgyzstan. **FEMS Microbiology Letters**, [s. l.], v. 363, n. 6, art. fnw028, 2016. DOI: 10.1093/femsle/fnw028. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/femsle/fnw028>. Acesso em: 19 jul. 2025.

GÜRELLI, G.; MOHAMED, A. R. A. Comparative study of rumen ciliate fauna of goat and sheep in Libya. **Türkiye Parazitoloji Dergisi**, [s. l.], v. 45, n. 4, p. 274-279, 2021. DOI: 10.4274/tpd.galenos.2021.39974. Disponível em: <https://doi.org/10.4274/tpd.galenos.2021.39974>. Acesso em: 11 ago. 2025.

HENDERSON, G. *et al.* Rumen microbial community composition varies with diet and host, but a core microbiome is found across a wide geographical range. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 5, art. 14567, 2015. DOI: 10.1038/srep14567. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/srep14567>. Acesso em: 6 set. 2025.

HU, F.; XUE, Y.; GUO, C.; LIU, J.; MAO, S. The response of ruminal fermentation, epithelium-associated microbiota, and epithelial barrier function to severe feed restriction in pregnant ewes. **Journal of Animal Science**, [s. l.], v. 96, n. 10, p. 4293-4305, 2018. DOI: 10.1093/jas/sky306. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jas/sky306>. Acesso em: 12 abr. 2026.

IVAN, M. *et al.* Effects of *Isotricha*, *Dasytricha*, *Entodinium*, and total fauna on ruminal fermentation and duodenal flow in wethers fed different diets. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 83, n. 4, p. 776-787, 2000. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(00)74945-6. Disponível em: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)74945-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)74945-6). Acesso em: 26 mar. 2026.

JOUANY, J. P. Effect of rumen protozoa on nitrogen utilization by ruminants. **The Journal of Nutrition**, [s. l.], v. 126, suppl. 4, p. 1335S-1346S, 1996. DOI: 10.1093/jn/126.suppl_4.1335S. Disponível em: https://doi.org/10.1093/jn/126.suppl_4.1335S. Acesso em: 29 jan. 2025.

KIM, J. N. *et al.* Effects of short-term fasting on in vivo rumen microbiota and in vitro rumen fermentation characteristics. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, [s. l.], v. 32, n. 6, p. 776-782, 2019. DOI: 10.5713/ajas.18.0489. Disponível em: <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0489>. Acesso em: 13 jun. 2024.

LIMA, H. B. *et al.* Performance and ruminal and intestinal morphometry of Santa Inês sheep submitted to feed restriction and refeeding. **Tropical Animal Health and Production**, [s. l.], v. 54, art. 42, 2022. DOI: 10.1007/s11250-022-03053-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11250-022-03053-6>. Acesso em: 14 jan. 2026.

NAGARAJA, T. G. Microbiology of the rumen. In: MILLEN, D. D.; DE BENI ARRIGONI, M. C.; PACHECO, R. D. L. (ed.). **Rumenology**. Cham: Springer, 2016. p. 39-61. DOI: 10.1007/978-3-319-30533-2_2. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-30533-2_2. Acesso em: 22 dez. 2025.

NASCIMENTO, Dayanne Ribeiro do. **Exigências nutricionais de energia e proteína para ganho de peso em ovinos e caprinos**. 2025. 39 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) –

Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2025. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/83557>. Acesso em: 15 fev. 2026.

NEWBOLD, C. J.; DE LA FUENTE, G.; BELANCHE, A.; RAMOS-MORALES, E.; MCEWAN, N. R. The role of ciliate protozoa in the rumen. **Frontiers in Microbiology**, [s. l.], v. 6, art. 1313, 2015. DOI: 10.3389/fmicb.2015.01313. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01313>. Acesso em: 27 jan. 2026.

POTTER, E. L.; DEHORITY, B. A. Effects of changes in feed level, starvation, and level of feed after starvation upon the concentration of rumen protozoa in the ovine. **Applied Microbiology**, [s. l.], v. 26, n. 5, p. 692-698, 1973. DOI: 10.1128/am.26.5.692-698.1973. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/am.26.5.692-698.1973>. Acesso em: 12 fev. 2025.

SANTRA, A.; KARIM, S. A. Rumen ciliate protozoa and fibre utilization in sheep and goats. **Small Ruminant Research**, [s. l.], v. 30, n. 1, p. 13-18, 1998. DOI 10.1016/S0921-4488(98)00078-9. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(98\)00078-9](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(98)00078-9). Acesso em: 12 fev. 2025.

SKILLMAN, L. C.; TOOVEY, A. F.; WILLIAMS, A. J.; WRIGHT, A.-D. G. Development and validation of a real-time PCR method to quantify rumen protozoa and examination of variability between *Entodinium* populations in sheep offered a hay-based diet. **Applied and Environmental Microbiology**, [s. l.], v. 72, n. 1, p. 200-206, 2006. DOI: 10.1128/AEM.72.1.200-206.2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/AEM.72.1.200-206.2006>. Acesso em: 15 jul. 2025.

TEIXEIRA, A. B. M.; SCHUH, B. R. F.; DALEY, V. L.; FERNANDES, S. R.; FREITAS, J. A. Effect of refeeding on growth performance, blood metabolites and physiological parameters of Dorper × Santa Ines lambs previously subjected to feed restriction. **Animal Production Science**, [s. l.], v. 62, n. 15, p. 1459-1470, 2022. DOI: 10.1071/AN21362. Disponível em: <https://doi.org/10.1071/AN21362>. Acesso em: 13 jan. 2026.

TEIXEIRA, I. A. M. A.; PEREIRA FILHO, J. M.; MURRAY, P. J.; RESENDE, K. T.; FERREIRA, A. C. D.; FREGADOLLI, F. L. Water balance in goats subjected to feed restriction. **Small Ruminant Research**, [s. l.], v. 63, n. 1/2, p. 20-27, 2006. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2005.01.008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.01.008>. Acesso em: 22 abr. 2026.

VEIRA, D. M. The role of ciliate protozoa in nutrition of the ruminant. **Journal of Animal Science**, [s. l.], v. 63, n. 5, p. 1547-1560, 1986. DOI: 10.2527/jas1986.6351547x. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/jas1986.6351547x>. Acesso em: 19 jun. 2026.

WANG, C. *et al.* Effects of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on growth performance, serum biochemistry, rumen fermentation and microbiota of intake-restricted multiparous Suffolk sheep. **Frontiers in Microbiology**, [s. l.], v. 16, art. 1601805, 2025. DOI: 10.3389/fmicb.2025.1601805. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1601805>. Acesso em: 9 jun. 2026.

WARNER, A. C. I. Diurnal changes in the concentrations of micro-organisms in the rumens of sheep fed limited diets once daily: with an appendix on the kinetics of rumen microbes and flow. **Journal of General Microbiology**, [s. l.], v. 45, n. 2, p. 213-235, 1966. DOI:

10.1099/00221287-45-2-213. Disponível em: <https://doi.org/10.1099/00221287-45-2-213>. Acesso em: 24 mai. 2026.

ZOU, H. *et al.* Effects of nutritional deprivation and re-alimentation on the feed efficiency, blood biochemistry, and rumen microflora in yaks (*Bos grunniens*). **Animals**, [s. l.], v. 9, n. 10, art. 807, 2019. DOI: 10.3390/ani9100807. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ani9100807>. Acesso em: 12 jun. 2026.